

Des femmes, des hommes, des régions, **nos ressources...**



Guide pour la description
des principaux enjeux écologiques dans les
plans régionaux de développement intégré
des ressources et du territoire

Document d'aide à la mise en oeuvre de l'aménagement écosystémique

Hirondelle Varady-Szabo, biologiste, M. Sc.
Mathieu Côté, ingénieur forestier, Ph. D.
Yan Boucher, biologiste, M. Sc.
Geneviève Brunet, biologiste, M. Sc.
Jean-Pierre Jetté, ingénieur forestier

Consortium en foresterie Gaspésie–Les-Îles
Ministère des Ressources naturelles et de la Faune

Québec, décembre 2008

Rédaction

Hirondelle Varady-Szabo et Mathieu Côté du Consortium en foresterie Gaspésie–Les-Îles
Yan Boucher, Geneviève Brunet et Jean-Pierre Jetté du ministère des Ressources naturelles et de la Faune

Remerciements

Les auteurs remercient les participants des groupes de discussion qui ont eu lieu à Sainte-Anne-des-Monts et à Québec en juillet 2008 pour leurs commentaires sur la version préliminaire de ce guide. Merci aussi à Samuel Pinna (Consortium en foresterie Gaspésie–Les-Îles) pour ses commentaires sur les versions antérieures de ce document et à Marie-Ève Bernatchez pour la révision linguistique.

Collaboration

Sylvie Delisle et Nathalie Laurencelle du ministère des Ressources naturelles et de la Faune

Pour plus de renseignements

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune
Direction des communications
5700, 4^e Avenue Ouest, bureau C 409
Québec (Québec) G1H 6R1
Téléphone : 418 627-8600 ou 1 866 248-6936
Télécopieur : 418 643-0720
Courriel : service.citoyens@mrnf.gouv.qc.ca
Site Internet : www.mrnf.gouv.qc.ca
Numéro de publication : DEPF-0303

Cette publication, conçue pour une impression recto verso, est offerte uniquement dans Internet à l'adresse suivante : www.mrnf.gouv.qc.ca/forets/amenagement/amenagement-ecosystemique.jsp.

Références : Varady-Szabo, H., M. Côté, Y. Boucher, G. Brunet et J.-P. Jetté (2008). *Guide pour la description des principaux enjeux écologiques dans les plans régionaux de développement intégré de s ressources et du territoire - Document d'aide à la mise en oeuvre de l'aménagement écosystémique*, Gaspé, Consortium en foresterie de la Gaspésie–Les-Îles et ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 61 p.

Mots clés : aménagement écosystémique, biodiversité, enjeu écologique, développement régional, plan d'aménagement forestier, PRDIRT

Key words: ecosystem management, biodiversity, ecological concern, forest development plan

© Gouvernement du Québec

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 2008

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2008

ISBN 978-2-550-54825-6

Table des matières

Introduction	1
Partie 1 - L'aménagement écosystémique : définition et enjeux	3
1.1 Qu'est-ce que l'aménagement écosystémique?	3
1.2 Les avantages d'un aménagement écosystémique	3
1.3 La connaissance des enjeux écologiques : à la base de l'élaboration d'une stratégie d'aménagement écosystémique.....	4
1.4 Quels sont les principaux enjeux écologiques?	5
1.4.1 La diminution des proportions de forêts mûres et surannées	6
1.4.2 La raréfaction de certaines formes de bois mort.....	6
1.4.3 La simplification des structures internes des peuplements	7
1.4.4 La modification de la composition végétale des forêts.....	8
1.4.5 La modification de l'organisation spatiale des forêts.....	9
1.4.6 Le maintien de l'habitat d'espèces fauniques et floristiques sensibles à l'aménagement forestier	10
1.5 Notes de référence.....	10
Partie 2 - Démarche pour documenter et décrire les enjeux écologiques en région	17
2.1 Méthode	17
2.1.1 Contexte du paysage forestier régional	17
2.1.2 Description des enjeux écologiques.....	17
2.2 Questions à la base des descriptions des principaux enjeux écologiques	18
2.3 Où trouver l'information?.....	19
2.4 Consensus sur les enjeux écologiques	20
2.5 Notes de référence.....	20
Annexe A Résumé des éléments à analyser pour chaque enjeu écologique	23
Annexe B Suggestions, par région, de références scientifiques et d'organismes travaillant en aménagement écosystémique	25
Annexe C Exemple de description de deux enjeux écologiques de la région de la Gaspésie... 39	
C.1 Le territoire forestier de la Gaspésie	39
C.2 Enjeu – La modification de la composition végétale des forêts : introduction de l'épinette de Norvège en Gaspésie	47
C.3 Enjeu - La modification de l'organisation spatiale des forêts	56

Introduction

En 2005, le ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF) s'est engagé à favoriser un aménagement écosystémique des forêts du domaine de l'État. Cet engagement se traduit tant sur le plan stratégique, par la prise en compte d'enjeux écologiques (en même temps que les enjeux économiques et sociaux), que sur le plan opérationnel par l'adoption de nouvelles pratiques d'aménagement forestier.

Dans le cadre de la régionalisation de sa gestion, le MRNF souhaite que les commissions régionales sur les ressources naturelles et le territoire (CRRNT) influencent la gestion forestière et déterminent les choix de développement pour leur région. Dans ce contexte, le MRNF désire que ces commissions participent à l'implantation de l'aménagement écosystémique. Le moyen choisi consiste à réaliser des descriptions régionales des principaux enjeux écologiques qui seront ensuite insérées dans les plans régionaux de développement intégré des ressources et du territoire (PRDIRT) du domaine de l'État. Cette attente fait partie du contenu obligatoire des PRDIRT, tel qu'il est précisé par le MRNF dans le *Cadre de référence pour l'élaboration d'un plan régional de développement intégré des ressources et du territoire* (2008)ⁱ.

Le concept de l'aménagement écosystémique est encore relativement nouveau au Québec. Il faut donc voir son implantation comme un processus progressif. Toutefois, il est clair que sa mise en œuvre repose avant tout sur une bonne compréhension des enjeux écologiques liés à l'aménagement forestier. Cette compréhension découle des connaissances scientifiques générales en écologie forestière, mais nécessite aussi une appréciation des particularités régionales qui permettra d'adapter l'approche écosystémique à chacune d'elles. C'est à cette première étape que le présent guide se rattache. La documentation des enjeux servira à préparer le terrain afin que des stratégies d'aménagement forestier soient élaborées en vue de concilier la prise en compte des enjeux écologiques et la production de biens et services variés essentiels à la vitalité économique des collectivités. Ces stratégies d'aménagement prendront forme lors de la préparation des prochains plans généraux d'aménagement forestier (2013-2018). Elles viseront, notamment, à adapter les orientations nationales en matière d'aménagement durable des forêts à la réalité de chacune des régions; la description régionale des enjeux écologiques constituera une des assises importantes de cette adaptation.

Concrètement, la description régionale des principaux enjeux écologiques dans les PRDIRT aura plusieurs retombées. D'abord, elle permettra aux CRRNT de tenir compte de ces enjeux lors de l'élaboration de leurs orientations de développement. Ces orientations porteront sur la plupart des aspects économiques et sociaux de la région et pourront être complétées par la connaissance des enjeux écologiques forestiers. Cette façon de faire permettra de déterminer certaines orientations de développement tout en considérant *a priori* leurs répercussions sur le maintien de la viabilité des écosystèmes forestiers. Ainsi, dans l'éventualité où une orientation aurait des impacts sur l'écosystème, un examen plus approfondi deviendrait nécessaire pour déterminer les mesures d'atténuation appropriées. Les CRRNT pourront aussi tenir compte de ces enjeux lors de la détermination des zones de sylviculture intensive dans le PRDIRTⁱⁱ.

i. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune (2008). *Cadre de référence pour l'élaboration d'un plan régional de développement intégré des ressources et du territoire*, gouvernement du Québec, 36 p.

ii. Un guide de détermination des zones de sylviculture intensive est actuellement en préparation au MRNF; il prévoit l'utilisation de critères écologiques dans le choix des territoires destinés à la sylviculture intensive.

La description des principaux enjeux écologiques permettra aux autorités centrales du MRNF d'avoir une compréhension régionale de ces enjeux, ce qui facilitera l'élaboration d'orientations nationales en matière d'aménagement forestier.

Finalement, cet exercice fournira de l'information que les acteurs du milieu forestier (ingénieurs forestiers, biologistes et autres spécialistes) pourront utiliser pour adapter les orientations nationales lors de la préparation des prochains plans généraux d'aménagement forestier.

La mise en œuvre de l'aménagement écosystémique pose à tous les acteurs du milieu forestier un nouveau défi : celui de tenir compte globalement des enjeux écologiques pour atteindre les objectifs économiques et sociaux de l'aménagement durable des forêts. Le milieu régional, par l'intermédiaire des CRRNT, peut y jouer un rôle clé en conjuguant les efforts actuellement déployés par les spécialistes et les praticiens actifs dans chacune des régions. Partout, il existe des équipes de recherche qui approfondissent les connaissances de l'écologie forestière du Québec. Au même moment, de nombreux industriels sont engagés dans divers processus de certification forestière qui leur demandent de documenter les enjeux écologiques du territoire qu'ils aménagent. Il serait souhaitable que la réalisation de la démarche proposée dans les pages qui suivent soit une occasion pour mieux conjuguer les efforts consentis dans chacune des régions.

Le présent document a été conçu à l'intention des spécialistes qui travaillent au sein des CRRNT chargées de l'élaboration des PRDIRT. Il contient beaucoup d'éléments techniques, mais aussi de l'information plus générale. La première partie du document expose les concepts qui sont à la base de l'aménagement écosystémique et présente sommairement les principaux enjeux écologiques des forêts. La deuxième partie propose une démarche pour réaliser la description de ces enjeux dans un contexte régional. Pour alimenter cette démarche, plusieurs sources d'information sont présentées, dont une liste de références scientifiques et d'organismes travaillant dans le secteur forestier. Finalement, on trouve en annexe deux exemples de description d'enjeux écologiques pour la région de la Gaspésie.

Nous espérons que ce guide contribuera à améliorer significativement la compréhension des enjeux écologiques liés à l'aménagement forestier.

Partie 1 - L'aménagement écosystémique : définition et enjeux

1.1 Qu'est-ce que l'aménagement écosystémique?

L'aménagement durable des forêts est un concept généralement reconnu au Canada et ailleurs dans le monde. Le régime forestier du Québec s'appuie sur cette idée et le MRNF en a fait la pierre angulaire de ses orientations en matière d'aménagement forestier. L'aménagement durable des forêts est défini selon six critères qui établissent les règles d'une utilisation durable et équitable des ressources forestières. Ce concept vise à assurer la viabilité des écosystèmes forestiers tout en répondant à des besoins économiques, sociaux et culturels pour le bénéfice des générations actuelles et futures¹.

L'aménagement écosystémique vise essentiellement les mêmes objectifs. Il vient définir comment les critères de l'aménagement durable des forêts sont respectés dans le cadre des pratiques d'aménagement forestier². Cette approche s'appuie sur la science de l'écologie forestière pour comprendre le fonctionnement de l'écosystème et chercher à y déployer une foresterie qui assure sa viabilité tout en répondant aux besoins de l'homme à l'égard de la forêt. L'aménagement écosystémique est basé sur le principe du maintien de la diversité des écosystèmes et de l'intégrité des processus écologiques qui s'y déroulent pour assurer la viabilité à long terme des forêts².

De façon concrète, l'aménagement écosystémique consiste à appliquer des stratégies d'aménagement et des traitements sylvicoles qui reproduisent les principales caractéristiques des forêts naturelles. En reproduisant des attributs écologiques clés, développés au fil du temps ou à la suite de perturbations naturelles, telles que les feux, les épidémies d'insectes ou les chablis (arbres renversés par le vent), l'aménagement écosystémique recrée la gamme de conditions auxquelles les espèces sont adaptées. Ce maintien du caractère naturel des forêts aménagées constitue actuellement la meilleure garantie contre les pertes de la biodiversité^{3, 4, 5, 6}. En même temps, elle correspond à une valeur sociale largement partagée à l'égard du milieu forestier⁷.

Dans un contexte d'aménagement écosystémique, la sylviculture et les différentes pratiques d'aménagement deviennent des outils qui façonnent les paysages aménagés de manière à ce qu'on y trouve toute la diversité et l'irrégularité des forêts naturelles². Par exemple, à l'échelle du peuplement, des coupes partielles laissent en place une forêt dont la structure ressemble à celle issue de la sénescence ou des chablis de faible envergure⁸. À l'échelle du paysage, des interventions, favorisant le maintien d'éléments de forêt résiduelle de différentes formes dans les secteurs de récolte, créent des paysages aménagés ressemblant à ceux issus des grandes perturbations qui laissent des forêts intactes aux configurations variées⁸.

La mise en place du réseau d'aires protégées est complémentaire à la démarche, car elle contribue au maintien des caractéristiques naturelles dans le paysage et fournit des territoires témoins pour valider l'approche d'aménagement déployée.

1.2 Les avantages d'un aménagement écosystémique

Le principal avantage de l'aménagement écosystémique est de pouvoir assurer la viabilité à long terme des écosystèmes et le maintien de leur productivité. Cette approche assure également la durabilité des usages et des avantages économiques et sociaux que procure la

forêt². De plus, le maintien d'écosystèmes diversifiés offre une meilleure capacité d'adaptation aux changements climatiques majeurs actuellement appréhendés⁹.

L'aménagement écosystémique est une réponse aux controverses environnementales qui ont bouleversé, depuis 20 ans, la foresterie moderne de la plupart des pays industrialisés. En ayant recours à des pratiques sylvicoles qui tiennent compte des connaissances écologiques et en visant le maintien des principaux attributs des écosystèmes forestiers, l'aménagement écosystémique permet de concilier les préoccupations de conservation avec la nécessité d'assurer la vitalité économique des collectivités qui dépendent de la forêt. L'aménagement écosystémique est à la base de l'acceptabilité sociale de l'exploitation des ressources forestières².

Les controverses environnementales ont un impact majeur sur les marchés traditionnels des produits forestiers. De plus en plus, les clients exigent des produits certifiés attestant que le bois provient bien de forêts aménagées de manière durable. Cette tendance mondiale est en constante évolution et l'industrie forestière doit maintenant s'y adapter¹⁰. L'approche écosystémique peut constituer un atout majeur pour les produits ligneux québécois, surtout dans un contexte où les forêts ont, pour la plupart, encore conservé leur caractère naturel. L'aménagement écosystémique pourrait devenir un levier important pour maintenir l'accès à plusieurs de nos marchés actuels ou pour accéder à de nouveaux marchés.

1.3 La connaissance des enjeux écologiques : à la base de l'élaboration d'une stratégie d'aménagement écosystémique

Une des premières étapes de la mise en œuvre de l'aménagement écosystémique consiste à déterminer les principaux écarts entre la forêt aménagée et la forêt naturelle³. Ces différences deviennent alors des enjeux auxquels les stratégies d'aménagement doivent chercher à répondre. Ces enjeux doivent demeurer à l'intérieur de limites acceptables au regard des risques écologiques et des conséquences économiques. Les objectifs écologiques d'aménagement consistent à reconstituer des paysages cibles qui conserveront les attributs des forêts naturelles par la mise en œuvre d'une stratégie d'aménagement forestier écosystémique¹¹.

Pour déterminer les principaux écarts entre les paysages aménagés et la forêt naturelle, on utilise le portrait de la forêt préindustrielle comme paysage de référence. La forêt préindustrielle est généralement définie comme celle qui a été épargnée par les activités humaines majeures¹². On peut en obtenir une image à partir de reconstitutions historiques et en étudiant la dynamique écologique propre à chaque territoire.

L'aménagement écosystémique se met en place sur un territoire où différents usagers ont des besoins variés par rapport à la forêt et à l'utilisation de ses ressources. Les enjeux écologiques ne peuvent donc être abordés isolément. Les enjeux économiques et sociaux doivent aussi être considérés (comme il est prévu dans les PRDIRT). L'aménagement écosystémique s'applique dans un contexte de concertation sociale et s'inscrit dans les processus de gestion intégrée des ressources (GIR). L'approche par enjeux facilite cette démarche¹³. Elle permet d'aborder simultanément la totalité des enjeux territoriaux et d'en simplifier la compréhension afin de favoriser l'adhésion des partenaires. On peut ainsi favoriser la recherche de consensus sur les problèmes et les solutions à y apporter.

La définition des enjeux contribue à la mise en œuvre d'une gestion par objectifs. Les partenaires d'un territoire peuvent ainsi s'entendre sur les objectifs à atteindre et les spécialistes ont une plus grande marge de manœuvre pour imaginer et élaborer des solutions originales qui seront mieux adaptées aux réalités locales et régionales.

1.4 Quels sont les principaux enjeux écologiques?

Parmi tous les enjeux écologiques de l'aménagement des forêts, certains méritent une attention particulière au moment de la mise en œuvre de l'approche écosystémique. Les travaux scientifiques des dernières années sur la dynamique des écosystèmes forestiers ont permis d'établir, à l'échelle du Québec, six principaux enjeux écologiques qui devraient être abordés dans les PRDIRT. Ces enjeux sont associés à des risques de perte de la biodiversité. Le fait de déterminer ces enjeux ne signifie pas pour autant qu'il n'en existe pas d'autres (comme ceux sur la conservation des sols ou du milieu aquatique). On doit mettre l'accent sur ces six enjeux en particulier parce qu'il s'agit d'appréhensions relativement nouvelles pour la foresterie québécoise et que leur analyse détaillée est à faire. D'autres catégories d'enjeux écologiques sont prises en compte dans diverses composantes du régime forestier québécois (ex. : futur règlement sur l'aménagement durable des forêts).

Cinq des six principaux enjeux écologiques ont rapport à des attributs qui jouent des rôles clés dans le fonctionnement des écosystèmes et qui conditionnent l'habitat de plusieurs espèces. Ces enjeux sont :

- la diminution des proportions de forêts mûres et surannées;
- la raréfaction de certaines formes de bois mort;
- la simplification des structures internes des peuplements;
- la modification de la composition végétale des forêts (raréfaction de certaines essences ou envahissement par d'autres);
- la modification de l'organisation spatiale des forêts.

Le sixième enjeu concerne les espèces fauniques et floristiques sensibles à l'aménagement forestier, c'est-à-dire les espèces qui nécessitent des mesures particulières pour que leur habitat soit maintenu.

Ces enjeux écologiques ont, en quelque sorte, un caractère universel parce qu'ils touchent toutes les régions du Québec. Ils se manifestent cependant différemment d'un endroit à l'autre; leur description dans les PRDIRT vise justement à comprendre les particularités régionales. Ces enjeux englobent aussi une multitude de sous-enjeux (ex. : les enjeux liés à la modification de la composition végétale) que seule une perspective régionale permet de décrire adéquatement. Finalement, il est possible que d'autres enjeux écologiques, qui ne sont pas énoncés dans la liste précédente, soient importants pour une région en particulier et méritent d'être abordés dans le PRDIRT.

1.4.1 La diminution des proportions de forêts mûres et surannées

L'une des différences majeures entre le paysage forestier préindustriel et le paysage forestier actuel est la diminution de la proportion occupée par les forêts mûres et surannées¹². Historiquement, ces forêts étaient prédominantes dans la plupart des régions de l'est du Canada¹⁴, mais l'exploitation forestière en a fortement diminué l'abondance^{15, 16, 17}. En comparaison avec les cycles de perturbations naturelles, les cycles de récolte de bois sont plus courts dans le temps et plus homogènes dans l'espace¹⁷. Il en résulte un rajeunissement des forêts. Par conséquent, les forêts centenaires sont rares dans les paysages aménagés, alors qu'elles auraient dû composer plus du tiers des paysages forestiers naturels soumis à un cycle de feu de 100 ans (et les deux tiers pour un cycle de 300 ans)¹⁸.

Les attributs propres aux forêts mûres et surannées (structure, bois mort, etc.) favorisent des espèces rares et spécialisées qui dépendent en partie ou en totalité de ces habitats^{19, 20}. Cette richesse biologique est principalement liée à l'hétérogénéité de la structure des peuplements. Les gros arbres vivants et morts restés debout (chicots), les gros débris ligneux au sol, les arbres à cavités et l'étagement de la végétation vivante sont les éléments qui caractérisent cette structure complexe^{20, 21, 22}. En Suède et en Finlande, la présence de plusieurs espèces sur la liste des espèces en danger d'extinction est attribuée à la perte des forêts mûres et surannées^{23, 24}. Au Québec, des études démontrent que certaines espèces fréquentent les forêts mûres et surannées²⁰. Toutefois, pour la plupart, on ignore si elles sont en danger d'extinction.

Dans l'analyse de cet enjeu, on doit considérer la quantité de forêts mûres et surannées présentes dans le paysage. On doit aussi tenir compte de leur répartition, de leur configuration spatiale et de leur composition végétale ainsi que de la représentativité des divers types écologiques. Ces facteurs peuvent affecter la capacité des espèces à se disperser et les caractéristiques propres à leurs habitats.

1.4.2 La raréfaction de certaines formes de bois mort

Le bois mort est un élément essentiel pour la conservation de la diversité biologique^{25, 26, 27} puisqu'une grande variété d'espèces fauniques et floristiques (herbacées²⁸, champignons²⁹, bryophytes et lichens³⁰, oiseaux³¹, petits mammifères³², amphibiens³³ et arthropodes^{34, 35, 36}) utilisent spécifiquement le bois mort. Plusieurs études entre autres démontrent que, comparativement aux forêts naturelles, l'abondance de plusieurs espèces peut diminuer considérablement dans des forêts aménagées^{37, 38, 39}. On attribue ce phénomène à la diminution des chicots et des gros débris ligneux. Le bois mort est également essentiel au maintien des processus écologiques des écosystèmes forestiers (ex. : décomposition de la matière organique, régénération des espèces, cycle de l'eau et des éléments nutritifs)⁴⁰. En se décomposant, le bois se transforme en matière organique qui, incorporée au sol, favorise la régénération et la croissance des arbres^{40, 41}.

Pour traiter adéquatement cet enjeu, il est nécessaire de considérer la quantité et la répartition du bois mort dans les parterres de coupe, et ce, pour chacune des qualités de bois mort. Celles-ci sont définies par rapport à la position (chicot ou débris ligneux au sol), à la dimension, à l'essence et au stade de décomposition du bois. Chaque stade de décomposition est susceptible d'offrir des caractéristiques d'habitat spécifiques qui répondent aux besoins d'espèces distinctes. Par ailleurs, comme les stades de décomposition sont dynamiques dans le temps, il sera important d'envisager le recrutement de bois mort à moyen et à long terme^{24, 35, 39, 40, 42}.

Il est difficile de comparer la quantité de bois mort présente dans la forêt aménagée et la forêt naturelle ou préindustrielle puisque peu de données sont disponibles à ce sujet¹². Néanmoins, la raréfaction des forêts mûres et surannées ou naturelles^{17, 43, 44} implique nécessairement une perte de bois mort, car ces forêts en contiennent plus que les forêts jeunes ou aménagées^{20, 21, 37, 45, 46}. De plus, la récupération de plus en plus importante du bois mort après des perturbations naturelles majeures, comme les incendies forestiers ou les épidémies d'insectes, contribuera à en diminuer la disponibilité¹². Dans certains pays d'Europe où l'aménagement intensif se pratique depuis plusieurs décennies, le bois mort est devenu un élément rare ou souvent absent des forêts actuelles^{46, 47}. Au Québec, même si la situation est beaucoup moins inquiétante que dans les pays européens, on ignore l'ampleur et la nature des formes de bois mort qui sont susceptibles de se raréfier. Étant donné le nombre considérable d'espèces fauniques et floristiques associées au bois mort (espèces souvent peu connues au Québec), il est important d'assurer la disponibilité constante en forêt naturelle de cet attribut sous toutes ses formes.

1.4.3 La simplification des structures internes des peuplements

Les forêts naturelles présentent souvent une diversité de peuplements qui ont des structures internes variées. Certains peuplements sont relativement uniformes; ils sont constitués d'arbres du même âge et de dimension similaire. D'autres peuplements, par contre, présentent une structure interne complexe. Celle-ci peut s'installer avec le temps et résulter de la mortalité d'arbres (ou de groupes d'arbres) découlant du vieillissement naturel (auto-éclaircie et sénescence) ou de l'occurrence de perturbations naturelles partielles (chablis, épidémie d'insectes, etc.). La structure interne complexe peut aussi résulter de variations de l'intensité des perturbations majeures comme les incendies ou les épidémies d'insectes. La mortalité partielle qui s'y produit par endroits forme des conditions initiales favorables au développement d'un peuplement à structure diversifiée^{48, 49}.

Plusieurs caractéristiques contribuent à former une structure forestière complexe. Parmi celles-ci, on distingue :

- la présence d'arbres morts ou vivants d'âge, de hauteur et de diamètre différents^{21, 40, 50};
- l'hétérogénéité verticale due à plusieurs strates de végétation (strate herbacée, arbustive et arborescente)⁵¹;
- l'hétérogénéité horizontale illustrée par la présence de trouées⁵².

Les forêts qui ont une structure interne diversifiée soutiennent généralement une plus grande biodiversité que celles qui ont une structure interne uniforme^{51, 53}. En effet, la complexité structurale des habitats offre des conditions variées (ex. : lumière, humidité, site de nidification et lieux d'alimentation) qui favorisent la présence de plusieurs espèces⁵¹. La majorité des études sur la complexité des habitats démontrent une corrélation entre la diversité animale et les variables structurelles testées⁵⁴. Des effets positifs ont, entre autres, été observés pour les arthropodes^{55, 56}, les oiseaux^{57, 58} et les mammifères⁵⁹.

En forêt résineuse, les activités forestières, telles que la coupe avec protection de la régénération et des sols (CPRS) ou la coupe totale suivie de plantation, tendent à créer des forêts équiennes (de même âge) régulières (de même hauteur et diamètre) et moins diversifiées en essence. Cette pratique entraîne une simplification des structures internes des peuplements^{8, 22} et résulte en une raréfaction des peuplements irréguliers ou inéquiens⁸. Pour

recréer un paysage naturel, on doit s'assurer de la présence de peuplements avec différentes structures internes. Par ailleurs, si un même scénario sylvicole est appliqué uniformément à une trop grande échelle, il en résulte une uniformisation de la structure interne des peuplements dans le paysage. Ainsi, la réalisation de coupes partielles en forêt feuillue pourrait conduire à une homogénéisation des peuplements si une même prescription était appliquée partout de la même manière.

1.4.4 La modification de la composition végétale des forêts

La composition végétale des forêts fait référence à la diversité et à la proportion relative des essences d'arbres, tant à l'échelle des peuplements qu'à celle des paysages. Le fait de perdre ou de gagner un élément de composition de la forêt pourrait mener à la raréfaction ou à l'envahissement de certaines essences.

Les changements de composition peuvent être analysés à l'échelle de l'essence ou du type forestier : l'échelle de l'essence représente l'abondance d'une espèce particulière (ex. : chêne rouge et orme d'Amérique), alors que l'échelle du type forestier représente l'abondance d'une association d'essences dans un peuplement (ex. : forêt de peupliers faux-trembles avec un sous-couvert d'érables à épis, sapinière à bouleau jaune)⁶⁰.

La composition forestière change naturellement dans le temps et dans l'espace en fonction de l'écologie des espèces, du milieu physique, des perturbations naturelles et des changements climatiques⁶¹. Certaines de ces fluctuations ne constituent pas nécessairement une menace pour la survie d'espèces ou le maintien de processus écologiques. Par contre, d'autres changements de composition constituent des enjeux importants. Lorsque les changements affectent de grandes proportions du territoire ou lorsqu'ils sont irréversibles, il y a lieu de modifier les pratiques d'aménagement. Les activités humaines influencent la composition végétale de plusieurs manières :

- La création de plantations (ex. : épinettes noire et de Norvège) favorise certaines espèces plus rentables économiquement au détriment d'essences appréciées par la faune, mais moins intéressantes pour les usines de transformation (ex. : cerisier et amélanchier)⁶¹.
- La suppression complète du couvert forestier, la coupe et un cycle de perturbations plus court favorisent habituellement les espèces colonisatrices, plus agressives lorsqu'elles sont placées dans des conditions de pleine lumière (ex. : peuplier faux-tremble, bouleau blanc et érable à épis), au détriment des espèces moins compétitives dans les mêmes conditions (ex. : pin blanc, épinette blanche et thuya)^{15, 62}.
- La modification des conditions de régénération peut affecter la capacité de certaines espèces à se régénérer naturellement (ex. : la raréfaction des lits de germination pour l'épinette blanche, l'épinette rouge ou le bouleau jaune)⁶³.
- L'introduction d'organismes exotiques (insectes ou maladies) dans les écosystèmes nuit aux espèces indigènes. Par exemple, la rouille vésiculeuse du pin blanc, venue d'Europe vers le début du 20^e siècle, a diminué grandement l'abondance du pin blanc au Canada⁶⁴.

La modification de la composition végétale affecte les processus écologiques des forêts et le maintien de la biodiversité^{65, 66, 67, 68}. Chaque type de forêt offre des habitats qui favorisent une faune et une flore qui lui sont propres⁶⁹. La composition végétale, plus précisément, influence la disponibilité des ressources comme la lumière et les substrats (substance sur laquelle croît un organisme) ainsi que la température interne des peuplements, le cycle des nutriments et les perturbations naturelles⁶¹. En conséquence, les pratiques sylvicoles qui modifient la

composition des forêts peuvent affecter certaines espèces vivant sous leur couvert ou des processus écologiques qui s'y déroulent. Kuusinen⁷⁰, en Finlande, a d'ailleurs observé que la perte d'une espèce de saule (*Salix caprea*) entraînait également la perte des espèces de lichens qui lui étaient associés. Par ailleurs, la transformation des forêts naturelles mélangées en forêts moins diversifiées en espèces peut causer des changements significatifs dans la présence d'espèces fauniques et floristiques⁷¹. De plus, les forêts mélangées sont moins sujettes aux épidémies de la tordeuse des bourgeons de l'épinette et plus résistantes aux invasions d'espèces envahissantes⁷¹.

1.4.5 La modification de l'organisation spatiale des forêts

Dans un contexte forestier, l'organisation spatiale des écosystèmes porte sur l'arrangement des peuplements à différentes échelles de perception. Lorsque les aménagistes forestiers planifient la répartition des interventions sylvicoles, ils doivent décider de la proportion, de la configuration (la taille et la forme) ainsi que de la distribution des coupes et de la forêt résiduelle sur le territoire. Ces décisions façonnent non seulement le paysage immédiatement après la coupe, mais aussi l'arrangement des peuplements forestiers tout au long de la vie des futurs peuplements^{72, 73, 74}. Or, la façon dont sont organisés ces peuplements dans le paysage a un effet sur le maintien de la biodiversité et sur le fonctionnement des processus écologiques⁷⁵. Ces effets sont attribuables, entre autres, aux éléments suivants :

- La proportion du territoire occupée par les principaux stades de développement des peuplements (forêt en régénération, forêt jeune et forêt mûre et surannée).

Puisque chacun de ces stades offre des habitats différents qui abritent des espèces distinctes^{22, 61, 76}, il est important de maintenir des proportions relatives qui s'approchent de celles existant dans les conditions naturelles.

- La configuration spatiale des peuplements, c'est-à-dire leur taille et leur forme, qui détermine la proportion de la forêt d'intérieur et de la forêt de bordure (ou de lisière)⁷⁷.

Chacun de ces milieux constitue des habitats qui sont fort différents l'un de l'autre. Certaines espèces sont favorisées par l'effet de bordure alors que d'autres ont besoin de plus grands peuplements où la forêt d'intérieurⁱ permet de répondre à leurs besoins. La modification (temporaire ou permanente) des proportions relatives de chacun de ces milieux est susceptible d'avoir des impacts sur les espèces présentes sur un territoire^{77, 78, 79}. L'analyse de la forêt préindustrielle devrait permettre de la comparer avec la configuration spatiale de la forêt aménagée.

- La répartition des différents types de peuplements sur le territoire qui détermine la connectivité entre les habitats et influence la distribution des espèces.

Certaines espèces ont une grande capacité de déplacement (ex. : grands mammifères), alors que d'autres peuvent être facilement restreintes par des brisures dans la continuité de leur habitat (insectes, végétaux, etc.)^{77, 80}. Il est nécessaire de s'assurer que le territoire contient des zones qui facilitent le déplacement d'un large spectre d'espèces.

- L'irrégularité de l'intensité de certaines perturbations naturelles majeures (feu, épidémie d'insectes ou chablis).

Des zones où la mortalité des arbres est totale peuvent s'entremêler avec des peuplements partiellement détruits ou encore carrément épargnés par une perturbation. Ces variations

i. Forêt d'intérieur : portion d'une forêt où des espèces floristiques et fauniques vivent sans être affectées par les conditions environnementales (ensoleillement, vent, température, humidité, etc.) existant en bordure.

permettent le maintien de legs biologiques de formes variables qui sont susceptibles de jouer des rôles importants dans la recolonisation des zones perturbées et dans la reconstitution progressive des écosystèmes initiaux^{2, 81}. Il est important de comparer l'action des régimes naturels de perturbation avec les modalités de coupe en vigueur (forêt résiduelle et traitements sylvicoles) afin de détecter les différences majeures qui pourraient survenir dans les territoires récoltés.

1.4.6 Le maintien de l'habitat d'espèces fauniques et floristiques sensibles à l'aménagement forestier

En milieu forestier, plusieurs espèces fauniques et floristiques ainsi que leur habitat sont sensibles aux activités d'aménagement. Certaines nécessitent une attention particulière parce qu'elles sont visées par la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables ou par la Loi sur les espèces en péril; d'autres, parce qu'elles ont des exigences et des besoins précis⁸² ou qu'elles se trouvent à la limite de leur aire de répartition géographique. La survie de ces espèces pourrait être menacée dans une région, sans l'être à l'échelle provinciale ou nationale⁸³.

La disparition d'une ou de plusieurs espèces représente une perte pour la biodiversité; il s'agit donc d'un aspect essentiel à considérer dans la mise en œuvre de l'aménagement écosystémique. Les activités humaines qui entraînent la modification et la dégradation de l'habitat, la surexploitation et l'introduction de nouvelles espèces sont les principales causes du déclin des espèces⁸⁴. Les risques de disparition sont plus élevés pour les espèces dont l'aire de répartition est restreinte, celles qui n'occupent qu'un petit nombre de sites, les espèces indigènes à un territoire limité, celles dont les effectifs sont réduits et celles ayant un faible taux de répartition⁸².

Diverses listes d'espèces, dont la situation est précaire, et l'information qui s'y rattache, sont accessibles dans les sites Internet du MRNF⁸⁵, du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs⁸⁶, du Service canadien de la faune⁸⁷, du Registre public des espèces en péril⁸⁸, de Pêches et Océans Canada⁸⁹, de Parcs Canada⁹⁰ et du Comité sur la situation des espèces en péril au Canada⁹¹.

1.5 Notes de référence

1. MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE . *Les critères et les indicateurs de l'aménagement durable des forêts (ADF)* [En ligne], 2008.
[www.mrnf.gouv.qc.ca/forets/amenagement/amenagement-criteres.jsp] (Consulté le 3 septembre 2008).
2. GAUTHIER, S., et autres. « Aménagement forestier écosystémique – Origine et fondements », dans Gauthier, S., et autres, *Aménagement écosystémique en forêt boréale*, Les presses de l'Université du Québec, 2008, p. 12-40 p.
3. ATTIWILL, P. M. "The Disturbance of Forest Ecosystems: the Ecological Basis for Conservative Management", *Forest Ecology and Management*, vol. 63, 1994, p. 247-300.
4. BERGERON, Y., et autres. "Using Knowledge of Natural Disturbances to Support Sustainable Forest Management in the Northern Clay Belt", *The Forestry Chronicle*, vol. 83, 2007, p. 326-337.

5. FRANKLIN, J. F. "Preserving Biodiversity : Species, Ecosystems, or Landscapes ?", *Ecological Applications*, vol. 3, 1993, p. 202-205.
6. HUNTER JR., M. L., G. L. JACOBSON et T. WEBB. "Paleoecology and the Coarse-Filter Approach to Maintaining Biological Diversity", *Conservation Biology*, vol. 2, 1988, p. 375-385.
7. ROBSON, M., A. HAWLEY et D. ROBINSON. "Comparing the Social Values of Forest-Dependent, Provincial and National Publics for Socially Sustainable Forest Management", *The Forestry Chronicle*, vol. 76, 2000, p. 615-622.
8. BOUCHARD, M. « La sylviculture dans un contexte d'aménagement écosystémique en forêt boréale et en forêt mixte », dans Gauthier, S., et autres, *Aménagement écosystémique en forêt boréale*, Les presses de l'Université du Québec, 2008, p. 335-359.
9. JETTÉ, J.-P., et autres. « Les enjeux écologiques de l'aménagement forestier », dans Gauthier, S., et autres, *Aménagement écosystémique en forêt boréale*, Les presses de l'Université du Québec, 2008, p. 1-10.
10. COMMISSION D'ÉTUDE SUR LA GESTION DE LA FORÊT PUBLIQUE QUÉBÉCOISE. *Résumé du rapport final*, [En ligne], 2004. [www.commission-foret.qc.ca/rapportfinal/Resume.pdf] (Consulté le 3 septembre 2008).
11. VAILLANCOURT, M.-A., et autres. « Comment les perturbations naturelles peuvent-elles constituer un guide pour l'aménagement forestier écosystémique? », dans Gauthier, S., et autres, *Aménagement écosystémique en forêt boréale*, Les presses de l'Université du Québec, 2008, p. 41-59.
12. COMITÉ SCIENTIFIQUE SUR LES ENJEUX DE BIODIVERSITÉ (CSEB). *Enjeux de biodiversité de l'aménagement écosystémique dans la réserve faunique des Laurentides - Rapport préliminaire du comité scientifique sur les enjeux de biodiversité*, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 2007, 109 p.
13. DESMARAIS, M.-È. Le « Processus d'harmonisation enjeux- solutions », un moyen efficace pour la gestion intégrée des ressources forestières du Québec, Mémoire de maîtrise, Université Laval, 2006, 75 p. annexes.
14. BERGERON, Y., et autres. "Past, Current, and Future Fire Frequencies in Quebec's Commercial Forests: Implications for the Cumulative Effects of Harvesting and Fire on Age-Class Structure and Natural Disturbance-Based Management", *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 36, 2006, p. 2737-2744.
15. FOSTER, D. R., G. MOTZKIN et B. SLATER. "Land-Use History as Long-Term Broad-Scale Disturbance: Regional Forest Dynamics in Central New-England", *Ecosystems*, vol. 1, 1998, p. 96-119.
16. ROBERGE, J.-M., et A. DESROCHERS. « Comparaison des caractéristiques des gros chicots entre une sapinière aménagée sur la péninsule gaspésienne, Québec », *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 34, 2004, p. 2382-2386.
17. BOUCHER, Y., D. ARSENEAULT et L. SIROIS. "Logging-Induced Change (1930-2002) of a Preindustrial Landscape at the Northern Range Limit of Northern Hardwoods, Eastern Canada", *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 36, 2006, p. 505-517.
18. VAN WAGNER, C. E. "Age-Class Distribution and the Forest Fire cycle", *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 8, 1978, p. 220-227.

19. BERG, A., et autres. "Threat Levels and Threats to Red-Listed Species in Swedish Forests", *Conservation Biology*, vol. 9, 1995, p. 1629-1633.
20. DESPONTS, M., et autres. "The Eastern Boreal Old-Growth Balsam Fir Forest: A Distinct Ecosystem", *Canadian Journal of Botany*, vol. 82, 2004, p. 830-849.
21. STURTEVANT, B. R., et autres. "Coarse Woody Debris as a Function of Age, Stand, Structure, and Disturbance in Boreal Newfoundland", *Ecological Application*, vol. 7, 1997, p. 702-712.
22. DESPONTS, M., et autres. « Structure de sapinières aménagées et anciennes du massif des Laurentides (Québec) et diversité des plantes vasculaires », *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 32, 2002, p. 2077-2093.
23. LAAKA, S. "The Threatened Epixylic Bryophytes in Old Primeval Forests in Finland", *Biological Conservation*, vol. 59, 1992, p. 151-154
24. BERG, A., et autres. "Threatened Plant, Animal, and Fungus Species in Swedish Forests: Distribution and Habitat Associations", *Conservation Biology*, vol. 8, 1994, p. 718-731.
25. SAMUELSSON J., L. GUSTAVSSON et T. INGELÖG. *Dying and Dead Trees - A Review of Their Importance for Biodiversity*, Uppsala, Sweden, Swedish Threatened Species Unit, 1994, 110 p.
26. HANSKI I., et P. HAMMOND. "Biodiversity in Boreal Forests", *Trends in Ecology and Evolution*, vol.10, 1995, p. 5-6.
27. MARTIKAINEN, P., et autres. « Species Richness of Coleoptera in Mature Managed and Old-Growth Boreal Forests in Southern Finland", *Biological Conservation*, vol. 94, 2000, p. 199-209.
28. ZIELONKA, T., et P. GRZEGORZ. "The Herb and Dwarf Shrubs Colonization of Decaying Logs in Subalpine Forest in the Polish Tatra Mountains", *Plant Ecology*, vol. 172, 2004, p. 63-72.
29. LINDBLAD, I. "Wood-Inhabiting Fungi on Fallen Logs of Norway Spruces; Relations to Forest Management and Substrate Quality", *Nordic journal of Botany*, vol. 18, 1998, p. 243-255.
30. SODERSTROM, L. "Sequence of Bryophytes and Lichens in Relation to Substrate Variables of Decaying Coniferous Wood in Northern Sweden", *Nordic Journal of Botany*, vol. 8, 1988, p. 89-97.
31. TORGERSEN, T. R., et E. L. BULL. « Down Logs as Habitat for Forest-Dwelling Ants – The Primary Prey of Pileated Woodpeckers in Northeastern Oregon", *Northwest Science*, vol. 69, 1995, p. 294-303.
32. MENGAK, M. T., et D. C. GUYNN Jr. "Small Mammal Microhabitat Use on Young Loblolly Pine Regeneration Areas", *Forest Ecology and Management*, vol. 173, 2003, p. 309-317.
33. BUTTS, S. R., et W. C. MCCOMB. "Association of Forest-Floor Vertebrates with Coarse Woody Debris in Managed Forests of Western Oregon", *Journal of Wildlife Management*, vol. 64, 2000, p. 95-104.
34. HAMMOND, H. E. J. "Arthropod Biodiversity from Populus Coarse Woody Material in North-Central Alberta: a Review of Taxa and Collection Methods", *Canadian Entomologist*, vol. 129, 1997, p. 1009-1033.

35. SIITONEN, J. "Forest Management, Coarse Woody Debris and Saproxylic Organisms: Fennoscandian Boreal Forests as an Example", *Ecological Bulletin*, vol. 49, 2001, p. 11-41.
36. VARADY-SZABO, H., et C. BUDDLE. "On the Relationships Between Ground-Dwelling Spider (Araneae) Assemblages and Dead Wood in a Northern Sugar Maple Forest", *Biodiversity and Conservation*, vol. 15, 2006, p. 4119-4141.
37. SIITONEN, J., et autres. "Coarse Woody Debris and Stand Characteristics in Mature Managed and Old-Growth Boreal Mesic Forests in Southern Finland", *Forest Ecology and Management*, vol.128, 2000, p. 211-225.
38. DARVEAU, M., et A. DESROCHERS. *Le bois mort et la faune vertébrée - État des connaissances au Québec*, ministère des Ressources naturelles, Direction de l'environnement forestier, 2001, 37 p.
39. MCCOMB, W. C., et D. LINDENMAYER. "Dying, Dead, and Down Trees", dans Hunter Jr., M. L. editor, *Managing Biodiversity in Forest Ecosystems*, Cambridge Univ. Press, 1999, p. 335-372.
40. HARMON M. E., et autres. "Ecology of Coarse Woody Debris in Temperate Ecosystems", *Advances in Ecological Research*, vol.15, 1986, p. 133-302.
41. LAMBERT R. L., LANG G. E. et W. A REINERS. "Loss of Mass and Chemical Change in Decaying Boles of a Subalpine Balsam Fir Forest", *Ecology*, vol. 61, 1980, p. 1460-1473.
42. SPEIGHT, M. C. D. *Saproxylic Invertebrates and their Conservation*, Strasbourg, Council of Europe, 1989, 477 p.
43. MLADENOFF, D. J., et autres. "Comparing Spatial Pattern in Unaltered Old-Growth and Disturbed Forest Landscape", *Ecological Application*, vol. 3, 1993, p. 294-306.
44. ÖSTLUND, L., O. ZACKRISSON et A. L. AXELSSON. "The History and Transformation of a Scandinavian Boreal Forest Landscape Since the 19th Century", *Canadian Journal of Forestry*, vol. 27, 1997, p. 1198-1206.
45. ANDERSSON, R., et L. ÖSTLUND. "Spatial Patterns, Density Changes and Implications on Biodiversity for Old Trees in the Boreal Landscape of Northern Sweden", *Biological Conservation*, vol. 118, 2004, p. 443-453.
46. ANDERSSON, L. I., et H. HYTTEBORN. "Bryophytes and Decaying Wood - A Comparison Between Managed and Natural Forests", *Holarctic Ecology*, vol. 14, 1991, p. 121-130.
47. VALLAURI, D., J. ANDRÉ et J. BLONDEL. *Le bois mort, un attribut vital de la biodiversité de la forêt naturelle, une lacune des forêts gérées - Rapport scientifique*, WWF France, 2002, 31 p.
48. FOSTER, D. R., D. H. KNIGHT et J. F. FRANKLIN. "Landscape Patterns and Legacies Resulting from Large, Infrequent Forest Disturbances", *Ecosystems*, vol.1, 1998, p. 497-510.
49. FRANKLIN, J. F., et autres. "Disturbances and the Structural Development of Natural Forest Ecosystems with Some Implications for Silviculture", *Forest Ecology and Management*, vol. 155, 2002, p. 399-423.
50. LINDER, P., et L. ÖSTLUND. 1998. "Structural Changes in Three Midboreal Swedish Forest Landscapes, 1885–1996", *Biological Conservation*, vol. 85, p. 9-19.
51. BROKAW, N. V., et R. A. LENT. "Vertical Structure", dans Hunter Jr., M. L. editor, *Managing Biodiversity in Forest Ecosystems*, Cambridge Univ. Press, 1999, p. 373-399.

52. FRANKLIN, J. F., et R. VAN PELT. "Spatial Aspects of Structural Complexity in Old Growth Forests", *Journal of Forestry*, vol. 102, 2004, p. 22-27.
53. ST-LAURENT, M. H., et autres. "Effects of Stand Structure and Landscape Characteristics on Habitat Used by Birds and Small Mammals in Managed Boreal Forest of Eastern Canada", *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 37, 2007, p. 1298-1309.
54. TEWS, J., et autres. "Animal Species Diversity Driven by Habitat Heterogeneity/Diversity: the Importance of Keystone Structures", *Journal of Biogeography*, vol. 31, 2004, p. 79-92.
55. BROSE, U. "Bottom-Up Control of Carabid Beetle Communities in Early Successional Wetlands Mediated: by Vegetation Structure or Plant Diversity?", *Oecologia*, vol. 135, 2003, p. 407-413.
56. HALAJ, J., D. W. ROSS et A. R. MOLDENKE. "Importance of Habitat Structure to the Arthropod Food-Web in Douglas-Fir Canopies", *Oikos*, vol. 90, 2000, p. 139-152.
57. WIENS, J. A., et J. T. ROTENBERRY. "Habitat Associations and Community Structure of Birds in Shrubsteppe Environments", *Ecological Monographs*, vol. 51, 1981, p. 21-41.
58. POULSEN, B. O. "Avian Richness and Abundance in Temperate Danish Forests: Tree Variables Important to Birds and their Conservation", *Biodiversity and Conservation*, vol. 11, 2002, p. 1551-1566.
59. ECKE, F., O. LOFGREN et D. SORLIN. "Population Dynamics of Small Mammals in Relation to Forest Age and Structural Habitat Factors in Northern Sweden", *Journal of Applied Ecology*, vol. 39, 2002, p. 781-792.
60. GRONDIN, P., et autres. *Information écologique et planification forestière au Québec, Canada*, ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, 2003, 10 p. (Note de recherche forestière; 118).
61. PALIK, B., et T. ENGSTROM. "Species Composition", dans Hunter Jr., M. L., editor, *Managing Biodiversity in Forest Ecosystems*, Cambridge Univ. Press, 1999, p. 65-94.
62. FULLER, J. L., et autres. "Impact of Human Activity on Regional Forest Composition and Dynamics in Central New England", *Ecosystems*, vol. 1, 1998, p. 76-95.
63. LANGIS, M.-H., et M. CÔTÉ. *Analyse de la situation de l'épinette de Norvège en forêt publique gaspésienne*, Gaspé, Consortium en foresterie Gaspésie–Les-Îles, 2006, 43 p.
64. SERVICE CANADIEN DES FORÊTS. *Insectes et maladies des forêts du Canada – Rouille vésiculeuse du pin blanc*, [En ligne], 2008. [<http://imfc.cfl.scf.mcan.gc.ca/maladie-disease-fra.asp?geID=24>] (Consulté le 3 septembre 2008).
65. LÉGARÉ, S., D. PARÉ et Y. BERGERON. "Influence of Aspen on Forest Floor Properties in Black Spruce Dominated Stands", *Plant and Soil*, vol. 275, 2005, p. 207-220.
66. DE GRANDPRÉ, L., D. GAGNON et Y. BERGERON. "Changes in the Understory of the Canadian Southern Boreal Forests after Fire", *Journal of Vegetation Science*, vol. 4, 1993, p. 803-810.
67. MAN, R., et V. J. LIEFFERS. "Are Mixtures of Aspen and White Spruce More Productive than Single Species Stands?" *Forestry Chronicle*, vol. 75, 1999, p. 505–513.
68. DRAPEAU, P., et autres. "Landscape-Scale Disturbances and Changes in Bird Communities of Boreal Mixed-Wood Forests", *Ecological Monographs*, vol. 70, 2000, p. 423-444.

69. GRONDIN, P., et A. CIMON. *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, 2003, 200 p.
70. KUUSINEN, M. "Epiphytic Lichen Diversity on *Salix Caprea* in Old-Growth Southern and Middle Boreal Forests of Finland", *Annales Botanici Fennici*, vol. 31, 1994, p. 77-92.
71. BERGERON, Y., et B. HARVEY. "Basing Silviculture on Natural Ecosystem Dynamics: an Approach Applied to the Southern Boreal Mixedwood Forest of Quebec", *Forest Ecology and Management*, vol. 92, 1997, p. 235-242.
72. SPIES, T., et M. TURNER. "Dynamic Forest Mosaics", dans Hunter Jr., M. L., editor, *Managing Biodiversity in Forest Ecosystems*, Cambridge Univ. Press, 1999, p. 95-160.
73. ETHERIDGE, D. A., et autres. "Effects of Intensive Forest Management on Stand and Landscape Characteristics in Northern New Brunswick, Canada (1945-2027)", *Landscape Ecology*, vol. 21, p. 509-524.
74. PERRON, N., L. BÉLANGER et M.-A. VAILLANCOURT. « Organisation spatiale des peuplements et de la forêt résiduelle sous régimes de feu et de coupes », dans Gauthier, S., et autres, *Aménagement écosystémique en forêt boréale*, Les presses de l'Université du Québec, 2008, p. 137-163.
75. FORMAN R. T. T., et M. GODRON. "Patches and Structural Components for a Landscape Ecology", *BioScience*, vol. 31, 1981, p. 733-740.
76. KOUKI, J., et autres. "Forest Fragmentation in Fennoscandia: Linking Habitat Requirements of Wood-Associated Threatened Species to Landscape and Habitat Changes", *Scandinavian Journal of Forest Research Supplement*, vol. 3. 2001, p. 27-37.
77. SAUNDERS, D. A., R. J. HOBBS et C. R. MARGULES. "Biological Consequences of Ecosystem Fragmentation: A Review", *Conservation Biology*, vol. 2, 1988, p. 330-332.
78. FORMAN, R. T. T., A. E. GALLI et C. F. LEEK. "Forest Size and Avian Diversity in New Jersey Woodlots with Some Land Use Implications", *Oecologia*, vol. 26 1976, p. 1-8.
79. FRANKLIN, J. F., et R. T. FORMAN. "Creating Landscape Patterns by Forest Cutting: Ecological Consequences and Principles", *Landscape Ecology*, vol. 1, 1987, p. 5-18.
80. HAILA, Y. "Islands and Fragments", dans Hunter Jr., M. L., editor, *Managing Biodiversity in Forest Ecosystems*, Cambridge Univ. Press, 1999, p. 234-264.
81. FERRON, J., et M.-H. ST-LAURENT. « L'importance de la forêt résiduelle pour conserver les communautés fauniques dans des paysages boréaux perturbés par la coupe forestière », *Vertigo*, vol. 6, 2005, p. 1-8.
82. THOMPSON, I., et P. ANGELSTAM. "Special Species", dans Hunter Jr., M. L., editor, *Managing Biodiversity in Forest Ecosystems*, Cambridge Univ. Press, 1999, p. 434-459.
83. HUNTER Jr., M. L., et A. HUTCHINSON. "The Virtues and Shortcomings of Parochialism: Conserving Species that are Locally Rare, but Globally Common", *Conservation Biology* vol. 8, 1994, p. 1163-1165.
84. DIAMOND, J. M. "The Present, Past and Future of Human-Caused Extinctions", *Philosophical Journal of the Royal Society of London*, 1989, p. 469-477 (Series; B 325).
85. MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE. *Espèces fauniques menacées ou vulnérables*, [En ligne], 2004.
[www3.mrnf.gouv.qc.ca/faune/especes/menacees/liste.asp] (Consulté le 30 juillet 2008).

86. MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS. *La protection des espèces menacées ou vulnérables au Québec*, [En ligne], 2002. [www.mddep.gouv.qc.ca/biodiversite/especes/protection/index.htm] (Consulté le 3 septembre 2008).
87. SERVICE CANADIEN DE LA FAUNE. *Espèces en péril*, [En ligne], 2005. [www.cws-scf.ec.gc.ca/theme.cfm?lang=f&category=12] (Consulté le 3 septembre 2008).
88. GOUVERNEMENT DU CANADA. *Registre public des espèces en péril - Liste des espèces*, [En ligne], 2008. [www.sararegistry.gc.ca/species/default_f.cfm] (Consulté le 3 septembre 2008).
89. PÊCHES ET OCÉANS. *Espèces aquatiques en péril*, [En ligne], 2008. [www.dfo-mpo.gc.ca/species-especes/home_f.asp] (Consulté le 3 septembre 2008).
90. PARCS CANADA. *Les espèces en péril*. [En ligne], 2007. [www.pc.gc.ca/nature/eepp-sar/index_F.asp] (Consulté le 3 septembre 2008).
91. COMITÉ SUR LA SITUATION DES ESPÈCES EN PÉRIL AU CANADA. *Espèces candidates*, [En ligne], 2008. [www.cosewic.gc.ca/fra/sct3/index_f.cfm] (Consulté le 3 septembre 2008).

Partie 2 - Démarche pour documenter et décrire les enjeux écologiques en région

Il est essentiel de bien connaître la façon dont les principaux enjeux écologiques se manifestent dans chacune des régions du Québec pour mettre en place un aménagement écosystémique diversifié et adapté à la spécificité écologique de chaque territoire. L'importance de chacun des enjeux et leur nature varient selon la dynamique des écosystèmes, l'historique de leur utilisation et le type d'activités forestières qu'on y pratique.

Ce chapitre propose une démarche pour alimenter et aider les CRRNT à décrire les principaux enjeux écologiques de leur région. Le but ultime de la démarche est de faire en sorte que les principaux acteurs de l'aménagement forestier dans chacune des régions comprennent les enjeux écologiques liés à la mise en œuvre de l'aménagement écosystémique et disposent d'une information plus précise sur les particularités régionales.

2.1 Méthode

2.1.1 Contexte du paysage forestier régional

Il faut d'abord connaître le contexte général du paysage forestier régional afin de comprendre comment le territoire est modelé (région écologique, milieu physique, régime de perturbations naturelles et historique d'utilisation du territoire).

Les questions à se poser sont les suivantes :

- Quelles sont les caractéristiques biophysiques et les perturbations naturelles qui influencent et ont influencé le paysage forestier régional?
- Quelle est l'utilisation actuelle et passée du territoire forestier de la région?

L'annexe C présente un exemple de contexte du territoire forestier de la Gaspésie (voir C.1).

2.1.2 Description des enjeux écologiques

La description des enjeux écologiques nécessite la réalisation de leur portrait en forêt préindustrielle et en forêt aménagée. La comparaison de ces deux portraits permet d'évaluer l'écart entre les deux situations. Ces portraits devraient être réalisés en rapport avec les questions présentées pour chaque enjeu dans la section suivante.

L'annexe C présente la description de deux enjeux propres à la Gaspésie (voir C.2 et C.3).

2.2 Questions à la base des descriptions des principaux enjeux écologiques

En vue d'aider les CRRNT à décrire les enjeux écologiques, une série de questions est fournie pour chacun des principaux enjeux écologiques.

La diminution des proportions de forêts mûres et surannées

- Par rapport aux proportions historiques en forêt naturelle (ou préindustrielle), comment qualifieriez-vous la situation actuelle au regard de la proportion de forêts mûres et surannées?

Cette analyse devrait mettre en évidence les éléments suivantsⁱ:

- la quantité de forêts mûres et surannées présentes sur le territoire;
- la répartition de ces forêts sur le territoire;
- la configuration spatiale des peuplements (taille, forme et degré d'agrégation);
- la composition végétale des peuplements;
- la représentativité des divers types écologiques.

La raréfaction de certaines formes de bois mort

- Par rapport aux quantités de bois mort que l'on trouve en forêt naturelle (ou préindustrielle), comment qualifieriez-vous la situation actuelle des différentes formes de bois mort?
- À moyen et à long terme, y aura-t-il une présence continue de toutes les formes de bois mort? (Les pratiques forestières assurent-elles le recrutement?)
- La répartition du bois mort dans le paysage est-elle analogue à celle observée en forêt préindustrielle?

La simplification des structures internes des peuplements

- Y a-t-il simplification des structures internes des peuplements? Y a-t-il une raréfaction des peuplements à structure régulière, irrégulière ou inéquienne?
- Y a-t-il uniformisation des structures internes des peuplements dans les paysages aménagés?

La modification de la composition végétale des forêts

- Par rapport aux proportions historiques en forêt naturelle (ou préindustrielle), y a-t-il des espèces ou des types forestiers qui se raréfient ou qui envahissent le territoire?
- Les espèces ou les types forestiers actuels sont-ils représentatifs des divers types de stations forestières qu'ils occupaient en forêt naturelle (ou préindustrielle)?

i. Ces concepts sont brièvement expliqués dans la définition de l'enjeu relatif à la modification de l'organisation spatiale des forêts (section 1.4.5).

La modification de l'organisation spatiale des forêts

- Par rapport aux proportions historiques en forêt naturelle (ou préindustrielle), comment qualifieriez-vous la situation actuelle de l'organisation spatiale du paysage?
- À l'échelle du grand paysageⁱ, les principaux stades de développement des forêts (forêt en régénération, forêt jeune et forêt mûre et surannée) sont-ils différents de ceux observés en forêt naturelle (ou préindustrielle) en matière de :
 - quantité;
 - connectivité;
 - configuration spatiale (taille des massifs).
- À l'échelle de la perturbationⁱⁱ, la forêt résiduelle des zones récoltées, comparée à celle des paysages issus de perturbations naturelles, présente-t-elle des différences importantes en matière de :
 - quantité (nombre et taille) d'éléments de forêt résiduelle non perturbée ou partiellement perturbée;
 - représentativité de divers types de stations forestières;
 - configuration spatiale (forêt d'intérieur versus forêt de bordure).
- À l'échelle du parterre de coupe, y a-t-il un pourcentage d'arbres et de groupes d'arbres (legs biologiques) semblables à ceux laissés par les perturbations naturelles dominantes dans la région?

Le maintien de l'habitat d'espèces fauniques et floristiques sensibles à l'aménagement forestier

- Par rapport aux proportions historiques en forêt naturelle ou préindustrielle, les espèces se raréfient-elles ou sont-elles susceptibles de se raréfier dans l'avenir?

2.3 Où trouver l'information?

Les sources d'information disponibles

Plusieurs types de documents ou sources d'information peuvent être consultés pour décrire le contexte régional du territoire forestier et les enjeux en région :

- le système hiérarchique de classification écologique du territoire du MRNF;
- les publications scientifiques;
- les portraits forestiers régionaux du MRNF;
- les cartes écoforestières du MRNF;
- les portraits forestiers historiques lorsqu'ils sont disponibles;
- les documents traitant de l'aménagement écosystémique (ex. : documents de référence sur la réserve faunique des Laurentides¹, de Grondin et Cimon² et de Boucher³);

i. Le grand paysage correspond à des portions de territoire de l'ordre de centaines de kilomètres carrés (parfois des milliers), où l'action générale des régimes de perturbations crée un état assez constant des proportions de chacun des stades de développement des peuplements forestiers.

ii. L'échelle de la perturbation équivaut à celle du chantier de coupe, soit environ 1 à 250 km² (dans la pessière). Les pratiques forestières et les perturbations naturelles y laissent en place de la forêt résiduelle. Celle-ci correspond aux portions de territoire qui, après le passage d'une perturbation, ne subissent pas de mortalité ou ne sont que partiellement perturbées.

- les mémoires et thèses d'étudiants à la maîtrise ou au doctorat;
- les groupes ou chercheurs travaillant sur l'aménagement écosystémique dans les différentes régions du Québec;
- l'industrie forestière;
- le savoir professionnel en région.

Les chercheurs actifs dans une région peuvent apporter un éclairage sur les enjeux écologiques. Ainsi, leur participation contribue à la démarche scientifique de détermination des enjeux. Par ailleurs, il est possible qu'au fil du temps d'autres enjeux particuliers à une région s'ajoutent à la liste établie initialement. L'annexe B fournit, par région, des suggestions de références scientifiques et d'organismes engagés dans l'aménagement écosystémique.

Pour les régions possédant encore une bonne proportion de forêts naturelles, on peut se baser sur les études décrivant les forêts naturelles actuelles et l'effet des perturbations naturelles sur le paysage forestier. Les études scientifiques aideront à amorcer ce portrait.

Il est possible que, pour certaines régions ou certains enjeux, l'information sur la forêt naturelle, préindustrielle ou aménagée ne soit pas disponible. Les données manquantes peuvent être comblées par une approche comparative entre les régions. À titre d'exemple, l'étude de Bélanger⁴, qui traite de la biodiversité dans la forêt Montmorency, donne certains renseignements qui peuvent servir et être adaptés à d'autres secteurs de la sapinière boréale de l'Est. Il est donc possible d'utiliser les données d'une région pour avoir un aperçu de la situation dans une autre région. Il est aussi fortement recommandé que les régions communiquent entre elles afin de partager leurs connaissances et leur expérience, ce qui permettrait de diminuer la charge de travail de chacun.

2.4 Consensus sur les enjeux écologiques

L'atteinte d'un consensus sur les enjeux écologiques régionaux est indispensable pour accroître l'adhésion des partenaires dans ce dossier et, ultimement, élaborer des solutions. En ce sens, la CRRNT pourrait organiser des discussions sur la description des enjeux avec, entre autres, les sylviculteurs, aménagistes, chercheurs et utilisateurs du milieu en vue d'obtenir le plus large consensus possible sur les priorités concernant les enjeux de leur région. Dans certains cas, il peut être souhaitable de mesurer l'ampleur des conséquences économiques liées à certains enjeux afin de prioriser les efforts à mettre dans l'examen de l'enjeu. Plus un enjeu est lourd de conséquences, plus sa compréhension devrait être approfondie. Les consensus sur les enjeux écologiques favoriseront l'échange d'information et permettront de valider la pertinence des enjeux choisis selon la région. Cette concertation régionale pourrait être faite au moyen de forums, de colloques ou d'ateliers.

2.5 Notes de référence

1. COMITÉ SCIENTIFIQUE SUR LES ENJEUX DE BIODIVERSITÉ. *Enjeux de biodiversité de l'aménagement écosystémique dans la réserve faunique des Laurentides* - Rapport préliminaire du comité scientifique sur les enjeux de biodiversité, Québec, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 2007, 109 p.

2. GRONDIN, P., et A. CIMON. *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, 2003, 200 p.
3. BOUCHER, Y. *Revue de littérature - Dynamique, structure et composition des forêts bas-laurentiennes - Les bases du développement d'une approche d'aménagement écosystémique*, [En ligne], 2005.
[www.foret.fmodbsl.qc.ca/publications/documents/Revue_de_litterature_15_12_05_AE.pdf]
(Consulté le 3 septembre 2008).
4. BÉLANGER, L. « La forêt mosaïque comme stratégie de conservation de la biodiversité de la sapinière boréale de l'Est, l'expérience de la forêt Montmorency », *Le Naturaliste Canadien*, vol. 125, 2001, p. 18-25.

Annexe A Résumé des éléments à analyser pour chaque enjeu écologique

1) La diminution des proportions de forêts mûres et surannées

- Quantité
- Répartition
- Configuration spatiale
- Composition végétale
- Représentativité des divers types de stations forestières

2) La raréfaction de certaines formes de bois mort

- Quantité
- Répartition
- Présence à moyen et à long terme

3) La simplification des structures internes des peuplements

- Complexité
- Uniformisation

4) La modification de la composition végétale des forêts

- Quantité
- Représentativité des divers types de stations forestières

5) La modification de l'organisation spatiale des forêts

À l'échelle du grand paysage - Les principaux stades de développement

- Quantité
- Connectivités
- Configuration spatiale

À l'échelle de la perturbation - Les forêts résiduelles

- Quantité
- Représentativité des divers types de stations forestières
- Configuration spatiale

À l'échelle des parterres de coupe - Les legs biologiques

- Quantité

6) Les espèces fauniques et floristiques sensibles à l'aménagement forestier

- Quantité

Annexe B Suggestions, par région, de références scientifiques et d'organismes travaillant en aménagement écosystémique

Documents d'intérêt (pour tout le Québec)

- ATTIWILL, P. M. "The Disturbance of Forest Ecosystems: The Ecological Basis for Conservative Management", *Forest Ecology and Management*, vol. 63, 1994, p. 247-300
- BERGERON, Y., et autres. "Forest Management Guidelines Based on Natural Disturbance Dynamics: Stand- and Forest-Level Considerations", *The Forestry Chronicle*, vol. 75, 1999, p. 49-54.
- CHRISTENSEN, N. L., et autres. "The Scientific Basis for Ecosystem Management", *Ecological Applications*, vol. 6, 1996, p. 665-691.
- COMITÉ SCIENTIFIQUE SUR LES ENJEUX DE BIODIVERSITÉ. *Enjeux de biodiversité de l'aménagement écosystémique dans la réserve faunique des Laurentides - Rapport préliminaire du comité scientifique*, Québec, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 2007, 118 p.
- DOUCET, R. « L'envahissement des parterres de coupe par le sapin est-il inévitable? », *L'Aubelle*, janvier-février-mars 2000, p. 11-13.
- DREVER, C. R., et autres. « Can Forest Management Based on Natural Disturbance Maintain Ecological Resilience? », *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 36, 2006, p. 2285-2299.
- FISCHER, J., D. LINDENMAYER et A. MANNING. "Biodiversity Ecosystem Function and Resilience: Ten Guiding Principles for Commodity Production Landscapes", *Frontiers in Ecology and the Environment*, vol. 4, 2006, p. 80-86.
- FRANKLIN, J. F., et autres. "Disturbances and the Structural Development of Natural Forest Ecosystems with Some Implications for Silviculture", *Forest Ecology and Management*, vol. 155, 2002, p. 399-423.
- GAUTHIER, S., A. LEDUC et Y. BERGERON. "Forest Dynamics Modelling Under Natural Fire Cycles: a Tool to Define Natural Mosaic Diversity for Forest Management", *Environmental Monitoring and Assessment*, vol. 39, 1996, p. 417-434.
- GAUTHIER, S., et autres. « Les perturbations naturelles et la diversité écosystémique », *Le Naturaliste Canadien*, vol. 125, 2001, p. 10-17
- GAUTHIER, S., et autres. *Aménagement écosystémique en forêt boréale*. Québec, Presses de l'Université du Québec, 2008, 568 p.
- GRONDIN, P., et A. CIMON. *Les enjeux de biodiversité relatifs à la composition forestière*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, 2003, 216 p.
- GRONDIN, P., J. NOËL et D. HOTTE. *L'intégration de la végétation et de ses variables explicatives à des fins de classification et de délimitation d'unités homogènes*, Québec, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière, 2007, 62 p. (Mémoire de recherche forestière; 150)
- HUNTER JR., M. L. *Maintaining Biodiversity in Forest Ecosystems*, Cambridge, R.-U., Cambridge University Press, 1999, 698 p.

- LAUZON, È., et autres. *Fire Cycle s and Forest Management: An Alternative Approach for Management of the Canadian Boreal Forest*, Edmonton, Alberta, Réseau de gestion durable des forêts, 2006, 16 p.
- LEDUC, A., et autres. « Le régime naturel des incendies forestiers : un guide pour l'aménagement durable de la forêt boréale », *L'Aubelle*, vol. 134, 2000, p. 13-16.
- ORDRE DES INGÉNIEURS FORESTIERS DU QUÉBEC. *Manuel de foresterie*, Québec, Les Presses de l'Université Laval, Québec, 1996, 1428 p.
- POTVIN, F., P. BEAUPRÉ et G. LAPRISE. "The Eradication of Balsam Fir Stands by White-Tailed Deer on Anticosti Island, Québec: A 150-Year Process", *Écoscience*, vol. 10, 2003, p. 487-495.
- ROBITAILLE, A., et J.-P. SAUCIER. *Paysages régionaux du Québec méridional*, Publications du Québec, 1998, 213 p.
- RUEL, J.-C., et autres. « Mise au point d'une sylviculture adaptée à la forêt boréale irrégulière », *The Forestry Chronicle*, vol. 83, 2007, p. 367-374.
- SCHMIEGELOW, F. K. A., et autres. "Reconciling Salvage Logging of Boreal Forests with a Natural-Disturbance Management Model", *Conservation Biology*, vol. 20, 2006, p. 971-983.

Régions du Bas-Saint-Laurent et de la Gaspésie-Îles de la Madeleine

Principaux sous-domaines bioclimatiques :

- *Sapinière à bouleau jaune de l'Est*
- *Sapinière à bouleau blanc de l'Est*

- BALCH, R. E. "The Spruce Sawfly Outbreak in 1941", *Pulp and Paper Magazine of Canada*, April 1942, p. 384-389.
- BELLE-ISLE, J. *Comparaison des effets d'une épidémie de la tordeuse des bourgeons de l'épinette (Choristoneura fumiferana [Clem.]) à ceux de la coupe avec protection de la régénération et des sols*, Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Montréal, Département des sciences biologiques, 2006, 48 p.
- BELLE-ISLE, J., et KNEESHAW, D. "A Stand and Landscape Comparison of the Effects of a Spruce Budworm (*Choristoneura fumiferana* [Clem.]) Outbreak to the Combined Effects of Harvesting and Thinning on Forest Structure", *Forest Ecology and Management*, vol. 246, 2007, p. 163-174.
- BLAIS, J. R. "Spruce Budworm Outbreaks in the Lower St-Lawrence and Gaspé Regions", *The Forestry Chronicle*, vol. 37, 1961, p. 192-202.
- BLAIS, J. R. "Trends in the Frequency, Extent and Severity of Spruce Budworm Outbreaks in Eastern Canada", *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 13, 1983, p. 539-547.
- BOUCHER, Y. *Revue de littérature - Dynamique, structure et composition des forêts bas-laurentiennes : les bases dans le développement d'une approche d'aménagement écosystémique*, [En ligne], 2005.
[www.foret.fmodbsl.qc.ca/publications/documents/Revue_de_litterature_15_12_05_AE.pdf]
(Consulté le 30 mars 2008).
- BOUCHER, Y., D. ARSENEAULT et L. SIROIS. "Logging-Induced Change (1930-2002) of a Preindustrial Landscape at the Northern Range Limit of Northern Hardwoods, Eastern Canada", *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 36, 2006, p. 505-517.

- BOULANGER, Y., et D. ARSENEAULT. "Spruce Budworm Outbreaks in Eastern Quebec Over the Last 450 Years", *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 34, 2004, p. 1035-1043.
- BOULFROY, E., L. SIROIS et R. GAGNON. *Étude de la régénération après feu dans les territoires brûlés en 1995 en Gaspésie, région de la rivière Bonaventure - Rapport réalisé dans le cadre du programme de mise en valeur des ressources du milieu forestier, volet 1, du ministère des Ressources naturelles du Québec*, 1999, 73 p.
- BRUNET, G. *Reconstitution historique de la sapinière à bouleau blanc vierge de la Côte-de-Gaspé*, Mémoire de maîtrise, Université Laval, Québec, Faculté de foresterie et de géodésie. 2002, 116 p.
- D'Aoust, V., D. KNEESHAW et Y. BERGERON. "Characterization of Canopy Openness Before and After a Spruce Budworm Outbreak in the Southern Boreal Forest", *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 34, 2004, p. 339-352.
- DALLAIRE, S. *Bases écologiques pour l'aménagement de l'habitat hivernal du caribou de la Gaspésie - Le cas d'une sapinière boréale inéquienne*, Mémoire de maîtrise, Université Laval, Faculté de foresterie et de géomatique, Québec, 2004, 112 p.
- DE RÖMER, A. H. *Évaluation du régime de perturbations naturelles par petites trouées dans les forêts de sapinières à bouleau blanc et à bouleau jaune en Gaspésie, Québec*, Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Montréal. 2005, 92 p.
- DE RÖMER, A., D. KNEESHAW et Y. BERGERON. "Small Gap Dynamics in the Southern Boreal Forest of Eastern Canada: Do Canopy Gaps Influence Stand Development?", *Journal of Vegetation Science*, vol. 18, 2007, p. 815-826.
- DESPONTS, M., et autres. "The Eastern Boreal Old-Growth Balsam Fir Forest: a Distinct Ecosystem", *Canadian Journal of Botany*, vol. 82, 2004, p. 830-849.
- ETHERIDGE, D. A., et autres. "Changes in Landscape Composition from 1945-2002 on an Industrial Forest in New Brunswick, Canada", *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 35, 2005, p. 1965-1977.
- ETHERIDGE, D. A., et autres. "Effects of Intensive Forest Management on Stand and Landscape Characteristics in Northern New Brunswick, Canada (1945-2027)", *Landscape ecology*, vol. 21, p. 509-524
- FORTIER, G. *Dynamique des paysages forestiers en Gaspésie centrale - Rapport réalisé dans le cadre du programme de mise en valeur des ressources du milieu forestier, volet 1, du ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec*, 2006, 44 p.
- FORTIN, S. *Présence et développement de la régénération en conifères, après coupe de peuplements résineux en Gaspésie - Rapport réalisé dans le cadre du programme de mise en valeur des ressources du milieu forestier, volet 1, du ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec*, 2003, 69 p.
- GAGNON, J. D., A. JEAN et L. BEAULIEU. *Le grand brûlé de 1938-41 de la rivière York : son histoire, son évolution naturelle, et sa restauration forestière*, ministère de l'Environnement, Service canadien des forêts, Centre de recherche forestière des Laurentides, 1973, 57 p. (LAU-X-7).
- GAGNON, R., et P.-Y. PLOURDE. *Évaluation du cycle des feux dans le secteur sud du Parc national Forillon*, Université du Québec à Chicoutimi, Laboratoire d'écologie végétale, 1996, 34 p.

- GAUTHIER, S., et autres. « Les perturbations naturelles et la diversité écosystémique », *Le Naturaliste Canadien*, vol. 125, 2001, p. 10-17.
- GOBEIL, A. R. *Dommages causés aux forêts de la Gaspésie par les insectes*, ministère des Terres et Forêts, Service d'entomologie, 1938, 19 p. (Bulletin; 2).
- HARVEY, B. D., et autres. "Stand-Landscape Integration in Natural Disturbance-Based Management of the Southern Boreal Forest", *Forest Ecology and Management*, vol. 155, 2002, p. 369-385.
- KNEESHAW, D., et autres. « Appliquer les connaissances sur les régimes de perturbations naturelles pour développer une foresterie qui s'inspire de la nature dans le sud de la péninsule gaspésienne », dans Gauthier, S., et autres, *Aménagement écosystémique en forêt boréale*, Presses de l'Université du Québec, 2008, p. 215-240.
- KNEESHAW, D., et Y. BERGERON. "Canopy Gap Characteristics and Tree Replacement in the Southeastern Boreal Forest", *Ecology*, vol. 79, 1998, p. 783-794.
- LACHANCE, D., C. MONNIER et J.-P. BÉRUBÉ. *Insectes et maladies des forêts dans la région du Bas-Saint-Laurent/Gaspésie de 1936 à 1987*, Sainte-Foy, Service canadien des forêts, Centre forestier des Laurentides, 1990, 224 p.
- LAFLÈCHE, V., J.-C. RUEL et L. ARCHAMBAULT. « Évaluation de la coupe avec protection de la régénération et des sols comme méthode de régénération de peuplements mélangés du domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau jaune de l'est du Québec, Canada », *The Forestry Chronicle*, vol. 76, 2000, p. 653-663.
- LAUZON, È. *Reconstitution de l'histoire des feux de forêt (1680-2003) dans la région de la Gaspésie, de l'est canadien*, Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Montréal, 2004, 55 p.
- LAUZON, È., D. KNEESHAW et Y. BERGERON. "Forest Fire History Reconstruction (1680-2003) in the Gaspésie Region of Eastern Canada", *Forest Ecology and Management*, vol. 244, 2007, p. 41-49.
- LÉVESQUE, F. *Conséquences de la dynamique de la mosaïque forestière sur l'intégrité écologique du parc national Forillon*, Mémoire de maîtrise, Québec, Université Laval, 1997, 51 p.
- LORIMER, C. G., et A. S. WHITE. "Scale and Frequency of Natural Disturbances in the Northeastern United States: Implications for Early Successional Habitat and Regional Age Distributions", *Forest Ecology and Management*, vol. 185, 2003, p. 41-64.
- MACARTHUR, J. D. *A study of Regeneration After Fire in the Gaspé Region*, Ottawa, Department of Forestry, Forest Research branch, 1964, 20 p. (Catalogue; 47-1074).
- MESSIER, J., et autres. "A Comparison of Gap Characteristics in Mixedwood Old-Growth Forests in Eastern and Western Quebec", *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 35, 2005, p. 2510-2515.
- MORIN, H. "Dynamics of Balsam Fir Forests in Relation to Spruce Budworm Outbreaks in the Boreal Zone of Quebec", *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 24, 1994, p. 730-741.
- ROBERGE, J.-M., et A. DESROCHERS. « Comparaison des caractéristiques des gros chicots entre une sapinière aménagée sur la péninsule gaspésienne, Québec », *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 34, 2004, p. 2382-2386.

- ROBITAILLE, A., et J.-P. SAUCIER. *Paysages régionaux du Québec méridional*, Québec, ministère des Ressources naturelles, Direction de la gestion des stocks forestiers et Direction des relations publiques, 1998, 213 p.
- RUEL, J.-C., et R. BENOIT. « Analyse du chablis du 7 novembre 1994 dans les régions de Charlevoix et de la Gaspésie, Québec, Canada », *The Forestry Chronicle*, vol. 75, 1999, p. 293-301.
- SEYMOUR, R. S., et M. L. HUNTER Jr. "Principles of Ecological Forestry", dans Hunter Jr., M. L. (Ed.), *Maintaining Biodiversity in Forest Ecosystems*. Cambridge, Cambridge University Press, 1999, p. 22-61.
- SEYMOUR, R. S., A. S. WHITE et P. G. DE MAYNADIER. « Natural Disturbance Regimes in Northeastern North America-Evaluating Silvicultural Systems Using Natural Scales and Frequencies », *Forest Ecology and Management*, vol. 155, 2002, p. 357-367.
- SOREL, C. *Impacts des perturbations anthropiques du XX^e siècle sur deux forêts du Bas-Saint-Laurent (Québec)*, Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Rimouski, 2004, 50 p.
- VARADY-SZABO, H., et C. BUDDLE. "On the Relationships Between Ground-Dwelling Spider (*Araneae*) Assemblages and Dead Wood in a Northern Sugar Maple Forest", *Biodiversity and Conservation*, vol. 15, 2006, p. 4119-4141.
- WEBB, L. S. "The Growth and Development of Balsam Fir in Gaspé", *Pulp and Paper Magazine of Canada Woodlands Review*, September 1957, p. 206-213.
- WEBB, L. S. "Clear Cutting of Pulpwood in the Balsam Fir Spruce Forests of Gaspé", *Pulp and Paper Magazine of Canada Woodlands Review*, September 1961, p. 236-248.
- WEIN, R. W., et J. M. MOORE. "Fire History and Rotation in the Acadian Forest of New Brunswick", *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 7, 1977, p. 285-294.

Région de la Côte-Nord

Principal sous-domaine bioclimatique :

- *Pessière à mousses de l'Est*

- AAKALA, T., et autres. "Trees in the Northeastern Boreal Old-Growth Forests of Quebec: Spatial Patterns, Rates, and Temporal Variation", *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 37, 2007, p. 50-61.
- BERGERON, Y., et autres. "Past, Current and Future Fire Frequencies in Quebec's Commercial Forests: Implications for the Cumulative Effects of Harvesting and Fire on Age-Class Structure and Natural Disturbance-Based Management", *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 36, 2006, p. 2737-2744.
- BERGERON, Y., et autres. "Balsam fir Mortality Following the Last Spruce Budworm Outbreak in Northwestern Québec", *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 25, 1995, p. 1375-1384.
- BLAIS, J. R. "Trends in the Frequency, Extent, and Severity of Spruce Budworm Outbreaks in Eastern Canada", *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 13, 1983, p. 539-547.
- BOUCHARD, M., D. KNEESHAW, et Y. BERGERON. "Forest Dynamics After Successive Spruce Budworm Outbreaks in Mixedwood Forests", *Ecology*, vol. 87, 2006, p. 2319-2329.

- BOUCHARD, M., D. POTHIER et S. GAUTHIER. "Fire Return Intervals and Tree Species Succession in the North Shore Region of Eastern Quebec", *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 38, 2008, p. 1621-1633.
- BOUCHER, D., L. DE GRANDPRÉ et S. GAUTHIER. « Développement d'un outil de classification de la structure des peuplements et comparaison de deux territoires de la pessière à mousses du Québec », *The Forestry Chronicle*, vol.79, 2003, p. 318-328.
- BOUCHER, D., S. GAUTHIER et L. DE GRANDPRÉ. « Structural Changes in Coniferous Stands Along a Chronosequence and a Productivity Gradient in the Northeastern Boreal Forest of Québec », *Écoscience*, vol. 13, 2006, p. 172-180.
- CYR, D., S. GAUTHIER et Y. BERGERON. « Scale-Dependent Influence of Topography on Fire Frequency in a Coniferous Boreal of Eastern Canada », *Landscape Ecology*, vol. 22, 2007, p. 1325-1339.
- DE GRANDPRÉ, L., J. MORISSETTE et S. GAUTHIER. "Long-Term Post-Fire Changes in the Northeastern Boreal Forest of Quebec", *Journal of Vegetation Science*, vol. 11, 2000, p. 791-800.
- GAUTHIER, S., et L. DE GRANDPRÉ. *Les bases écologiques de l'aménagement écosystémique de la forêt boréale de l'est du Québec - Rapport de projet*, Québec, Ressources naturelles Canada, Réseau de gestion durable des forêts, 2003, 12 p.
- HARPER, K. A., et autres. "Structural Development Following Fire in Black Spruce Boreal Forest", *Forest Ecology and Management*, vol. 206, 2005, p. 293-306.
- KNEESHAW, D., et Y. BERGERON. "Canopy Gaps Characteristics and Tree Replacement in the Southeastern Boreal Forest", *Ecology*, vol. 79, 1998, p. 783-794.
- KUULUVAINEN, T. "Natural Variability of Forests as a Reference for Restoring and Managing Biological Diversity in Boreal Fennoscandia", *Silva Fennica*, vol. 36, 2002, p. 97-125.
- NAPPI, A., P. DRAPEAU et J.-P. L. SAVARD. "Salvage Logging After Wildfire in the Boreal Forest: is it Becoming a Hot Issue for Wildlife ?", *The Forestry Chronicle*, vol. 80, 2004, p. 67-74.
- PHAM, A. T., et autres. "Gap Dynamics and Replacement Patterns in Gaps of the Northeastern Boreal Forest of Quebec", *Canadian Journal of Forest Research* 34, 2004, p. 353-364.

Régions du Saguenay-Lac-Saint-Jean, de la Mauricie et de la Capitale-Nationale

Principaux sous-domaines bioclimatiques :

- Sapinière à bouleau blanc de l'Ouest
- Sapinière à bouleau jaune de l'Ouest
- Pessière à mousses de l'Ouest

BARRETTE, M., et L. BELANGER. "Historical Reconstitution of the Pre-Industrial Landscape in the Ecological Region of the High Hills of Bas-Saint-Maurice", *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 37, 2007, p. 1147-1160.

BÉLANGER, L. « La forêt mosaïque comme stratégie de conservation de la biodiversité de la sapinière boréale de l'Est, l'expérience de la forêt Montmorency », *Le Naturaliste Canadien*, vol. 125, 2001, p. 18-25.

BLAIS, J. R. "Spruce Budworm Outbreaks in the Past Three Centuries in the Laurentides Park, Québec", *Forest Science*, vol. 11, 1965, p. 130-138.

- BLAIS, J. R. "Trends in the Frequency, Extent, and Severity of Spruce Budworm Outbreaks in Eastern Canada", *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 13 1983, p. 539-547.
- CÔTÉ, M., et J. FERRON. "Short-Term Use of Different Residual Forest Structures by Three Sciurid Species in a Clear-Cut Boreal Landscape", *Canadian Journal of Forest Research* vol. 31, 2001, p. 1805-1815.
- COURTOIS, R., et autres. « La situation du caribou forestier au Québec », *Le Naturaliste Canadien*, vol. 125, 2001, p. 53-63.
- DE LONG, S. C., et C. TANNER. "Managing the Pattern of Forest Harvest: Lessons from Wildfire", *Biological Conservation*, vol. 5, 1996, p. 1191-1205.
- DÉRY, S. *Dynamique de l'enfeuillement après coupe de la sapinière boréale de seconde venue*, Mémoire de maîtrise, Québec, Université Laval, 1995, 92 p.
- DESPONTS, M., et autres. « Structure de sapinières aménagées et anciennes du massif des Laurentides (Québec) et diversité des plantes vasculaires », *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 32, 2002, p. 2077-2093
- FERRON, J., et M.-H. ST-LAURENT. « L'importance de la forêt résiduelle pour conserver les communautés fauniques dans des paysages boréaux perturbés par la coupe forestière », *Vertigo*, [En ligne], vol. 6, n° 2, septembre 2005.
[www.vertigo.uqam.ca/vol6no2/art7vol6no2/vertigovol6no2_ferron_et_stlaurent.pdf]
(Consulté le 14 novembre 2007).
- GAGNON, R., et autres. « Nouvelles connaissances sur la dynamique naturelle des forêts d'épinette noire au Québec », *L'Aubelle*, vol. 128, 1999, p. 10-14.
- IMBEAU, L., J.-P. L. SAVARD et R. GAGNON. "Comparing Bird Assemblages in Successional Black Spruce Stands Originating from Fire and Logging", *Canadian Journal of Zoology*, vol. 77, 1999, p. 1850-1860.
- JARDON, Y., H. MORIN et P. DUTILLEUL. « Périodicité des épidémies de la tordeuse des bourgeons de l'épinette au cours des deux derniers siècles », *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 33, 2003, p. 1947-1961.
- KNEESHAW, D., et Y. BERGERON. "Canopy Gap Characteristics and Tree Replacement in the Southeastern Boreal Forest", *Ecology*, vol. 79, 1998, p. 783-794.
- KRAUSE, C. "The Use of Dendrochronological Material from Buildings to Get Information About Past Spruce Budworm Outbreaks", *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 27, 1997, p. 69-75.
- LEBLANC, M., et L. BÉLANGER. *La sapinière vierge de la Forêt Montmorency et de sa région : une forêt boréale distincte*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, Direction de la recherche forestière, 2000, 91 p. (Mémoire de recherche; 136).
- LESIEUR, D., S. GAUTHIER et Y. BERGERON. "Fire Frequency and Vegetation Dynamics for the South-Central Boreal Forest of Quebec", *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 32, 2002, p. 1996-2009.
- MORIN, H. "Dynamics of Balsam Fir Forests in Relation to Spruce Budworm Outbreaks in the Boreal Zone of Quebec", *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 24, 1994, p. 730-741.
- PARENT, S., et autres. "Establishment and Dynamics of the Balsam Fir Seedling Bank in Old Forests of Northeastern Quebec", *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 33, 2003, p. 597-603.

PAYETTE, S., et A. DELWAIDE. "Shift of Conifer Boreal Forest to Lichen-Heath Parkland Caused by Successive Stand Disturbances", *Ecosystems*, vol. 6, 2003, p. 540-550.

PERRON, N. *Peut-on et doit-on s'inspirer de la variabilité naturelle des feux pour élaborer une stratégie écosystémique de répartition des coupes à l'échelle du paysage? Le cas de la pessière noire à mousses de l'ouest au Lac-Saint-Jean*, Thèse de doctorat, Québec, Université Laval, 2003, 148 p.

POTVIN, F., et N. BERTRAND. "Leaving Forest Strips in Large Clearcut Landscapes of Boreal Forest: a Management Scenario Suitable for Wildlife?", *The Forestry Chronicle*, vol. 80, 2004, p. 44-53.

ROBITAILLE, A., et J.-P. Saucier. *Paysages régionaux du Québec méridional*, Québec, Les Publications du Québec, 1998, 213 p.

ST-LAURENT, M. H., et autres. "Effects of Stand Structure and Landscape Characteristics on Habitat Used by Birds and Small Mammals in Managed Boreal Forest of Eastern Canada", *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 37, 2007, p. 1298-1309.

Régions de l'Abitibi-Témiscamingue, de l'Outaouais et du Nord-du-Québec

Principaux sous-domaines bioclimatiques :

- *Sapinière à bouleau blanc de l'Ouest*
- *Sapinière à bouleau jaune de l'Ouest*
- *Pessière à mousses de l'Ouest*
- *Érablière à bouleau jaune de l'Ouest*

BELLEAU, A., et autres. "Using Spatially Explicit Simulations to Explore Size Distribution and Spacing of Regeneration Areas Produced by Wildfires: Recommendations for Designing Harvest Agglomerations for the Canadian Boreal Forest", *The Forestry Chronicle*, vol. 83, 2007, p. 72-83.

BERGERON, Y. "Species and Stand Dynamics in the Mixed Woods of Quebec's Southern Boreal Forest", *Ecology*, vol. 81, 2000, 1500-1516.

BERGERON, Y. "Is Regulated Even-Aged Management the Right Strategy for the Canadian Boreal Forest?" *The Forestry Chronicle*, vol. 80, 2004, p. 458-462.

BERGERON, Y., et B. HARVEY. "Basing Silviculture on Natural Ecosystem Dynamics: an Approach Applied to the Southern Boreal Mixedwood Forest of Quebec", *Forest Ecology and Management*, vol. 92, 1997, p. 235-242.

BERGERON, Y., et autres. "Forest Management Guidelines Based on Natural Disturbance Dynamics: Stand- and Forest-Level Considerations", *The Forestry Chronicle* vol. 75, 1999, p. 49-54.

BERGERON, Y., et autres. "Natural Fire Regime: a Guide for the Sustainable Management of the Canadian Boreal Forest", *Silva Fennica*, vol. 36, 2002, p. 81-95.

BERGERON, Y., et autres. "Using Knowledge of Natural Disturbances to Support Sustainable Forest Management in the Northern Clay Belt", *The Forestry Chronicle*, vol. 83, 2007, p. 326-337.

BOUCHARD, M., D. KNEESHAW et Y. BERGERON. "Forest Dynamics after Successive Spruce Budworm Outbreaks in Mixedwood Forests", *Ecology*, vol. 87, 2006, p. 2319-2329.

- BOUCHARD, M., D. KNEESHAW et Y. BERGERON. "Tree Recruitment Pulses and Long-Term Species Coexistence in Mixed Forests of Western Quebec", *Écoscience*, vol. 13, 2006, p. 82-88.
- BOUFFARD, D., F. DOYON et E. FORGET. *Historique et dynamisme écologique de la végétation forestière de la réserve faunique Rouge-Matawin de 1930 à nos jours*, Ripon, Institut québécois d'aménagement de la forêt feuillue, 2003, 75 p.
- DOYON, F., et S. SOUGAVINSKI. *Caractérisation du régime des perturbations naturelles de la forêt feuillue du Nord-Est de l'Amérique du Nord*, Ripon, Institut québécois d'aménagement de la forêt feuillue, 2002, 116 p.
- DOYON, F., et autres. *L'envahissement par le hêtre dans les érablières de l'Outaouais : phénomène fantôme ou glissement de balancier?* Ripon, Institut québécois d'aménagement de la forêt feuillue et Groupe de recherche en écologie forestière interuniversitaire, 2003, 18 p.
- DRAPEAU, P., et autres. « Les communautés d'oiseaux des vieilles forêts de la pessière à mousses de la ceinture d'argile : problèmes et solutions face à l'aménagement forestier », *The Forestry Chronicle*, vol. 79, 2003, p. 531-540.
- DRAPEAU, P., et autres. "Landscape-Scale Disturbances and Changes in Bird Communities of Boreal Mixed-Wood Forests", *Ecological Monographs*, vol. 70, 2000, p. 423-444.
- GAUTHIER, S., et autres. "Developing Forest Management Strategies Based on Fire Regimes in Northwestern Quebec, Canada", dans Perera, A. H., L. J. Buse et M. C. Weber, *Emulating Natural Forest Landscape Disturbances*, New-York, Columbia University Press, 2004, p. 219-229.
- HARPER, K. A., et autres. "Structural Development Following Fire in Black Spruce Boreal Forest", *Forest Ecology and Management*, vol. 206, 2005, p. 293-306.
- HARVEY, B. D., et autres. "Stand-Landscape Integration in Natural Disturbance-Based Management of the Southern Boreal Forest", *Forest Ecology and Management*, vol. 155, 2002, p. 369-385.
- KNEESHAW, D. D., et Y. BERGERON. "Canopy Gap Characteristics and Tree Replacement in the Southeastern Boreal Forest", *Ecology*, vol. 79, 1998, p. 783-794.
- LEDUC, A., S. GAUTHIER et Y. BERGERON. « Prévion de la composition d'une mosaïque forestière naturelle soumise à un régime de feu : proposition d'un modèle empirique pour le nord-ouest du Québec », dans Domon G., et J. Falardeau, éd., *Méthodes et réalisations de l'écologie du paysage pour l'aménagement du territoire*, Morin Heights, Polyscience Publication, juin 1994, p. 197-203.
- LÉGARÉ, S., Y. BERGERON et D. PARÉ. « Le peuplier faux-tremble et l'épinette noire - Bataille ou cohabitation harmonieuse? », *Le couvert boréal*, vol. 1, juillet 2005, p. 26-28.
- MORIN, H. "Dynamics of Balsam Fir Forests in Relation to Spruce Budworm Outbreaks in the Boreal Zone of Quebec", *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 24, 1994, p. 730-741
- NOLET, P., et autres. *Caractérisation du régime des perturbations naturelles de la réserve faunique Papineau-Labellé*, Institut québécois d'aménagement de la forêt feuillue, 1999, 48 p.
- NOLET, P., et autres. *Reconstitution historique du dynamisme du paysage forestier du bassin de La Lièvre au cours du 20^{ième} siècle*, Institut québécois d'aménagement de la forêt feuillue, 2001, 114 p.

- RHEAULT, H., et autres. "Edge Effects on Epiphytic Lichens in Managed Black Spruce Forests of Eastern North America", *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 33, 2003, p. 23-32.
- RUEL, J.-C., et autres. « Mise au point d'une sylviculture adaptée à la forêt boréale irrégulière », *The Forestry Chronicle*, vol. 83, 2007, p. 367-374.
- SIMARD, M., et autres. "Forest Productivity Decline Caused by Successional Paludification of Boreal Forests", *Ecological Applications*, vol. 17, 2006, p. 1619-1637.
- VLASIU, P. D., P. NOLET et F. DOYON. *Le pin blanc - Revue de littérature*, Institut québécois d'aménagement de la forêt feuillue, 2001, 91 p.

Régions de l'Estrie, de Lanaudière, des Laurentides et de la Montérégie

Principaux sous-domaines bioclimatiques :

- Érablière à bouleau jaune de l'Ouest
- Érablière à tilleul de l'Ouest
- Érablière à caryer cordiforme

- ANGERS, V., et autres. *La forêt feuillue du sud québécois - Mémoire présenté à la Commission d'étude sur la gestion de la forêt publique québécoise*, [En ligne], 2004. [www.commission-foret.qc.ca/memoires/doc_221_pro_GREFI.pdf] (Consulté le 3 mars 2008).
- BERGERON, Y., A. BOUCHARD et A. LEDUC. « Les successions secondaires dans les forêts du Haut-Saint-Laurent, Québec », *Le Naturaliste Canadien*, vol. 115, 1988, p. 19-38.
- BOUCHARD, A., et P. F. MAYCOCK. « Les forêts décidues et mixtes de la région appalachienne du sud québécois », *Le Naturaliste Canadien*, vol. 105, 1978, p. 383-415.
- BOUCHARD, A. « La végétation forestière du cap Saint-Jacques, île de Montréal, Québec », *Revue canadienne de botanique*, vol. 57, 1979, p. 1191-1202.
- BOUCHARD, A., et autres. « Proposition d'une méthodologie d'inventaire et de cartographie écologique : le cas de la MRC du Haut-Saint-Laurent », *Cahiers de géographie du Québec*, vol. 29, 1985, p. 79-95.
- BOUCHARD, A., et autres. "The Use of Notary Deeds to Estimate the Changes in the Composition of 19th Century Forests, in Haut-Saint-Laurent, Québec", *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 19, 1989, p. 1146-1150.
- BOUCHARD, A., et J. BRISSON. « Domaine de l'érablière à caryer cordiforme », dans Bérard, J. A., *Manuel de foresterie*, Québec, Ordre des Ingénieurs forestiers du Québec, Les Presses de l'Université Laval, 1996, p. 160-170.
- BOUCHARD, A., et G. DOMON. "The Transformation of the Natural Landscapes of the Haut-Saint-Laurent (Québec) and its Implication on Future Resources Management", *Landscape and Urban Planning*, vol. 37, 1997, p. 99-107.
- BRISSON, J., Y. BERGERON et A. BOUCHARD. « Les successions secondaires sur sites mésiques dans le Haut-Saint-Laurent, Québec, Canada », *Revue canadienne de botanique*, vol. 66, 1988, p. 1192-1203.
- BRISSON, J., et autres. "Beech-Maple Dynamics in an Old-Growth Forest of Southern Québec, Canada", *Ecoscience*, vol. 1, 1994, p. 40-46.
- BRISSON, J., Y. BERGERON et A. BOUCHARD. "The History and Tree Stratum of an Old-Growth Forest of Haut-Saint-Laurent Region, Québec", *Natural Areas Journal*, vol. 12, 1992, p. 3-9.

- BRISSON, J., et A. LE SAUTEUR. « Une maladie menace le hêtre au Québec », *Le Naturaliste Canadien*, vol. 121, 1997. p. 8-11.
- BRISSON, J. « Le Boisé-des-Muir - Une érablière tricentenaire dans la vallée du Saint-Laurent », *Quatre-temps*, vol. 21, 1997, p. 10-12.
- BRISSON, J., et A. BOUCHARD. "In the Past Two Centuries, Human Activities Have Caused Major Changes in the Tree Species Composition in Southern Québec, Canada", *Ecoscience*, vol. 10, 2003, p. 236-246.
- COGLIASTRO, A., et autres. "Improving Hardwood Afforestation Success: an Analysis of the Effects of Soil Properties in southwestern Quebec", *Forest Ecology and Management*, vol. 177, 2003, p. 347-359.
- DE BLOIS, S., et A. BOUCHARD. "Dynamics of *Thuja Occidentalis* L. in an Agricultural Landscape of Southern Quebec", *Journal of Vegetation Science*, vol. 6, 1995, p. 531-542.
- DE BLOIS, S., G. DOMON et A. BOUCHARD. "Environmental, Historical, and Contextual Determinants of Vegetation Cover: a Landscape Perspective", *Landscape Ecology*, vol. 16, 2001, p. 421-436.
- DE BLOIS, S., J. BRISSON et A. BOUCHARD. "Herbaceous Covers to Control Tree Invasion in Rights-of-Way: Ecological Concepts and Applications", *Environmental Management*, vol. 33, 2004, p. 606-619.
- DOMON, G., A. BOUCHARD et M. GARIEPY. "The Dynamics of the forest Landscape of Haut-Saint-Laurent (Quebec, Canada): Interactions Between Biophysical Factors, Perceptions and Policy", *Landscape and Urban Planning*, vol. 25, 1993, p. 53-74.
- DOMON, G., et autres. « La répartition et la dynamique des principales espèces arborescentes du Bois-de-Saraguay, Montréal (Québec) », *Revue canadienne de botanique*, vol. 64, 1986, p. 1027-1038.
- DOMON, G., et A. BOUCHARD. "The Landscape History of Godmanchester (Quebec, Canada): Two Centuries of Shifting Relationships Between Anthropic and Biophysical Factors", *Landscape Ecology*, vol. 22, 2007, p. 1201-1214.
- GAUVIN, C., et A. BOUCHARD. « La végétation forestière du parc du Mont-Orford, Québec », *Revue canadienne de botanique*, vol. 61, 1983, p. 1522-1547.
- JEAN, M., et A. BOUCHARD. "Temporal Changes in Wetland Landscapes of a Section of the St. Lawrence River, Canada", *Environmental Management*, vol. 15, 1991, p. 241-250.
- LAJEUNESSE, D., et autres. "Development and Application of an Ecosystem Management Approach for Protected Natural Areas", *Environmental Management*, vol. 19, 1995, p. 481-495.
- LALIBERTÉ, E., A. COGLIASTRO et A. BOUCHARD. *Projet pilote de restauration de paysages forestiers au parc national des Îles-de-Boucherville - Rapport final 2004-2005*, Montréal, Institut de recherche en biologie végétale, 2006, 60 p.
- MEILLEUR, A., A. BOUCHARD et Y. BERGERON. « The Relation Between Geomorphology and Forest Community Types of the Haut-Saint-Laurent, Quebec », *Vegetatio*, vol. 111, 1994, p. 173-192.
- MEILLEUR, A., J. BRISSON et A. BOUCHARD. "Ecological Analyses of Pitch Pine (*Pinus rigida*) at its Northern Limit of Distribution", *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 27, 1997, p. 1342-1350.

- MORIN, É., A. BOUCHARD et P. JUTRAS. "Ecological Analysis of Disturbed Riverbanks in the Montréal Area of Québec", *Environmental Management*, vol. 13, 1989, p. 215-225.
- PAN, D., et autres. "Temporal (1958-1993) and Spatial Patterns of Land Use Changes in Haut-Saint-Laurent (Quebec, Canada) and their Relation to Landscape Physical Attributes", *Landscape Ecology*, vol. 14, 1999, p. 35-52.
- PAN, D., et autres. "Spatial Pattern of Coniferous and Deciduous Forest Patches in an Eastern North America Agricultural Landscape: the Influence of Land Use and Physical Attributes", *Landscape Ecology*, vol. 16, 2001, p. 99-110.
- PAQUETTE, A., A. BOUCHARD et A. COGLIASTRO. "Successful Under-Planting of Red Oak and Black Cherry in Early-Successional Deciduous Shelterwoods of North America", *Annals of Forest Science*, vol. 63, 2006, p. 823-831.
- PAQUETTE, A., A. BOUCHARD et A. COGLIASTRO. "Morphological Plasticity in Seedlings of Three Deciduous Species Under Shelterwood Under-Planting Management Does not Correspond to Shade Tolerance Ranks", *Forest Ecology and Management*, vol. 241, 2007, p. 278-287.
- SIMARD, H., et A. BOUCHARD. "The Precolonial 19th Century Forest of the Upper St. Lawrence Region of Quebec: a Record of its Exploitation and Transformation Through Notary Deeds of Wood Sales", *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 26, 1996, p. 1670-1676.
- VILLENEUVE, N., et J. BRISSON. "Old-Growth Forests in the Temperate Deciduous Zone of Quebec: Identification and Evaluation for Conservation and Research Purposes", *The Forestry Chronicle*, vol. 79, 2003, p. 559-569.

Organismes travaillant en aménagement écosystémique des forêts

Région administrative ou territoire des conférences régionales des élus (CRE)	Organismes
Abitibi-Témiscamingue	Chaire industrielle CRSNG-UQAT-UQAM en aménagement forestier durable
Bas-Saint-Laurent	Chaire de recherche sur la forêt habitée (CRFH) de l'Université du Québec à Rimouski (UQAR)
Capitale-Nationale	Laboratoire d'aménagement intégré de l'Université Laval
Centre-du-Québec	L'Initiative Triade Laboratoire d'écologie et d'aménagement forestier
Chaudière-Appalaches	Laboratoire d'aménagement intégré de l'Université Laval Chaire de recherche sur la forêt habitée (CRFH) de l'UQAR
Côte-Nord	Service canadien des forêts (SCF) Chaire de recherche industrielle CRSNG-Université Laval en sylviculture et faune
Estrie	Département de biologie de l'Université de Sherbrooke Fiducie de recherche sur la forêt des Cantons-de-l'Est
Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine	Consortium en foresterie Gaspésie-Les-Îles Chaire de recherche sur la forêt habitée (CRFH) de l'UQAR Laboratoire d'écologie et d'aménagement forestier de l'Université du Québec à Montréal Laboratoire d'aménagement intégré de l'Université Laval
Lanaudière	Centre d'étude de la forêt (CEF) Institut de recherche en biologie végétale (IRBV)
Laurentides	Centre d'étude de la forêt (CEF) Institut de recherche en biologie végétale (IRBV) Institut québécois d'aménagement de la forêt feuillue (IQAFF)
Laval	Centre d'étude de la forêt Institut de recherche en biologie végétale (IRBV)
Longueuil	Centre d'étude de la forêt Institut de recherche en biologie végétale (IRBV)
Mauricie	Centre d'étude de la forêt - Initiative Triade
Montérégie-Est	Centre d'étude de la forêt Institut de recherche en biologie végétale (IRBV)
Montréal	Centre d'étude de la forêt Institut de recherche en biologie végétale (IRBV)
Nord-du-Québec (Baie-James)	Chaire industrielle CRSNG-UQAT-UQAM en aménagement forestier durable Consortium de recherche sur la forêt boréale commerciale de l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC)
Nord-du-Québec (Crie)	Chaire industrielle CRSNG-UQAT-UQAM en aménagement forestier durable Consortium de recherche sur la forêt boréale commerciale de l'UQAC
Nord-du-Québec (Kativik)	Chaire industrielle CRSNG-UQAT-UQAM en aménagement forestier durable Consortium de recherche sur la forêt boréale commerciale de l'UQAC
Outaouais	Institut québécois d'aménagement de la forêt feuillue (IQAFF)
Saguenay-Lac-Saint-Jean	Consortium de recherche sur la forêt boréale commerciale de l'UQAC Coop Quatre-temps
Vallée-du-Haut-Saint-Laurent	Centre d'étude de la forêt Institut de recherche en biologie végétale (IRBV)

Annexe C Exemple de description de deux enjeux écologiques de la région de la Gaspésie

Une démarche d'aménagement écosystémique implique de documenter les enjeux écologiques, tant à l'échelle régionale que locale, en vue de définir des objectifs d'aménagement adaptés à chaque région. La documentation de ces enjeux permet de déterminer la présence ou l'importance des enjeux pour une région et ainsi de les prioriser. Cette démarche permet aux personnes concernées de participer plus activement à la protection et à la mise en valeur du milieu forestier dans leur région, tout en leur donnant la possibilité de concevoir des solutions et de se les approprier.

Dans cette annexe, on présente à titre d'exemple le contexte du territoire forestier de la Gaspésie (section C.1) et la description de deux enjeux écologiques propres à cette région, soit :

- la modification de la composition végétale des forêts : l'introduction de l'épinette de Norvège en Gaspésie (section C.2);
- la modification de l'organisation spatiale des forêts (section C.3).

C.1 Le territoire forestier gaspésien

C.1.1 Caractéristiques physiques

Située au nord du 48^e parallèle, la Gaspésie est une région relativement nordique du Québec méridional. Entourée d'eau, elle s'étend sur 20 244 km². Elle a aussi comme particularité d'être située à l'extrémité nord de la chaîne des Appalaches, ce qui fait d'elle la région possédant le relief le plus accidenté au Québec. Trois ensembles distincts de relief font partie de cette région : les basses terres situées le long du littoral (de 0 à 300 mètres), le vaste plateau raviné à sommets plats (de 300 à 600 mètres) et le territoire montagneux qui est formé de hauts reliefs (de 600 à plus de 1 000 mètres)¹.

Le climat gaspésien est boréal; l'hiver est généralement froid, long et neigeux, alors que l'été est chaud, de courte durée et un peu humide. Le climat connaît généralement de fortes variations de température et de précipitations².

En raison de sa topographie accidentée et de la forte perméabilité des formations sédimentaires, le territoire possède de nombreux cours d'eau et très peu de lacs¹.

C.1.2 Portrait de la forêt

La péninsule gaspésienne est recouverte de forêts à 95 %. De ces forêts, 79 % sont en territoire public, 20 % sont en territoire privé et 1 % appartient au gouvernement fédéral. La forêt publique est couverte à 90 % de peuplements résineux ou mixtes. Les 10 % restants sont composés de bétulaies, de peupleraies et d'érablières³.

De par l'influence du climat et du milieu physique (sols et relief), le couvert végétal de la Gaspésie correspond surtout à celui de la forêt boréale, à l'exception des espèces se trouvant en altitude (plus de 1 000 mètres) et en périphérie de la péninsule. D'après la classification utilisée par le MRNF, la Gaspésie est composée de deux sous-domaines bioclimatiques. La

sapinière à bouleau blanc de l'Est est présente dans le centre, où le climat est plus rigoureux, et constitue la plus grande superficie du territoire gaspésien. La sapinière à bouleau jaune de l'Est est présente sur le pourtour, principalement entre 0 et 300 mètres d'altitude¹.

C.1.3 Perturbations naturelles

En raison de son climat continental humide², la forêt gaspésienne est composée, en grande majorité, d'une sapinière boréale pluvieuse. Contrairement à la forêt boréale de l'Ouest, le feu n'y est pas la perturbation la plus importante. En effet, ce sont principalement les épidémies récurrentes de la tordeuse des bourgeons de l'épinette et les chablis qui façonnent le paysage⁴. Les feux sont néanmoins présents et peuvent parfois couvrir de vastes territoires⁵.

La tordeuse des bourgeons de l'épinette

La tordeuse des bourgeons de l'épinette (*Choristoneura fu miferana* [Clem.]) est un insecte indigène de l'est de l'Amérique du Nord qui cause une défoliation des conifères. Contrairement à ce que son nom indique, ce papillon a pour hôte principal le sapin baumier (*Abies balsamea* [L.] Mill.) et pour hôtes secondaires l'épinette blanche (*Picea glauca* [Moench] Voss), l'épinette rouge (*Picea rubens* Sarg.) et l'épinette noire (*Picea mariana* [Mill.])⁶. La destruction répétée des jeunes pousses annuelles cause la mort de l'arbre attaqué qui devient incapable de produire les ressources nécessaires à sa survie^{7, 8}.

Une épidémie de la tordeuse des bourgeons de l'épinette peut couvrir un territoire de plusieurs milliers de kilomètres carrés⁶. D'après le MRNF³, de 1986 à 1990 inclusivement, la superficie moyenne affectée annuellement par la tordeuse des bourgeons de l'épinette en Gaspésie était d'environ 500 000 ha. Cette superficie n'était pas répartie de façon égale sur le territoire, car le côté nord de la péninsule, les zones de forte élévation et le parc Forillon semblent avoir subi moins de dommages que d'autres secteurs de la région^{9, 10}. Selon Blais¹¹, cela s'explique par la proximité des eaux froides du Saint-Laurent et le climat plus froid des sommets élevés. En Gaspésie, les trouées créées dans le couvert par la tordeuse des bourgeons de l'épinette sont souvent de petite taille (0,1 ha)¹². Ainsi, lors de l'épidémie de 1980 dans la Baie-des-Chaleurs, la majorité des trouées (63 %) étaient inférieures à 2 ha et aucune ne dépassait 11 ha¹³. Des trouées de grande taille ont tout de même été observées sur le territoire.

Au Québec, les trois épidémies majeures de la tordeuse des bourgeons de l'épinette du dernier siècle ont affecté la Gaspésie de 1912 à 1919, de 1942 à 1958 et de 1973 à 1984^{11, 14, 15}. Les épidémies de cet insecte dans l'est de l'Amérique du Nord sont généralement cycliques et se produisent tous les 30 à 40 ans environ^{6, 16}. L'effet d'une épidémie sur les peuplements est très variable puisque la mortalité des arbres peut varier de 20 à 100 %^{17, 18, 19}. De plus, son effet sur le couvert forestier est graduel, étant donné que la mortalité des arbres s'étale sur plusieurs années^{7, 20}. Les sapins de gros diamètre (diamètre à hauteur de poitrine [DHP] > 10 cm) commencent à mourir quatre ou cinq ans après la défoliation et continuent à mourir graduellement pendant les 10 années suivant l'épidémie²⁰. Les arbres épargnés par l'épidémie et les arbres morts debout favorisent une structure interne complexe dans les peuplements. Ces arbres, en créant de l'ombre au sol, maintiennent des conditions défavorables aux espèces de lumière¹³. La régénération de sapins en sous-couvert est généralement épargnée et la sapinière initiale peut alors reprendre sa place²¹.

Les chablis

Les chablis sont des perturbations naturelles importantes sur le territoire gaspésien^{10, 12, 22}. Plusieurs facteurs contribuent à ce type de perturbations en Gaspésie : les sols minces, l'abondance du sapin (vulnérable aux forts vents en raison de son système racinaire superficiel), les nombreuses pentes abruptes et les vallées orientées dans la direction des vents dominants^{22, 23}. Historiquement, les chablis se produisaient couramment en Gaspésie^{24, 9, 10}. Avec les années, les épidémies de la tordeuse des bourgeons de l'épinette ont augmenté en importance et les chablis sont devenus moins prédominants¹⁰, sauf sur le côté nord de la péninsule²⁵.

Généralement, les chablis sont partiels ou de faible superficie¹⁰, mais de vastes chablis se produisent parfois, comme ce fut le cas en 1883, 1927, 1944 et 1956^{26, 27, 28}. Un grand chablis, ayant provoqué la chute de 525 000 m³ de bois, a d'ailleurs eu lieu en 1994²⁹. Les ouvertures causées dans les peuplements par les chablis favorisent une régénération dense de sapins baumiers en sous-étage^{30, 31}. Les chablis créent des mosaïques irrégulières avec des trouées plus ou moins grandes¹⁰. Il existe peu d'information sur la variabilité de leur forme et de leur répartition sur le territoire gaspésien.

Les feux

Le régime des feux est grandement influencé par le relief, l'altitude et le climat^{5, 32, 33}. En conséquence, le cycle de feu varie d'une région à l'autre^{34, 35}. En Gaspésie, où le climat est généralement humide, le cycle de feu est long; il est évalué entre 250 et 650 ans^{5, 10}. On considère le feu comme une perturbation moins importante que les épidémies de la tordeuse des bourgeons de l'épinette et les chablis^{4, 25}. Le cycle de feu varie selon les secteurs. À titre d'exemple, le cycle de feu dans la Baie-des-Chaleurs varie entre 170 et 250 ans⁵, alors qu'au parc national de Forillon, il est de 625 ans¹⁰.

En plus d'être différent selon le territoire, le cycle de feu varie dans le temps^{5, 35}. Ainsi en 1924, à cause d'un climat chaud et sec, un feu d'une envergure exceptionnelle (199 155 ha) a eu lieu dans la Baie-des-Chaleurs⁵. Par conséquent, le cycle de feu calculé pour cet endroit est de 250 ans pour la période de 1920 à 2003 et de 650 ans pour la période de 1925 à 2003⁵.

Aujourd'hui, même si les feux d'origine humaine sont assez nombreux, les feux de foudre sont responsables de près de 85 % des superficies brûlées³⁶. Les feux en Gaspésie sont généralement peu fréquents, mais peuvent couvrir de grandes superficies^{5, 10}. Moins de 19 % des feux sont responsables d'au moins 50 % des superficies brûlées⁵. L'analyse des cartes des feux de 1920 à 2003 démontre que ce sont ceux de 1924, 1930 et 1995 qui sont responsables de la majorité des superficies brûlées⁵. D'après les travaux de Lauzon⁵, dans la Baie-des-Chaleurs, le feu aurait brûlé une moyenne de 2 914 ha ± 27 623 ha de superficies forestières par année (entre 1920 et 2003), ce qui correspond à 0,4 % du territoire à l'étude.

Le passage du feu en Gaspésie crée une organisation spatiale hétérogène du territoire forestier. Puisque la dynamique du feu varie dans le temps et l'espace, il en résulte un paysage comportant des forêts d'âges variés³⁷. En effet, certaines parties du territoire peuvent être épargnées par le feu, tandis que d'autres peuvent brûler plus d'une fois à l'intérieur d'un même cycle de feu^{35, 37}. Autrement dit, les superficies épargnées ont un âge supérieur au cycle de feu et les superficies rebrûlées, un âge inférieur^{34, 35, 37, 38}.

La présence de certaines essences dépend du passage du feu. En effet, celui-ci affecte la mosaïque du paysage en augmentant la présence de peuplements d'espèces associées au feu. Par exemple, l'épinette noire se régénère bien à la suite d'un feu³⁹ alors que, en absence de feu, elle est généralement remplacée par le sapin^{40, 41}. Certains peuplements purs d'épinettes noires subsistent toujours dans le centre de la Gaspésie, ce qui laisse croire que les feux y jouent encore un rôle important dans la dynamique forestière⁵.

C.1.4 Autres perturbations

Des perturbations mineures ont aussi affecté le paysage de la Gaspésie à une échelle plus locale ou sur une période de temps plus courte que celle des perturbations mentionnées ci-dessus.

Le dendroctone de l'épinette (*Dendroctonus rufipennis* [Kirby]) et le diprion européen de l'épinette (*Gilpinia hercyniae* [Hartig]) sont des insectes qui s'attaquent aux épinettes de tous les âges. Le dendroctone de l'épinette, espèce indigène de l'Amérique du Nord, n'était pas présent au Canada avant 1923⁴², tandis que le diprion européen de l'épinette est une espèce exotique qui, comme l'indique son nom, est originaire d'Europe⁴³. En Gaspésie, ces deux insectes ont connu un niveau épidémique élevé entre 1930 et 1940^{44, 45}, ils ont affecté le paysage en diminuant considérablement l'abondance de l'épinette^{44, 45, 46}. En 1937, à la suite des dégâts combinés de ces deux insectes, près de 65 % du volume d'épinettes du territoire gaspésien se composait d'individus morts ou en voie de l'être⁴⁶. Ces épidémies auraient grandement favorisé l'établissement du sapin⁴⁷.

La Gaspésie a aussi connu périodiquement des épidémies de l'arpenteuse de la pruche (*Lambdina fiscellaria fiscellaria* [Guen.]), un insecte indigène de l'Amérique du Nord^{48, 49}. Celui-ci s'attaque principalement au sapin et à la pruche du Canada, mais peut aussi s'attaquer à l'épinette blanche, au mélèze laricin et à quelques feuillus, comme les bouleaux, les érables et les cerisiers lors d'épidémies de forte intensité⁴⁸. Les épidémies de l'arpenteuse de la pruche sont souvent de courte durée, car elles sont facilement réprimées par des facteurs naturels (ex. : climat, prédateurs, parasites ou champignons)⁴⁸.

Peu de données existent sur les maladies s'attaquant aux arbres en territoire gaspésien. Toutefois, la rouille vésiculeuse du pin blanc, qui limite le rétablissement du pin blanc, est assez bien documentée pour la région. Les caries et les chancres semblent aussi contribuer à la dynamique forestière en causant le dépérissement et la sénescence de certaines essences (sapin et peuplier)²⁴.

Au milieu du 20^e siècle, le bouleau blanc a connu un dépérissement important²⁴. En 1945, un inventaire forestier effectué dans les bassins des rivières York et Darmouth révélait que plus de 90 % des bouleaux avaient souffert de dépérissement⁹. La cause de cette mortalité n'est pas connue. La mort des bouleaux aurait contribué à l'augmentation de la proportion de sapins dans le paysage gaspésien²⁴.

C.1.5 Exploitation forestière

L'exploitation de la forêt, depuis l'arrivée des premiers colons, constitue un des principaux moteurs économiques de la région. En 1756, une première scierie s'est installée à l'embouchure de la rivière York, près de Gaspé. Ensuite, durant la première moitié du 19^e siècle, le nombre de scieries a progressé rapidement²⁴.

Les essences les plus récoltées étaient le pin, l'épinette, le sapin, le bouleau et le thuya. À cette époque, seulement les plus belles et les plus grosses tiges étaient prélevées. En 1854, le bois commençait déjà à se faire plus rare près de la côte. Les bassins des rivières Saint-Jean, York, Grande Rivière, Pabos, Bonaventure, Cascapédia, Restigouche et Matapédia étaient alors utilisés pour atteindre le bois plus loin dans les terres. La fin du 19^e siècle correspond au début du véritable essor de l'industrie forestière en Gaspésie qui coïncide avec l'alphabétisation croissante de la population et la production de grandes quantités de journaux²⁴.

Aujourd'hui, la forêt de la péninsule gaspésienne a presque toute été coupée au moins une fois et il reste peu de zones de forêts vierges²⁵. Les nombreuses routes forestières à l'intérieur du territoire ont largement contribué à la fragmentation des peuplements dans le paysage (> 6 % de la superficie forestière en 2001-2002, soit la valeur la plus élevée des régions du Québec)⁵⁰. L'organisation spatiale de la forêt gaspésienne (taille, forme, répartition des peuplements et des ouvertures dans le couvert) est donc fortement influencée par l'exploitation forestière.

En 2008, à la suite de la baisse de la possibilité annuelle de coupe décrétée par le Forestier en chef du Québec, la possibilité forestière totale de la région de la Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine a été fixée à 1 570 200 m³ par année dans les territoires publics sous contrat d'approvisionnement et d'aménagement forestier (CAAF). Cette possibilité est constituée à 78 % d'essences résineuses⁵¹. Le volume de matière ligneuse récoltée en 2002-2003 était de 1 506 200 m³ et représentait 4,8 % de la récolte du Québec¹.

La coupe avec protection de la régénération et des sols constitue 90 % des modes de coupe appliqués en Gaspésie. Cette coupe consiste à récolter toutes les tiges marchandes (DHP > 9 cm) en protégeant la régénération déjà en place et en évitant de compacter le sol avec la machinerie⁵². Elle n'expose généralement pas le sol minéral et laisse peu de bois mort de qualité debout ou au sol³⁴. Une dizaine d'années après une coupe avec protection de la régénération et des sols, une éclaircie précommerciale est réalisée dans le but de réduire la compétition des tiges en croissance²⁴ et de limiter l'envahissement par les feuillus¹³. L'exploitation forestière actuelle en Gaspésie a donc comme objectif de favoriser les conifères³.

La taille des coupes sur le territoire diffère légèrement en fonction des industriels forestiers. Ainsi, elles peuvent varier de 1-2 ha à 100 ha, avec une moyenne de 10 à 15 ha pour certaines, et de 25 à 50 ha avec une moyenne de 30 ha pour d'autres^{53, 54}. La rotation des coupes (entre 60 et 80 ans) détermine leur répartition annuelle sur le territoire.

Le réseau d'aires protégées de la Gaspésie couvre 9 % du territoire public. On y trouve, entre autres, des parcs nationaux (fédéral et provincial) et des réserves écologiques. De plus, 2 % du territoire forestier productif des unités d'aménagement forestier (UAF) est conservé en refuges biologiques qui sont soustraits à la coupe forestière²⁴. En ajoutant le territoire forestier improductif ou inaccessible (13 %), c'est 24 % du territoire gaspésien qui est soustrait à la récolte forestière⁵¹.

C.1.6 Notes de référence

1. MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE. *Portrait territorial de la Gaspésie–Les-Îles-de-la-Madeleine*, Direction régionale de la gestion du territoire public de la Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine, 2006, 120 p.
2. LANDRY, G., et autres. *Plan de développement régional associé aux ressources fauniques de la Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine*, New Richmond, Direction de l'aménagement de la faune de la Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine, 2002, 164 p.
3. MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES, DE LA FAUNE ET DES PARCS. Portrait forestier de la région de la Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine - Document d'information sur la gestion de la forêt publique, gouvernement du Québec, 2004, 68 p.
4. BÉLANGER, L. « La forêt mosaïque comme stratégie de conservation de la biodiversité de la sapinière boréale de l'Est, l'expérience de la forêt Montmorency », *Le Naturaliste Canadien*, vol. 125, 2001, p. 18-25.
5. LAUZON, È., D. KNEESHAW et Y. BERGERON. "Reconstitution of Fire History (1680-2003) in Gaspesian Mixedwood Boreal Forests of Eastern Canada", *Forest Ecology and Management*, vol. 244, 2007, p. 41-49.
6. JARDON, Y., H. MORIN et P. DUTILLEUL. « Périodicité et synchronisme des épidémies de la tordeuse des bourgeons de l'épinette au Québec », *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 33, 2003, p. 1947–1961.
7. BLAIS, J. R. "Mortality of Balsam Fir and White Spruce Following Spruce Budworm Outbreak in the Ottawa River Watershed in Quebec", *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 11, 1981, p. 620-629.
8. MACLEAN, D. A., et D. P. OSTAFF. "Patterns of Balsam Fir Mortality Caused by an Uncontrolled Spruce Budworm Outbreak", *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 19, 1989, p. 1087-1095.
9. BRUNET, G. *Reconstitution historique de la sapinière à bouleau blanc vierge de la Côte-de-Gaspé*, Mémoire de maîtrise, Université Laval, Faculté des études supérieures, 2002, 116 p.
10. LÉVESQUE, F. Conséquence de la dynamique de la mosaïque forestière sur l'intégrité écologique de parc national de Forillon, Mémoire de maîtrise, Université Laval, 1997, 51 p.
11. BLAIS, J. R. "Spruce Budworm Outbreaks in the Lower St-Lawrence and Gaspé Regions", *The Forestry Chronicle*, vol. 37, 1961, p. 192-202.
12. DE RÖMER, A. H. Évaluation du régime de perturbations naturelles par petites trouées dans les forêts de sapinières à bouleau blanc et à bouleau jaune en Gaspésie, Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Montréal, 2005, 92 p.
13. BELLE-ISLE, J. Comparaison des effets d'une épidémie de la tordeuse des bourgeons de l'épinette (*Choristoneura fumiferana* [Clem.]) à ceux de la coupe avec protection de la régénération et des sols, Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Montréal, Département des sciences biologiques, 2006, 48 p.
14. BLAIS, J. R. "Trends in the Frequency, Extent and Severity of Spruce Budworm Outbreaks in Eastern Canada", *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 13, 1983, p. 539-547.

15. LACHANCE, D., C. MONNIER et J.-P. BÉRUBÉ. *Insectes et maladies des forêts dans la région du Bas-Saint-Laurent–Gaspésie de 1936 à 1987*, Sainte-Foy, Service canadien des forêts, Centre forestier des Laurentides, 1990, 224 p.
16. BOULANGER, Y., et D. ARSENEAULT. “Spruce Budworm Outbreaks in Eastern Quebec Over the Last 450 Years”, *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 34, 2004, p. 1035-1043.
17. MESSIER, J., et autres. “A Comparison of Gap Characteristics in Mixedwood Old-Growth Forests in Eastern and Western Quebec”, *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 35, 2005, p. 2510-2514.
18. D’Aoust, V., D. KNEESHAW et Y. BERGERON. “Characterization of Canopy Openness Before and After a Spruce Budworm Outbreak in the Southern Boreal Forest”, *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 34, 2004, p. 339-352.
19. BOUCHARD, M., D. KNEESHAW et Y. BERGERON. “Mortality and Stand Renewal Patterns Following the Last Spruce Budworm Outbreak in Mixed Forests of Western Quebec”, *Forest Ecology and Management*, vol. 204, 2005, p. 297-313.
20. MACLEAN, D. A. “Vulnerability of Fir-Spruce Stands During Uncontrolled Spruce Budworm Outbreaks: A Review and Discussion”, *The Forestry Chronicle*, vol. 56, 1980, p. 213-221,
21. BASKERVILLE, G. “Spruce Budworm: Super Silviculturist”, *The forestry Chronicle*, vol. 51, 1975, p. 138-140.
22. RUEL, J.-C. “Factors Influencing Windthrow in Balsam Fir Forests: From Landscape Studies to Individual Tree Studies”, *Forest Ecology and Management*, vol. 135, 2000, p. 169-178.
23. RUEL, J.-C. “Understanding Windthrow: Silvicultural Implications”, *The Forestry Chronicle*, vol. 71, 1995, p. 434-445.
24. CÔTÉ, M., et autres. Bilan forestier régional, basé sur les connaissances – Gaspésie-Les Îles – Première mise à jour, Consortium en foresterie Gaspésie–Les-Îles, 2007, 227 p.
25. DESPONTS, M., et autres. “The Eastern Boreal Old-Growth Balsam Fir Forest: A Distinct Ecosystem”, *Canadian Journal of Botany*, vol. 82, 2004, p. 830–849.
26. HOLT, L., A. LINTEAU, P. H. TREMBLAY et W. L. JOHNSON. “Some Aspects of Balsam Fir Management (A Symposium)”, *Woodlands Review - Pulp and Paper Magazine of Canada*, July 1965, p. 322-338.
27. WEBB, L. S. “The Growth and Development of Balsam Fir in Gaspé”, *Woodlands Review - Pulp and Paper Magazine of Canada*, September 1957, p. 206-213.
28. WEBB, L. S. “Clear Cutting of Pulpwood in the Balsam Fir Spruce Forests of Gaspé”, *Woodlands Review - Pulp and Paper Magazine of Canada*, September 1957, p. 236-248.
29. RUEL, J.-C., et R. BENOIT. « Analyse du chablis du 7 novembre 1994 dans les régions de Charlevoix et de la Gaspésie Québec, Canada », *The Forestry Chronicle*, vol. 75, 1999, p. 293-301.
30. MORIN, H. « Analyse dendroécologique d'une sapinière issue d'un chablis dans la zone boréale, Québec », *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 20, 1990, p. 1753-1758.

31. GAUTHIER, POULIN, THÉRIAU ET ASSOCIÉS. *Parc national Forillon : description générale du couvert forestier*, gouvernement du Canada, ministère des Affaires indiennes et du Nord canadien, 1972.
32. BERGERON, Y. "The Influence of Island and Mainland Lakeshore Landscape on Boreal Forest Fire Regimes", *Ecology*, vol. 72, 1991, p. 1980-1992.
33. DANSEREAU, P.-R., et Y. BERGERON. "Fire History in the Southern Boreal Forest of Northwestern Quebec", *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 23, 1993, p. 25-32.
34. BERGERON, Y., et autres. « Stratégies d'aménagement forestier qui s'inspirent de la dynamique des perturbations naturelles : considérations à l'échelle du peuplement et de la forêt », *The Forestry Chronicle*, vol. 75, 1999, p. 55-61.
35. GAUTHIER, S., et autres. « Les perturbations naturelles et la diversité écosystémique », *Le Naturaliste Canadien*, vol. 125, 2001, p. 10-17.
36. WEBER, M. G., et B. J. STOCKS. "Forest Fires and Sustainability in the Boreal Forest of Canada", *Ambio*, vol. 27, 1998, p. 545-550.
37. BERGERON, Y., et autres. *Developing Forest Management Strategies Based on Fire Regimes in Northwestern Quebec – Canada*, Sustainable Forest Management Network, 2003, 27 p. (Project reports; 2003/2004).
38. HARVEY, B. D., et autres. "Stand-Landscape Integration in Natural Disturbance-Based Management of the Southern Boreal Forest", *Forest Ecology and Management*, vol. 155, 2002, p. 369-385.
39. FARRAR, J. L. *Les arbres du Canada*, La Corporation des Éditions Fides et le Service canadien des forêts, Ressources naturelles Canada, 1996, 502 p.
40. De GRANDPRÉ, L., J. MORISSETTE et S. GAUTHIER. "Long-Term Post Fire Changes in the Northeastern Boreal Forest of Quebec", *Journal of Vegetation Science*, vol. 11, 2000, p. 791-800.
41. GAUTHIER, S., L. DE GRANDPRÉ et Y. BERGERON. "Differences in Forest Composition in Two Boreal Forest Ecoregions of Quebec", *Journal of Vegetation Science*, vol. 11, 2000, p. 781-790.
42. RESSOURCES NATURELLES CANADA. *Insectes et maladies des forêts du Canada*, [En ligne], 2007. [www.nrcan-rncan.gc.ca] (Consulté le 30 mars 2008).
43. GOUVERNEMENT DU CANADA. *Espèces exotiques envahissantes forestières*, [En ligne], 2007. [www.ravageursexotiques.gc.ca] (Consulté le 30 mars 2008).
44. BALCH, R. E. "Estimation of Forest Insect Damage with Particular Reference to *Dendroctonus piceaper da* Hopk", *Pulp and Paper magazine of Canada*, November 1942, p. 900-908.
45. BALCH, R. E. "The Spruce Sawfly Outbreak in 1941", *Pulp and Paper magazine of Canada*, April 1942, p. 384-389.
46. GOBEIL, A.-R. *Domages causés aux forêts de la Gaspésie par les insectes*, ministère des Terres et Forêts, Service d'entomologie, 1938, 19 p. (Bulletin n° 2).
47. REEKS, W. A., et G. W. BARTER. "Growth Reduction and Mortality of Spruce Caused by the European Spruce Sawfly, *Gilpinia hercynia* e (Htg.) (Hymenoptera: Diprionidae)", *Forestry Chronicle*, vol. 27, 1951, p.140-156.

48. MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE. *L'arpenteuse de la pruche*, [En ligne], 2003. [www.mrnf.gouv.qc.ca/forets/fimaq/insectes/fimaq-insectes-insectes-arpenteuse-pruche.jsp] (Consulté le 30 mars 2008).
49. MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE. *Fréquence des épiphyties de l'arpenteuse de la pruche de 1938 à 2003, région 11*, [En ligne], 2003. [www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/forets/fimaq/ARP_R11A.PDF] (Consulté le 30 mars 2008).
50. MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES, DE LA FAUNE ET DES PARCS. Objectifs de protection et de mise en valeur des ressources du milieu forestier proposés pour les plans généraux d'aménagement forestiers de 2005-2010 - Document de consultation, gouvernement du Québec, 2003, 46 p.
51. BUREAU DU FORESTIER EN CHEF. Possibilités annuelles de coupe des unités d'aménagement forestier (UAF) pour la période 2008-2013, [En ligne], 2008. [www.forestierenchef.gouv.qc.ca/FR/UAF/index.html] (Consulté le 3 septembre 2008).
52. RUEL, J.-C., et autres. "Development of a Silviculture Adapted to the Irregular Boreal Forest", *The Forestry Chronicle*, vol. 83, 2007, p. 367-374.
53. TEMREX INC. Communication personnelle, mars 2008.
54. GROUPE DE SCIÉRIES G. D. S. INC. Communication personnelle, mars 2008.

C.2 Enjeu – La modification de la composition végétale des forêts : introduction de l'épinette de Norvège en Gaspésie

C.2.1 Contexte

L'introduction d'une nouvelle espèce dans le paysage forestier constitue un enjeu écologique de composition. En effet, puisque cet élément de composition n'était pas présent auparavant dans la forêt naturelle ou préindustrielle, sa présence dans la forêt actuelle crée obligatoirement un écart entre les deux forêts. Étant donné que la biodiversité et les processus écologiques peuvent être grandement affectés par l'introduction d'espèces exotiques¹, il est important de considérer cet enjeu dans la démarche d'intégration de l'aménagement écosystémique aux PRDIRT. C'est dans ce contexte que s'inscrit la description de l'enjeu relatif à l'introduction de l'épinette de Norvège en Gaspésie et de ses impacts écologiques potentiels sur le paysage.

C.2.2 Méthode de documentation

Pour décrire cet enjeu, nous nous sommes basés principalement sur le travail de Langis et Côté². Cette étude dresse un portrait de la situation de l'épinette de Norvège en Gaspésie depuis son introduction jusqu'à 2002². Les auteurs présentent d'abord une revue de littérature sur la biologie, l'écologie et les caractéristiques de cette essence. Ensuite, ils font l'historique de son utilisation de 1968 à 2002 dans les programmes de reboisement de la région en forêt publique (ex. : superficies, années et lieux des plantations). Pour ce faire, les auteurs se sont servis de l'ensemble des données et des cartes de répartition des plantations de la région qui leur a été fourni par le MRNF (Direction régionale de la Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine). Pour les années de 2003 à 2006, la validation de la comptabilité forestière n'avait pas encore été complétée par le MRNF. Pour cette raison, seules les données concernant le nombre de plants distribués pour le reboisement dans la région sont disponibles pour ces années. Il ne nous a pas semblé nécessaire d'ajouter des données supplémentaires pour les années 2003 à 2008,

car celles dont nous disposions semblaient suffisantes pour documenter l'introduction de l'épinette de Norvège en Gaspésie.

Puisque le rapport de Langis et Côté² est notre source d'information principale pour la description de cet enjeu, nous avons inséré des notes de référence dans le texte de la section *Historique et statut de l'épinette de Norvège en Gaspésie* (voir C.2.3 Résultats et discussion) seulement lorsque de l'information provenant d'une autre source était ajoutée. De plus, pour documenter les conséquences de l'introduction d'une nouvelle essence dans le paysage gaspésien, nous avons complété l'information provenant du document de Langis et Côté² par une recherche bibliographique sur l'impact des espèces introduites ou envahissantes.

C.2.3 Résultats et discussion

Historique de l'introduction de l'épinette de Norvège au Québec

L'épinette de Norvège est originaire de l'Europe centrale et septentrionale³. Elle a probablement été introduite au Canada au cours du 18^e siècle pour s'en servir en aménagement paysager⁴. Cette espèce exotique est utilisée dans les plantations de plusieurs provinces de l'est du Canada⁵. Elle a une croissance rapide et est très productive. Elle a un potentiel élevé de production de bois de haute qualité dans des conditions très variées⁶. Elle possède aussi une facilité d'adaptation aux sols québécois⁷, ce qui en fait une espèce privilégiée dans certaines régions du Québec.

Au Québec, la première plantation d'épinette de Norvège remonte aux années 20⁸. Entre 1964 et 1998, près de 200 millions de plants de cette essence ont été mis en terre, ce qui représente environ 9 % des plants reboisés au Québec durant la même période⁹. Présentement, environ trois millions de plants d'épinette de Norvège servent au reboisement chaque année, et ce, principalement dans l'est du Québec¹⁰. Cette essence a déjà représenté environ le quart de toutes celles plantées au Québec. Toutefois, sa popularité a diminué à la suite de graves dommages dans les plantations causés par le charançon du pin blanc¹¹. En 1991, 20 % des plantations d'épinette de Norvège étaient affectées par cet insecte¹¹. Les plantations étaient toutefois moins affectées en Gaspésie qu'ailleurs en province. En 2004, les plantations dans cette région n'étaient affectées que par de faibles dommages et la présence du charançon du pin blanc¹² était non quantifiable. En conséquence, l'épinette de Norvège est demeurée une essence importante dans les programmes de reboisement. Comparativement aux autres régions, la Gaspésie renferme un plus grand nombre de plantations de cette essence qui s'étendent sur une plus vaste superficie¹³.

Historique et statut de l'épinette de Norvège en Gaspésie

C'est en 1968 qu'on aperçoit les premières plantations d'épinette de Norvège en territoire gaspésien. Cette année-là, 17 plantations ont été effectuées dans la municipalité régionale de comté (MRC) du Rocher-Percé.

De 1968 à 2002, en moyenne 420 000 plants d'épinette de Norvège par année ont servi au reboisement de la forêt publique de la Gaspésie. Ce nombre représentait environ 9 % de la totalité des plants de toutes les essences utilisées en reboisement durant cette période (tableau 1). En superficie, cela représente une moyenne annuelle de 253 hectares (tableau 2). En 2002, la région comptait 1 232 plantations d'épinette de Norvège pour un total de 8 911 hectares, y compris des plantations où l'épinette de Norvège représentait plus de 75 %, entre 50 et 75 % et entre 25 et 50 % des tiges. Cette superficie correspondait alors à 15 % de la

superficie reboisée en Gaspésie et à 0,47 % (tableau 3) de la superficie forestière productive de cette région (1 913 600 hectares)¹⁴. À la superficie totale des plantations d'épinette de Norvège, il faut ajouter les superficies reboisées où cette essence compte pour moins de 25 % (ex. : l'épinette de Norvège plantée en regarni dans les sentiers de débardage), car elles ne sont pas mentionnées dans la banque de données du MRNF; elles sont plutôt comptabilisées et numérisées avec des plantations d'autres essences.

Tableau 1 Importance du reboisement en épinette de Norvège par rapport au reboisement total effectué dans les forêts publiques de la Gaspésie de 1968 à 2002

Année	Nombre de plants d'épinette de Norvège	Nombre total de plants	Importance du reboisement en épinette de Norvège (%)
1968	251 800	1 512 525	17,0
1969	287 500	1 958 750	15,0
1970	345 500	2 427 400	14,0
1971	--	2 160 200	0,0
1972	261 500	972 875	27,0
1973	8 000	1 592 225	0,5
1974	247 000	2 936 475	8,0
1975	1 102 300	5 834 250	19,0
1976	973 100	6 671 450	15,0
1977	579 150	8 583 730	7,0
1978	875 525	4 551 715	19,0
1979	203 300	3 480 185	6,0
1980	2 000	1 260 075	0,2
1981	--	2 177 100	0,0
1982	6 000	1 777 750	0,3
1983	--	2 580 010	0,0
1984	--	2 330 894	0,0
1985	--	3 171 001	0,0
1986	--	8 315 817	0,0
1987	--	6 085 530	0,0
1988	365 880	8 159 235	4,0
1989	332 950	6 306 976	5,0
1990	1 132 573	6 361 662	18,0
1991	495 256	5 337 110	9,0
1992	1 533 729	6 295 290	24,0
1993	901 000	5 571 234	16,0
1994	366 910	3 027 476	12,0
1995	335 732	3 710 352	9,0
1996	394 063	4 031 113	10,0
1997	432 915	5 871 325	7,0
1998	844 300	10 879 810	8,0
1999	519 800	10 196 386	5,0
2000	679 200	8 653 218	8,0
2001	636 200	8 232 000	8,0
2002	586 900	6 808 000	9,0
Moyenne	420 002	4 852 033	9,0

Tableau 2 Superficie totale des plantations d'épinette de Norvège et superficie par catégories (pure, de 50 à 75 % et de 25 à 50 %) dans les forêts publiques de la Gaspésie de 1968 à 2002ⁱ

Année	Épinette de Norvège pure	Entre 50 et 75 % d'épinette de Norvège	Entre 25 et 50 % d'épinette de Norvège	Superficie totale (ha)
1968	--	141,1	60,9	202,0
1969	100,2	83,8	--	184,0
1970	30,5	--	181,4	211,9
1971	--	--	0,3	0,3
1972	19,2	229,8	--	249,0
1973	11,0	--	--	11,0
1974	126,6	180,6	33,0	340,2
1975	56,2	49,8	68,9	174,9
1976	385,7	149,6	0,0	535,3
1977	12,3	21,1	49,1	82,5
1978	75,5	72,5	27,1	175,1
1979	--	75,9	63,0	138,9
1980	--	--	--	--
1981	48,7	22,6	30,7	102,0
1982	--	--	10,5	10,5
1983	38,9	--	--	38,9
1984	63,5	--	--	63,5
1985	--	30,0	0,6	30,6
1986	156,7	35,5	86,3	278,5
1987	50,0	57,3	--	107,3
1988	202,1	20,6	--	222,7
1989	122,4	20,9	355,5	498,8
1990	520,2	261,5	189,0	970,7
1991	172,0	274,5	122,8	569,3
1992	357,9	105,6	154,5	618,0
1993	210,7	57,3	142,4	410,4
1994	54,3	--	27,3	81,6
1995	--	2,5	38,6	41,1
1996	131,0	41,7	133,3	306,0
1997	16,8	69,8	312,5	399,1
1998	59,5	470,6	366,5	896,6
1999	16,7	2,4	227,9	247,0
2000	121,1	19,6	395,8	536,5
2001	22,9	--	77,0	99,9
2002	--	--	24,0	24,0
Moyenne	90,9	71,3	90,8	253,1

i. Les données, utilisées par Langis et Côté², relatives au reboisement en Gaspésie incluent les lots intramunicipaux en forêt publique à partir de 1997. La mise en place de l'Agence de mise en valeur de la forêt privée de la Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine, en 1996, explique que les lots intramunicipaux ont été incorporés à cette date dans la forêt publique plutôt que dans la forêt privée comme c'était le cas avant 1996. Cela explique aussi pourquoi on peut observer des différences entre les données de reboisement et les superficies reboisées dans cette région. Par exemple, aucun plant d'épinette de Norvège n'a été distribué par le MRNF de 1983 à 1987 (tableau 1), mais des superficies ont tout de même été reboisées dans la région (sur lots intramunicipaux).

Tableau 3 Importance en superficie forestière productive des plantations dans les forêts publiques de la Gaspésie de 1968 à 2002

Plantations en Gaspésie	Nombre de plantations	Superficie totale (ha)	Importance en superficie productive (%)
Toutes les plantations	8 459	57 615,5	3,01
Pures (100 %) d'EPO*	550	3 216,4	0,17
De 50 à 75 % d'EPO	298	2 513,7	0,13
De 25 à 50 % d'EPO	384	3 180,6	0,17
Plus de 25 % d'EPO	1 232	8 910,7	0,47

* EPO : épinette de Norvège

Entre 2003 et 2006, de plus grandes quantités de plants d'épinette de Norvège, c'est-à-dire en moyenne 1 300 000 plants par année, ont été utilisées en plantation sur les terres publiques de la Gaspésie, y compris les lots intramunicipaux. Cette moyenne correspond à environ 16 % du reboisement de la région durant cette période (tableau 4). Les données indiquent que l'année 2006 a été la plus importante pour le reboisement en épinette de Norvège, puisque cette essence représentait 28 % de tous les plants destinés au reboisement dans la région durant l'année. Les plantations de cette essence devraient continuer de s'étendre car, pour 2008, le Québec a un objectif annuel de production pour le reboisement d'un peu plus de quatre millions de plants d'épinette de Norvège génétiquement améliorés⁹.

Tableau 4 Importance du reboisement en épinette de Norvège par rapport au reboisement total dans les forêts publiques de la Gaspésie de 2003 à 2006 (y compris les lots intramunicipaux)

Année	Nombre de plants d'épinette de Norvège	Nombre total de plants	Importance du reboisement en épinette de Norvège (%)
2003	786 527	9 547 015	8
2004	1 506 864	8 037 198	19
2005	1 111 944	8 391 002	13
2006	1 783 468	6 308 200	28
Moyenne	1 297 201	8 070 854	16

Les plantations d'épinette de Norvège sont présentes sur tout le territoire gaspésien. Chacune des MRC possède des plantations de cette essence, mais sur des superficies (figure 1) et dans des proportions différentes (figure 2). La plus grande se trouve dans la MRC de Bonaventure. Elle résulte d'un reboisement intense effectué après un feu important qui a ravagé le secteur de la rivière Bonaventure en 1995. En l'espace de trois ans (de 1998 à 2000), 1 279 hectares y ont été reboisés en épinette de Norvège (y compris des plantations où l'épinette de Norvège formait plus de 75 %, de 50 à 75 % et de 25 à 50 % des tiges).

La région gaspésienne compte trois sources de semences d'épinette de Norvège sur son territoire. Il s'agit de vergers à graines du MRNF. Deux de ces vergers à graines se trouvent dans la MRC de Bonaventure, tandis que le troisième est dans la MRC de la Haute-Gaspésie. Ces sources de semences permettent de récolter des graines d'épinette de Norvège qui sont par la suite utilisées dans les pépinières pour produire de nouveaux plants.

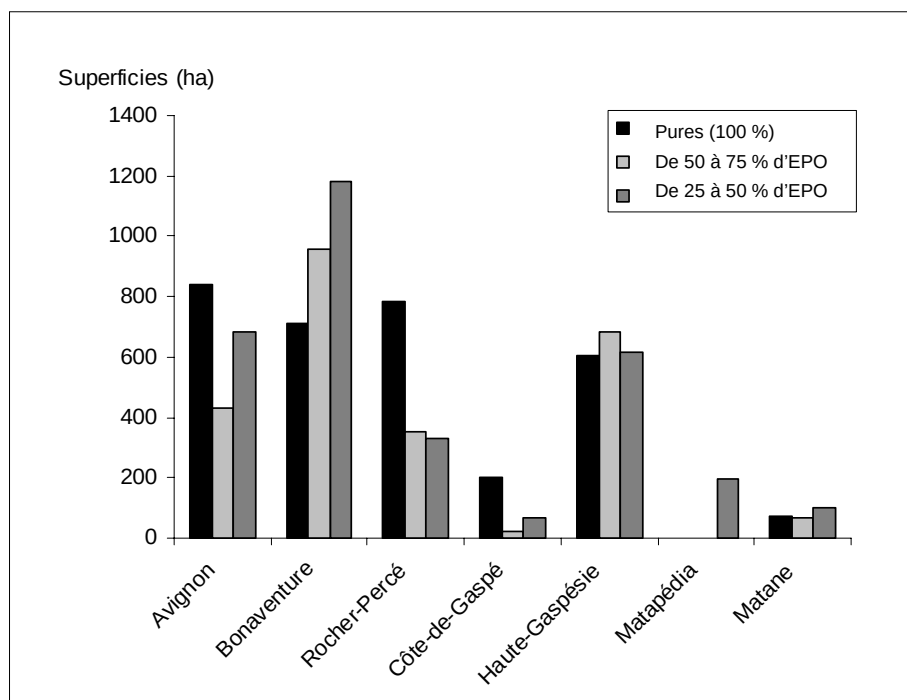


Figure 1 Superficies des plantations d'épinette de Norvège en forêt publique pour chacune des MRC de la Gaspésie de 1968 à 2002ⁱ

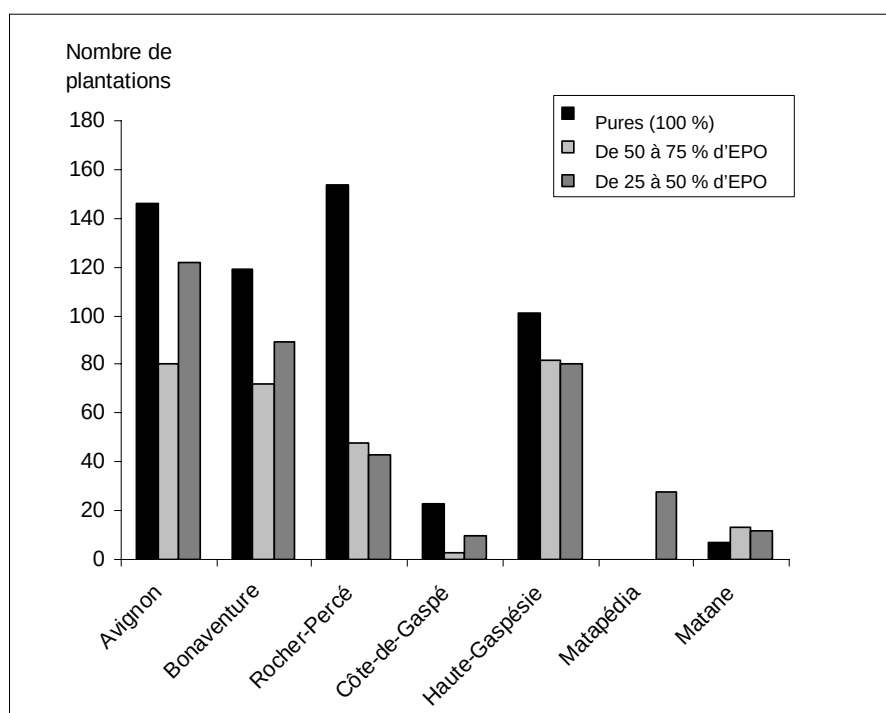


Figure 2 Nombre de plantations d'épinette de Norvège en forêt publique pour chacune des MRC de la Gaspésie de 1968 à 2002ⁱ

i. Les données concernant les MRC de Matane et de la Matapédia n'incluent que la partie du territoire qui est comprise dans la région de la Gaspésie et non celle comprise dans la région du Bas-Saint-Laurent.

Les plantations d'épinette de Norvège : appréhensions liées au maintien du fonctionnement des écosystèmes forestiers

La production ligneuse provenant des plantations d'épinette de Norvège peut procurer des avantages socioéconomiques intéressants. En effet, cette essence est très productive dans des conditions écologiques variables, et ce, même si elle est susceptible de subir les attaques du charançon du pin blanc^{3, 15}. Couramment utilisée dans les programmes québécois de reboisement (tant en forêt privée qu'en forêt publique), l'épinette de Norvège a été considérablement plantée dans la région de la Gaspésie². Toutefois, il reste à savoir quels sont les effets de cet ajout sur la composition forestière, la biodiversité et les processus écologiques. Comme cette question est au cœur de l'aménagement écosystémique, nous avons documenté les risques potentiels que les plantations d'épinette de Norvège peuvent présenter pour les forêts de la Gaspésie.

L'introduction d'une espèce exotique

De façon générale, l'introduction d'une nouvelle espèce en milieu forestier comporte des risques¹. En effet, il y a de nombreux exemples de plantes introduites qui se sont naturalisées (plantes qui sont devenues une partie intégrante de la flore d'une région¹⁶) et qui, par la suite, sont devenues envahissantes (plantes qui se régénèrent par elles-mêmes dans un habitat naturel ou semi-naturel en causant des changements importants dans la composition, la structure et les processus écologiques de ce milieu^{17, 18}). Après la perte d'habitats, les espèces envahissantes sont la seconde menace en importance pour la biodiversité mondiale¹⁹. Aux États-Unis, sur 1 880 espèces menacées de disparition, 49 % le sont directement à cause d'espèces envahissantes¹⁹. En effet, l'introduction d'une nouvelle espèce dans un milieu peut potentiellement chasser des espèces déjà présentes, puisqu'elle possède souvent une forte capacité de compétition et peut produire des changements importants dans l'environnement²⁰.

Les arbres ont été reconnus comme l'un des groupes de végétaux envahissants qui réussissent le mieux à occuper le territoire¹⁸. Une étude évaluant le potentiel de naturalisation et d'envahissement d'espèces exotiques utilisées en foresterie a démontré que, à l'échelle mondiale, 65 % de ces espèces se sont naturalisées et sont devenues envahissantes dans leur aire d'introduction¹⁸. La grande majorité de ces espèces avait été introduite intentionnellement¹⁸. Plusieurs auteurs, dont Hunter^{20, 21}, ont documenté les effets négatifs de la culture d'arbres exotiques sur la biodiversité indigène.

L'épinette de Norvège : une espèce introduite

L'épinette de Norvège, introduite en dehors de son aire de répartition naturelle, a le potentiel de devenir envahissante⁶. En effet, les mêmes caractéristiques qui font d'elle une essence de choix pour la production de bois (croissance rapide, adaptation à plusieurs conditions écologiques variables, résistance aux insectes et aux maladies, etc.) sont aussi celles qui lui donnent un avantage compétitif et un potentiel pour devenir envahissante¹⁸. Au Québec, les plants d'épinette de Norvège destinés au reboisement sont particulièrement performants, car les programmes d'améliorations génétiques sélectionnent spécifiquement ces caractéristiques²².

Heureusement, d'après la revue de littérature de Haysom et Murphy¹⁸, l'épinette de Norvège est actuellement reconnue comme naturalisée et envahissante dans seulement une de ses aires d'introduction, soit l'État de l'Idaho aux États-Unis. Toutefois, comme les arbres prennent au moins 50 ans pour atteindre un stade de maturité qui permette l'envahissement²³, il se peut que

le temps écoulé depuis l'introduction de l'épinette de Norvège soit trop court pour déterminer qu'elle est une espèce envahissante¹⁸.

Les risques de l'introduction de l'épinette de Norvège en Gaspésie

Dans le cas de l'introduction de l'épinette de Norvège en Gaspésie, nous savons que la première plantation date de 1968, soit d'environ 40 ans. Conséquemment, il est encore trop tôt pour observer l'envahissement par cette essence. Cependant, une étude récente portant sur l'épinette de Norvège dans les plantations gaspésiennes a démontré qu'elle était capable de se régénérer en milieu naturel, ce qui laisse présumer qu'elle est en voie de naturalisation. Les résultats ont démontré que cette essence forme une portion non négligeable de la régénération arborescente. En effet, sa régénération varie de 114 à 795 individus par hectare — en moyenne 217 individus par hectare ($\pm 76,5$) — ce qui représente une densité relative de 8,09 %²⁴. Pour l'instant, la majorité des semis se trouve en bordure des chemins, là où il y a plus d'ouverture à la lumière. Par contre, la tolérance de l'épinette de Norvège à l'ombre et sa capacité à se régénérer à la suite d'une ouverture du couvert pourraient l'amener à constituer une portion significative de la composition des prochains peuplements²⁴.

C.2.4 Conclusion

L'épinette de Norvège est un élément ajouté à la composition végétale du paysage forestier de la Gaspésie. Au cours des 40 dernières années, elle a représenté jusqu'à 28 % des efforts de reboisement et a été plantée sur tout le territoire gaspésien. Dans ce contexte, la réalisation de plantations d'épinette de Norvège en Gaspésie est devenue un enjeu pour l'aménagement écosystémique. À notre connaissance, aucun chercheur n'a particulièrement étudié l'impact de l'introduction de cette essence sur le maintien de la biodiversité et des processus écologiques au Québec. Par contre, plusieurs des caractéristiques propres aux plantations et au caractère exotique de l'épinette de Norvège indiquent que cette essence a la possibilité de devenir envahissante dans un avenir proche. Si tel est le cas, elle pourrait menacer les écosystèmes forestiers de la Gaspésie. Dans ce sens, Langis et Côté² ainsi que Gasser et autres²⁴ ont formulé des recommandations de gestion qui peuvent être consultées dans leurs publications respectives. L'enjeu lié à l'introduction de l'épinette de Norvège est donc réel et, dans un contexte d'aménagement écosystémique, il est nécessaire d'établir des stratégies d'aménagement forestier qui limitent ses impacts potentiels.

C.2.5 Notes de référence

1. BINGGELI, P. "A Taxonomic, Biogeographical and Ecological Overview of Invasive Woody Plants", *Journal of Vegetation Science*, vol. 7, 1996, p. 121-124.
2. LANGIS, M.-H., et M. CÔTÉ. *Analyse de la situation de l'épinette de Norvège en forêt publique gaspésienne*, Gaspé, Consortium en foresterie Gaspésie-Les-Îles, 2006, 43 p.
3. SKRØPPA, T. *EUFORGEN Technical Guidelines for Genetic Conservation and Use for Norway Spruce (Picea abies)*, Rome, International Plant Genetic Resources Institute, 2003, 6 p.
4. FÉDÉRATION CANADIENNE DE LA FAUNE. *Espèces envahissantes au Canada - L'épinette de Norvège*, [En ligne], 2003. [www.cwffcf.org] (Consulté le 30 mars 2008).
5. FARRAR, J. L. *Les arbres du Canada*, La Corporation des Éditions Fides et le Service canadien des forêts, Ressources naturelles Canada, 1996, 502 p.

6. ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES. *Consensus Document on the Biology of Picea abies* (L.) Karst (Norway spruce), Paris, OCDE Environmental Health and Safety Publications, Environment directorate, 1999, 32 p. (Series on Harmonization of Regulatory Oversight in Biotechnology; 12).
7. ROULEAU, R., et autres. *La petite flore forestière du Québec, deuxième édition*, ministère des Ressources naturelles, Les Publications du Québec, 1990, 249 p.
8. DAOUST, G., et M.-J. MOTTET. "Impact of the White Pine Weevil (*Pissodes strobi* Peck) on Norway Spruce Plantations (*Picea abies* [L.] Karst.) - Part 1: Productivity and Lumber Quality", *The Forestry Chronicle*, vol. 82, 2006, p. 745-756.
9. CÔTÉ, J.-F., et autres. *Impact économique de l'amélioration génétique de l'épinette de Norvège*, Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts, Centre de foresterie des Laurentides, 1999, 4 p. (Note de recherche n° 8).
10. MOTTET, M.-J., et G. DAOUST. « Rendement et propriétés du bois d'épinette de Norvège provenant de plantations affectées par le charançon du pin blanc », dans ministère des Ressources naturelles et de la Faune, *Compte-rendu du Colloque sur les éclaircies commerciales dans les plantations*, 2006, p. 21-25.
11. BONIN, R. « Grâce notamment à un programme d'amélioration génétique, l'épinette de Norvège pourrait faire un retour en force », *Le Soleil*, [En ligne], 1999. [www.cfor.qc.ca/semis1.html] (Consulté le 30 mars 2008).
12. BORDELEAU, C., et autres. *Insectes, maladies et feux dans les forêts québécoises en 2004*, Québec, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la conservation des forêts, 2005, 66 p.
13. MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE. « Aménagement forestier », dans ministère des Ressources naturelles et de la Faune, *Ressources et industries forestières - Portrait statistique édition 2007*, 2007, 148 p.
14. MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES, DE LA FAUNE ET DES PARCS DU QUÉBEC. *Portrait forestier de la région de la Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine - Document d'information sur la gestion de la forêt publique*, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, 2004, 68 p.
15. MOTTET, M.-J., et G. DAOUST. *Pour du bois de qualité en plantation : l'épinette de Norvège demeure un bon choix*, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 2007, 2 p. (Avis de recherche forestière n° 6).
16. CÔTÉ, M. *Dictionnaire de la foresterie*, Ordre des ingénieurs forestiers du Québec, Les Presses de l'Université Laval, 2000, 473 p.
17. CRONK, Q. C. B., et J. L. FULLER. *Plant invaders*, London, Chapman & Hall, 1995, 256 p.
18. HAYSOM, K. A., et S. T. MURPHY. *The Status of Invasiveness of Forest Tree Species Outside their Natural Habitat: A Global Review and Discussion Paper*, FAO Corporate document repository, 2003. (Forest Health and Biosecurity Working Paper; FBS/3E) [www.fao.org/DOCREP/006/J1583E/J1583E00.HTM] (Consulté le 30 mars 2008).
19. SIMBERLOFF, D. "Introduced species: The Threat to Biodiversity and What Can Be Done", [En ligne], *ActionBioscience.Org*, 2000. [www.actionbioscience.org/biodiversity/simberloff.html#primer] (Consulté le 30 mars 2008).

20. HUNTER Jr., M. L. *Wildlife, Forests and Forestry*, Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall, inc., 1990, 370 p.
21. HUNTER Jr., M. L. *Managing Biodiversity in Forest Ecosystems*, Cambridge Univ. Press, 1999, 698 p.
22. MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE. *Production de semences forestières*, [En ligne], 2003. [www.mrnf.gouv.qc.ca/forets/semences/semences-forestieres.jsp] (Consulté le 30 mars 2008).
23. RICHARDSON, D. M., et autres. "Naturalization and Invasion of Alien Plants: Concepts and Definitions", *Diversity and Distributions*, vol. 6, 2000, p. 93-107.
24. GASSER, D., M.-H. LANGIS et M. CÔTÉ. *L'épinette de Norvège (Picea abies [L.] Karst) - Risque de naturalisation et d'envahissement des écosystèmes en Gaspésie*, Gaspé, Consortium en foresterie Gaspésie–Les-Îles, 2008, 43 p.

C.3 Enjeu - La modification de l'organisation spatiale des forêts

C.3.1 Contexte

Étant donné que l'on sait que les espèces forestières ont évolué avec les paysages naturels¹, on doit, dans l'aménagement écosystémique, s'inspirer de la forêt naturelle et garder les attributs qui lui sont propres². Pour atteindre ce but, il est nécessaire de comparer les attributs de la forêt naturelle ou préindustrielle avec ceux de la forêt actuelle et de tenter de diminuer les écarts qui les séparent³. Ceux-ci peuvent être réduits en s'inspirant des perturbations naturelles puisque, avec le milieu physique (climat, topographie et drainage)⁴, ce sont elles (chablis, feux et épidémies d'insectes) qui déterminent la nature et l'organisation des peuplements du paysage forestier naturel⁵.

Dans un contexte forestier, l'organisation spatiale vise l'arrangement des peuplements à différentes échelles du paysage. Lorsque les aménagistes forestiers planifient la répartition spatiale des interventions, ils prennent des décisions qui déterminent la proportion, la configuration spatiale (la taille et la forme) et la distribution des coupes et de la forêt résiduelle sur le territoire. Ces décisions font en sorte non seulement de façonner le paysage immédiatement après la coupe, mais de déterminer aussi l'arrangement des peuplements forestiers à long terme^{6, 7, 8}. Or, la façon dont sont organisés ces peuplements dans le paysage a un effet sur le maintien de la biodiversité et sur le fonctionnement des processus écologiques⁵.

L'enjeu relatif à la modification de l'organisation spatiale des forêts s'exprime à l'échelle du grand paysage, c'est-à-dire à des portions de territoire de l'ordre de centaines de kilomètres carrés (parfois des milliers), où l'action des régimes de perturbations crée un état assez constant de proportions de territoire occupées par les différents stades de développement des peuplements forestiers (structure d'âge du territoire). À cette échelle, il faut voir comment les stratégies sylvicoles modifient la proportion du territoire occupée par les principaux stades de développement forestier. Il faut aussi savoir si la disposition des coupes récentes sur ce territoire peut affecter la connectivité entre les peuplements.

Afin de documenter l'enjeu relatif à la modification de l'organisation spatiale des forêts à l'échelle du paysage, il faut se poser la question suivante : à l'échelle du grand paysage, y a-t-il des différences en matière de proportion du territoire, de configuration spatiale et de

connectivité entre les principaux stades de développement de la forêt actuelle (forêts en régénération, forêts jeunes et forêts mûres et surannées) et ceux de la forêt naturelle ou préindustrielle?

C.3.2 Méthode de documentation

La comparaison entre l'organisation du paysage de la forêt naturelle ou préindustrielle et celle de la forêt actuelle a permis de documenter l'enjeu relatif à l'organisation spatiale à l'échelle du grand paysage en Gaspésie. Cette comparaison a été réalisée principalement en consultant la documentation existante. Six recherches qui traitent de l'effet des différentes perturbations naturelles sur le paysage gaspésien^{9, 10, 11, 12, 13, 14} ont servi à ce travail. Les études de Lévesque⁹, Brunet¹² et Lauzon¹³ portent sur l'effet des perturbations dans les paysages historiques de la Gaspésie (basées sur des données historiques extraites de photos aériennes et de données d'inventaire). Römer¹⁰, Belle-Isle¹¹ et Despôts et autres¹⁴ se sont plutôt attardés à l'effet des perturbations naturelles dans des paysages actuels de la région. Parmi ces études, seulement celle de Belle-Isle¹¹ a réellement comparé l'effet des perturbations naturelles (épidémies de la tordeuse des bourgeons de l'épinette) à l'effet de l'exploitation forestière. Plusieurs autres études, auxquelles nous nous référons dans le texte, ont servi à obtenir de l'information supplémentaire sur l'effet des perturbations naturelles à l'échelle du paysage.

Pour documenter les conséquences de l'exploitation forestière sur le paysage gaspésien actuel, nous avons questionné les industriels forestiers sur le type, la disposition et la fréquence des coupes qu'ils réalisent sur leur territoire de récolte^{15, 16}. Pour compléter ces renseignements et avoir une meilleure idée de l'historique de l'utilisation du territoire, nous avons consulté trois documents publiés par le Consortium en foresterie Gaspésie–Les-Îles¹⁷ et le MRNF^{18, 19}.

C.3.3 Résultats et discussion

Cette section présente une réflexion sur les différences observées à l'échelle du paysage entre l'organisation spatiale issue des perturbations naturelles et celle résultant de l'exploitation forestière en Gaspésie.

Proportion des peuplements à différents stades de développement

Dans la forêt naturelle

En Gaspésie, le cycle de feu est très long (de 200 à 650 ans)^{9, 13}; une grande proportion de la forêt devrait donc théoriquement être très âgée. Il est maintenant reconnu que les feux brûlent aléatoirement et que, même si certains peuplements seront brûlés plus d'une fois à l'intérieur d'un même cycle de feu, plusieurs parties du territoire resteront intouchées pendant de nombreuses années^{20, 21}. Théoriquement, 37 % des peuplements devraient être plus âgés que la moyenne du cycle de feu²¹. Par contre, d'autres perturbations, comme les épidémies de la tordeuse des bourgeons de l'épinette et les chablis, ont joué un plus grand rôle dans la constitution du paysage gaspésien²². Historiquement, malgré ces perturbations naturelles importantes, au moins 50 % de la péninsule était composée de forêts non perturbées^{9, 12, 13, 14} (figure 3). D'après les études de Brunet¹² et Lévesque⁹, basées sur l'analyse de données d'anciens inventaires forestiers en territoire gaspésien, ce sont les forêts matures (> 61 ans) qui représentaient la plus grande proportion du territoire, soit plus de 50 % en moyenne (tableau 5). Les stades de forêt jeune (21 < x < 60 ans) et de forêt en régénération (0 < x < 20 ans) représentaient, pour leur part, une petite proportion du territoire. En effet, celle-ci se situait en

moyenne entre 10 et 20 % et la proportion moyenne de forêt en régénération ne dépassait pas 10 % (tableau 5).

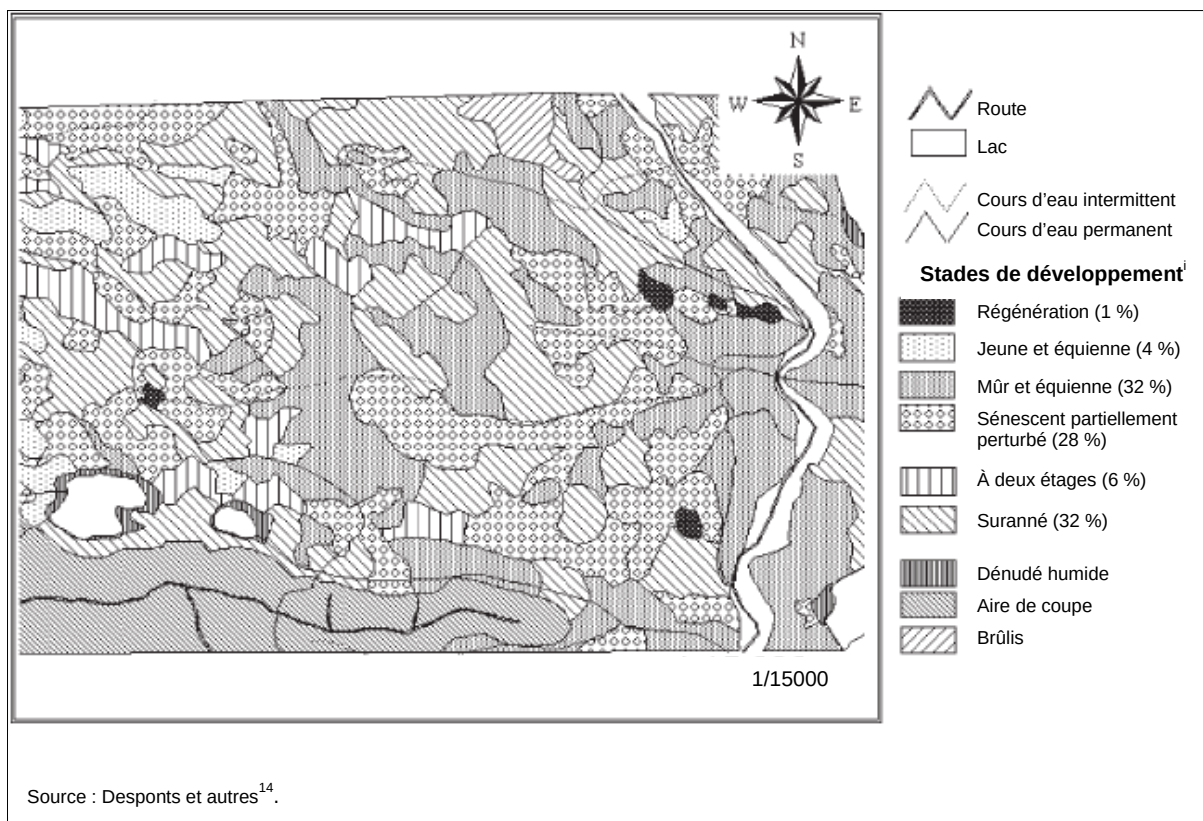


Figure 3 Photo-interprétation de la structure d'âge des peuplements dans la forêt naturelle près du lac Blanchet en Gaspésie

Tableau 5 Comparaison entre les données historiques des études de Brunet¹² et de Lévesque⁹ concernant le pourcentage des stades de développement des peuplements du territoire à l'étudeⁱⁱ

Stade de développement	Étude de Brunet ¹²			Étude de Lévesque ⁹		
	Minimum (%)	Moyenne (%)	Maximum (%)	Minimum (%)	Moyenne (%)	Maximum (%)
Régénération (de 0 à 20 ans)	0	10,0	24,0	0	9,4	31,0
Jeune (de 21 à 60 ans)	8,0	17,8	32,0	1,0	13,7	32,0
Mature (61 ans et plus)	1,0	55,5	91,0	68,0	76,4	91,0

L'analyse de photo-interprétation de Despont et autres¹⁴ dans une forêt naturelle située au nord-est de la péninsule gaspésienne révèle des résultats similaires (figure 3). En effet, d'après cette étude, les forêts en régénération et les forêts jeunes composent respectivement 1 % et 4 % du territoire, par rapport à 92 % pour les forêts mûres et surannées (y compris les peuplements sénescents). Les forêts à deux étages ne sont toutefois pas prises en considération, car elles contiennent des forêts âgées de 10 à 90 ans de ces trois catégories.

i. Le pourcentage entre parenthèses représente la proportion du territoire couvert par chaque stade de développement des peuplements.

ii. Les résultats ont été obtenus lors de l'analyse d'anciens inventaires forestiers effectués en forêt primitive de la partie nord-est de la péninsule gaspésienne (Brunet¹²) et sur la péninsule de Forillon (Lévesque⁹).

Dans la forêt actuelle

D'après le portrait régional réalisé par le MRNF en 2006¹⁹, plus des deux tiers des forêts de la Gaspésie sont considérées comme jeunes (50 ans et moins). Les forêts mûres et surannées (plus de 90 ans) sont évaluées à près de 17 % de la superficie forestière. De plus, 24 % du territoire n'est actuellement pas admissible à la récolte forestière²³ et une bonne proportion de ces forêts pourrait être des forêts mûres et surannées.

Comparaison entre forêt naturelle et forêt actuelle

Selon l'information recueillie, la mosaïque forestière du paysage gaspésien aurait perdu une grande partie de ses peuplements mûrs et surannés et se serait transformée en une mosaïque principalement composée de forêts jeunes et perturbées¹⁴. En conséquence, pour mettre en place un aménagement forestier qui respecte les principes de l'aménagement écosystémique, il serait nécessaire que dans la future planification forestière on prenne en considération la diminution de l'écart entre l'âge de la mosaïque forestière préindustrielle et de la forêt actuelle.

À l'échelle du paysage, la connectivité risque-t-elle d'être réduite?

La Gaspésie possède beaucoup de territoires inaccessibles (pentes de plus de 40 %) ou inexploitable (bandes riveraines, parcs de conservation et réserves écologiques). Le fait que ces territoires ne peuvent être exploités oblige les forestiers à répartir leurs coupes^{15, 16}. Par conséquent, les coupes réalisées sur le territoire de la Gaspésie sont particulièrement dispersées. Or, d'après l'étude de Belle-Isle¹¹, les ouvertures créées dans les peuplements par les épidémies de la tordeuse des bourgeons de l'épinette seraient plus dispersées sur le territoire que celles créées par les coupes. Ces résultats indiquent qu'il y aurait une différence entre la disposition des ouvertures résultant des perturbations naturelles et celle résultant de l'exploitation forestière.

Il existe peu d'information sur la connectivité des peuplements en Gaspésie. Le fait que les coupes sont assez dispersées sur le territoire indique qu'il y aurait suffisamment de connectivité entre les peuplements résiduels. Par contre, les nombreuses routes qui traversent la forêt gaspésienne divisent le territoire et auraient pour effet de diminuer la connectivité entre les différents îlots de forêt²⁴. À une échelle plus locale, la connectivité des peuplements entre les coupes est assurée par des bandes boisées mesurant de 60 à 100 m dans le cas des CPRS et 200 m dans le cas des coupes en mosaïque²⁵. Il reste à savoir si ces bandes de forêt se rapprochent du type de connectivité des peuplements issus des perturbations naturelles.

C.3.4 Conclusion

La description de l'enjeu relatif à la modification de l'organisation spatiale des forêts gaspésiennes à l'échelle du paysage a démontré que l'exploitation forestière a causé des changements dans la répartition des classes d'âge. En raison des contraintes liées à la récolte forestière, il ne semble pas, de prime abord, exister un écart notable entre la connectivité des peuplements. D'autres analyses pourraient tout de même être réalisées. Dans le but de mettre en place un aménagement écosystémique qui s'inspire des perturbations naturelles, il serait souhaitable de réduire l'écart entre les proportions des stades de développement des peuplements issus des paysages naturels et de ceux résultant de l'aménagement des forêts.

C.3.5 Notes de référence

1. SEYMOUR, R. S., et M. L. HUNTER Jr. "Principles of Ecological Forestry", dans Hunter Jr., M. L., editor, *Managing Biodiversity in Forest Ecosystems*, Cambridge Univ. Press, 1999, p. 22-61.
2. HUNTER Jr., M. L. *Wildlife, Forests and Forestry*, Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall, inc., 1990, 370 p.
3. JETTÉ, J.-P., et autres. « Les enjeux écologiques de l'aménagement forestier », introduction, dans Gauthier, S., et autres, *Aménagement écosystémique en forêt boréale*, Les presses de l'Université du Québec, 2008, p. 1-10.
4. HAILA, Y. "Islands and Fragments", dans Hunter Jr., M. L., editor, *Managing Biodiversity in Forest Ecosystems*, Cambridge Univ. Press, 1999, p. 234-264.
5. FORMAN, R. T. T., et M. GODRON. "Patches and Structural Components for a Landscape Ecology", *BioScience*, vol. 31, 1981, p. 733-740.
6. SPIES, T., et M. TURNER. "Dynamic Forest Mosaics", dans Hunter Jr., M. L., editor, *Managing Biodiversity in Forest Ecosystems*, Cambridge Univ. Press, 1999, p. 95-160.
7. ETHERIDGE, D. A., et autres. "Effects of Intensive Forest Management on Stand and Landscape Characteristics in Northern New Brunswick, Canada (1945–2027)", *Landscape Ecology*, vol. 21, 2006, p. 509-524.
8. PERRON, N., L. BÉLANGER et M.-A. VAILLANCOURT. « Organisation spatiale des peuplements et de la forêt résiduelle sous régimes de feu et de coupes », dans Gauthier, S., et autres, *Aménagement écosystémique en forêt boréale*, Les presses de l'Université du Québec, 2008, p. 137-163.
9. LÉVESQUE, F. *Conséquence de la dynamique de la mosaïque forestière sur l'intégrité écologique du parc national de Forillon*, Mémoire de maîtrise, Université Laval, 1997, 51 p.
10. DE RÖMER, A. H. *Évaluation du régime de perturbations naturelles par petites trouées dans les forêts de sapinières à bouleau blanc et à bouleau jaune en Gaspésie*, Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Montréal, 2005, 92 p.
11. BELLE-ISLE, J. *Comparaison des effets d'une épidémie de la tordeuse des bourgeons de l'épinette (Choristoneura fumiferana [Clem.]) à ceux de la coupe avec protection de la régénération et des sols*, Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Montréal, Département des sciences biologiques, 2006, 48 p.
12. BRUNET, G. *Reconstitution historique de la sapinière à bouleau blanc vierge de la Côte-de-Gaspé*, Mémoire de maîtrise, Université Laval, Faculté des études supérieures de l'Université Laval, 2002, 116 p.
13. LAUZON, È. *Reconstitution de l'historique des feux de forêt (1680-2003) dans la région de la Gaspésie, de l'Est canadien*, Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Montréal, 2004, 55 p.
14. DESPONT, M., et autres. "The Eastern Boreal Old-Growth Balsam Fir Forest: A Distinct Ecosystem", *Canadian Journal of Botany*, vol. 82, 2004, p. 830–849.
15. TEMREX INC. Communication personnelle, mars 2008.
16. GROUPE DE SCIERIES G.D.S. INC. Communication personnelle, mars 2008.

17. CÔTÉ, M., et autres. *Bilan forestier régional, basé sur les connaissances – Gaspésie–Les Îles – Première mise à jour*, Consortium en foresterie Gaspésie–Les-Îles, 2007, 227 p.
18. MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES, DE LA FAUNE ET DES PARCS. *Portrait forestier de la région de la Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine - Document d'information sur la gestion de la forêt publique*, gouvernement du Québec, 2004, 68 p.
19. MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE. *Portrait territorial de la Gaspésie–Les-Îles-de-la-Madeleine*, gouvernement du Québec, Direction régionale de la gestion du territoire public de la Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine, 2006, 120 p.
20. BERGERON, Y., et autres. « Stratégies d'aménagement forestier qui s'inspirent de la dynamique des perturbations naturelles : considérations à l'échelle du peuplement et de la forêt », *The Forestry Chronicle*, vol. 75, 1999, p. 55-61.
21. GAUTHIER, S., A. LEDUC, B. HARVEY, Y. BERGERON et P. DRAPEAU. « Les perturbations naturelles et la diversité écosystémique », *Le Naturaliste Canadien*, vol. 125, 2001, p. 10-17.
22. BÉLANGER, L. « La forêt mosaïque comme stratégie de conservation de la biodiversité de la sapinière boréale de l'Est, l'expérience de la forêt Montmorency », *Le Naturaliste Canadien*, vol. 125, 2001, p. 18-25.
23. BUREAU DU FORESTIER EN CHEF. *Possibilités annuelles de coupe des unités d'aménagement forestier (UAF) pour la période 2008-2013*, [En ligne], 2008.
[www.forestierenchef.gouv.qc.ca/FR/UAF/index.html] (Consulté le 3 septembre 2008).
24. MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES, DE LA FAUNE ET DES PARCS. Objectifs de protection et de mise en valeur des ressources du milieu forestier proposés pour les plans généraux d'aménagement forestier de 2005-2010 - Document de consultation, gouvernement du Québec, 2003, 46 p.
25. GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. *Règlement sur les normes d'intervention dans les forêts du domaine de l'État, F-4.1., r.1.001.1, à jour au 14 mai 2008*, Éditeur officiel du Québec, 2008.
[www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/F4_1/F4_1R7.HTM] (Consulté le 30 mars 2008).



**Ressources naturelles
et Faune**

Québec

