



Chaire de recherche industrielle  
CRSNG - Université Laval en  
sylviculture et faune

## UN PAS DE 10 ANS en recherche forestière et faunique sur la Côte-Nord du Québec



UNIVERSITÉ  
**LAVAL**

Chaire de recherche industrielle  
CRSNG – Université Laval  
en sylviculture et faune



Chaire de recherche industrielle  
CRSNG - Université Laval en  
sylviculture et faune

RÉDACTION	Serge Beaucher
MISE EN PAGE	Julie Ferland
PHOTO COUVERT	Branche d'épinette, Angèlique Dupuch
	Caribou, Pierre Pouliot, Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
PHOTO DOS	Plante, Hélène Le Borgne

# Table des matières

<b>Un mot des titulaires</b> .....	5	<b>Thème 5 Caribou, orignal, loup</b>	
<b>Introduction</b> .....	7	Coupe forestière et caribou, une réalité complexe, des impacts certains.....	35
<b>Thème 1 Caractérisation des perturbations</b>		Le grand défi .....	35
Plus de vieilles forêts qu'on croyait, sur la Côte-Nord.....	9	Des relations complexes.....	38
Les grandes perturbations .....	9	Le loup aussi .....	39
Des peuplements centenaires .....	11	L'autre prédateur .....	40
L'effet combiné .....	12	Une série d'effets.....	40
<b>Thème 2 Biodiversité animale et végétale</b>		<b>Thème 6 Évaluation du plan d'aménagement de la Côte-Nord</b>	
Une biodiversité à conserver.....	15	Protection du caribou et récolte forestière: oui mais des compromis nécessaires .....	43
Diversité faunique .....	15	Ils reviennent.....	43
Au moins jusqu'à 70 ans .....	18	Diminution de la récolte .....	45
Diversité végétale.....	18	Tenir compte des feux.....	46
Une question de lumière .....	19	Une espèce parapluie.....	47
<b>Thème 3 Effet des coupes de jardinage vs autres coupes</b>		D'une pierre deux coups.....	49
Des coupes qui préservent les vieilles forêts.....	21	<b>Thème 7 Conclusions</b>	
Jardinage vs coupes traditionnelles .....	21	Dix ans de travaux - Les constats.....	51
Quelle influence sur les animaux?.....	23	Principales études ayant contribué à ces résultats .....	52
Rentables... surtout à long terme .....	25	<b>Partenaires</b> .....	53
<b>Thème 4 Dynamique de succession après coupe et après feu</b>			
Après feu ou après coupe?.....	27		
Des impacts distincts .....	27		
Après la coupe.....	29		
Moins de bois mort .....	31		
Les pics... du lièvre .....	32		



Clintonie boréale  
Christine Casabon

# Un mot des titulaires

Il nous fait plaisir de vous présenter ce document qui offre un tour d'horizon des principaux travaux menés par la Chaire de recherche industrielle CRSNG – Université Laval en sylviculture et faune. Vous serez à même d'y constater la grande variété des aspects abordés par les membres et les collaborateurs de la Chaire, tout au long de ces 10 années de recherche, de même que l'envergure peu commune de certaines études. Surtout, vous découvrirez l'étendue des nouvelles connaissances auxquelles ont mené ces travaux visant le développement d'une foresterie durable pour la forêt boréale de l'est du Québec.

La Chaire a complété deux mandats depuis sa création, en novembre 2003. Le premier était axé sur une meilleure compréhension des écosystèmes particuliers de cette forêt caractérisée par une abondance de vieux peuplements, ainsi que sur l'expérimentation de méthodes sylvicoles permettant d'en maintenir l'intégrité. Les retombées économiques majeures de la foresterie pour la région faisaient partie intégrante des considérations.

Au cours du second mandat qui a débuté en avril 2009, les chercheurs ont poursuivi dans la même veine, en portant une attention particulière aux défis que pose la conservation du caribou forestier en forêt aménagée. Diverses stratégies pour assurer le maintien de l'habitat du caribou sur le territoire ont été étudiées et un plan d'aménagement de la forêt, mis en place par le gouvernement provincial et une entreprise forestière en 2000, a

fait l'objet d'une évaluation approfondie par la Chaire. Il s'agissait en fait de déterminer dans quelle mesure un aménagement en fonction du caribou forestier peut s'avérer efficace pour protéger à la fois l'habitat du cervidé et la biodiversité typique du milieu, tout en maintenant la rentabilité des opérations pour les entreprises.

Avec les résultats obtenus jusqu'à maintenant, la Chaire a pleinement réalisé les objectifs qu'elle s'était fixés pour ses deux premiers mandats et a ainsi déjà commencé à contribuer au développement d'une sylviculture durable, selon une approche écosystémique, pour la forêt boréale de l'est du Québec. La Côte-Nord ne sera cependant pas la seule région à bénéficier de ces résultats. Les travaux menés depuis 10 ans touchent en réalité de nombreux enjeux liés à la forêt boréale de tout le Québec, du Canada et de plusieurs autres pays nordiques, des enjeux encore peu abordés par les chercheurs, jusque-là.

Les avancées de la Chaire sont le fruit du travail d'un grand nombre de personnes provenant de divers horizons. En plus des deux cotitulaires actuels et du titulaire du premier mandat, les travaux de la Chaire ont impliqué, au fil des années, la contribution de plus d'une trentaine de chercheurs associés rattachés à 14 organismes universitaires, gouvernementaux ou privés, de même que 8 professionnels de recherche, 16 stagiaires post-doctoraux, 45 étudiants-chercheurs à la maîtrise ou au doctorat et plus d'une centaine d'étudiants de niveau collégial et du 1<sup>er</sup> cycle

universitaire. Une telle contribution à la formation de personnes qualifiées dans des domaines de pointe s'inscrit dans la mission même d'une chaire universitaire. Plusieurs disciplines sont représentées au sein de cette équipe pour compléter l'expertise des cotitulaires en sciences forestières et en biologie. Un comité directeur et un comité scientifique viennent en appui à toute cette structure.

Collectivement, les chercheurs ont produit jusqu'à maintenant 86 articles scientifiques et chapitres de livres, 22 bulletins d'information, 3 rapports gouvernementaux et 13 comptes rendus de conférence. D'autres articles continueront à être publiés au cours des prochaines années.

Enfin, nous devons souligner l'excellente collaboration qu'il a été possible d'établir avec plusieurs partenaires régionaux, dont les préoccupations ont été intégrées aux projets. En tout, la Chaire compte sur l'appui de 17 partenaires provenant aussi bien des milieux publics que privés, industriels qu'environnementaux et autochtone. Nous tenons à souligner la grande contribution de Denis Brière, doyen de la faculté de foresterie et de géomatique au moment de la création de la Chaire et maintenant recteur de l'Université Laval, à la mise en place de cette Chaire.

Daniel Fortin, cotitulaire  
David Pothier, cotitulaire  
Jean-Claude Ruel, titulaire, 1<sup>er</sup> mandat



Andréanne Beardsell

# Introduction

La forêt boréale de l'est du Québec qu'étudie la Chaire de recherche industrielle CRSNG - Université Laval en sylviculture et faune, sur la Côte-Nord, a un caractère bien distinct. Elle se différencie nettement de la forêt boréale située plus à l'ouest de la province.

Parce que le climat est plus frais et plus humide à l'est, les feux surviennent beaucoup moins souvent, soit à une fréquence de 300 à 500 ans comparativement à moins de 250 ans en Abitibi. Ces longs épisodes sans feux permettent à d'autres phénomènes naturels comme les épidémies d'insectes, les chablis et le vieillissement d'imprégner le paysage en apportant des changements complexes aux peuplements et en donnant une structure irrégulière ainsi qu'une composition spécifique à cette forêt : arbres de tailles variables, proportionnellement plus de sapin qu'à l'ouest, moins d'essences pionnières (feuillues), abondance de chicots et de débris au sol, accumulation d'un humus épais... Environ 60 % de la superficie forestière non récoltée de la Côte-Nord est ainsi couverte de peuplements âgés de plus d'une centaine d'années, comparativement à seulement 10 % en Abitibi.

En plus de leur végétation typique, ces vieux peuplements abritent une biodiversité animale qui leur est propre, depuis les insectes, les oiseaux et les petits mammifères jusqu'aux animaux à grand domaine vital comme le caribou forestier, considéré menacé, au Canada, et vulnérable, au Québec. Au cours de leurs travaux sur le territoire,

les chercheurs ont identifié près de 500 espèces animales, dont 92 oiseaux et 21 mammifères.

Les connaissances permettant l'aménagement de la forêt boréale ont traditionnellement été acquises à partir d'expériences dans des forêts de structure régulière, où les arbres ont tous plus ou moins le même âge et la même taille. Dans ces peuplements dits équiennes, la coupe avec protection de la régénération et des sols (CPRS) s'avère la plus indiquée. Mais pas dans les peuplements irréguliers (« inéquiennes ») de la Côte-Nord. Les travaux de la Chaire montrent en effet qu'une diversité de méthodes de récolte, notamment la coupe de jardinage - qui prélève de 40 à 50 % des arbres -, semble plus appropriée pour y maintenir l'hétérogénéité de la forêt, tout en assurant l'établissement d'une régénération et le maintien d'habitats fauniques de qualité, notamment ceux du caribou. Les expérimentations réalisées sur la Côte-Nord pourraient aider les entreprises à opter pour les meilleurs types de coupes à cet égard (incluant leur répartition dans le temps et dans l'espace), de façon à protéger aussi la rentabilité des opérations.

Le caribou forestier a été longuement étudié par la Chaire, qui s'est en outre penchée sur les prédateurs du cervidé, le loup gris et l'ours noir, ainsi que sur une proie alternative du loup : l'orignal. L'évaluation que les chercheurs ont faite de plans d'aménagement forestier fait ressortir la vulnérabilité du caribou face à la prédation dans les secteurs de coupe, même lorsque de grands îlots

boisés de protection sont gardés en place. La forme de ces îlots s'avère aussi cruciale que leur taille pour minimiser les contacts prédateurs-proies.

Les chercheurs ont aussi démontré scientifiquement que le caribou peut servir « d'espèce parapluie » pour le reste de la biodiversité de la forêt boréale nord-côtière. Cela signifie qu'en sauvant l'habitat du caribou, on sauvegarde du même coup une partie importante de la diversité biologique qui caractérise cette partie de la forêt. Des entreprises cherchant à obtenir une certification environnementale pourront donc préparer

des plans d'aménagement forestier tenant compte du caribou qui seront également valables pour la biodiversité du milieu, et ce, sans avoir à le démontrer pour chacune des autres espèces présentes.

Certes, il y aura un impact sur le niveau de récolte de matière ligneuse par ces entreprises, comme il y en aura aussi un sur le milieu naturel. Socialement, des choix devront donc être faits. Des choix qui, à long terme, pourraient s'avérer avantageux aussi bien pour les écosystèmes forestiers que pour l'industrie elle-même et, partant, pour toute la société.





# Plus de vieilles forêts qu'on croyait, sur la Côte-Nord

On s'en doutait, mais le fait n'était pas documenté scientifiquement. Grâce aux travaux de la Chaire de recherche industrielle CRSNG - Université Laval en sylviculture et faune, on sait maintenant qu'une grosse partie du territoire de la Côte-Nord encore peu affecté par les coupes - surtout au nord - est constituée de vieilles forêts de structure irrégulière, dont les arbres présentent des tailles variables (peuplements dits inéquiennes). Ce nouveau portrait de la forêt boréale de l'est du Québec diffère radicalement de celui de l'ouest, où les peuplements, plus conformes aux représentations habituelles sur ce domaine forestier, ont des structures uniformes (équiennes) avec des arbres tous plus ou moins du même âge.

La différence provient des grandes perturbations naturelles qui affectent, et donc renouvellent, l'écosystème forestier. Comme le Québec a choisi de s'orienter vers un aménagement forestier écosystémique - qui imite les processus naturels d'écosystèmes en équilibre depuis des millénaires -, les nouvelles connaissances apportées par la Chaire impliquent certaines remises en question sur la façon de récolter la forêt dans cette région.

## Les grandes perturbations

Les études ont fourni un éclairage précis sur les perturbations majeures survenues au cours des 200 dernières années. Le territoire étudié couvre plus de 57 000 km<sup>2</sup>.

Parmi les trois grandes perturbations naturelles, le feu est de loin la plus importante, pouvant raser des dizaines de km<sup>2</sup> à la fois. Et il explique en bonne partie la différence de structure entre la forêt boréale de l'est et celle de l'ouest. À l'ouest du Québec, en Abitibi par exemple où le climat est plutôt sec, les incendies déciment de grands morceaux de forêts à intervalles assez rapprochés. Pour un même secteur, le feu revient à tous les 200 à 250 ans environ. Mais plus on se déplace vers l'est, plus ce cycle de retour est long : jusqu'à 500 ans à l'extrémité du Québec. Cet écart s'explique par un climat plus froid et humide qu'à l'ouest (précipitations annuelles de 1000 à 1300 mm). Les arbres peuvent donc y mourir de vieillesse bien avant d'être détruits par le feu. Selon l'inventaire de la Chaire, les incendies auraient renouvelé environ 25 % des forêts de la Côte-Nord, au cours des 200 dernières années.



Feu de forêt  
SopFeu



Vestiges d'un feu de forêt  
Jean-François Bourdon

La seconde perturbation en importance est attribuable à la tordeuse des bourgeons de l'épinette, qui produit des épidémies cycliques aux 30-40 ans. Cet insecte affecte surtout les sapinières du sud du territoire étudié, alors que les peuplements d'épinettes (pessières) du nord sont relativement épargnés. Des trois épidémies du XX<sup>e</sup> siècle (années 1920, 1950 et 1970-90), seule la dernière a causé une importante mortalité des arbres (plus de 75 % du couvert) affectant de grands pans de forêt à la limite sud de l'aire, peut-être en raison de facteurs climatiques favorables à l'insecte. Dans ce contexte, nos travaux démontrent qu'il faudrait 9200 ans pour que la tordeuse perturbe une superficie équivalente à l'ensemble du territoire de la Côte-Nord. Cela signifie que si les épidémies étaient le seul moyen de remettre l'ensemble de cette forêt en production, il faudrait presque 10 millénaires! Au cours des deux derniers siècles, la tordeuse a donc eu un impact limité sur la composition de la forêt nord-côtière, ce qui en fait une perturbation relativement mineure... mais tout de même préoccupante pour les entreprises lorsqu'elle touche leur secteur de coupe.

L'autre perturbation capable de renouveler des peuplements est relativement mineure aussi: les chablis. Ces événements sont spectaculaires. Tous les arbres d'une zone couvrant parfois jusqu'à 300 ha peuvent être renversés par des vents violents, surtout dans les peuplements âgés. Lorsqu'ils se produisent, les grands chablis nous apparaissent catastrophiques localement, mais ils surviennent somme toute sur de petites étendues à l'échelle de l'aménagement forestier et sur un cycle de rotation également très long: 3900 ans. Entre 1971 et 2000, ils ont touché à peine 0,025 % de la forêt de la Côte-Nord, chaque année.

## Des peuplements centenaires

Globalement, on constate donc que plusieurs peuplements n'ont pas été renouvelés par les perturbations naturelles depuis 200 ans, dans la forêt



Arbres défoliés par la tordeuse des bourgeons de l'épinette  
Ministère de la Forêt, de la Faune et des Parcs



Chablis  
Christine Casabon

non aménagée de la Côte-Nord (où il n'y a pas eu de coupe). En fait, de 60 à 65 % de la superficie forestière y est couverte de vieux peuplements âgés d'une centaine d'années ou plus, ce qui est énorme comparé à seulement 10 % en Abitibi.

La façon traditionnelle de récolter du bois en forêt boréale est la coupe à blanc (avec protection de la régénération et des sols). Cette pratique se justifie dans des forêts équiennes comme en Abitibi où elle s'apparente à l'action du feu. Les incendies régénèrent en effet la forêt par à-coups, rasant régulièrement de grandes superficies pour y remettre en production de nouveaux peuplements uniformes, comme dans des plantations. Mais si l'on veut pratiquer un aménagement écosystémique basé sur les perturbations naturelles dans une forêt de structure irrégulière comme celle qu'ont permis de découvrir les travaux de la Chaire, alors la coupe totale semble beaucoup moins indiquée.



Trouée  
Daniel Fortin



Coupe avec protection de la régénération et des sols  
J. Garet

Les vieilles forêts se régénèrent par trouées plus ou moins grandes dans le couvert : à mesure que des arbres meurent - de vieillesse, par chablis partiels ou défoliés par des insectes -, s'installe une régénération sous-jacente qui pousse lentement, pour créer graduellement des peuplements aux tiges de toutes tailles, comme dans les forêts feuillues du sud. Pour s'inspirer de ce processus, il faudrait donc réduire les coupes à blanc et récolter davantage sous forme de coupes partielles, dont la Chaire a mis quelques modèles à l'essai. Par exemple, on peut couper le tiers ou la moitié des arbres dans un peuplement pour revenir après 40 à 60 ans faire une autre récolte.

## L'effet combiné

Une telle pratique s'avérerait encore plus nécessaire si l'on prend en considération l'effet combiné des feux et des coupes forestières. Ces coupes constituent en fait la plus importante perturbation de la forêt dans certains secteurs. Elles ont commencé lentement au sud du territoire autour des années 1900, y raréfiant de plus en plus les forêts âgées, pour s'étendre graduellement vers le nord. Au cours du dernier siècle, environ 20 % de l'ensemble de la Côte-Nord a ainsi été récoltée, principalement dans la moitié sud de l'aire.

Selon les courbes établies par les chercheurs, les perturbations - naturelles et anthropiques combinées - ont atteint à l'aube des années 2000 la limite supérieure de la variabilité naturelle des deux derniers siècles, telle qu'établie à partir d'archives et de photos anciennes. Dans la portion sud, cette limite a été atteinte et même dépassée dans les années 1970. Ainsi, lorsqu'on additionne les coupes et les feux, on dépasse aujourd'hui la variabilité historique, donc la quantité maximale des zones perturbées au cours des 200 dernières années. Cette combinaison de perturbations altère la structure d'âge de la forêt en diminuant la quantité de forêts âgées. Et la situation est pire au sud de l'aire, plus perturbée par l'exploitation forestière.

Si le rythme des coupes à blanc était ralenti pour faire plus de place aux coupes partielles, comme le suggèrent fortement les résultats de recherche de la Chaire, le capital de vieilles forêts de la Côte-Nord, qu'on ne croyait pas aussi riche, en serait en bonne partie préservé. Et ce serait d'autant plus souhaitable que toute une faune spécifique à cet écosystème en profiterait. Les vieilles forêts se caractérisent en effet par une biodiversité particulière. Elles constituent un habitat essentiel pour de nombreuses espèces... dont le caribou forestier, un animal emblématique de la forêt boréale, considéré vulnérable au Québec et menacé au Canada.

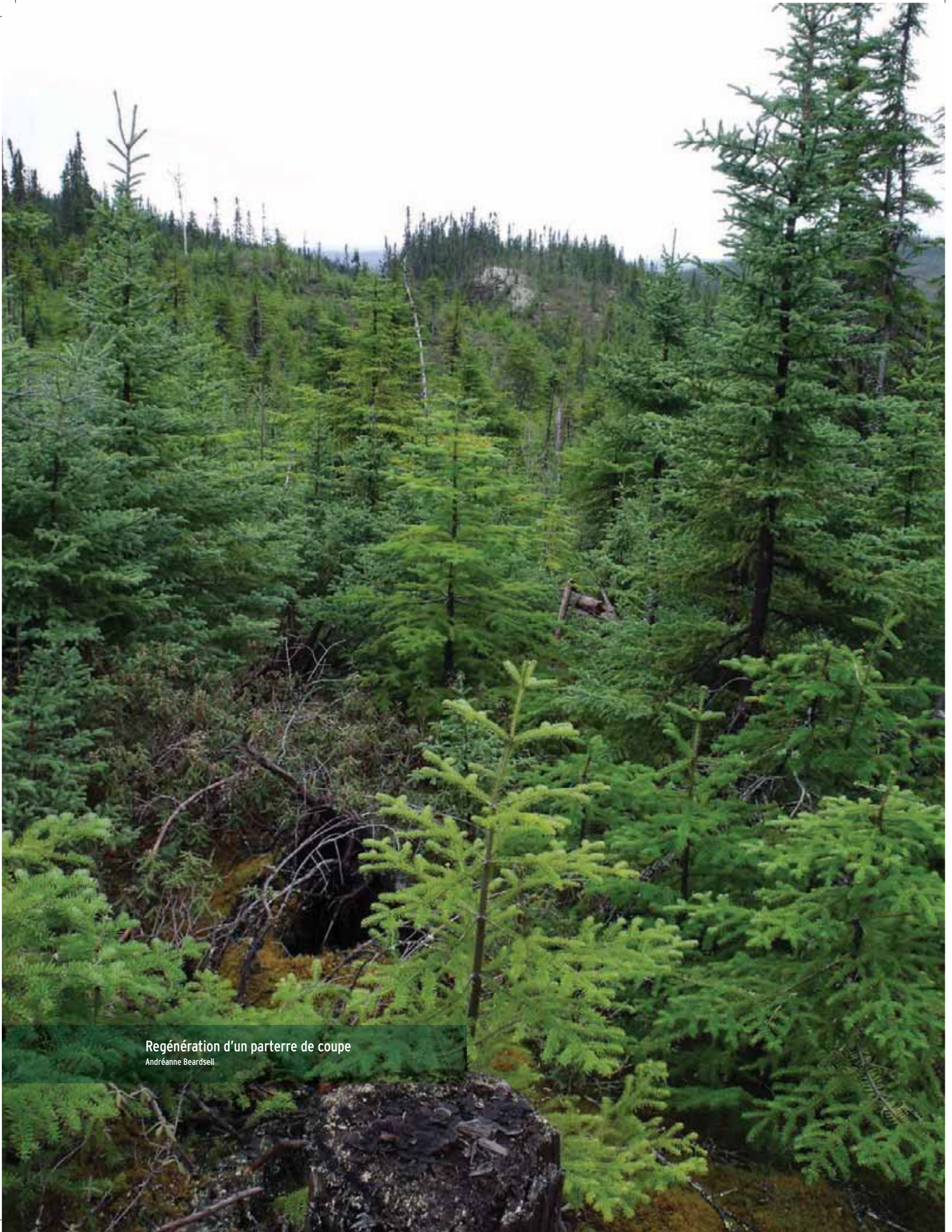
### Pour en savoir plus

- Bouchard, M., D. Pothier et S. Gauthier. 2008. *Fire return intervals and tree species succession in the North Shore region of eastern Quebec*. Can. J. For. Res. 38: 1621-1633.
- Bouchard, M. et D. Pothier. 2008. *Simulations of the effect of changes in mean fire return intervals on balsam fir abundance, and implications for spruce budworm outbreaks*. Ecol. Model. 218: 207-218.
- Bouchard, M., D. Pothier et J.-C. Ruel. 2009. *Severe windthrows in boreal forests of eastern Québec*. Can. J. For. Res. 39: 481-487.
- Bouchard, M. et D. Pothier. 2010. *Spatiotemporal variability in tree and stand mortality caused by spruce budworm outbreaks in eastern Quebec*. Can. J. For. Res. 40: 86-94.
- Bouchard, M. et D. Pothier. 2011. *Long-term influence of fire and harvesting on boreal forest age structure and forest composition in eastern Québec*. For. Ecol. Manage. 261: 811-820.
- Côté, G., M. Bouchard, D. Pothier et S. Gauthier. 2010. *Linking stand attributes to cartographic information for ecosystem management purposes in the boreal forest of eastern Québec*. For. Chron. 86: 511-519.



Coupe avec rétention de couvert

Nicolas Courbin



Regénération d'un parterre de coupe  
Andréanne Beardsell

# Une biodiversité à conserver

La forêt est un milieu dynamique. À mesure qu'elle vieillit, la diversité biologique qu'elle recèle se modifie. Le nombre d'espèces - tant animales que végétales - varie au fil du temps; mais, surtout, les assemblages entre ces espèces changent. Et ce, jusqu'au stade ultime de la maturité... comme les vieilles forêts de la Côte-Nord, dont on veut préserver l'intégrité par une foresterie qui calque les grands processus naturels.

Or, pour préserver l'intégrité des vieilles forêts, il faut conserver ce qui les caractérise, notamment leur biodiversité particulière. Mais encore faut-il, pour cela, connaître cette biodiversité et savoir ce qui la différencie de celle des forêts plus jeunes. C'est à cette tâche « de moine » que se sont attaqués les chercheurs, dès le premier mandat de la Chaire en sylviculture et faune de l'Université Laval. Objectif: caractériser la biodiversité animale et végétale, non seulement des vieilles forêts de la Côte-Nord, mais aussi de toutes les strates d'âge des peuplements qu'on y trouve. L'exercice aura permis, entre autres, de mesurer les impacts des coupes forestières à différents stades de régénération après coupe. Et de savoir à quelle vitesse la forêt reviendra à son état originel d'avant la coupe.

## Diversité faunique

Pour la diversité faunique, les équipes de la Chaire se sont intéressées aux petits mammifères, aux oiseaux et aux insectes. En tout, elles ont inventorié au-delà de 400 espèces: 13 mammifères

### Le 6<sup>e</sup> principe du FSC

L'importance de protéger l'intégrité des forêts est l'un des principes établis par le Forest Stewardship Council (FSC) pour accorder une certification forestière à toute entreprise désireuse de pratiquer une foresterie durable.

**Principe 6** - *L'aménagement forestier doit maintenir la diversité biologique et les valeurs qui y sont associées, les ressources hydriques, les sols, ainsi que les paysages et les écosystèmes uniques et fragiles, de telle manière qu'il assure la conservation des fonctions écologiques et l'intégrité de la forêt.*

(par trappage dans 264 sites), 74 oiseaux forestiers (par l'écoute de leurs chants à près de 600 points d'écoute) et plus de 325 coléoptères (par piégeage dans 121 sites). Les endroits choisis se situaient dans la pessière à mousses, la partie septentrionale de la Côte-Nord. Ils comprenaient des vieilles forêts (plus de 100 ans) et des peuplements de toute la gamme d'âge de 1 à 70 ans après une coupe totale. En établissant ainsi leurs placettes dans des peuplements d'âges différents, les chercheurs créent une « chronoséquence » qui leur donne en un court laps de temps les mêmes informations que s'ils avaient suivi le développement d'une seule parcelle pendant 70 ans.

Et qu'ont-ils trouvé? Ce à quoi ils s'attendaient, à savoir que la biodiversité animale diffère pendant plusieurs années après une coupe de ce qu'elle



Longicorne noir  
Jean-François Bourdon



## Souris contre campagnol

Il ne suffit pas toujours de savoir comment l'abondance relative des populations varie au long de la succession forestière. Souvent, on essaie aussi de comprendre pourquoi, surtout lorsque deux espèces utilisent le même habitat à peu près de la même façon.

Les chercheurs de la Chaire se sont penchés sur le cas du campagnol à dos roux et de la souris sylvestre. Ces deux petits mammifères sont très présents à tous les stades de succession végétale dans la forêt de la Côte-Nord. Omnivores, ils se nourrissent de graines, champignons, insectes...

Mais la souris est particulièrement efficace en début de succession, ce qui lui procure un avantage direct sur le campagnol dans la compétition pour la nourriture. En plus, son succès faisant augmenter ses populations, cela attire ses prédateurs en plus grand nombre : martre, hiboux et autres rapaces, principalement. Et qui en souffre aussi ? Le campagnol qui, lui, voit donc ses effectifs diminuer.

Par contre, le campagnol est spécialement bien servi par la présence de bois mort dans une forêt en fin de succession. Il semble en retirer plus habilement que la souris nourriture, gîte et réseau de déplacements sous couvert. D'où une augmentation de population et l'effet contraire chez la souris.

est dans une forêt vierge. Le nombre des espèces présentes varie, parfois même à une échelle très fine. Par exemple, en faisant émerger les insectes d'un chicot de sapin et d'un autre d'épinette, on a découvert que 21 % des espèces étaient exclusives à l'épinette, et 36 % au sapin. De façon générale, pour les coléoptères, on a trouvé que plus la forêt est diversifiée (épinette, sapin, feuillu) et plus il y a de débris ligneux au sol, plus on compte d'espèces. Cela est surtout vrai lorsqu'il y a davantage de sapin et moins d'épinette.

Mais dans la plupart des cas, c'est plutôt l'agencement que le nombre des espèces qui diffère, c'est-à-dire l'abondance relative de chacune par rapport aux autres. Plusieurs espèces demeurent très présentes tout au long de la succession forestière suivant la coupe. C'est le cas, notamment, du campagnol à dos roux. Ce petit rongeur abonde à tous les stades de développement de la forêt de la Côte-Nord, mais ses populations augmentent à mesure que les peuplements vieillissent. Dans les peuplements vierges, c'est en fait le petit mammifère le plus abondant; il devance largement la musaraigne cendrée, la souris sylvestre, plus présente en début de succession, c'est-à-dire peu de temps après la coupe, et l'écureuil roux, une espèce de milieu de succession.



Campagnol à dos roux de Gapper  
Hélène Le Borgne

Chez les oiseaux, le roitelet à couronne rubis, la grive à dos olive et le troglodyte mignon se sont avérés typiques des vieilles forêts nord-côtières. Quant au bruant à gorge blanche, une espèce de début de succession, il n'est nulle part aussi présent que dans les milieux semi-ouverts en régénération. Alors que ses populations diminuent avec la croissance de la forêt, celles du troglodyte, du roitelet et de la grive augmentent lentement, rétrécissant les écarts entre espèces. Il en va de même pour les coléoptères dont l'abondance relative des communautés se modifie tout au long de l'avancée en âge des peuplements. Dans la forêt mature, une trentaine d'espèces dominent sur les 325 inventoriées.



Troglydite mignon  
Luc Viatour © GFDL



Écureuil roux d'Amérique  
Orphé Bichet

## Au moins jusqu'à 70 ans

Globalement, la caractérisation a montré que le nombre d'espèces des petits mammifères était plus élevé dans les peuplements de 20 à 40 ans que dans les vieilles forêts, alors que celui des coléoptères et des oiseaux l'était davantage dans les forêts âgées que dans les peuplements d'âge intermédiaire. Chez les oiseaux, il y avait cependant plus d'individus (des populations plus abondantes) dans les peuplements de 20 à 40 ans et de 60 à 70. Quant aux assemblages d'espèces, ils différaient tout au long de la succession, surtout au début pour les mammifères et les coléoptères,

mais jusqu'à 70 ans après une coupe pour les oiseaux. Les travaux de la Chaire ont également montré que la matrice des coupes dans un secteur amène une différence dans l'agencement des espèces. Par exemple, lorsqu'un vieux peuplement est entouré de coupes à blanc, il pourra y avoir invasion de certaines espèces ayant élu domicile dans les zones coupées vers la vieille forêt gardée intacte.

Si le nombre d'animaux s'avère souvent plus élevé dans les jeunes forêts et dans celles d'âge moyen, n'est-ce pas l'idéal? Non. L'objectif étant de maintenir l'intégrité d'un écosystème millénaire, soit les forêts âgées de la Côte-Nord, il ne s'agit pas d'avoir le plus d'espèces ou d'individus possibles, mais les espèces et la diversité qui sont typiques de cet écosystème et auxquelles il faut donc revenir après une perturbation.

Comme les travaux de la Chaire montrent que la biodiversité animale peut se modifier pendant au moins 70 ans après une coupe, donc avant le retour d'une forêt mature, cela démontre l'intérêt d'attendre plus de 70 ans entre deux coupes totales successives. Sinon, il y a un risque de perdre à jamais un écosystème encore bien présent dans cette région. Les changements successifs dans la composition des communautés animales selon l'âge des forêts suggèrent aussi de maintenir une mosaïque de peuplements de tous les âges, afin de conserver la plus grande biodiversité animale possible.

## Diversité végétale

Toute cette biodiversité faunique est intimement liée à la végétation en place, qui est elle-même en changement constant dès que la forêt redémarre après une perturbation. Des travaux de la Chaire ont consisté à évaluer la diversité végétale à différents stades de développement des peuplements pour toute la gamme des plantes, vasculaires et invasculaires, depuis les mousses et hépatiques au

sol, jusqu'aux arbres à l'étage supérieur (excluant les lichens). Ces études ont été menées dans la pessière à mousses et dans la sapinière à bouleau blanc, un peu plus au sud.

Les résultats ont permis de constater que la plus grande diversité se trouve chez les mousses et les hépatiques. Ces plantes non vasculaires, qui poussent volontiers en milieu ombragé, sur le sol, les roches et les troncs d'arbres morts, comptent pour les deux tiers des végétaux de la sapinière à bouleau blanc du territoire. Plus d'une centaine d'espèces ont été identifiées. Les autres plantes sont surtout des herbacées (près de 50 % du tiers restant), des fougères, prêles et lycopodes ainsi que des éricacées, arbustes et quelques essences d'arbres : sapin, épinette, bouleau...

Comme dans le cas de la biodiversité faunique, les équipes ont travaillé à partir de chronoséquences (jusqu'à 200 ans) pour réaliser leurs inventaires par strates d'âges. Il s'est avéré que la diversité maximale après un feu se trouve dans les jeunes peuplements (jusqu'à 30-40 ans) ainsi que dans les vieux de plus de 150 ans. Parmi les plantes vasculaires, les arbustes et les herbacées sont particulièrement diversifiés dans les jeunes forêts, tandis que les mousses et hépatiques le sont beaucoup dans les peuplements de plus de 150 ans.

## Une question de lumière

Cette biodiversité végétale en U s'explique par la modification de la structure de la forêt tout au long de la succession, c'est-à-dire le changement de taille et de densité des arbres. Au début, en l'absence de couvert forestier, après un feu surtout, l'abondance de lumière qui parvient au sol permet à une panoplie d'espèces pionnières de s'installer et de proliférer aussi longtemps que la lumière ne leur fera pas défaut et que la compétition avec les végétaux plus tolérants à l'ombre ne les surmontera pas.



Puis, avec la croissance des arbres, à mesure que le couvert va se refermer, le nombre d'espèces diminuera. Mais surtout - comme dans le cas des animaux - leur composition va changer, les espèces d'ombre prenant graduellement la place des espèces de lumière, qui vont presque complètement disparaître. Jusqu'à ce que...

Jusqu'à ce que les arbres vieillissants commencent à mourir. Ce phénomène prendra d'autant plus d'importance qu'après une centaine d'années, les épinettes noires - jusque-là dominantes dans un



peuplement issu d'une perturbation naturelle - feront davantage place aux sapins baumiers. Or, cette essence, plus vulnérable à la pourriture, aux chablis et à la tordeuse des bourgeons de l'épinette, a une espérance de vie moins longue que l'épinette. Dans les trouées créées par l'effondrement des arbres, la lumière pourra donc de nouveau passer. S'ensuivra un autre foisonnement de formes de vie au sol, notamment avec le retour de plusieurs herbacées et, graduellement, toute une diversité de mousses et hépatiques qui vont se nourrir du bois en décomposition des troncs d'arbres morts. Comme ces trouées ne se produiront pas toutes en même temps, il en résultera une hétérogénéité dans la structure de la forêt, où des plantes de tous les stades de succession pourront prendre racine.

Ce que les travaux de la Chaire mettent en évidence, une fois de plus, c'est l'importance de cette hétérogénéité dans les attributs de la forêt boréale de l'est du Québec, avec sa biodiversité particulière. Et le fait qu'une telle hétérogénéité doit être protégée par des traitements sylvicoles appropriés.

## Pour en savoir plus

- Azeria, E.T., M. Bouchard, D. Pothier, D. Fortin et C. Hébert. 2011. *Using biodiversity deconstruction to disentangle assembly and diversity dynamics of understory plants along post-fire succession in boreal forest*. Glob. Ecol. Biogeogr. 20: 119-133.
- Azeria, E. T., D. Fortin, C. Hébert, P. Peres-Neto, D. Pothier et J.-C. Ruel. 2009. *Using null model analysis of species co-occurrences to deconstruct biodiversity patterns and select indicator species*. Divers. Distrib. 15: 958-971.
- Azeria, E. T., D. Fortin, J. Lemaître, P. Janssen, C. Hébert, M. Darveau et S. G. Cumming. 2009. *Fine-scale structure and cross-taxon congruence of bird and beetle assemblages in an old-growth boreal forest mosaic*. Glob. Ecol. Biogeogr. 18:333-345.
- Bichet, O. 2014. L'aménagement de l'habitat du caribou forestier permet-il la conservation de la biodiversité. Mémoire de maîtrise, Université Laval
- Janssen, P., D. Fortin et C. Hébert. 2009. *Beetle diversity in a matrix of old-growth boreal forest: Influence of habitat heterogeneity at multiple scales*. Ecography 32: 423-432.
- Janssen, P., C. Hébert et D. Fortin. 2011. *Biodiversity conservation in old-growth boreal forest: black spruce and balsam fir snags harbour distinct assemblages of saproxylic beetles*. Biodivers. Conserv. 20: 2917-2932.
- Le Blanc, M.-L., D. Fortin, M. Darveau et J.-C. Ruel. 2010. *Short term response of small mammals and forest birds to silvicultural practices differing in tree retention in irregular boreal forests*. Ecoscience 17: 333-342.
- Lemaître, J., M. Darveau, Q. Zhao et D. Fortin. 2012. *Multiscale assessment of the influence of habitat structure and composition on bird assemblages in boreal forest*. Biodivers. Conserv. 21: 3355-3368.
- Lemaître, J., D. Fortin, D. W. Morris et M. Darveau. 2010. *Deer mice mediate red-backed vole behaviour and abundance along a gradient of habitat alteration*. Evol. Ecol. Res. 12: 203-216.
- Zhao, Q., E. T. Azeria, M.-L. Le Blanc, J. Lemaître et D. Fortin. 2013. *Landscape-scale disturbances modified bird community dynamics in successional forest environment*. PLoS ONE 8: e81358.

## Des coupes qui préservent les vieilles forêts

Dans l'optique d'un aménagement forestier écosystémique où il s'avère souhaitable de réduire les coupes à blanc pour préserver une partie des vieilles forêts de la Côte-Nord, quel type de récolte devrait-on privilégier ? Autrement dit, quel genre de coupe permettrait le mieux de protéger à la fois la structure irrégulière de ces forêts, la biodiversité animale qu'elles recèlent et leur important apport socioéconomique ?

Les réponses fournies par la Chaire de recherche en sylviculture et faune pointent toutes dans la même direction : les « coupes de jardinage », comme on s'y réfère dans le milieu forestier. Ce type de récolte est déjà courant en forêt feuillue, où on le pratique pour maintenir un couvert permanent tout en assurant une production ligneuse continue.

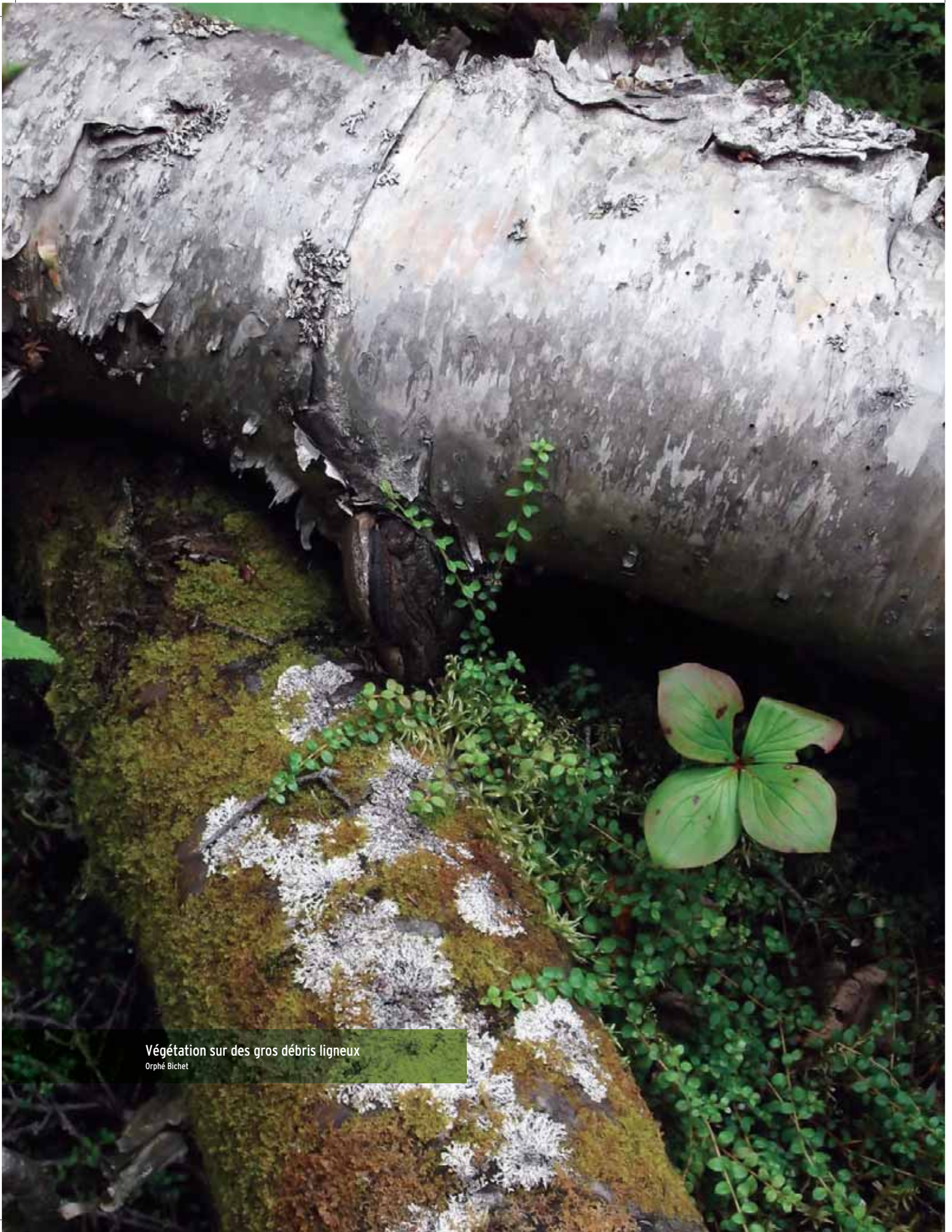
C'est une vaste étude intégrée portant sur l'ensemble des effets de quatre types de coupes qui permet de tirer des conclusions allant dans ce

sens. Les coupes de jardinage maintiennent les principales caractéristiques des vieilles forêts, aussi bien quant à leur composition et à leur structure qu'au plan de la biodiversité animale. Et elles sont rentables pour les entreprises forestières, mais moins que les coupes les plus pratiquées actuellement, si l'on s'en tient au court terme.

### Jardinage vs coupes traditionnelles

Pour leur étude, les chercheurs ont comparé quatre traitements sylvicoles différents réalisés en 2004 sur plus d'une centaine d'hectares n'ayant jamais été mis en chantier : deux variantes de jardinage et les deux types de récolte présentement les plus courants en forêt boréale québécoise, à savoir la coupe avec protection de la régénération





Végétation sur des gros débris ligneux

Orphé Bichet

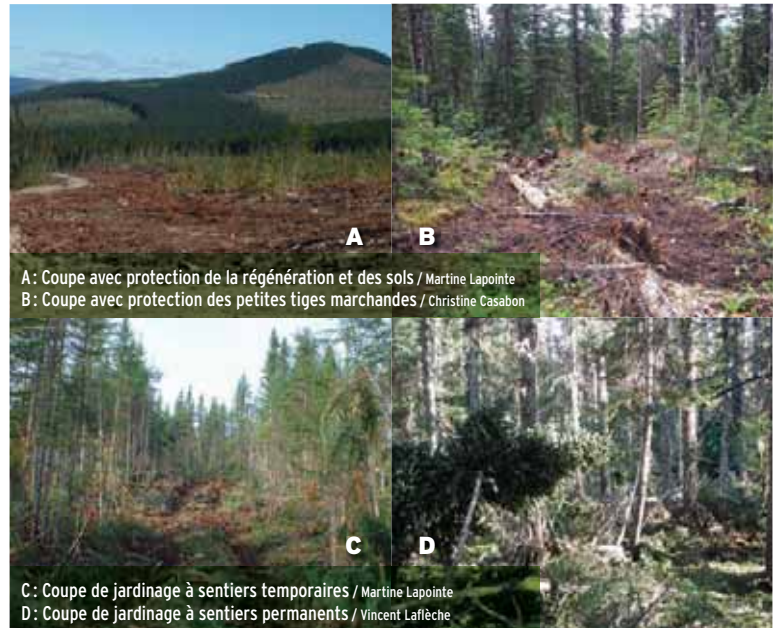
et des sols (CPRS) et la coupe avec protection des petites tiges marchandes (CPPTM). Les deux patrons de jardinage prélevaient moins de la moitié des arbres d'un peuplement, la différence entre les deux portant sur les sentiers aménagés pour effectuer la coupe. Quant aux deux autres traitements, ils retiraient respectivement 90 et 75 % des arbres.

Les résultats ont montré que, trois ans après traitement, les deux variantes de jardinage avaient préservé les principales caractéristiques des peuplements vierges: structure irrégulière (arbres de tailles différentes), composition des espèces végétales et composition de la régénération. Autre attribut important des vieilles forêts préservé par ces coupes: la présence de chicots et de bois mort au sol, dont profite abondamment la petite faune. Enfin, on a décelé peu de mortalité des arbres après jardinage, contrairement à ce qui se produit avec la CPPTM où d'importants chablis peuvent frapper les résineux restants, très exposés au vent.

À noter que les essais avec coupes de jardinage ont été effectués à l'aide d'équipements d'abattage standards de grandes dimensions, avec et sans marquage préalable des arbres à abattre (martelage). Lorsque les arbres n'étaient pas marqués, le choix était laissé à l'opérateur de l'abatteuse. Avec ou sans martelage, il n'y a eu pratiquement aucun effet sur la structure et la composition des peuplements après trois ans, si ce n'est une mortalité cumulative plus faible avec l'approche la plus simple, c'est-à-dire sans marquage.

## Quelle influence sur les animaux ?

D'autre part, avec cette étude intégrée, on a pu vérifier que le jardinage affecte moins la biodiversité animale que les deux autres types de traitement. Alors que les populations d'insectes, d'oiseaux, de petits mammifères et de lièvre subissent des changements importants trois ans après une CPRS ou une CPPTM, elles demeurent relativement stables à la suite de coupes de jardinage.



Les coléoptères sont particulièrement touchés. Comme beaucoup de ces insectes ont besoin de bois mort pour au moins une étape de leur cycle de vie, ils sont très sensibles à la récolte forestière, ce qui en fait de bons indicateurs des impacts des coupes en forêt âgée. Une forte augmentation



Nid de grive à dos olive  
Andréanne Beardsell



de l'abondance des insectes de milieux ouverts a suivi les deux traitements conventionnels, même la CPPTM où 25 % des arbres sont laissés sur place. Dans les parterres de coupes de jardinage, pendant ce temps, l'impact a été généralement mineur.

Pour ce qui est des oiseaux, les résultats ont correspondu à ce qu'on attendait: les espèces de milieux ouverts comme le bruant à gorge blanche, le junco ardoisé et le merle d'Amérique ont envahi les anciennes CPRS et CPPTM, tandis que les oiseaux de milieux clos tels que le grimpeur brun, la mésange à tête brune et le roitelet à couronne rubis sont demeurés bien présents dans les parcelles jardinées. Les conclusions de l'étude suggèrent qu'un maintien de 55 % des arbres suffirait à conserver les espèces aviaires typiques des vieilles forêts.

Chez les petits mammifères, ce sont le campagnol à dos roux, fréquent en forêt âgée, et la souris sylvestre, plus présente en milieu ouvert, qui ont subi les principaux changements dans leur abondance relative à la suite des coupes. Le campagnol préfère nettement les forêts vierges, mais il demeure présent dans les coupes de jardinage. On estime qu'il faudrait une récolte de plus de 50 % des arbres pour qu'il en résulte un effet marqué sur ses populations. Enfin, le lièvre d'Amérique a fait fi de sa préférence des couverts forestiers complètement fermés pour fréquenter les anciennes coupes de jardinage, lorsqu'en situation d'abondance. Mais il a évité les CPRS et CPPTM, même à forte densité de population, principalement à cause des risques accrus de prédation.

L'impact sur les animaux à grands domaines vitaux n'a pas été mesuré dans la recherche intégrée, les parcelles étudiées étant trop petites. D'autres recherches de la Chaire ont cependant montré que le caribou et l'orignal évitaient les secteurs ayant fait l'objet d'une coupe avec protection de la régénération et des sols, et que le caribou s'écartait même des anciennes coupes avec protection



Campagnol à dos roux de Gapper  
Orphé Bichet



Porteur forestier  
Martine Lapointe

des petites tiges marchandes. Reste à savoir si l'étendue supérieure du réseau routier qu'exige le jardinage ne va pas favoriser la prédation par le loup, lequel profite abondamment des chemins forestiers pour ses déplacements.

## Rentables... surtout à long terme

Globalement, les deux approches de jardinage se révèlent donc aptes à préserver les principaux attributs des forêts âgées. Mais qu'en est-il de leur

rentabilité pour l'exploitant forestier ? Les travaux ont montré que, moyennant quelques entorses aux procédés habituels, le jardinage est réalisable à coûts abordables (entre 15 et 25 % supérieurs à ceux d'une CPRS pour la première récolte). Même avec un tel supplément, l'opération reste rentable. Plus encore, selon une simulation réalisée pour les 200 prochaines années, les récoltes subséquentes (avec intervalles de 40 à 50 ans) sur les mêmes parterres deviendraient plus profitables que la CPRS, cela, en vertu du volume récolté et de la taille moyenne des arbres à partir de la deuxième coupe.

Toutefois, les recherches de la Chaire ont également montré que la productivité forestière resterait relativement faible après une coupe de jardinage, comme dans une vieille forêt, alors qu'elle augmente pendant plusieurs années à la suite d'une coupe totale, qui bouleverse davantage le sol.

Dans une période économiquement difficile pour elle, l'industrie forestière se laissera-t-elle convaincre facilement d'attendre une deuxième récolte avant d'obtenir des profits supérieurs à ce que lui procure la coupe totale ? Et d'accepter une productivité forestière perpétuant en quelque sorte un état de croissance sous-optimale, comme en forêt âgée ? Il s'agira donc de voir si l'aménagement écosystémique vers lequel on se dirige, qui consiste à imiter au mieux les effets des perturbations naturelles, doit être suivi de façon intégrale.

Une partie de la réponse viendra peut-être de la valeur économique qu'on saura superposer à la valeur écologique des vieilles forêts. Par exemple, grâce à un programme de certification qui donnerait au marché un signal dans cette direction.

## Pour en savoir plus

- Cimon-Morin, J., J.-C. Ruel et M. Darveau. 2010. *Short term effect of alternative silvicultural treatments on stand attributes in irregular balsam fir-black spruce stands*. For. Ecol. Manage. 260: 907-914.
- Cimon-Morin, J., J.-C. Ruel, M. Darveau, J.-M. Lussier, P. Meek et V. Roy. 2010. Essais de jardinage sans martelage dans des peuplements irréguliers de sapin baumier et d'épinette noire. For. Chron. 86 : 498-510.
- Fortin, D., C. Hébert, J.-P. Légaré, N. Courbin, K. Swiston, J. Hodson, M.-L. LeBlanc, C. Dussault, D. Pothier, J.-C. Ruel et S. Couturier. 2011. *Partial harvesting in old-growth boreal forests and the preservation of animal diversity from ants to woodland caribou*. Pages 115-136 dans E. B. Wallace, éditeur. Woodlands: Ecology, Management and Conservation. Nova Science Publishers, Inc., New York, USA.
- Hodson, J. K., D. Fortin, L. Bélanger et E. Renaud-Roy. 2012. *Browse history as an indicator of snowshoe hare response to silvicultural practices adapted for old-growth boreal forests*. Ecoscience, 19:266-284.
- Hodson, J. K., D. Fortin, M.-L. Le Blanc et L. Bélanger. 2010. *An appraisal of the fitness consequences of forest disturbance on wildlife using habitat selection theory*. Oecologia 164:73-86.
- Légaré, J.-P., C. Hébert et J.-C. Ruel. 2011. *Alternative silvicultural practices in irregular boreal forests: response of beetle assemblages*. Silva Fenn. 45:937-956.
- Liu, C., J.-C. Ruel et S. Y. Zhang. 2007. *Immediate impacts of partial cutting strategies on stand characteristics and value*. For. Ecol. Manage. 250: 148-155.
- Moore, T. Y., J.-C. Ruel, M. A. Lapointe et J. M. Lussier. 2012. *Evaluating the profitability of selection cuts in irregular boreal forests: an approach based on Monte Carlo simulations*. Forestry 85:63-77.
- Ruel, J.-C., D. Fortin et D. Pothier. 2013. *Partial cutting in old-growth boreal stands: an integrated experiment*. For. Chron. 89: 360-369.
- Le Blanc, M.-L., D. Fortin, M. Darveau, J.-C. Ruel. 2010. *Short term response of small mammals and forest birds to silvicultural practices differing in tree retention in irregular boreal forests*. Ecoscience 17: 333-342.

## Après feu ou après coupe ?

Coupe totale et feux de forêt, même résultat ? On compare souvent les effets d'une récolte forestière totale à ceux d'un incendie de forêt, pour suggérer que ces deux perturbations agissent de la même façon sur l'écosystème. En rasant tous les arbres matures d'un peuplement, les deux permettraient à une nouvelle forêt de prendre naissance puis de se développer lentement en passant par tous les stades de succession. On pourrait ainsi tabler sur la coupe totale pour régénérer l'écosystème comme le fait la nature.

Mais est-ce vraiment le cas ? Dans la forêt boréale de l'est du Québec, les deux types de perturbation produisent-ils des effets semblables, au début et tout au long du processus de reconstitution de la forêt de remplacement ? Les chercheurs de la Chaire sont allés y voir de plus près en étudiant les dynamiques de succession de la végétation, mais aussi de certaines communautés animales, après coupe et après feu. Comme les autres travaux, ces études ont été menées dans plusieurs peuplements d'âges différents procurant une chronoséquence de plus de 200 ans après feu et de 80 ans après coupe (puisque les coupes à blanc étaient rares avant les années 1930, sur la Côte-Nord). Le territoire d'étude se situait dans la sapinière à bouleau blanc.

### Des impacts distincts

Les résultats montrent que les impacts diffèrent selon le type de perturbation d'origine, à la fois sur

la structure et la composition des peuplements, sur la végétation au sol et sur des populations animales.

La principale différence se produit au moment même de la perturbation. Pour peu qu'il soit d'une intensité suffisante, le feu brûle à peu près tout ce qu'il y a sur le terrain, sauf quelques îlots ici et là. Les grands arbres sont décimés, mais aussi tous les jeunes sapins et épinettes sous couvert ainsi que la végétation au sol : arbustes, herbacées



Épinette noire  
Jean-Claude Ruel



Régénération de sapin sur épinette  
Hélène Le Borgne

et mousses les plus variées. Même l'humus est en partie brûlé et le sol mis à nu, devenant ainsi plus apte à recevoir de nouvelles semences qui profiteront d'un afflux de lumière pour recoloniser le terrain à partir de zéro.

Des graines légères transportées par le vent viendront, de loin, établir une régénération en espèces pionnières tels le bouleau, le peuplier faux-tremble et diverses autres essences feuillues. Mais beaucoup de semences proviendront aussi des épinettes qui couvraient le secteur avant l'incendie. Espèce reine de la forêt boréale, l'épinette noire est particulièrement bien adaptée à la dynamique des feux. Ses cônes s'ouvrent sous l'effet de la chaleur pour libérer leurs graines et réensemencer le terrain. Il en va de même des cônes du pin gris; mais comme il n'y a pas beaucoup de pin dans le secteur, sauf à l'ouest du réservoir Manicouagan, c'est l'épinette qui dominera la régénération, une fois disparus les feuillus intolérants à l'ombre après une quarantaine d'années.

Des animaux feront aussi leur apparition dans le brûlis, notamment des longicornes, ces coléoptères aux longues antennes qui aiment le bois mort, et le pic à dos noir, commun dans cet habitat. Puis à mesure que s'installera la végétation d'après feu, tout un cortège d'espèces, aussi bien insectes que petits mammifères et oiseaux, se réappropriera les lieux, en modifiant graduellement la biodiversité faunique jusqu'à la prochaine grande perturbation.

## Après la coupe

Après une coupe totale, la dynamique n'est pas tout à fait la même, ont constaté les membres de la Chaire; on ne repart pas à zéro comme après un feu. D'une part, sauf dans les sentiers où est passée la machinerie, le sol est beaucoup moins perturbé, ce qui ne favorise pas la germination de nouvelles graines. D'autre part, la végétation déjà présente sous couvert avant la coupe est en

grande partie épargnée, surtout depuis qu'on pratique la coupe avec protection de la régénération et des sols. Or, dans la forêt boréale de l'est du Québec, cette régénération préétablie se compose principalement de sapin baumier, dont les jeunes plants - très tolérants à l'ombre - peuvent se développer sous couvert. Après la récolte, c'est donc cette nouvelle génération de sapin qui dominera dans la forêt, alors que l'épinette abondera dans une forêt issue d'un incendie.

Pour l'industrie forestière, ce n'est pas anodin. D'un côté, cette forêt de sapin postcoupe se reconstitue



Pic à dos noir  
© Simon Pierre Barrette, Wiki commons



Mousses et lichens sur bois mort  
Orphé Bichet



Jeune russule des marais  
Orphé Bichet

plus vite, prenant une soixantaine d'années pour produire près de 1000 arbres matures à l'hectare, comparativement à une centaine d'années pour une forêt postfeu. Il y aura donc, pendant un temps, plus de bois à récolter. Mais d'un autre côté, le sapin a une moins grande valeur que l'épinette pour la transformation en bois d'œuvre et il est plus vulnérable à la tordeuse des bourgeons de l'épinette et à la carie. Au bout du compte, il pourrait en découler des profits moindres pour les exploitants.

Une autre différence entre les effets du feu et ceux d'une coupe se manifeste carrément sur le plancher forestier, dans les mousses et les hépatiques. Puisque la coupe les laisse en bonne partie intactes, ces invasives sont déjà bien installées lorsque la nouvelle forêt commence à s'élaborer. Elles peuvent ainsi recoloniser l'habitat rapidement, alors qu'elles auraient mis plusieurs décennies à le faire après un feu.

Résultat: non seulement les plantes de début de succession ne peuvent pas s'établir, la niche étant déjà occupée, mais plusieurs mousses et hépatiques présentes dans les jeunes forêts issues d'une coupe sont les mêmes que celles qui garnissent le parterre des vieilles forêts. D'où une succession forestière moins élaborée après coupe. D'un point de vue écosystémique, la situation est la suivante: même si le nombre d'espèces de plantes au sol est à peu près semblable dans les peuplements postfeu et postcoupe, l'assemblage diffère passablement. Il est dominé dès le départ par des plantes de fin de succession, dans le peuplement après coupe, et de début de succession, dans le postfeu.

## Moins de bois mort

Certaines mousses et hépatiques typiques des vieilles forêts se font cependant plus rares après coupe, même lorsque le peuplement vieillit. Il s'agit des espèces «épixyliques», qui croissent



Strophariacées poussant sur un tronc de bouleau blanc  
Orphé Bichet

sur le bois en décomposition. Comme le propre de la récolte forestière est de cueillir les arbres, on trouvera moins de bois mort dans les forêts après coupe que dans les peuplements après feu, donc moins de substrat pour ces plantes. Le déficit perdurera jusqu'à ce que la forêt de remplacement ait suffisamment vieilli pour «produire» à son tour du bois mort et que se rejoignent les deux écosystèmes d'origine différente. Ce point de convergence se fera vraisemblablement après une centaine d'années. Les plus vieilles coupes de la Côte-Nord qu'il a été possible d'échantillonner ne datent que d'environ 80 ans, il s'agit là d'une estimation réalisée à l'aide de courbes obtenues par modélisation.

Par ailleurs, le déficit en bois mort n'affectera pas que les mousses et hépatiques. Divers champignons seront aussi touchés, de même que plusieurs espèces fauniques, dont de petits rongeurs comme le campagnol à dos roux, ainsi que les oiseaux qui creusent dans les chicots pour se nourrir ou se confectionner un nid.

Qu'on pense aux diverses espèces de pics qui nichent dans les forêts de la Côte-Nord. Ces oiseaux dits «cavicoles primaires» percent dans les arbres morts des cavités qui seront plus



*Stereocerus haematopus*

© Germain, RNCan



Lièvre d'Amérique

© Walter Siegmund, Wiki commons



Caribou des bois

Daniel Fortin

tard utilisées par des «cavicoles secondaires», d'autres oiseaux nicheurs, comme la mésange à tête brune et le grimpereau brun. Ceux-ci, à l'instar des pics, se nourriront des nombreux insectes qui envahissent les chicots. Divers mammifères profiteront aussi de ces trous, dont les chauves-souris, le tamia rayé et la martre d'Amérique.

Près de 3 % (71) des 1740 chicots répertoriés par les chercheurs dans différents secteurs du territoire contenaient de telles cavités, et ce, davantage dans les jeunes peuplements après feu (moins de 50 ans) et dans les forêts âgées (200 ans). La préférence des oiseaux semblait se porter sur les plus gros chicots (plus de 20 cm) et sur ceux en état de décomposition avancée.

## Les pics... du lièvre

L'origine de la perturbation fait aussi une différence sur des mammifères comme le lièvre et l'écureuil roux, deux espèces de milieu de succession. Le lièvre, qui a besoin d'un minimum de couvert forestier pour se protéger des prédateurs et qui se nourrit de jeunes arbustes et d'herbacées, trouvera ces conditions optimales une quarantaine d'années après le début de la régénération. Sa population connaîtra alors un premier pic de densité, peu importe après feu ou après coupe. Mais il sera deux fois plus abondant dans un peuplement issu d'une coupe. Puis, un second pic - moins marqué - se produira lorsque des trouées se seront créées dans la forêt vieillissante, plusieurs dizaines d'années plus tard, favorisant la venue d'une nouvelle manne d'arbustes et herbacées.

Quant à l'écureuil, il se nourrit des graines des arbres matures. Son pic de population surviendra donc environ 20 ans plus tard dans un peuplement après feu que dans une forêt après coupe puisque celle-ci se reconstitue plus rapidement. Enfin, l'espèce vedette de la Chaire, le caribou forestier, pourrait lui aussi être affecté par le type de



perturbation de l'ancienne forêt. Ce cervidé est un animal typique des grandes étendues d'épinette noire de la forêt boréale. Des peuplements dominés par le sapin à la suite d'une coupe pourraient lui être moins propices, notamment en favorisant l'original, qui consomme de grandes quantités de sapin et qui attire le loup dans les secteurs qu'il fréquente. La prédation sur le caribou pourrait s'en trouver accrue.

Tout considéré, on constate des différences notables dans le développement de l'écosystème forestier de la Côte-Nord selon qu'il tire son origine d'un incendie ou d'une coupe totale. Pour pratiquer un aménagement forestier durable, qui calque les grands processus naturels, il faudrait donc essayer de limiter les écarts entre les deux.

Une façon de le faire serait de réduire le nombre et la superficie des coupes à blanc pour maintenir davantage de peuplements postfeu dominés par l'épinette noire. On pourrait aussi faire en sorte que la régénération après coupe ressemble plus à la reprise après feu, en enlevant les jeunes plants de sapin et en reboisant en épinette une petite partie des parterres de coupe. Une faible proportion du reboisement pourrait aussi se faire en pin gris puisque cette espèce a déjà été présente un peu partout sur le territoire. Et une éclaircie pré-commerciale adéquate permettrait d'ajuster la composition d'un peuplement où l'épinette tient déjà une bonne place.

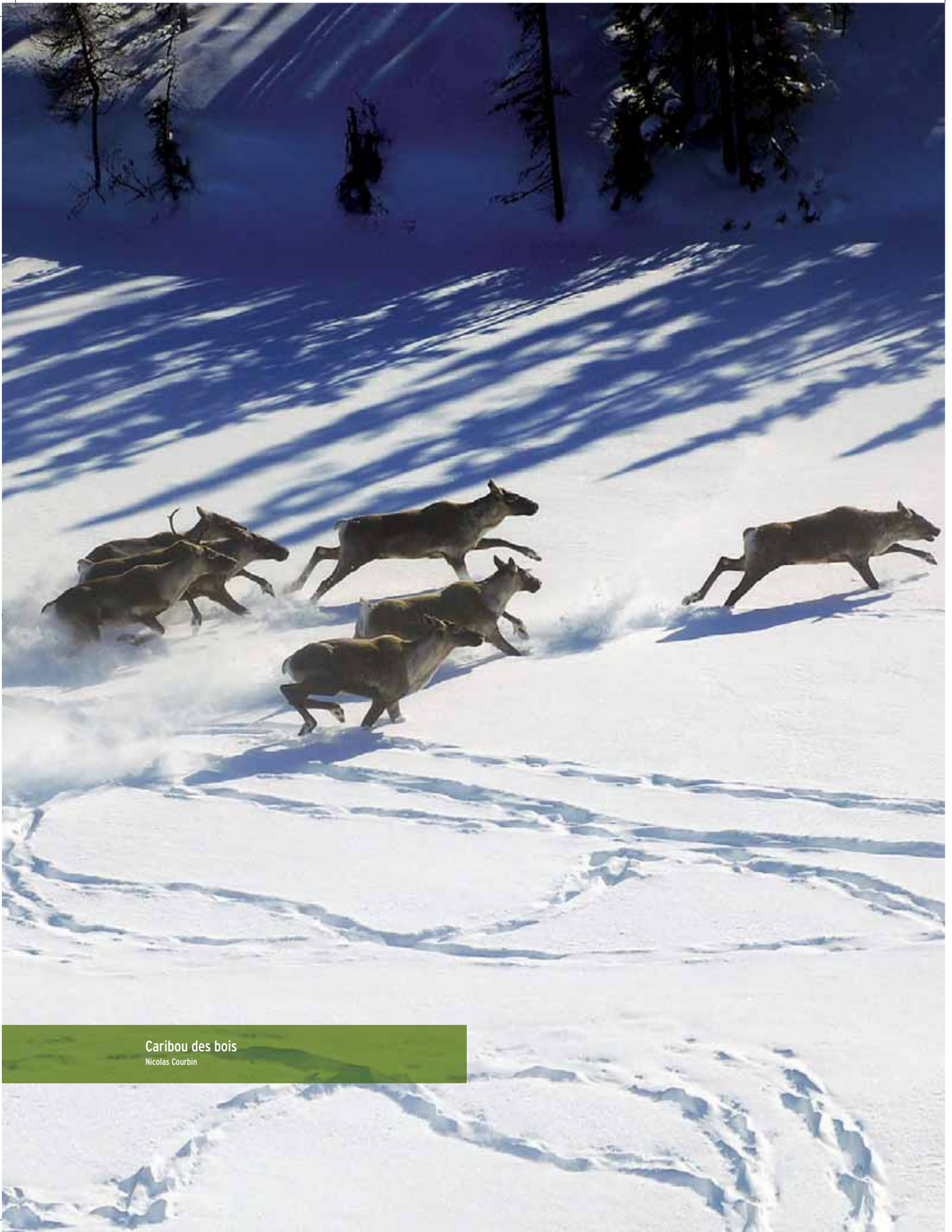
Les travaux de la Chaire ont révélé que la forêt nord-côtière se caractérise par une structure irrégulière comportant un grand nombre de peuplements âgés issus d'incendies survenus voilà très longtemps. Cela est surtout vrai au nord du territoire, encore peu touché par la récolte. Les recherches démontrent qu'avec les efforts nécessaires, il est possible de conserver les principaux attributs de cette forêt particulière.



Plantation  
Nicolas Courbin

### Pour en savoir plus

- Allard-Duchêne, A., D. Pothier, A. Dupuch et D. Fortin. 2014. *Temporal changes in habitat use by snowshoe hares and red squirrels during post-fire and post-logging forest succession*. For. Ecol. Manage. 313: 17-25.
- Fortin, D., Hébert, C., Légaré, J.-P., Courbin, N., Swiston, K., Hodson, J., LeBlanc, M.-L., C. Dussault, D. Pothier, J.-C. Ruel et S. Couturier. 2011. *Partial harvesting in old-growth boreal forests and the preservation of animal diversity from ants to woodland caribou*. Pages 115-136 dans E. B. Wallace, éditeur. Woodlands: Ecology, Management and Conservation. Nova Science Publishers, Inc., New York, USA.
- Fourrier, A., D. Pothier et M. Bouchard. 2013. *A comparative study of long-term stand growth in eastern Canadian boreal forest: fire versus clear-cut*. For. Ecol. Manage. 310: 10-18.
- Hodson, J.K., D. Fortin et L. Bélanger. 2011. *Changes in relative snowshoe hare (Lepus americanus) abundance across a 265-year gradient of boreal forest succession*. Can. J. Zool. 89:908-920.
- Lachance, E., D. Pothier et M. Bouchard. 2013. *Forest structure and understory plant communities inside and outside tree retention groups in boreal forests*. Ecoscience 20: 252-263.
- Lowe, J., D. Pothier, J.-P. L. Savard, G. Rompré et M. Bouchard. 2011. *Snag characteristics and cavity-nesting birds in the unmanaged post-fire northeastern Canadian boreal forest*. Silva Fenn. 45: 55-67.
- Lowe, J., D. Pothier, J.-P. L. Savard, et G. Rompré. 2012. *Long-term changes in bird community with time since fire in the Québec eastern boreal forest*. J. Ornithol. 153: 1113-1125.
- Ward, C., D. Pothier et D. Paré. 2014. *Do boreal forests need fire disturbance to maintain productivity?* Ecosystems 17: 1053-1067.



Caribou des bois  
Nicolas Courbin

# Coupe forestière et caribou, une réalité complexe, des impacts certains

Est-il possible de faire de l'exploitation forestière dans un secteur fréquenté par le caribou forestier, tout en protégeant à long terme l'habitat de cet animal emblématique ? Et si oui, comment ?

Voilà ce qui occupe en grande partie les chercheurs de la Chaire de recherche industrielle CRSNG - Université Laval en sylviculture et faune depuis 10 ans. Les réponses ne sont ni simples ni évidentes, car la réalité relève d'un amalgame de relations complexes entre plusieurs espèces animales, leurs habitats et les activités humaines. La Chaire n'en a pas moins beaucoup progressé dans ses recherches, de sorte que plusieurs nouvelles connaissances - parfois insoupçonnées

jusque-là - ouvrent peut-être le chemin vers un aménagement forestier favorable au grand cervidé.

Depuis le milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, l'aire de répartition du caribou - écotype forestier (*Rangifer tarandus caribou*) - au Québec a rapetissé d'environ 40 %, constamment repoussée au nord par le développement. Considéré menacé, au Canada, et vulnérable, au Québec, l'animal arpente aujourd'hui les grands peuplements d'épinette noire de la forêt boréale. Sur la Côte-Nord, les coupes ne touchent encore qu'une partie de l'aire occupée par le cervidé; mais elles continuent de s'étendre.

## Fiche technique

- **Espèce** : caribou, écotype forestier (*Rangifer tarandus caribou*)
- **Population au Québec** : entre 6000 et 9000
- **Objectif provincial** : 11 000
- **Aire de répartition** : forêt boréale, entre le 49<sup>e</sup> et le 55<sup>e</sup> degrés de latitude nord
- **Habitat** : peuplements de résineux matures, riches en lichens terricoles l'hiver
- **Domaine vital** : peut dépasser 1500 km<sup>2</sup>
- **Mise bas** : en solitaire, en mai et juin
- **Principaux prédateurs** : loup gris en tout temps, ours noir pendant six semaines
- **Statut au Québec** : vulnérable
- **Statut au Canada** : menacé

## Le grand défi

C'est dans cette zone de la Côte-Nord, où caribous et travailleurs forestiers se côtoient, que les travaux de la Chaire se déroulent principalement. Une quinzaine d'études menées jusqu'à



Caribou en bordure d'un chemin forestier  
J. Garet

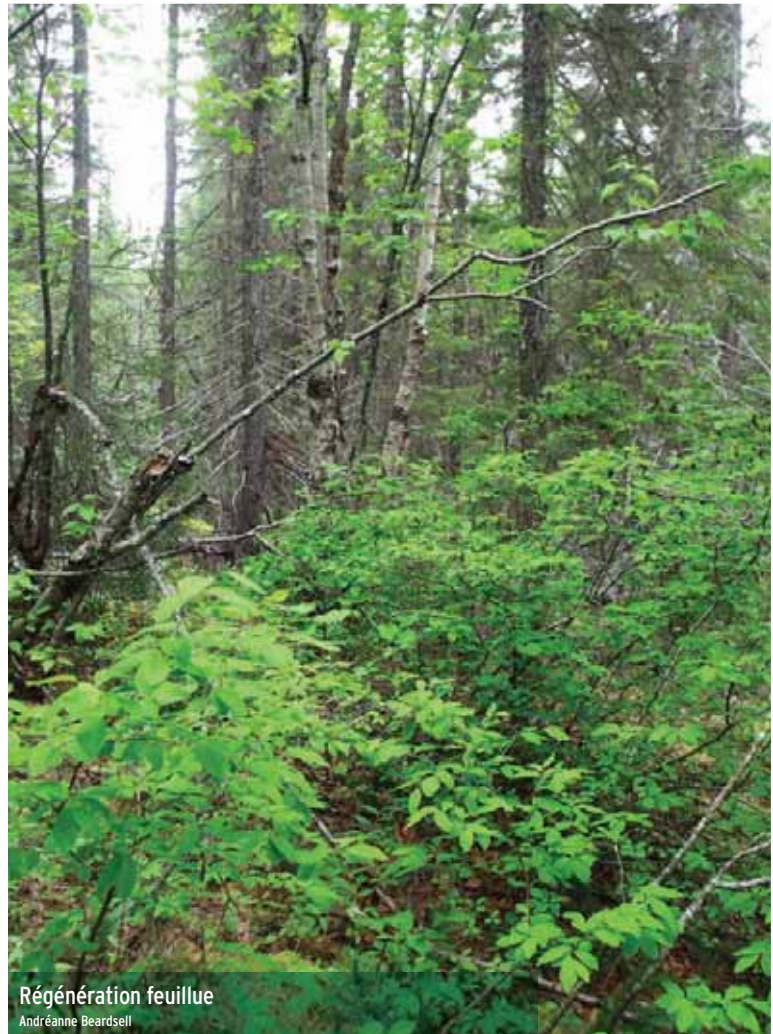


Lichen des caribous  
Angélique Dupuch

maintenant ont comporté toute une série de volets comprenant, entre autres, caractérisation d'habitats, inventaires aériens et suivis télémétriques avec colliers GPS. Les comportements du caribou ont été scrutés à la loupe, mais aussi ceux du loup (grand prédateur) et de l'orignal (proie de prédilection du canidé), une étude simultanée de trois espèces comme il s'en est peu fait ailleurs. En outre, des chercheurs ont participé à l'analyse de données sur les comportements de l'ours noir (prédateur saisonnier) recueillies dans Charlevoix, dans la perspective d'une extrapolation au territoire de la Côte-Nord.

Le grand défi, à la fois pour l'étude du cervidé et pour sa protection, tient à la grandeur de son domaine vital. S'il est loin de parcourir de longues distances comme son congénère migrateur de la toundra, le caribou forestier n'en a pas moins un domaine vital qui dépasse facilement les 1000 km<sup>2</sup>. C'est que, pour combler l'ensemble de ses besoins, il doit changer de secteur selon qu'il est en période de rut, d'hivernage ou de mise bas. Si l'on inclut les corridors de déplacement entre ces différents secteurs, son domaine global s'avère plus grand que la somme de ses territoires saisonniers. Deux constantes : il a toujours besoin de forêts matures de conifères - largement pourvue de lichens en hiver - et il évite soigneusement les forêts mixtes de même que les peuplements feuillus. Ainsi, plus il y a de résineux dans les zones qu'il utilise, moins grand son domaine doit être.

En plus des peuplements mixtes et feuillus, le caribou évite généralement les parterres de coupe et les routes forestières, et ce, durant au moins 15 ans après la récolte. Or, compte tenu de l'ampleur de ses déplacements, il est bien improbable que l'animal ne trouve pas une coupe récente sur sa route ou dans un de ses domaines saisonniers, quand il y a de l'exploitation dans un secteur. D'où une perte d'habitat qu'il doit compenser par un nouvel agrandissement de son domaine vital vers des zones moins connues... et peut-être plus à risque de prédation.



Régénération feuillue  
Andréanne Beardsell



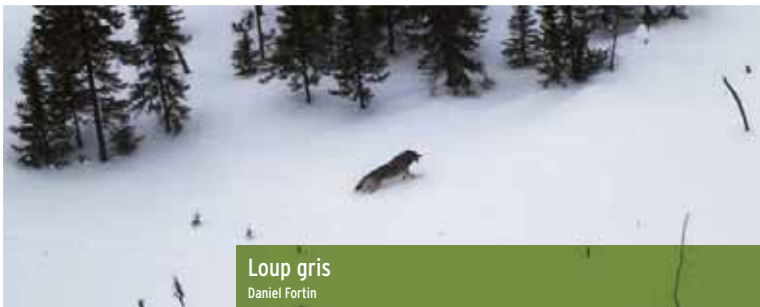
Route forestière  
Christine Casabon



Lichen arboricole  
James Hodson



Orignal avec un collier  
Daniel Fortin



Loup gris  
Daniel Fortin

Outre cette perte directe d'accès à une partie de son domaine, transformée en parterre de coupe, le caribou subit aussi une perte « fonctionnelle » d'habitat. Lorsque des peuplements riches en nourriture (boisés ouverts de résineux matures et landes avec lichens) sont entourés de coupes, l'animal diminue de beaucoup leur fréquentation. Ainsi, ces parcelles pouvant normalement contribuer à ses besoins sont toujours présentes sur le territoire, mais elles ne seront plus utilisées ou le seront beaucoup moins, ce qui constitue en réalité une perte d'habitat. En fait, une augmentation de 40 % des coupes et des routes diminuerait de 50 % la probabilité qu'une parcelle soit fréquentée.

Les coupes se traduisent-elles de plus par une diminution de la quantité de nourriture disponible, en particulier les lichens, principale source d'alimentation en hiver ? Certes, les lichens arboricoles disparaissent en même temps que les arbres coupés; mais les lichens au sol (accessibles même sous la neige) restent en place après la récolte et il ne semble pas que l'abondance soit un problème. Du moins jusqu'à maintenant, car il n'est pas exclu que des lichens auparavant sous le couvert de la forêt en viennent à se dégrader une fois exposés au grand jour.

## Des relations complexes

Donc perte d'habitat et, éventuellement, de nourriture. Mais il y a plus. Et c'est là que les choses se complexifient.

En créant des ouvertures dans le paysage, l'aménagement forestier redémarre la végétation à neuf sur de grandes superficies, souvent contiguës les unes aux autres. Pendant plusieurs années, nombre de plantes feuillues - herbacées, arbustes et arbres - vont partager le terrain avec des jeunes plants de sapin ou d'épinette en régénération. Et il y a un grand ongulé qui raffole de cette nouvelle végétation ! L'orignal, bien sûr, dont l'habitat de prédilection est justement constitué

de peuplements mixtes et feuillus et qui est, pour le caribou, ce que les chercheurs appellent un compétiteur apparent... par loup interposé.

Sans être aussi abondant qu'en Gaspésie, l'orignal est très présent sur la Côte-Nord. De sorte que, quand l'industrie forestière s'amène dans un secteur, il n'est jamais loin derrière. Et au nord du Saint-Laurent, qui dit orignal, dit loup gris, son principal prédateur, qui le suit pratiquement pas à pas... d'autant plus aisément que les routes forestières facilitent ses déplacements et le dirigent dans des forêts denses où se réfugie le caribou. Or, il s'avère que le loup est aussi un grand prédateur de caribou là où il en rencontre. C'est un fait bien documenté depuis longtemps. Pour leur part, les recherches de la Chaire mettent en évidence le rôle du canidé dans la vulnérabilité des hardes de la Côte-Nord.

Plus de coupe, plus d'orignal, plus de loup... Mais où est le problème si le caribou évite les aires en régénération? Deux choses. D'une part, il ne s'enfonce pas très loin dans la forêt qui jouxte la coupe, surtout s'il y trouve un peuplement dense de conifères matures. Par des suivis télémétriques, les chercheurs ont découvert que les caribous se trouvant à une distance inférieure à 2,5 km d'une coupe relocalisent leur domaine à un peu plus de 4 km de la lisière, en moyenne. Quant aux caribous qui étaient déjà dans cette zone, ils ne bougent pas. Résultat : c'est dans cette marge allant de 2,5 à 4,5 km de la bordure que se trouvent les plus grandes concentrations de caribou, alors que - paradoxe apparent - les zones plus éloignées des coupes accueillent moins de cervidés.

## Le loup aussi

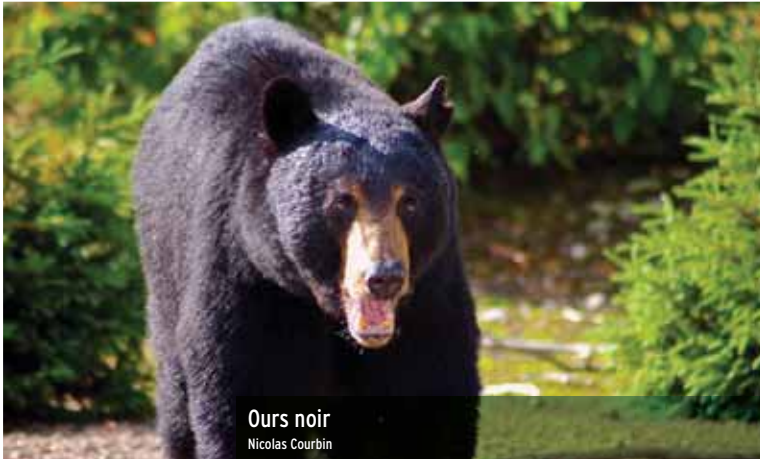
D'autre part, le loup affectionne particulièrement les terrains en régénération et les forêts mixtes ou feuillues, en raison de l'orignal qu'il y trouve. Mais il n'hésitera pas à s'engager dans une pessière à lichens mature, sachant qu'il a toutes les chances

d'y rencontrer son autre proie de prédilection. Il le fera d'autant plus volontiers que ce peuplement sera situé près d'une aire de récolte et relié au reste du réseau naturel du caribou, dont les parcelles préférées sont justement celles qui sont les plus connectées entre elles.

Conséquence prévisible? C'est là, à environ 4 km de la lisière que se produisent la majorité des rencontres entre la proie et son prédateur. Et le taux de survie des ongulés y est plus faible que plus près ou très loin des coupes ou des routes. Cet important effet de bordure se révèle passablement différent de la théorie généralement admise jusque-là, selon laquelle la présence du caribou autour d'une aire d'exploitation augmentait graduellement à partir d'environ 500 m de la coupe à mesure qu'on s'en éloignait. On ne se doutait pas d'un pic d'abondance à 4 km de la lisière et de la plus grande probabilité de rencontres prédateur-proie aussi loin de la zone déboisée.

Cette découverte de la Chaire laisse entrevoir le risque que peuvent comporter pour le caribou des parcelles d'habitat de haute qualité, qui seraient suffisamment grandes en surface totale, mais trop étroites. Même constatation pour les corridors reliant ces parcelles. Et comme le démontrent les études de la Chaire sur la connectivité des aires d'alimentation, le risque est d'autant plus grand que, lorsque le caribou utilise des secteurs perturbés par la coupe, le loup est en mesure de reconnaître, puis de patrouiller de façon plus intensive, les parcelles où le passage du cervidé est le plus probable.

Le caribou a toutefois quelques tours dans son sac. Il peut intégrer de l'information sur le passage récent du loup et utiliser, aussitôt après, des secteurs habituellement risqués mais riches en nourriture. Au cours des cinq ou six jours suivants, à mesure que le retour du canidé redeviendra plus probable, il délaissera graduellement ces secteurs.



Ours noir  
Nicolas Courbin



Bleuets  
© Jeff Dumais, Wiki commons

## L'autre prédateur

S'il n'y avait que le loup... Mais le caribou a un autre prédateur qui, au printemps et au début de l'été, s'avère encore plus redoutable. Dans certains secteurs où la coupe a rajeuni la forêt, plus du quart des faons (les caribous de moins de six semaines) finissent leur courte vie entre les mâchoires d'un ours noir. De toutes les causes de mortalité des caribous de moins de six semaines, c'est de loin la prédation par l'ours qui domine, pouvant atteindre 90 % ! Et comme dans le cas du loup, l'exploitation forestière est intimement liée à cette prédation.

L'ours noir est omnivore mais, au printemps (alors que les faons sont vulnérables), il est avant tout

un mangeur de plantes herbacées. Or, cette dernière abonde le long des chemins forestiers et dans les anciens parterres de coupe, des endroits généralement évités par le caribou, mais pas toujours. Les données montrent d'ailleurs que la prédation sur les faons se produit majoritairement dans les milieux à forte densité de routes forestières.

Donc, si le hasard met un faon sur son chemin, cet apport supplémentaire de protéines sera tout à fait bienvenu pour l'ours. Et compte tenu du fait que l'ours est un grand promeneur qui se déplace constamment d'une parcelle d'alimentation à l'autre, le hasard peut se produire assez souvent pour avoir un impact sur la population du caribou. Un ours noir mâle peut ratisser plus de 200 km<sup>2</sup> durant la période de vulnérabilité des faons.

Toutes ces données sur l'ours ont été récoltées dans Charlevoix, où il y a beaucoup plus d'activité forestière que sur la Côte-Nord. Mais comme les coupes progressent vers le nord, on prévoit que la même dynamique s'y jouera... à moins que des précautions soient prises dans la façon d'aménager la forêt, notamment en reboisant rapidement les surfaces récoltées et les chemins qui ne sont plus utilisés.

## Une série d'effets

En somme, les activités forestières entraînent toute une série d'effets - directs et indirects - sur les caribous de la Côte-Nord : empiètement des coupes sur le domaine vital, perte fonctionnelle d'habitats, régénération favorisant les prédateurs, effet de bordure sur plus de 4 km... bref une combinaison d'éléments interreliés dont les effets des uns deviennent les causes des autres.

Conséquence de tout cela : la survie des caribous est plus faible autour des aires de production forestière. Si le tribut que doit payer la population de caribou de la Côte-Nord n'est pas trop lourd pour l'instant, la réalité risque de changer à mesure que



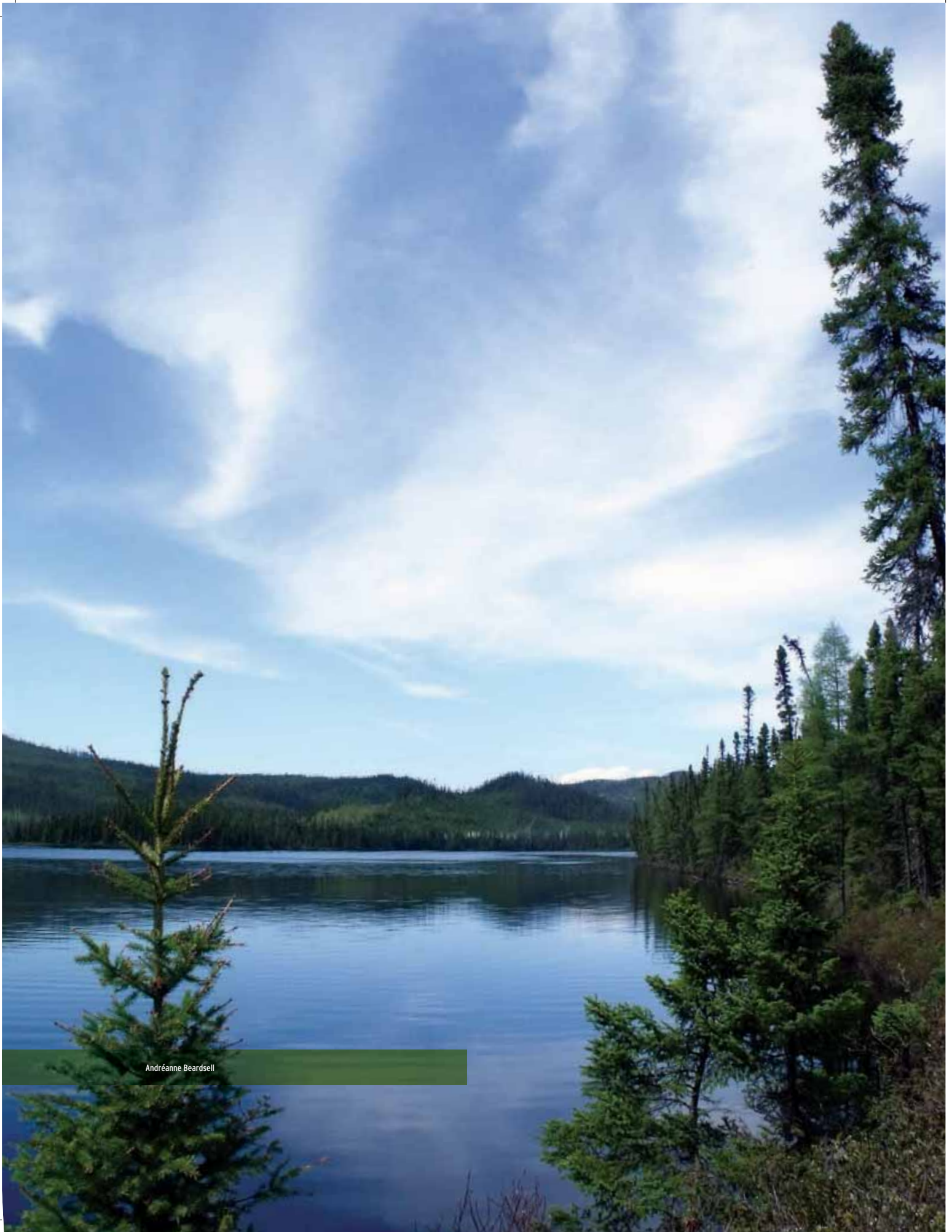
l'exploitation industrielle de la forêt y gagnera du terrain, au cours des prochaines décennies.

Mais tout n'est pas joué. À l'instigation des autorités gouvernementales et de comités de rétablissement auxquels participe la Chaire de recherche, et dans l'objectif d'obtenir une certification environnementale, plusieurs entreprises forestières se sont donné des plans d'aménagement visant à mener leurs opérations tout en protégeant l'habitat des caribous. L'un de ces plans, instauré sur la Côte-Nord, fait depuis 2004 l'objet d'une évaluation par les chercheurs de la Chaire. À partir des connaissances accumulées dans cet exercice et de l'élaboration de divers scénarios, la Chaire est de plus en plus en mesure de recommander certaines voies à emprunter.

C'est ce dont il est question dans les pages suivantes.

### Pour en savoir plus

- Basille, M., D. Fortin, C. Dussault, J.-P. Ouellet et R. Courtois. 2013. *Ecologically based definition of seasons clarifies predator-prey interactions*. *Ecography* 36: 220-229.
- Bastille-Rousseau, G., C. Dussault, S. Couturier, D. Fortin, M.-H. St-Laurent, P. Drapeau, C. Dussault et V. Brodeur. 2012. *Sélection d'habitat du caribou forestier en forêt boréale québécoise*, Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, Direction générale de l'expertise sur la faune et ses habitats, 66 p.
- Bastille-Rousseau, G., D. Fortin, C. Dussault, J.-P. Ouellet et R. Courtois. 2011. *Foraging strategies by omnivores: are black bears actively searching for ungulate neonates or are they simply opportunistic predators?* *Ecography* 34: 588-596.
- Courbin, N., D. Fortin, C. Dussault et R. Courtois. 2009. *Habitat management for woodland caribou: the protection of forest blocks influences wolf-caribou interactions*. *Landsc. Ecol.* 24: 1375-1388.
- Courbin, N., D. Fortin, C. Dussault et R. Courtois. 2014. *Logging-induced changes in habitat network connectivity shape behavioral interactions in the wolf-caribou-moose system*. *Ecol. Monogr.* 84: 265-285.
- Courbin, N., D. Fortin, C. Dussault, V. Fargeot et R. Courtois. 2013. *Multi-trophic resource selection function enlightens the behavioural game between wolves and their prey*. *J. Anim. Ecol.* 82: 1062-1071.
- Courtois, R., A. Gingras, D. Fortin, A. Sebbane, B. Rochette et L. Breton. 2008. *Demographic and behavioural response of woodland caribou to forest harvesting*. *Can. J. For. Res.* 38: 2837-2849.
- Dussault, C., V. Pinard, J.-P. Ouellet, C. Courtois et D. Fortin. 2012. *Avoidance of roads and selection for recent cutovers by threatened caribou: fitness-rewarding or maladaptive behaviour?* *P. of the R. Soc. B* 279, 4481-4488.
- Fortin, D., P.-L. Buono, A. Fortin, N. Courbin, C. T. Gingras, P. R. Moorcroft, R. Courtois et C. Dussault. 2013. *Movement responses of caribou to human-induced habitat edges lead to their aggregation near anthropogenic features*. *Am. Nat.* 181:827-836.
- Houle, M., D. Fortin, C. Dussault, R. Courtois et J.-P. Ouellet. 2010. *Cumulative effects of forestry on habitat use by gray wolf (Canis lupus) in the boreal forest*. *Landsc. Ecol.* 25: 419-433.
- Latombe, G., D. Fortin et L. Parrott. 2014. *Spatio-temporal dynamics in the response of woodland caribou and moose to the passage of grey wolf*. *J. Anim. Ecol.* 83: 185-198.
- Losier, C. 2013. *Les réponses fonctionnelles dans la sélection de l'habitat influencent la survie du caribou forestier (Rangifer tarandus) en forêt boréale*. Mémoire de maîtrise, Université Laval.
- Moreau, G., D. Fortin, S. Couturier, T. Duchesne. 2012. *Multi-level functional responses for wildlife conservation: the case of threatened caribou in managed boreal forests*. *J. Appl. Ecol.* 49: 611-620.
- Pinard, V., C. Dussault, J.-P. Ouellet, D. Fortin et C. Courtois. 2012. *Calving rate, calf survival rate, and habitat selection of forest-dwelling caribou in a highly managed landscape*. *J. Wildl. Manage.* 76: 189-199.



Andréanne Beardsell

# Protection du caribou et récolte forestière : oui mais des compromis nécessaires

Oui, il est possible d'exploiter la forêt tout en protégeant l'habitat du caribou forestier. Et oui, en protégeant le caribou, on préserve en même temps l'ensemble de la biodiversité des vieilles forêts où il vit. L'évaluation que la Chaire de recherche en sylviculture et faune a faite d'un plan d'aménagement réalisé sur la Côte-Nord le démontre bien. Mais cette évaluation et divers scénarios étudiés par la Chaire montrent également que la protection du cervidé ne se fera pas sans affecter la récolte de matière ligneuse. Il y aura des choix à faire.

C'est à l'initiative du ministère des Ressources naturelles et de la Faune d'alors et avec la collaboration de la compagnie Kruger que ce plan d'aménagement forestier a été mis en œuvre, en 2000, sur un territoire de près de 3000 km<sup>2</sup> au sud-ouest du réservoir Manicouagan. Le plan consistait à garder intacts des massifs de forêt de conifères matures pouvant servir de refuges au caribou et de les relier par des corridors boisés d'au moins 400 m de largeur, tout en regroupant les territoires de coupe en d'immenses blocs.

Dès sa création, en 2004, la Chaire a été invitée à s'impliquer dans le dossier - et elle continue à le faire - en étudiant les différentes facettes du plan pour en valider les fondements et suggérer des avenues à emprunter pour l'ensemble du territoire fréquenté par le caribou dans les vieilles forêts de la Côte-Nord. Il s'agissait de l'une des rares évaluations d'un plan d'aménagement forestier visant la protection du caribou, qui tenait également compte des prédateurs du cervidé.

## Ils reviennent

Les premières constatations faites par les chercheurs, grâce à des suivis télémétriques, ont été que les caribous les plus proches des parterres de coupe (moins de 2,5 km) s'en éloignent à mesure que les coupes progressent. Comme prévu, ils se réfugient dans les massifs de protection et ils utilisent bien et bien les corridors boisés entre les massifs. Des inventaires aériens ont en outre permis de vérifier qu'après les dérangements des premières années, les animaux reviennent dans le secteur si le niveau de récolte n'a pas dépassé un certain seuil.

Ainsi, après une baisse de population de 59 % entre 1999 et 2002 (par suite du dérangement, de la prédation et de la chasse - interdite depuis 2001), le troupeau étudié (harde Manicouagan) s'est graduellement reconstitué à son niveau initial, selon les inventaires subséquents menés jusqu'en 2014.



Forêt d'épinettes  
Daniel Fortin



Hélène Le Borgne

Les surfaces récoltées couvraient 14 % de la zone, ce qui donne déjà un aperçu du niveau d'exploitation que le caribou est en mesure de tolérer.

Une constatation plutôt contre-intuitive attendait cependant les chercheurs : c'est dans les massifs de protection où il trouve refuge que le cervidé s'avère le plus vulnérable à son principal prédateur, le loup gris. Celui-ci fréquente préférentiellement les peuplements feuillus et mixtes issus d'une coupe où il peut mettre la dent sur sa proie préférée qu'est l'orignal. Le caribou, lui, cherche à éviter ces milieux, d'où un faible risque de rencontre directement sur les anciens parterres de coupe. Mais en hiver et au printemps, le loup n'hésite pas à entrer dans les blocs de protection, que fréquente le caribou toute l'année.

Conséquence ? Les chercheurs ont calculé que c'est là, dans les massifs de conifères matures laissés sur pied pour mettre le caribou à l'abri de la coupe, que le risque de prédation est le plus élevé. Et ce, d'autant plus que c'est dans une zone allant jusqu'à 4,5 km de la lisière d'une aire de récolte qu'on trouve la plus forte densité de caribou (voir le texte *Coupe forestière et caribou, une réalité complexe, des impacts certains*, en page 35).

Cela fait dire aux membres de la Chaire que cet « effet de bordure » qui se fait sentir jusqu'à

4,5 km devrait être pris en considération dans le choix non seulement de la superficie des massifs de protection, mais aussi de leur forme. Selon les résultats des recherches, la taille d'un bloc gardé intact devrait être d'au moins 250 km<sup>2</sup> (voire jusqu'à 1000 km<sup>2</sup>) et il faudrait maintenir des massifs dont le ratio périmètre-aire serait le plus faible possible pour minimiser l'effet de bordure, bref tendre vers une forme ronde ou carrée, sans quoi les grands massifs pourraient s'avérer peu utiles.

### Avantageux pour l'industrie

L'information recueillie par la Chaire sur l'effet de bordure des coupes offre des bases scientifiques permettant de mieux configurer les massifs de protection, ce qui pourrait être avantageux pour l'industrie, à long terme. En effet, si les populations du caribou continuaient à décliner, des mesures de conservation plus contraignantes pourraient être mises en place, réduisant encore davantage la possibilité forestière, c'est-à-dire la quantité de bois qu'une entreprise peut récolter chaque année. Or, la quantité de forêt protégée pourrait être déjà suffisante, mais simplement mal configurée en raison d'effets de bordure trop importants pour que le caribou puisse s'éloigner du loup.



Jean-Philippe Guay

Quant aux corridors entre les blocs de protection, la solution n'est pas d'en réduire le nombre à cause des incursions du loup, mais de les élargir au-delà des 400 m suggérés dans certaines études. Les chercheurs recommandent aussi de minimiser la présence de peuplements mixtes et feuillus à proximité des peuplements de conifères matures et, sur les parterres de coupe, de réduire l'enfeuillement, dont l'original est friand.

## Diminution de la récolte

Concernant la superficie souhaitable des coupes, la Chaire a évalué plusieurs hypothèses : des blocs de 50 jusqu'à 1000 km<sup>2</sup>. Une telle superficie (1000 km<sup>2</sup>) peut paraître immense pour une seule aire de récolte, mais il y a des feux de cette dimension. Si l'on veut pratiquer une foresterie écosystémique recréant les effets des perturbations naturelles, il serait normal d'inclure d'aussi grands blocs de coupe dans un plan d'aménagement.

Par ailleurs, plus les blocs sont grands et concentrés, moins il en faut pour récolter un volume déterminé de bois, ce qui réduit le taux de perturbation de l'ensemble du territoire, et notamment le nombre de chemins forestiers. Il en résulte un



Hélène Le Borgne

habitat profitable aux caribous, d'autant plus qu'il y a encore - sur la Côte-Nord - un bon réservoir de vieilles forêts intactes pour accueillir les hardes. En outre, de grandes aires de récolte vont donner de grands peuplements propices à l'espèce lorsque tout le territoire aura été récolté et que la forêt sera redevenue suffisamment âgée, dans 80, 90 ans ou davantage. Donc, pour une même proportion d'altération du milieu, plus la taille du bloc de coupe augmente, meilleur sera l'habitat du caribou à long terme.

Par contre, l'augmentation de la superficie des aires de coupe diminue la possibilité forestière.

Dans les calculs de la possibilité, on vise à maximiser le volume annuel de récolte. S'il n'y a aucune contrainte spatiale (comme l'obligation de couper à certains endroits seulement), l'entreprise ira chercher les peuplements offrant ponctuellement le plus de volume à l'intérieur du territoire qui lui est alloué. Mais si elle doit ne récolter que dans 10 % de cette zone au cours des 10 prochaines années (exemple d'un grand bloc de coupe) sans pouvoir piger dans tout le secteur, elle sera moins en mesure de maximiser sa récolte.



Vestiges d'un feu

Jean-François Bourdon



Chemin forestier

Jean-Philippe Guay

## Tenir compte des feux

Selon le Programme de rétablissement du caribou des bois au Canada, le taux de perturbation de l'habitat ne doit pas dépasser 35 % pour maintenir le caribou sur le territoire. Ce taux de 35 % doit cependant tenir compte des feux qui vont inévitablement survenir au cours des années et qui s'ajouteront aux perturbations causées par les coupes. Le Québec est très bien équipé pour combattre les incendies de forêt, mais il y a toujours eu et il y aura toujours des feux échappant à tout contrôle, brûlant d'immenses superficies et, à l'instar des coupes, réduisant la qualité de l'habitat du caribou pour de nombreuses années.

En tenant compte de la fréquence et de la superficie des feux survenus sur le territoire au cours des 200 dernières années, les travaux de la Chaire montrent que les incendies ajoutent environ 10 % au taux de perturbation visé de 35 % attribuable aux coupes. Le total des deux types de perturbation, d'environ 45 %, dépasse donc le seuil maximal prescrit de 35 %. Cela indique que, malgré la réalisation de grands blocs de coupe, la conservation de l'habitat du caribou doit passer par une récolte annuelle en deçà de la valeur maximale de possibilité forestière calculée à l'échelle des unités d'aménagement forestier.

En plus de la grandeur des blocs de coupe, les études de la Chaire relatives à la possibilité forestière ont également porté sur les massifs de protection des caribous et sur les corridors qui les relient (entraînant aussi une diminution de la possibilité), de même que sur les «délais d'adjacence» des blocs de coupe : si l'on fait une coupe dans un secteur, il s'agit de laisser en place les blocs environnants pendant un certain temps (le délai d'adjacence) avant de venir les récolter à leur tour. La forêt environnant ce bloc est ainsi protégée pendant une période plus ou moins longue. En simulant des délais de 0 à 70 ans, les chercheurs ont conclu que plus le délai est long, mieux c'est pour l'habitat du caribou. Mais, là

encore, la possibilité forestière s'en trouve réduite et, par conséquent, l'approvisionnement annuel des usines auxquelles le bois est alloué.

L'instauration de ces délais d'adjacence fait par ailleurs en sorte que plusieurs petits blocs de coupe sont éparpillés sur le territoire, ce qui multiplie le nombre de chemins forestiers qui, eux, ont un impact négatif sur le caribou. Cela n'est vrai qu'à court terme, toutefois, car sur un horizon de 150 ans, le réseau routier n'augmentera pas, étant donné que tout le secteur aura été récolté. Donc à long terme, l'effet des chemins ne constitue pas une donnée cruciale. Mais encore faut-il s'assurer que les populations du caribou puissent se maintenir malgré la fragmentation et les effets de bordure imposés par la mise en place initiale du réseau de chemins.

## Une espèce parapluie

Autre aspect sur lequel s'est penchée la Chaire dans son évaluation du plan d'aménagement: le caribou peut-il être considéré comme une espèce parapluie dans la préservation de la biodiversité de la Côte-Nord? Autrement dit, si l'on applique un plan d'aménagement qui vise à protéger le caribou tout en récoltant du bois, protège-t-on du même coup la biodiversité qui caractérise cette partie de la forêt boréale?

Pour le vérifier, les chercheurs devaient connaître les impacts de différentes coupes non seulement sur le caribou, mais aussi sur l'ensemble de la biodiversité. À cette fin, ils se sont servis des inventaires d'oiseaux, d'insectes et de petits mammifères (plus de 400 espèces) réalisés depuis 10 ans sur la Côte-Nord (voir le texte *Une biodiversité à conserver* en page 15). Il s'agissait d'abord de déterminer ce qui influence la présence et l'abondance d'espèces représentatives de chaque groupe taxonomique étudié, en termes de composition de peuplements et de paysages. Puis, à partir de ces données, ils ont simulé différents

scénarios de coupe: cycles de 60 et 100 ans entre les récoltes, et coupes sur 22 %, 35 % et 45 % d'un secteur, avec et sans massifs de protection, avec et sans agrégation des coupes en grands blocs.

Dans tous les cas, pour tous les scénarios étudiés, les simulations ont révélé qu'il y a effectivement un impact sur la biodiversité, et cela, pour tous les groupes taxonomiques. L'agrégation des coupes et un cycle de rotation de 100 ans plutôt que 60 permettent de maintenir jusqu'à un certain point la biodiversité typique de l'écosystème (représentativité des espèces), mais l'élément déterminant s'avère la quantité de bois prélevée sur la forêt. Plus on récolte, plus la biodiversité est affectée. Donc pour maintenir au maximum cette biodiversité représentative des forêts matures, il faudrait couper le moins possible.

Ainsi, un taux de perturbation de 35 %, tel que préconisé par Environnement Canada, serait plus bénéfique à la conservation de la biodiversité qu'un taux de 50 %, mais moins qu'un taux de 21 %... ce qui est vrai aussi pour le caribou. Avec un taux de 35 %, il y aurait 60 % de chances qu'une population de caribous soit maintenue.



Bec-croisé bifascié, mâle  
© Estormiz, Wiki commons



Ophiogompe boréal  
Hélène Le Borgne



## D'une pierre deux coups

Donc oui, en suivant un patron de coupes favorable au caribou, on favorise du même coup le maintien d'une biodiversité représentative de la forêt nord-côtière. Et donc, oui, en ce sens, le caribou s'avère une bonne espèce parapluie sur laquelle fonder des scénarios d'aménagement. D'après les résultats de l'étude, les aspects du plan de protection du caribou qui contribuent le plus au maintien de la biodiversité animale sont, dans l'ordre, la quantité de récolte, l'intervalle de temps entre les coupes et la répartition des coupes. Quant à l'agrégation des parterres de coupe, elle se révèle beaucoup plus importante pour maintenir le caribou que pour conserver le reste de la biodiversité.

Ce lien entre l'aménagement de l'habitat du caribou et le maintien de la biodiversité boréale n'avait jamais été quantifié. La Chaire a utilisé le fruit de tout le travail effectué depuis 10 ans, toutes les données colligées et les connaissances qui en ont été tirées, pour créer un modèle lui permettant de prévoir - quantitativement et qualitativement - les impacts de la coupe sur la biodiversité générale des forêts de la Côte-Nord. Seule une recherche de cette envergure a pu permettre d'en arriver à un tel résultat.

Pour une entreprise qui veut déterminer son niveau de coupe en fonction de ses impacts sur les peuplements, sur les paysages, sur le caribou et sur la biodiversité, ce modèle constituera un outil précieux qui lui fournira des balises concrètes et des données factuelles sur lesquelles s'appuyer. Or, cela est important si la compagnie veut obtenir une certification environnementale, du Forest Stewardship Council (FSC) par exemple. Pour avoir ce sceau FSC, il lui faudra démontrer quels efforts elle fait, d'une part, pour protéger le caribou (ce qui lui vaudra des points) et, d'autre part, la biodiversité de l'écosystème (d'autres points). Comme on saura - scientifiquement - qu'en protégeant l'un on protège l'autre, il suffira à l'entreprise d'adopter un plan d'aménagement axé sur le caribou pour que son plan soit également valable pour la biodiversité, sans avoir à se pencher sur les 400 espèces inventoriées dans les vieilles forêts de la région.

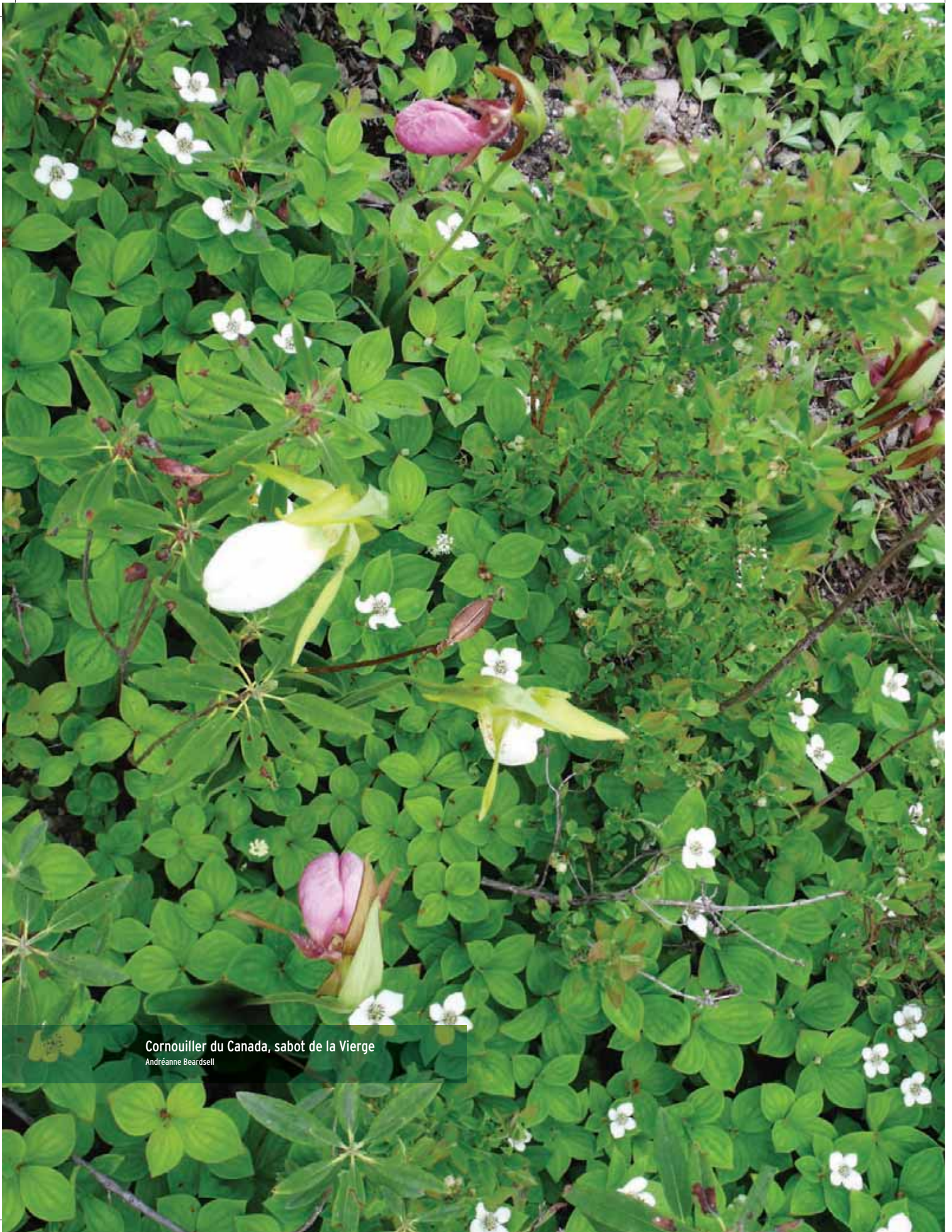
Avec un tel outil, les industriels et les décideurs publics seront en mesure de faire des choix éclairés et d'adopter les compromis nécessaires entre impacts écologiques et coûts socioéconomiques, de façon à trouver l'équilibre requis entre protection et récolte forestière. Ainsi pourront continuer à vivre quelques-uns des derniers troupeaux d'un grand cervidé qui parcourait jadis les forêts de tout le Québec. Il n'est pas trop tard pour faire ces choix, mais il faut y penser tout de suite.

### Bon pour toute la forêt boréale

Les études sur le caribou forestier menées depuis 2004 par la Chaire de recherche en sylviculture et faune sont spécifiques aux forêts de la Côte-Nord. Toutefois, les connaissances acquises au cours des 10 dernières années sont également valables (et pourront donc être utiles) pour une très grande partie de la forêt boréale québécoise où existe encore un bon potentiel pour le maintien du caribou et où peut être conservée, ou restaurée, une biodiversité représentative des grands massifs de conifères matures.

### Pour en savoir plus

- Bichet, O. 2014. L'aménagement de l'habitat du caribou forestier permet-il la conservation de la biodiversité. Mémoire de maîtrise, Université Laval.
- Courbin, N., D. Fortin, C. Dussault et R. Courtois. 2009. *Habitat management for woodland caribou: the protection of forest blocks influences wolf-caribou interactions*. *Landsc. Ecol.* 24: 1375-1388
- Courtois, R., A. Sebbane, A. Gingras, B. Rochette, L. Breton et D. Fortin. 2006. *Changement d'abondance et adaptations du caribou dans un paysage sous aménagement*. Rapport final (ISBN : 2-550-46014-6). Ministère des Ressources naturelles et de la faune, Direction de la recherche sur la faune et Direction de l'aménagement de la faune de la Côte-Nord. 48 pages.
- Courtois, R., A. Gingras, D. Fortin, A. Sebbane, B. Rochette et L. Breton. 2008. *Demographic and behavioural response of woodland caribou to forest harvesting*. *Can. J. For. Res.* 38: 2837-2849.
- Fortin, D., P.-L. Buono, A. Fortin, N. Courbin, C. T. Gingras, P.R. Moorcroft, R. Courtois et C. Dussault. 2013. *Movement responses of caribou to human-induced habitat edges lead to their aggregation near anthropogenic features*. *Am. Nat.* 181:827-836



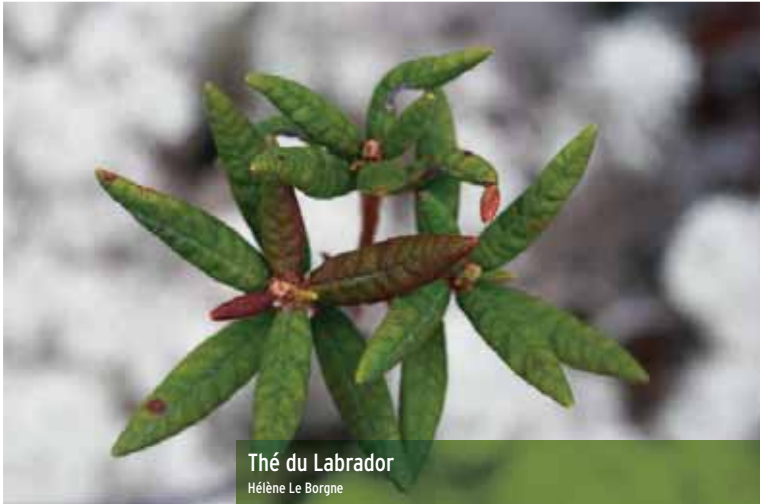
Cornouiller du Canada, sabot de la Vierge  
Andréanne Beardsell

# Dix ans de travaux – Les constats

Que nous apportent les travaux menés depuis 10 ans sur la Côte-Nord par la Chaire de recherche industrielle CRSNG-Université Laval en sylviculture et faune? Toute une panoplie de nouvelles connaissances. Des nouveaux savoirs tirés de nombreuses études portant aussi bien sur la forêt elle-même que sur sa biodiversité et sur les meilleures façons de l'aménager sans causer des préjudices irréparables à ses écosystèmes et à son habitant emblématique, le caribou forestier.

Six grands constats se dégagent de l'ensemble des travaux.

- Première constatation majeure: 60 % du territoire non aménagé de la Côte-Nord est composé de vieilles forêts de structure irrégulière (arbres d'âges différents) en raison d'un intervalle de retour des feux pouvant atteindre 500 ans. Ce constat suggère de diminuer le rythme d'application des coupes à blanc pour pratiquer davantage de coupes partielles capables de conserver la structure irrégulière des forêts, imitant ainsi ce que produit la nature (aménagement écosystémique).
- Parmi les coupes partielles possibles, les coupes de jardinage prélevant de 40 à 50 % des arbres permettraient de préserver les caractéristiques structurales importantes des vieilles forêts tout en limitant la perte de biodiversité, notamment chez les insectes, les oiseaux et les petits mammifères.
- Les vieilles forêts se distinguent des plus jeunes par une large diversité d'habitats favorisant le développement à la fois d'espèces pionnières (des plantes feuillues, entre autres) et de plantes non vasculaires (mousses et hépatiques) dépendant de la présence de débris ligneux au sol. Ces débris offrent aussi un habitat de prédilection à nombre d'invertébrés et de petits mammifères. Les vieilles forêts jouent donc un rôle important dans la conservation de la biodiversité. Il est possible de limiter l'impact de la coupe forestière sur certaines populations de petits mammifères en laissant abondance de débris ligneux au sol.
- Les feux (principale perturbation naturelle en forêt boréale) ont des effets distincts des coupes à blanc même si, dans les deux cas, les arbres matures sont détruits. Par leur plus forte perturbation de l'humus et du sol, les incendies favorisent l'établissement subséquent d'espèces pionnières, tandis qu'après une coupe, une grande partie de la végétation de l'ancien sous-bois est généralement préservée, ce qui créera une forêt différente. Pour réduire l'écart entre les impacts de ces deux perturbations, il faudra apporter des ajustements aux façons de couper.
- Espèce emblématique de la Chaire, le caribou forestier est un animal typique des vieilles forêts de conifères. Le maintien de son habitat sur la Côte-Nord sera favorisé par la conservation de grands blocs forestiers - de forme ronde ou carrée - dominés par des vieilles forêts, et donc par la concentration spatiale des activités forestières. Il en résultera une diminution de la



Thé du Labrador  
Hélène Le Borgne

perte fonctionnelle d'habitat et une réduction des risques de prédation par le loup, qui sont élevés jusqu'à au moins 4 km des coupes et des routes (effet de bordure). La conservation de l'habitat du caribou passera en outre par un volume de récolte en deçà de la possibilité annuelle de coupe à rendement soutenu, telle que calculée présentement.

- D'une pierre, deux coups: la mise en place de mesures d'aménagement pour la protection du caribou favorisera en même temps le maintien de la biodiversité générale de la forêt nord-côtière, ce qui fait du caribou une espèce parapluie. Les différentes mesures proposées pour le caribou n'auront cependant pas toutes le même effet sur la conservation de la biodiversité.

### Une influence majeure

Les travaux de la Chaire ont eu une influence majeure sur le *Plan de rétablissement du caribou forestier (Rangifer tarandus caribou) au Québec - 2013-2023*. Produit pour le compte du ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs du Québec, ce plan de 110 pages a été rédigé par l'équipe de rétablissement du caribou forestier du Québec (2013), dont la Chaire était et demeure un membre actif.

## Principales études ayant contribué à ces résultats

- Caractérisation de la biodiversité animale et végétale sur la Côte-Nord. Étape essentielle pour détecter les changements de biodiversité et la perte éventuelle d'espèces attribuables aux activités humaines.
- Caractérisation des changements d'abondance de plusieurs espèces animales et végétales tout au long de la succession écologique après une coupe. Cette information aide à anticiper l'impact probable, sur la biodiversité, de divers changements à l'écosystème, tel le rajeunissement des forêts en vertu d'un cycle de rotation des récoltes plus rapide que le cycle des feux.
- Étude détaillée des interactions directes et indirectes entre le caribou, l'orignal et le loup. Ces travaux ont permis de caractériser la perte fonctionnelle d'habitat du caribou causée indirectement par la coupe forestière, et de mettre en lumière des effets de bordure plus importants que prévu concernant la prédation par le loup. L'information offre des bases scientifiques permettant de mieux configurer les massifs de protection, ce qui pourrait être avantageux pour l'industrie, à long terme.
- Évaluation du caribou forestier comme espèce parapluie, démontrant que la mise en place de mesures d'aménagement adéquates pour la protection du caribou permettra également de maintenir la biodiversité régionale. Cette évaluation a été possible grâce à un ensemble d'études réalisées depuis le début de la Chaire.

# Partenaires

La réalisation de cette recherche a été possible grâce aux partenaires de la chaire





À l'est du Québec, la Chaire de recherche industrielle CRSNG - Université Laval en sylviculture et faune étudie une forêt boréale bien particulière. L'écosystème de la Côte-Nord se distingue notamment par sa grande concentration de vieilles forêts, d'où l'importance d'un aménagement réfléchi permettant de préserver l'intégrité de cette région.

