

 **100** ans
en foresterie,
l'âge d'une
révolution

En 1910, l'Université Laval à Québec commence à enseigner la foresterie. C'est le début d'une belle histoire qui se poursuit encore aujourd'hui. **L'Université Laval** et Les Éditions Forestières vous invitent à lire ce cahier spécial qui souligne les 100 ans de l'enseignement de la foresterie en évoquant le passé, le présent et le futur d'un savoir-faire développé chez nous.

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



100^e anniversaire d'enseignement de la foresterie au Québec

À titre de ministre des Ressources naturelles et de la Faune, j'ai le plaisir de m'associer aux activités visant à souligner les 100 ans d'enseignement de la foresterie au Québec.

En 1910, le premier programme d'enseignement de la foresterie voyait le jour, alors que notre gouvernement mandatait deux de ses employés pour suivre la formation en foresterie à l'Université Yale, dans le but de fonder sa première école forestière.

Cet épisode de notre histoire est révélateur du lien étroit qui existe entre l'enseignement et le Ministère, qui a d'ailleurs guidé les pas de nombreux étudiants sur le chemin du savoir et de l'apprentissage en milieu forestier. Aujourd'hui, et plus que jamais, nous avons besoin de leur expertise pour amorcer les grands changements liés au nouveau régime forestier dont le Québec se dote.

Le Québec fait actuellement face à des enjeux importants relatifs à la transformation de la matière ligneuse. Notre nouvelle Loi sur l'aménagement durable du territoire forestier modernisera cette relation avec notre patrimoine forestier.

Notre gouvernement demeure un fier partenaire de l'Université Laval et de sa Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique. Je tiens à saluer l'expertise des universitaires, chercheurs, développeurs et penseurs que vous êtes. Votre travail contribue directement à la prospérité des régions forestières du Québec.

Puisse le 100^e anniversaire d'enseignement de la foresterie rendre hommage à tous nos bâtisseurs.


Vice-première ministre,
ministre des Ressources naturelles et de la Faune et
ministre responsable du Plan Nord

Québec 



Le 8 septembre 1910, l'École forestière de l'Université Laval accueillait ses tout premiers étudiants. Un siècle plus tard, ce sont plus de 4 600 étudiants qui ont suivi leurs pas et ont obtenu un diplôme en foresterie ou en sciences du bois. Je suis très heureux d'avoir été l'un d'entre eux et c'est donc avec une très grande fierté et beaucoup de plaisir que je célèbre avec vous, partenaires du secteur forestier, les cent ans d'enseignement de la foresterie à l'Université Laval.

Imprégnée d'une longue tradition d'excellence et d'innovation, la Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique de l'Université Laval est depuis toujours à l'écoute des préoccupations de son temps. Résolument tournée vers l'avenir, elle forme les ingénieurs forestiers, les ingénieurs du bois, les spécialistes et les chercheurs qui aménagent la forêt et valorisent le bois pour le mieux-être de la société actuelle et des générations futures.

Que tous les jeunes passionnés par la nature, l'environnement et l'aménagement durable des forêts du Québec et d'ailleurs soient les bienvenus parmi nous. Nos portes leur sont grandes ouvertes et leur avenir s'annonce des plus prometteurs!

Denis Brière, ing.f., Ph.D.
Recteur

www.ulaval.ca



UNIVERSITÉ
LAVAL



Célébrons notre histoire et préparons le futur avec vous!

Mentionnons en premier lieu le recteur de l'Université Laval, Mgr Joseph-Clovis Kemner-Laflamme, un scientifique de réputation internationale, qui fonde l'École forestière de l'Université Laval au tournant du 20^e siècle. Sa préoccupation de la conservation des forêts sera une constante tout au long de notre histoire. Puis saluons les personnes qui ont dirigé les destinées de l'enseignement de la foresterie à l'Université Laval. D'abord, Gustave-Clodomir Piché qui est le premier directeur de l'École forestière en 1910. Monsieur Piché a grandement contribué à notre histoire. En 1918, il poursuit sa carrière au gouvernement du Québec où il pose les fondements de l'administration forestière. Il fonde en 1921 l'ancêtre de l'Ordre des ingénieurs forestiers du Québec et il fait adopter une loi sur les inventaires forestiers qui place l'ingénieur forestier au centre de la foresterie québécoise.

Puis, en 1918, Avila Bédard lui succède et dirige l'École d'arpentage et de génie forestier pendant 36 ans. Sous sa direction, la foresterie à l'Université Laval prend vraiment son essor. En 1945, l'école est élevée au rang de faculté et se nomme alors Faculté d'arpentage et de génie forestier. Par la suite, Louis-Zéphirin Rousseau, doyen de 1954 à 1963, met en place la vision

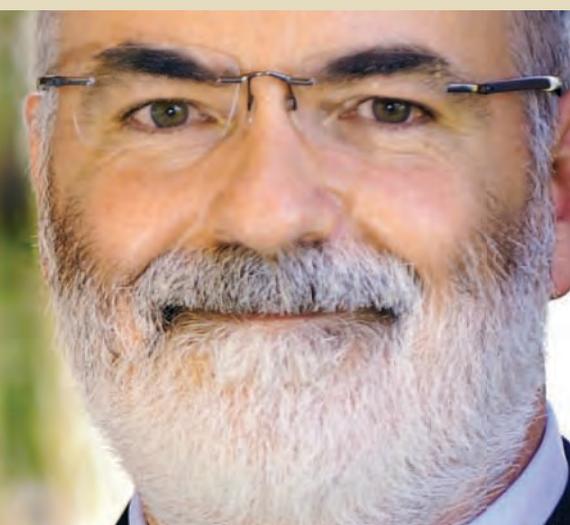
d'un véritable enseignement universitaire alliant recherche et formation. Il envoie de jeunes candidats prometteurs faire un doctorat à l'étranger pour mieux les préparer à la carrière académique. Et c'est sous la gouverne d'Edgar Porter, doyen de la Faculté de foresterie et de géodésie de 1963 à 1971, que sera inaugurée la Forêt Montmorency en 1964. Que ce soit pour le développement et la démonstration de concepts nouveaux comme l'aménagement intégré des ressources forestières et plus récemment de l'aménagement écosystémique, la Forêt Montmorency demeure un phare pour la formation et pour l'ensemble du monde forestier.

De 1971 à 1979, André Lafond succède à Edgar Porter. André Lafond sera le premier dans les années 1950 à produire des plans d'aménagement forestier basés sur les écosystèmes forestiers. Le décanat d'André Lafond sera marqué par le rayonnement international de la Faculté, particulièrement au Zaïre, devenu depuis la République démocratique du Congo. Malgré la guerre et le chaos qui ont pu prévaloir là-bas, l'action de la faculté s'inscrit dans le temps puisque, 40 ans plus tard, un important projet d'appui à la formation forestière dans le Bassin du Congo est en plein déploiement, sous l'impulsion du professeur Damase Khasa.

Quelle vision, quelle passion et quel enthousiasme ont animé les bâtisseurs de l'enseignement de la foresterie au Québec en 1910! En cette année 2010, où nous célébrons le centième anniversaire, je désire saluer nos prédécesseurs. Je souhaite également partager avec vous la fierté des professeurs, des étudiants et du personnel de la Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique à célébrer cet anniversaire mais surtout à préparer l'avenir. Tout comme les bâtisseurs de cathédrales du moyen âge affirmaient que pour voir loin, il fallait se jucher sur les épaules de géants, nous souhaitons avoir l'audace et la vision nécessaires pour voir plus loin et bâtir grand en prenant appui sur ces géants qu'ont été nos prédécesseurs.

Robert Beauregard

Ing. f., ing., Ph.D.
Doyen



Plus récemment, se sont succédés à la direction de la faculté, les doyens Bernard Bernier, Yvan Hardy, André Plamondon, Claude Godbout, Michel Dessureault et Denis Brière, qui ont contribué au développement de la Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique telle que nous la connaissons aujourd'hui.

En 100 ans, la Faculté a formé près de 4 700 diplômés en foresterie et en génie du bois qui ont activement contribué au développement de la société en occupant des emplois diversifiés au Québec et à l'étranger. Le secteur forestier est en profonde évolution. Cependant, les difficultés sont source d'innovation et la Faculté s'attèle aujourd'hui à bâtir la foresterie de demain. L'enseignement, la recherche et les carrières en foresterie sont résolument tournés vers l'avenir. Un échantillon des projets en cours à l'Université Laval vous est présenté dans ce cahier afin que vous puissiez constater, comme je le fais tous les jours, la passion, la créativité et l'ardeur qui animent nos étudiants et nos professeurs.

Au moment où le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, le GIEC, affirme que l'aménagement durable des forêts et l'utilisation du bois

constituent les actions qui auront le plus d'impact, au moindre coût, pour la lutte aux changements climatiques, nous savons que notre œuvre n'est pas terminée. Nous avons bien des concepts à réfléchir, bien des enseignements à dispenser pour contribuer à l'avènement de l'aménagement durable des forêts du Québec, au soutien de l'ensemble des acteurs du secteur et à l'essor d'une industrie forestière en santé. En optant pour les études en foresterie, les étudiants choisissent d'être des acteurs de changement en développement durable. Ils seront appelés à relever de nombreux défis environnementaux et à participer à la mise en œuvre des grands changements prévus dans la gestion de la forêt québécoise. Nous les attendons en grand nombre!

Enfin, je désire souligner la contribution de tous les partenaires du milieu forestier au développement de l'enseignement et de la recherche en foresterie à l'Université Laval. Sans vous, rien n'aurait été possible au cours du dernier siècle. Merci à tous!

100 ans pour nous, c'est l'âge d'une révolution. Nous célébrons cet anniversaire avec fierté et nous nous préparons résolument à la prochaine révolution. Bonne lecture et au plaisir de vous rencontrer en cette année de festivités!

Cent ans d'enseignement de la foresterie au Québec, ça mérite d'être souligné. Les institutions centenaires sont rares dans notre contrée. Bien sûr, commémorer ce centenaire forestier peut sembler superflu au beau milieu d'une crise qui n'en finit plus. Crise économique pour l'industrie, crise de légitimité affectant la raison d'être même du forestier et de la pratique forestière. Pourtant, la forêt constitue une formidable composante du territoire québécois. On serait bien bête de la confiner au domaine du folklore. Et puis, les périodes de crise offrent des occasions uniques de penser autrement et de poser des gestes marquants dans le temps. La foresterie a un avenir au Québec.

Cent ans déjà



Luc Bouthillier

Ing. f., Ph. D.
Président du comité
des fêtes du centenaire de
l'enseignement de la foresterie

Reste à imaginer cet avenir. Dans les textes composant cet encart, le centenaire est une sorte de prétexte pour montrer comment les professeurs et les étudiants de la Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique envisagent ce futur avec leurs projets. Il importe de faire savoir le rôle que tiennent ces acteurs dans la définition des actions possibles pour redéployer une activité créatrice de prospérité et qui soit, en même temps, responsable au plan de l'environnement et respectueuse du caractère patrimonial de la forêt.

Les artisans de l'enseignement de la foresterie sont bel et bien engagés à suggérer de nouvelles façons de faire par la voie du savoir.

La vingtaine de textes qui suivent expliquent, selon différents aspects, comment la recherche effectuée dans cette institution centenaire façonne des visions concrètes et innovantes. Il convient aussi de constater que ces initiatives régénèrent l'enseignement de la foresterie. Toutefois, ces textes précisent bien que pour déboucher sur l'action, il faut tisser des liens directs avec des acteurs terrain. Qu'il

soit question de changements climatiques, d'aménagement faunique, de bioproduits, d'entrepreneuriat forestier, de construction verte, de calcul de possibilité forestière ou de comptabilité environnementale, chacun des textes de

cet encart convie le lecteur à partager une vision nourrie de passion; passion de connaître, de communiquer, de faire une différence. La parole donnée aux étudiants et étudiantes sous forme de textos ajoute le poids de la jeunesse dans la mouvance du changement. Les motivations et attentes de la future génération de forestiers sont autant rafraîchissantes que nourrissantes.

On dit souvent que le propre des idées n'est pas d'être bonnes ou mauvaises, mais d'être utiles à la manière de nous comporter devant les surprises de la vie. Les artisans de l'enseignement de la foresterie sont bel et bien engagés à suggérer de nouvelles façons de faire par la voie du savoir. Cela nous invite à aborder le prochain siècle avec assurance. Puisse le lecteur partager notre confiance en l'avenir!



REPÈRES HISTORIQUES

- 1910 **Septembre** Lancement du programme d'études professionnelles en sciences forestières à l'Université Laval.
- 1919 **Mars** Fusion entre l'École d'arpentage et l'École forestière de l'Université Laval.
- 1937 **Décembre** L'École d'arpentage et de sciences forestières est rattachée à la Faculté des sciences de l'Université Laval.
- 1945 **Novembre** Création de la Faculté d'arpentage et de génie forestier.
- 1951 **Février** Inauguration du pavillon facultaire sur le campus Sainte-Foy de l'Université Laval.
- 1965 **Février** Nouvelle appellation facultaire : Faculté de foresterie et de géodésie.
- 1983 **Septembre** Le programme de génie forestier est fractionné en trois programmes distincts : Aménagement des ressources forestières, Opérations forestières et Génie du bois.



** Réalisée à partir de données colligées par M. Claude Godbout*

- 1989 **Janvier** Actualisation de l'appellation pour Faculté de foresterie et de géomatique.
- 1990 **Novembre** Inauguration de l'agrandissement du pavillon facultaire.
- 1994 **Mars** Avènement du département des Sciences du bois et de la forêt à partir de la fusion des départements de Sciences forestières et de Sciences du bois.
- 1996 **Septembre** Mise en route du programme d'Agroforesterie conjointement avec la Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation.
- 2002 **Juin** Rattachement du Département de géographie à la Faculté de foresterie et de géomatique.
- 2005 **Octobre** Inauguration du pavillon Gene-H.-Kruger dédié au génie du bois.
- 2009 **Avril** L'appellation facultaire devient : Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique.

Le secteur forestier...
des gens de passion

axés sur le respect
de la **ressource**

Des métiers stimulants de
l'aménagement au produit fini :



Aménagement



Récolte



Transformation



Produit fini



Ressource écologique et renouvelable !



Pour les métiers
de la forêt :

www.csmoaf.com



Pour les métiers de la
transformation du bois :

www.csmobois.com

Relève en or pour une forêt verte!

La foresterie est un domaine qui évolue sans cesse et où les nouvelles connaissances contribuent à l'amélioration continue des pratiques d'aménagement durable. Avec une expérience d'enseignement sur la forêt et le bois remontant à plus de 100 ans, la Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique a participé activement à cette évolution et continue avec dynamisme à former la relève. Environnement, aménagement durable des forêts, changements climatiques, protection des paysages et construction verte en bois sont autant d'éléments touchés par la foresterie d'aujourd'hui. Les futurs ingénieurs forestiers et ingénieurs du bois seront appelés à participer à la mise en œuvre et à la recherche d'idées innovatrices pour la création de nouveaux produits du bois, le maintien de la diversité écologique et l'aménagement durable des forêts.

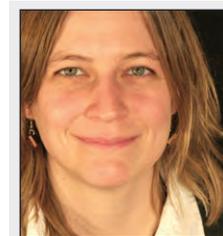
Une relève recherchée dans des secteurs diversifiés

Un important besoin de relève est prévu autant dans le secteur du génie forestier que du génie du bois. En effet, on prévoit 2 fois plus de départs à

la retraite que de nouvelles recrues au sein de la profession d'ingénieur forestier. L'Ordre des ingénieurs forestiers du Québec estime qu'il y aura 65 départs à la retraite en 2015 pour seulement une trentaine de diplômés aux baccalauréats en foresterie à l'Université Laval.

En génie du bois, la rareté devient un problème de plus en plus marqué et le nombre d'étudiants ne suffira pas à répondre aux besoins du marché et des entreprises. Seulement 5 nouveaux étudiants se sont inscrits cette année pour un total de 21 étudiants dans les quatre années de la formation. Les compagnies désirent optimiser leurs procédés de transformation pour réduire les pertes et baisser les coûts de production ce qui fait en sorte que les ingénieurs du bois sont en demande, sans oublier toute la promotion faite pour l'utilisation du bois dans les grands bâtiments.

Les perspectives d'emploi dans le domaine sont des plus encourageantes, et ce, dans des secteurs très diversifiés. Aujourd'hui, les ingénieurs forestiers travaillent non seulement pour l'industrie forestière, mais aussi pour les ministères, les organismes municipaux, les organismes de mise en valeur de la forêt privée, les coopératives



Véronique Audet

Ing. f., M.ATDR, responsable de promotion et d'information sur les études

veronique.audet@ffgg.ulaval.ca

forestières, les associations de protection de l'environnement et les organismes de gestion des territoires fauniques. L'année dernière, au Service de placement de l'Université Laval, plus de 90 % des emplois affichés dans le domaine provenait de secteurs autres que l'industrie forestière. Selon les données les plus récentes du ministère de l'Éducation, le taux de placement est de 91 %, si on considère les diplômés sur le marché du travail et ceux qui poursuivent leurs études pour se spécialiser. Le taux de placement à la maîtrise en sciences forestières est d'ailleurs de 100 %.

Des nouveautés pour mieux répondre aux défis d'aujourd'hui!

Les baccalauréats en aménagement et environnement forestiers, coopératif en opérations forestières et coopératif en génie du bois ont été modifiés et des concentrations ont été ajoutées afin de mieux répondre aux défis et aux enjeux actuels. Aménagement durable des forêts, changements climatiques et cycles écologiques, foresterie internationale, bioécologie forestière, sylviculture, gestion d'entreprise, logistique et aide à la décision, construction en bois, génie industriel et systèmes manufacturiers, bioraffinage et chimie verte ne sont que quelques exemples des spécialisations proposées.

Des ententes DEC-BAC ont été créées avec les techniques forestières afin de faciliter le passage des techniciens vers la formation universitaire. Une passerelle a également été établie avec la technique du milieu naturel. D'autres ententes seront développées avec des techniques connexes comme la bioécologie, le génie civil ou l'architecture.

En 2010, après l'approbation des instances concernées, un baccalauréat intégré en environnement sera créé. Visant à former des professionnels de l'environnement, de la conservation et de la gestion durable des écosystèmes, ce nouveau baccalauréat offrira différentes concentrations qui toucheront les écosystèmes forestiers, aquatiques, nordiques ainsi que les aspects sociopolitiques et les dimensions internationales de la conservation de l'environnement. Conjuguer la mise en valeur des ressources re-

nouvelables et la conservation d'écosystèmes intègres et viables est l'un des grands défis environnementaux du Québec et de la planète. Les professionnels en mesure de relever ce défi sont donc des plus recherchés et on constate présentement une hausse des emplois dans le secteur de l'environnement.

Un nouveau microprogramme de 2^e cycle en aménagement écosystémique des forêts, entièrement offert à distance, se poursuit avec plus de 70 professionnels qui ont déjà commencé cette formation. Ce microprogramme a pour objectif de former des professionnels aptes à planifier et à mettre en œuvre un plan d'aménagement écosystémique adapté aux écosystèmes forestiers et aux populations concernées.

D'autres projets de formation continue sont à l'étude et en développement. Ceux-ci touchent, entre autres, la forêt privée, la foresterie urbaine, le développement durable ou la géomatique. De plus, nous contribuons toujours avec dynamisme à la formation des arpenteurs-géomètres, des ingénieurs en géomatique et des géographes. Un avenir prometteur, des formations en évolution, des défis stimulants et des emplois diversifiés, voilà ce qui attend la relève dans le secteur de la foresterie et du génie du bois!

Informez-vous sans tarder : www.ffgg.ulaval.ca



Collaborateur à la rédaction:
Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique de l'Université Laval.

Production: Les Éditions du Joyeux-Drille,
Isabelle Gagnon

LES ÉDITIONS FORESTIÈRES

Éditeur: Les Éditions Forestière inc.
Directeur général: Guy Lavoie

1175, avenue de Lavigerie, bureau 203,
Québec QC G1V 4P1
Tél.: (418) 877-4583, téléc.: 877-6449
www.lemondeforestier.ca

Ventes publicitaires: Roger Robitaille

Impression: Les Presses du Fleuve

Tirage: 16 229 exemplaires

Nous préparons déjà la sylviculture de demain!

La pratique sylvicole est au cœur même de l'aménagement forestier. Pour répondre aux besoins constamment en évolution de notre société qui amènent de nouveaux objectifs d'aménagement, cette pratique doit nécessairement innover. Ainsi, l'adoption d'une nouvelle stratégie de protection des forêts a conduit à l'abandon des phytocides et à l'utilisation à grande échelle de techniques de récolte qui assurent la protection de la régénération déjà présente sous couvert. De même, les nouvelles attentes de la population, combinées à une meilleure compréhension de la diversité et de la complexité de la forêt québécoise, nécessitent un élargissement de la gamme de traitements à appliquer. Le Québec effectue présentement un virage majeur qui laissera plus de flexibilité au sylviculteur et fera davantage appel à son jugement professionnel. L'enseignement et la recherche doivent ainsi

travailler conjointement à renouveler la pratique afin de participer à ce virage, et ce, tant en forêt boréale qu'en forêt feuillue.

Les travaux menés en forêt boréale à la Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique (FFGG) ont permis de développer et d'évaluer de nouvelles pratiques de coupes partielles adaptées à la forêt irrégulière. Des approches opérationnelles de jardinage ont pu être comparées aux pratiques courantes quant au maintien des principaux attributs des vieilles forêts, à la qualité du bois et à la rentabilité financière. Ces travaux ont permis de constater que les nouvelles méthodes proposées permettaient de maintenir des peuplements ressemblant davantage aux peuplements naturels, que la qualité du bois n'était que légèrement affectée et que leur rentabilité à long terme pouvait être intéressante sous certaines conditions. Ces travaux étaient menés avec



Alexis Achim

Ing. f., Ph. D., professeur
alexis.achim@sbf.ulaval.ca



Jean-Claude Ruel

Ing. f., Ph. D., professeur
jean-claude.ruel@sbf.ulaval.ca

la chaire de recherche industrielle CRSNG-Université Laval en sylviculture et faune qui vérifie l'effet des traitements sur la biodiversité. Ils ont aussi été menés en étroite collaboration avec FPIInnovations-Feric et le Service canadien des forêts afin de s'assurer que les méthodes développées soient applicables opérationnellement. Des partenaires industriels (AbitibiBowater, Kruger, Arbec) ont participé activement à la réalisation des traitements. Les recherches se poursuivent pour évaluer à plus long terme l'effet des traitements sur la mortalité et pour développer des outils permettant de la prédire. Ces travaux constituent une partie du programme de recherche supervisé par le professeur Jean-Claude Ruel.

Ces dernières années, la FFGG a aussi intensifié son programme de recherche sur la sylviculture des forêts feuillues, grâce notamment aux travaux menés par les professeurs Alexis Achim et David Pothier. Il faut dire que les problèmes y sont criants, le massif forestier feuillu ayant été fortement dégradé par les pratiques sylvicoles du passé. Malgré la difficulté de rentabiliser l'opération tout en respectant les règles de l'art, nous sommes d'avis que la coupe de jardinage ou ses proches variantes demeure une méthode de régénération à privilégier dans la sylviculture de demain. La mise en œuvre de l'aménagement écosystémique nous forcera en effet à utiliser des méthodes de régénération qui, comme celle-ci, s'inspirent des perturbations pouvant survenir dans la forêt naturelle. En pratique, par contre, l'applicabilité de saines pratiques de jardinage n'est que peu ou pas possible dans des forêts dégradées, faute de bois de qualité. Avec des partenaires gouvernementaux, industriels (Lauzon ltée, Uniboard, Coopérative des Hautes Laurentides, FPIInnovations - Forintek) et universitaires (UQAM, UQAT), nous avons récemment lancé une initiative de recherche visant à apporter des solutions à ce pro-

blème par une approche intégrée sylviculture – génie du bois. Sept étudiants diplômés provenant de domaines aussi diversifiés que la chimie, la biologie, la foresterie ou le génie viendront contribuer à cet effort. Nos étudiants travaillent à façonner l'avenir de ce secteur forestier en misant sur une idée toute simple : restaurer la forêt en créant une demande pour la ressource ligneuse de moindre qualité. Dans quelques années, il y

Les recherches en sylviculture menées à la FFGG sont conçues pour répondre à des problèmes concrets en s'efforçant d'y trouver une solution applicable qui tienne compte des attentes multiples de la société.

a fort à parier que la valeur d'un arbre pourrait être déterminée en partie par son contenu calorifique, ou même par son contenu en molécules bioactives à action antioxydante. Nous travaillons afin que cette nouvelle réalité devienne un catalyseur pour la restauration de la forêt feuillue.

La recherche en sylviculture représente un élément essentiel pour alimenter le développement de pratiques sylvicoles adaptées aux nouvelles réalités. Les recherches en sylviculture menées à la FFGG sont conçues pour répondre à des problèmes con-

crets en s'efforçant d'y trouver une solution applicable qui tienne compte des attentes multiples de la société. Les travaux présentés ici ne constituent qu'un petit échantillon de l'ensemble des recherches menées. En plaçant les étudiants diplômés au centre du processus de recherche, la Faculté participe activement à la formation de personnel hautement qualifié. Une fois leurs études complétées, ils se trouvent rapidement un emploi qui leur permet, soit de poursuivre leur carrière en recherche, soit de mettre à profit les connaissances acquises au sein d'un organisme impliqué dans la conception ou la réalisation de travaux sylvicoles. La combinaison de recherche et d'enseignement de premier cycle permet aussi une intégration directe des nouvelles connaissances à la formation des nouveaux ingénieurs forestiers. L'Université Laval constitue ainsi un partenaire clé dans le développement de la sylviculture de demain.



ASSIFQ
Associations de la santé et de la sécurité
des pâtes et papiers et des industries
de la forêt du Québec

ASSPPQ

La santé et la sécurité dans la forêt...
L'excellence des résultats passe par la formation.



Protection et exploitation des massifs forestiers Où est l'équilibre?

L'aménagement forestier est une discipline en constante évolution. Cette évolution reflète notamment les aspirations changeantes de la société, l'acquisition de nouvelles connaissances scientifiques sur le fonctionnement des écosystèmes forestiers, ainsi que le développement de nouvelles technologies et de nouveaux outils de diagnostic. L'aménagement forestier est donc une discipline résolument tournée vers l'avenir, un avenir à construire et à réinventer, qui ne sera sans doute pas une copie conforme de ce qu'on a connu au cours des 100 dernières années.

Parmi les nombreux défis et enjeux auxquels devront faire face les aménagistes du futur, il en est un de taille : celui de concilier les objectifs socio-économiques liés aux activités de récolte de la matière ligneuse avec la conservation de la biodiversité.

Mon projet de doctorat s'inscrit dans cet objectif puisqu'il vise à identifier certaines modalités d'aménagement forestier qui influencent tant les coûts d'exploitation liés à la récolte ligneuse, que la qualité de l'habitat hivernal du caribou forestier.

Au Québec, depuis mars 2005, le caribou forestier a le statut d'espèce vulnérable suite à une diminution préoccupante du nombre d'individus qui est observée dans plusieurs populations. Le déclin dans la taille des populations de caribou forestier est en partie lié aux activités de récolte ligneuse qui modifient l'habitat du caribou et contribuent à augmenter le taux de prédation, notamment par le loup gris. Pour enrayer ce déclin, Faune Québec a mis sur pied un plan de rétablissement du caribou forestier. Une des recommandations du plan est d'identifier et de planifier, en concertation avec les régions, des zones à l'intérieur desquelles les opérations de récolte forestière sont prohibées pendant un certain nombre d'années. Ces zones, appelées aussi massifs de protection, devraient alors permettre de maintenir dans les paysages une quantité suf-

fisante d'habitats favorables au caribou forestier, ce qui devrait enrayer son déclin.

Par ailleurs, la conservation temporaire ou permanente de massifs forestiers ajoute sans doute des contraintes spatiotemporelles aux activités de récolte des peuplements forestiers. En effet, la protection de peuplements forestiers pourrait engendrer une baisse du niveau annuel de coupe dans certaines unités d'aménagement forestier (UAF). Les coûts de récolte, notamment liés à la construction de chemin, pourraient également s'accroître si la connectivité spatiale des peuplements à récolter est influencée par une localisation spatiale hétérogène des massifs de protection. Si on ajoute à ces contraintes additionnelles la prise en compte des feux dans le calcul de la possibilité forestière, il est possible que les contraintes spatiotemporelles liées à la récolte soient telles qu'une chute dans l'approvisionnement en bois soit appréhendée par plusieurs usines de transformation.

Cette situation, où deux enjeux de société, l'un environnemental et l'autre socio-économique, apparaissent antagonistes, illustre la position délicate dans laquelle se trouvent les personnes responsables de planifier les diverses activités sur le territoire. Il est donc important d'identifier les facteurs qui limitent simultanément l'atteinte de ces enjeux. Nous faisons l'hypothèse que trois de ces facteurs jouent un rôle prépondérant. Le premier correspond aux contraintes spatiales à grande échelle qui pèsent sur l'approvisionnement en volume des différentes usines de transformation. Ces contraintes sont le résultat d'une délimitation discrète du territoire en UAF où les détenteurs de CAAF sont contraints de satisfaire leur besoin en matière ligneuse à l'intérieur d'une UAF plutôt que sur l'ensemble du territoire. Le deuxième facteur est l'effet des feux qui, selon leur importance, peuvent avoir des conséquences très inégales entre UAF tant sur l'approvisionnement en bois que sur la qualité d'habitat pour le caribou forestier. Le troisième



Julien Beguin
Étudiant au doctorat
julien.beguin.1@ulaval.ca



Steven Cumming
Ph. D., professeur
steve.cumming@sbf.ulaval.ca

facteur est la taille et la disposition spatiale des massifs de protection.

Afin d'évaluer l'importance relative de chacun de ces facteurs sur le niveau de récolte, les coûts d'approvisionnement pour les principales usines de transformation et la qualité d'habitat pour le caribou forestier, nous utiliserons une plate-forme de simulation spatialement explicite à l'échelle du paysage (100 km²). Dans cette plate-forme, nous simulerons, grâce à des modèles écologiques, l'évolution de certains attributs associés aux paysages forestiers tels que la croissance et la composition des peuplements, le nombre et la taille des feux ou la qualité des paysages pour le caribou forestier. Nous évaluerons également les coûts associés à l'exploitation et au transport des bois.

Notre objectif est de tester avec cet outil de simulation plusieurs scénarios d'aménagement en faisant varier : 1) les contraintes spatiales pesant sur l'approvisionnement en bois (1^{er} facteur), 2) la présence ou l'absence de feux (2^e facteur) et 3) différentes configurations spatiotemporelles de massifs de protection (3^e facteur). La réponse des indicateurs socio-économiques et environnementaux à chacun de ces facteurs devrait permettre d'identifier les scénarios d'aménagement offrant le meilleur compromis. En pratique, nos résultats permettront d'évaluer sous un angle économique les mesures de conservation proposées pour le caribou forestier et de proposer des scénarios alternatifs, si nécessaire. Réciproquement, ils permettront d'évaluer sous un angle écologique les effets de différentes méthodes d'aménagement sur l'habitat du caribou.



TEXTO ÉTUDIANT



J'ai toujours su que je voulais travailler dans un domaine relié à l'environnement et qui me permettrait de conjuguer gestion et

travail en plein air. C'est la principale raison pour laquelle je me suis inscrite en foresterie à l'Université Laval. Je suis convaincue qu'il s'agit d'un domaine d'avenir et que la forêt fait partie de la solution, notamment face aux changements climatiques. À mon avis, le secteur forestier a besoin plus que jamais de gens compétents et spécialisés afin de proposer des solutions innovatrices pour un changement majeur. D'ailleurs, dès l'automne prochain, je serai inscrite à la maîtrise. Le projet sera de définir, au niveau morphophysiologique, les effets des changements climatiques sur certains types de plants actuellement mis en terre. Je veux contribuer à valoriser le secteur forestier et faire en sorte que les Québécois soient fiers de l'utilisation de leur forêt, ce qui constitue un défi de taille pour tous les forestiers!

Delphine Boyer-Groulx
Étudiante au baccalauréat en aménagement et environnement forestiers

Le réseau CRSNG ForêtValeur

Mieux aménager la forêt boréale en fonction des produits d'avenir



**Alain
Cloutier**
Ing. f., Ph. D., professeur
alain.cloutier@sbf.ulaval.ca



**Daniel
Breton**
Conseiller en développe-
ment de la recherche
daniel.breton@sbf.ulaval.ca

La forêt est l'une des plus importantes ressources naturelles renouvelables du Canada, contribuant significativement à la qualité de notre environnement, au bien-être de notre société et à la vigueur de notre économie. Afin d'assurer que la ressource forestière soit gérée, récoltée et utilisée de manière à maximiser sa valeur économique, il est nécessaire de développer une suite de modèles intégrés afin d'appuyer la prise de décisions basée sur la valeur des produits et les marchés plutôt que sur la production de masse.

Le réseau de recherche CRSNG ForêtValeur a été créé dans le but précis de développer ces modèles intégrés d'aide à la décision afin de permettre l'essor de produits à valeur ajoutée à partir de la forêt boréale du Canada. Le réseau stratégique CRSNG ForêtValeur regroupe 31 chercheurs de

10 universités canadiennes : Université Laval, Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue, Université du Québec à Montréal, University of British Columbia, University of Alberta, University of New Brunswick, University of Toronto, Queen's University, Lakehead University et University of Northern British Columbia. Il est appuyé par le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG), par FPInnovations et par 8 autres partenaires industriels ou gouvernementaux : ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, Ressources naturelles Canada, Association des entrepreneurs en travaux sylvicoles du Québec, AbitibiBowater, Ministry of Forests and Range of British Columbia, New Brunswick Natural Resources, Ontario Ministry of Natural Resources et Tembec. Le réseau est structuré autour de cinq thèmes de recherche fortement interreliés.

Le premier thème, intitulé Modélisation de la croissance des peuplements et des arbres de la forêt boréale, traite du développement d'un modèle de la croissance de l'arbre et de la cime vivante des espèces considérées dans le réseau : épinette blanche, épinette noire, pin gris et peuplier faux-tremble. Ce modèle permettra de prédire la croissance en volume, la forme des tiges ainsi que la taille et la fréquence des branches. L'utilisation de ce modèle permettra également de prédire certaines caractéristiques physiques du bois. Aussi, des modèles spatialement explicites seront développés afin de mieux prédire la croissance des forêts mélangées. Une base de données harmonisée du peuplement jusqu'au rendement en produits de chaque arbre sera mise en place pour élaborer des modèles intégrés tout au long de la chaîne de valeur de la forêt au produit.

Dans le deuxième thème, Modélisation tridimensionnelle de la qualité des tiges, des tiges-échantillons seront scannées et numérisées pour acquérir les données de la forme géométrique des tiges et une image 3D sera reconstruite pour chaque tige. Les principales propriétés physiques et mécaniques du bois seront évaluées par l'analyse de disques recueillis le long de chaque tige-échantillon et par l'utilisation de techniques de mesure non-destructives. Les relations entre les propriétés du bois et les diverses caractéristiques du peuplement, de l'arbre et de la cime vivante, seront déterminées et modélisées afin de recréer les caractéristiques internes des tiges en trois dimensions. Une fois le modèle validé en utilisant des données indépendantes, un outil pratique pourra être développé pour des applications sur le terrain telles que la sélection des tiges et la détection des propriétés du bois selon le peuplement et le classement des arbres coupés.

Dans le troisième thème, intitulé Modélisation du rendement en produits de débitage primaire, la simulation du rendement en produits pour chaque tige à l'aide du simulateur de sciage Optitek© sera effectuée. Divers paramètres, touchant le rendement en produits en relation avec le peuplement, l'arbre ou la bille, seront examinés afin d'élaborer un modèle de rendement en produits du sciage et en résidus de l'arbre. De plus, l'impact

du sciage/stratégies d'optimisation sur le volume et la qualité des copeaux sera quantifié. De même, le rendement en produits de débitage primaire et en résidus par rapport aux caractéristiques du peuplement, de l'arbre et de la bille, sera caractérisé afin d'élaborer un modèle de rendement en produits de débitage primaire et en résidus.

À l'intérieur du quatrième thème, Modélisation du rendement en produits à valeur ajoutée, diverses caractéristiques incluant la valeur des produits de première et deuxième transformation (par exemple, les propriétés d'usinage et de finition, la qualité de surface, la valeur bioénergétique, etc.), seront examinées par rapport aux caractéristiques du peuplement de l'arbre et des billes afin de développer un modèle permettant d'estimer le potentiel de valeur ajoutée de la ressource à l'échelle de l'arbre et du peuplement. Parmi les produits considérés, mentionnons le bois de sciage, les pâtes et papiers, les composites à base de bois et la bioénergie.

Finalement, dans le cadre du cinquième thème, Développement de systèmes d'aide à la décision intégrés, le regroupement des modèles développés dans les thèmes 1 à 4 permettra de créer un système de fabrication des produits afin d'optimiser les procédés de fabrication de la première et deuxième transformation du bois de manière à maximiser la valeur des arbres en fonction de la géométrie externe des tiges et des caractéristiques internes du bois. L'intégration du système de simulation de rendements en produits de l'arbre aux modèles de croissance servira aussi d'outil important pour la planification sylvicole. Le modèle de fabrication de produits sera intégré à des contraintes opérationnelles et pécuniaires afin de développer un système d'aide à la décision pour l'industrie forestière de la valeur ajoutée.

Le réseau stratégique CRSNG ForêtValeur permettra donc à l'industrie et aux gestionnaires forestiers de développer davantage la chaîne de valeur de la forêt au produit en la supportant dans ses orientations stratégiques, augmentant ainsi sa compétitivité et la valeur de notre ressource forestière.



Les groupements forestiers
aménagent votre forêt pour
**vos bénéfices,
vos loisirs et pour
l'environnement.**

RESAM
Regroupement des sociétés
d'aménagement forestier
du Québec

1175, Lavigerie, bur. 203
418-877-1344
www.resam.org

RESAM : 43 groupements forestiers : 27 000 propriétaires de boisés : 2 750 employés spécialisés.

Les opérations forestières, pour une « foresterie en actions »

On a parfois tendance à limiter les opérations forestières aux machines et aux infrastructures. Bien que ces éléments soient de première importance, le ou la spécialiste des opérations forestières interagit principalement avec des gens : les opérateurs, les entrepreneurs, les fournisseurs, les propriétaires de boisés et les autres utilisateurs de la forêt. C'est encore au moment de l'exécution des travaux que le plus grand nombre d'intervenants sont présents en forêt.

Le monde change et la formation doit évoluer. Il importe donc de poursuivre le développement des compétences essentielles à l'utilisation responsable de nos forêts.

À maints égards, les opérations forestières sont l'interface entre la foresterie et la société. Il revient donc aux spécialistes en opérations forestières d'orchestrer et d'optimiser les activités de manière à assurer l'atteinte des objectifs économiques tout en assurant la protection des écosystèmes et en veillant à la santé et à la sécurité des travailleurs et travailleuses. Ces dernières années, beaucoup d'emphase a été placée sur la nécessité de modifier les façons de faire afin de minimiser les effets négatifs des travaux d'aménagement forestier sur l'environnement. En même temps, la pression demeure grande pour améliorer la productivité, réduire les coûts de production et augmenter la valeur des produits et services. Il faut reconnaître que les progrès accomplis pour développer des équipements, des méthodes de travail et des traitements qui minimisent les effets négatifs ont été spectaculaires : les assiettes de coupe s'intègrent mieux au paysage, les sentiers de débardages sont minimisés et remis en production, l'ergonomie des nouvelles machines forestières améliore la qualité de vie des travailleurs et les procédés de production sont largement certifiés.

La mise en valeur et l'utilisation durable de nos ressources forestières obligent à la plus grande rigueur lorsque vient le moment d'intervenir en milieu naturel. Une formation actualisée et en phase avec les défis à relever s'impose. L'Université Laval, depuis 100 ans, forme des professionnels de la forêt. Le nouveau baccalauréat coopératif en opérations forestières est une preuve de

son engagement continu à veiller à ce que les compétences évoluent au même rythme que les exigences de notre société. Encore aujourd'hui, l'Université Laval est la seule de toute la francophonie à soutenir un programme de formation dédié aux opérations forestières.

C'est monsieur C.D. Sewell, un ingénieur forestier ayant fait carrière sur la Côte-Nord dans les années 1960, qui a jeté les bases du programme en opérations forestières.

Dès son origine, au début des années 1980, la particularité du programme était d'offrir une formation qui conjugue les sciences forestières, les sciences de la gestion et des con-



Luc Lebel

Ing. f., Ph. D., professeur

luc.lebel@sbf.ulaval.ca

naissances en ingénierie. De type coopératif, le programme en opérations forestières de l'Université Laval, par ses collaborations avec, notamment, les programmes de génie industriel et d'organisation et système de décision, vise maintenant à former des leaders dans le domaine de la logistique en foresterie. En recherche, les collaborations avec le consortium de recherche sur les affaires électronique en foresterie (FORAC) et la mise en place d'une initiative de recherche sur les entrepreneurs forestiers de récolte et

transport (PREFoRT) ouvrent la voie à de nouvelles opportunités d'innovations.

Le monde change et la formation doit évoluer. Il importe donc de poursuivre le développement des compétences essentielles à l'utilisation responsable de nos forêts. La maîtrise des techniques et connaissances requises pour l'exploitation et la mise en valeur des forêts est plus que jamais essentielle à une saine gestion de notre patrimoine forestier.



TEXTO ÉTUDIANT



Il y a une passion qui m'habite depuis mon tout jeune âge : celle de me retrouver quotidiennement dans la forêt et de pouvoir y gagner

ma vie. En grandissant, j'ai appris qu'il était possible de pratiquer un métier qui me rapprocherait de la forêt et me donnerait le pouvoir de la protéger tout en utilisant de façon durable et responsable. Je vois mon avenir en foresterie comme étant un travail d'équipe sur le terrain. Il sera de mon devoir de faire des choix justes et de prendre de bonnes décisions pour léguer aux enfants de mes enfants le pouvoir de profiter et d'utiliser la forêt à leur tour. J'aimerais apporter au monde forestier des petits changements concrets, sur le terrain, pour tenter de rapprocher l'homme et la forêt, dans le respect et la compréhension.

Pierre-Antoine Labrecque
Étudiant au baccalauréat coopératif
en opérations forestières

Construire sur le savoir

Des solutions innovatrices pour la construction et pour la vie.

La recherche de FPIinnovations valorise les caractéristiques physiques, structurales et environnementales du bois dans la construction non résidentielle et fournit à l'industrie des solutions innovatrices durables pour le XXI^e siècle.

Innovation • Architecture • Durabilité • Sécurité

Notre nom est innovation.
FPIinnovations.

FPIinnovations

www.fpinnovations.ca

L'économie, un outil indispensable



**Nancy
Gélinas**

Ph. D., professeure

nancy.gelinas@sbf.ulaval.ca

Vous parlez de forêts et d'ingénieurs forestiers, c'est ça? Mais en quoi consiste le travail de ces ingénieurs? Ils aménagent la forêt? Mais pourquoi, ou pour qui? Pour nous?

Mais oui, laissez-moi vous expliquer. Une forêt est remplie de ressources naturelles tout aussi importantes les unes que les autres : l'arbre, la faune, la flore, l'eau, etc., dont les regroupements créent des écosystèmes, assurent le bon fonctionnement des cycles du carbone, de l'eau, préservent la biodiversité et offrent des possibilités de récréation. Je sais, les ingénieurs forestiers, par leur rôle d'aménagiste, doivent gérer l'ensemble des ressources de cette forêt entre autres par des activités de récolte. Mais ils le font pour répondre aux besoins de notre société qui se compose de consommateurs qui ne voient pas toujours le bois dans les produits qu'ils consomment, mais pourtant! Il est presque partout! Prenez quelques instants pour y réfléchir, regardez autour de vous, vous verrez.

Besoins des consommateurs et aménagement de la forêt en vue d'y répondre, tout ça rime avec économie. Cette science, qui étudie les comportements des acteurs économiques, fait donc partie intégrante de la formation des ingénieurs forestiers, mais également de la recherche. L'économie peut apporter un nouvel éclairage dans une prise de décision, peut nous permettre de porter un regard différent sur la pertinence des choix sylvicoles

qui demandent des investissements parfois considérables. Elle peut aussi accorder une importance dans le processus décisionnel à des valeurs intangibles qui n'ont présentement pas de prix sur les marchés comme la beauté d'un paysage ou la biodiversité. L'économie peut accompagner les gestionnaires dans la planification de plusieurs activités liées à l'aménagement forestier. Voyons quelques exemples.

Faire ressortir les conditions optimales des investissements en sylviculture

Pouvons-nous et devons-nous investir les yeux fermés en sylviculture? Nous ne le pouvons pas puisque la ressource «argent» est limitée. Nous ne le devons pas puisqu'il faut chercher à utiliser le plus efficacement possible l'ensemble de nos ressources limitées : argent, territoire, matière ligneuse, main-d'œuvre, etc. En introduisant les éléments de coûts de récolte, de transport, de productivité des ressources et de valeur économique de la matière ligneuse et des ressources intangibles, nous pouvons déterminer les conditions (productivité des sols, intensité des interventions, distance des usines et autres), qui nous assurent le meilleur rendement pour notre investissement. Par la suite, il faut favoriser une planification stratégique et tactique en collaboration avec tous les acteurs afin de s'assurer

que les besoins de chacun sont considérés. L'introduction des indicateurs économiques dans les calculs de possibilité forestière peut nous aider. Finalement, nous tentons de plus en plus d'introduire l'incertitude dans nos évaluations, incertitude reliée à la croissance de nos forêts mais également à l'évolution des marchés.

Relier davantage les marchés des produits forestiers pour adapter les interventions sylvicoles

La ressource forestière possède des caractéristiques économiques qui font des analyses économiques et financières, des défis constants à relever. En effet, les très longues périodes de production du matériau bois nous obligent à prendre aujourd'hui des décisions sur les récoltes potentielles qu'effectueront nos générations futures. Malgré tout, il faut pouvoir s'inspirer des marchés économiques pour nos choix sylvicoles. La valeur qu'accordent les consommateurs à différents produits forestiers doit dicter les interventions sylvicoles car ces dernières peuvent grandement influencer la qualité des tiges : longueur des fibres, densité de la fibre, diamètre des tiges, rectitude des tiges, etc. Ces différents attributs sont recherchés par les clients finaux de la chaîne de création de valeur. La valeur économique associée à ces attributs pourrait avoir un impact sur la rentabilité de nos investissements sylvicoles. Il devient donc indispensable de relier les marchés à notre planification forestière.

Encourager des changements de comportement dans le cadre des changements climatiques

Les enjeux de la dégradation des forêts, de la

déforestation et notre impact sur les changements climatiques soulèvent également tout un questionnement économique. La création d'un marché du carbone pour atténuer les impacts de notre industrie forestière nécessite une meilleure compréhension de l'offre et de la demande des émissions de gaz à effet de serre. Est-ce efficace comme marché? Cette tendance amène la création d'une multitude de projets de conservation, de déforestation évitée et de reforestation, principalement dans les pays en développement. Nous pouvons tenter de les accompagner afin qu'ils puissent profiter d'un marché en émergence et qu'ils puissent être récompensés pour leurs efforts d'adaptation. Par exemple, nous pouvons les aider à mesurer les impacts socio-économiques d'un changement de comportement, en passant de l'agriculture extensive à l'agroforesterie, et ainsi calculer le gain économique potentiel lié à la conservation des ressources forestières. Ici même au Québec, nous aurons éventuellement à quantifier la valeur économique de nos forêts comme puits de carbone.

Ce ne sont là que quelques exemples démontrant le potentiel d'accompagnement des notions économiques pour éclairer la prise de décision des gestionnaires et aménagistes des forêts. L'économie est donc sans contredit un outil indispensable dans le coffre de l'ingénieur forestier. À la Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique, nous travaillons à enrichir les connaissances dans l'application des théories économiques en foresterie mais également à transmettre à l'ingénieur forestier, le mode d'emploi de cet outil.



Créer de la richesse à partir d'une ressource renouvelable, le plus beau défi de l'ingénieur forestier.

Les ingénieurs forestiers font partie d'une longue tradition de professionnels passionnés par la forêt. Depuis 100 ans, les ingénieurs forestiers ont sans cesse évolué pour s'adapter aux défis de leur époque.

Plus que jamais, à l'heure des changements climatiques, de l'aménagement écosystémique, des bois d'ingénierie et des biocarburants, l'ingénieur forestier de demain est appelé à créer de la richesse à partir d'une des plus belles ressources renouvelables.

 www.oifq.com




Société de protection des forêts contre le feu

L'aménagement, la préservation et la protection des forêts commencent par le développement de professionnels qualifiés.

**La SOPFEU tient à souligner les
100 ans
de l'enseignement de la foresterie
à l'Université Laval.**

Nanotechnologies et bois

Il est beaucoup question des nanotechnologies ces derniers temps. Comme c'est souvent le cas, la nature était là bien avant nous. En effet, il y a beaucoup d'évidence comme quoi la cellulose et ses molécules dans le bois, dans l'arbre, sur votre gazon où dans le gazon lui-même, sont organisées au niveau nanoscopique, ou comme on dit souvent en chimie, au niveau supramoléculaire. C'est très petit un nanomètre (10^{-9} m), mais au niveau moléculaire c'est encore assez gros! Il y a longtemps qu'on effectue des modifications sur les molécules, comme pour produire des produits pharmaceutiques, au niveau sub-nanomètre. Grâce aux avènements technologiques des dernières décennies, on peut voir, visualiser, ce qui se passe dans ce petit monde, alors qu'avant on procédait à l'aveuglette!

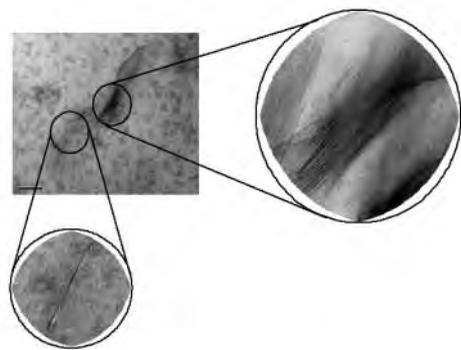


Figure 1a)

Distribution de nanoparticules d'argile dans un vernis transparent pour le bois (barre : 50 nm)
Source: U. Laval, V. Landry.

Ces nanotechnologies pourraient mener à de nouvelles applications où on verrait d'abord des produits issus du bois, comme des planches ou du papier, dotées de propriétés nouvelles ou améliorées. Le bois pourrait être lui-même source de nanoparticules. On appelle nanoparticule toute particule ayant au moins une dimension de l'ordre de 100 nm, et ces particules peuvent être sphériques, fibreuses ou lamellaires et peuvent être issues du bois, de l'argile ou d'oxydes métalliques. Puisque dans ce genre de matériau, tout atome n'est pas très loin de la surface, il s'ensuit que ce type de matière a des propriétés souvent un peu différentes de celles de la même matière mais disons, plus «grosse»! Ces nouvelles propriétés électriques, optiques ou physiques, comme la dureté, peuvent être avantageuses.

La figure 1 b) montre une dispersion, donc un renfort, de cellulose nanocristalline, dans une matrice polymère (plastique).

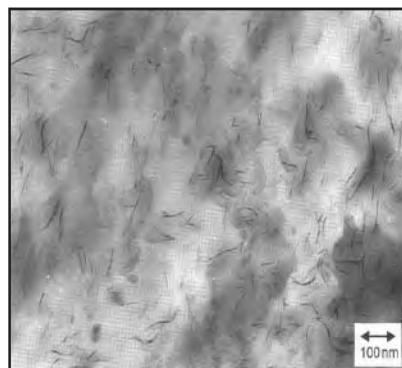


Figure 1b)

Distribution de nanoparticules de cellulose dans une matrice polymère. Tiré de : T.J. Pinnavaia et G. Beall, Polymer-Clay Nanocomposites, Wiley NY 2000.

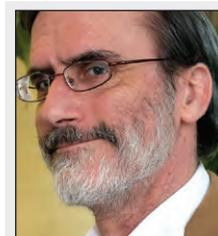
Si on prend des fibres ou des copeaux de bois et qu'on les chauffe dans une solution concentrée d'acide sulfurique, dans certaines conditions, on obtient justement des nanoparticules de cellulose, avec d'autres sous-produits, dont la longueur est de 200 nm et la largeur de 10 nm. Combinés à l'eau, à différentes concentrations, ces nanoparticules donnent, par exemple, des gels iridescents, alors que la cellulose conventionnelle, soit le papier, est blanche. Des travaux aussi démontrent que ces particules sont non-toxiques. On peut leur associer de très intéressantes propriétés de renfort puisque ces fibres sont très fortes et faciles à disperser. On pourrait les imaginer comme additifs « verts » dans les peintures, les adhésifs et les plastiques, donc dans les produits de tous les jours. Des recherches sont en cours à l'Université Laval sur ce sujet.

Les deux figures suivantes sont des micrographies faites aux rayons X. La figure 1 a) montre des nanoparticules d'argile qui renforcent des revêtements du bois, qui dans ce cas est sous forme de lames de parquet : la résistance à l'usure

de tels revêtements est meilleure que celle des revêtements traditionnels. On obtient aussi de bons résultats à l'aide de dispersions de nanoparticules d'oxydes métalliques.

Si on additionne la valeur des marchés potentiels des domaines des peintures et des thermoplastiques, il y a là de quoi utiliser à bon escient une partie du papier dont nous avons perdu le marché ces dernières années, soit à cause de l'Internet (diminution de moitié des besoins en papier journal) et de la concurrence étrangère.

À la figure 2, on peut voir que le bois est structuré à une échelle très fine. La fabrication de cellulose nanocristalline consiste donc à séparer les différents constituants du bois en récupérant les très fines fibres, sans les endommager. Cela peut être fait avec du bois, mais aussi d'autres sources de cellulose comme le chanvre. Il existe même des sources de cellulose d'origine bactérienne.



Bernard Riedl

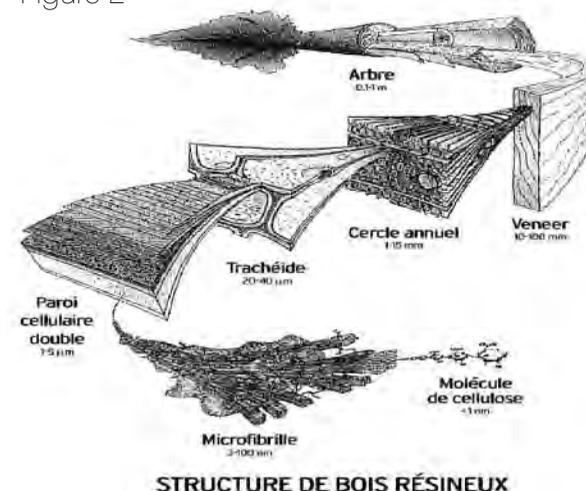
Ph.D., professeur

bernard.riedl@sbf.ulaval.ca

Conclusion

Les nanotechnologies peuvent améliorer la performance de plusieurs produits de tous les jours comme les adhésifs, les peintures, le papier; donc, pas seulement les produits « high-tech ». C'est d'ailleurs dans cette vie de tous les jours que leur impact se fera le plus sentir. Le développement de tels produits n'est pas rapide et il faut du personnel hautement qualifié pour le faire et c'est la mission numéro un de l'Université Laval de produire de tels talents.

Figure 2



STRUCTURE DE BOIS RÉSINEUX

100 ANS
DE FORESTERIE
À LAVAL...

LES COOPÉRATIVES FORESTIÈRES
VOUS DISENT **MERCI !**

Dans presque toutes les régions du Québec, la forêt joue un rôle écologique, social et économique de premier plan. Elle a historiquement contribué à la vitalité des régions. Pour en assurer la pérennité, le Québec peut compter sur des professionnels de la foresterie, la plupart du temps issus de la seule université qui en assure ici la formation.

Chapeau Laval !

Fédération québécoise
des coopératives forestières

3188, chemin Sainte-Foy, bureau 200
Québec (Québec) G1X 1R4
Téléphone : 418 651-0388
www.fqcf.coop



Les nouveaux produits forestiers non-ligneux à base d'extractibles



Tatjana Stevanovic

Ing., Ph.D.

tatjana.stevanovic@sbf.ulaval.ca

La forêt regorge de substances naturelles dont les nombreuses vertus étaient bien connues et exploitées par les Premières Nations et les premiers colons. Parmi ces produits naturels, les extractibles forestiers sont d'un intérêt particulier.

Comme le nom l'indique, ces molécules libres peuvent être extraites avec des solvants puisqu'elles se trouvent dans la structure poreuse du bois. Par exemple, elles se retrouvaient ainsi dans les extraits obtenus par décoction des ramilles et des écorces utilisés par les Premières Nations. Les arbres forestiers sont des plantes ligneuses et leurs tissus fortement lignifiés contiennent des molécules extractibles de nature phé-

nolique dont les voies biosynthétiques croisent celle des lignines, les plus abondants polyphénols polymères sur la terre. Ceci explique déjà leur grande abondance et disponibilité à partir des arbres forestiers. Les divers polyphénols reconnus pour leur bioactivité se trouvent dans les fruits et légumes réputés pour les effets bénéfiques sur la santé et ces mêmes molécules se retrouvent également dans les arbres forestiers. Les résidus de l'exploitation forestière et de la transformation du bois, disponibles en grande quantité et bon marché, se trouvent ainsi être des sources d'une gamme de polyphénols bioactifs. Le marché des nouvelles biomolécules dans les applications dites « nutraceutiques » est en pleine expansion. Aujourd'hui, avec le développement du secteur

de la santé et de la nutrition, on constate un retour progressif vers l'utilisation des produits naturels combinant innocuité et efficacité, dont les produits forestiers non-ligneux sous forme d'extraits riches en polyphénols qui représentent une nouvelle opportunité d'innovation pour l'industrie forestière. La plupart des vertus bioactives des polyphénols sont liées à leur capacité antioxydante, une propriété des extraits que nous évaluons systématiquement par plusieurs méthodes physicochimiques, au laboratoire de chimie du bois du Centre de recherche sur le bois de l'Université Laval, tout en analysant la composition chimique des extraits par des méthodes chromatographiques et spectroscopiques.

La valorisation de la ressource forestière par la filière « extractibles » permettrait aux acteurs de l'industrie forestière québécoise d'accéder à de nouveaux marchés. Une étude récente a montré que l'ensemble de la forêt commerciale québécoise génère approximativement 2,9 millions de tonnes de résidus forestiers sur une base annuelle. Ces résidus représentent un trésor caché de molécules ayant des propriétés bioactives. À l'heure actuelle, ces résidus sont principalement brûlés pour satisfaire les besoins énergétiques de l'industrie du bois, mais selon nos recherches l'extraction systématique des molécules bioactives avant la combustion des résidus constituerait une étape essentielle pour ajouter de la valeur à la transformation du bois. Ces extraits bioactifs peuvent alors entrer dans la formulation de produits pharmaceutiques, cosmétiques, agroalimentaires et nutraceutiques. La demande mondiale pour les produits naturels contenant des molécules bioactives est en forte augmentation, à cause des nouvelles tendances de consommation qui cherchent à ajouter à l'alimentation des produits ayant des effets bénéfiques pour la santé (aliments fonctionnels) ou encore de développer des produits sous forme de gélules, pilules, qu'on appelle les compléments alimentaires, qu'on utilise en prévention de maladies. Malgré les progrès remarquables de la médecine au cours du siècle dernier, une proportion sans cesse grandissante de gens voit leur qualité de vie améliorée par les changements importants dans leurs habitudes alimentaires ou

dans l'utilisation des produits de soins personnels qui font partie du marché des produits de santé naturels. Ce marché connaît une croissance des plus fortes dans les pays développés, dont le Canada ainsi qu'au Québec. Ce secteur englobe les produits nutraceutiques (produits alimentaires préservant la valeur nutritive tout en ajoutant une valeur pharmaceutique), les produits cosmétiques ayant comme objectif préservation/amélioration de la santé de la peau, ainsi que les produits bruts actifs, dont les extraits des plantes, destinés à la formulation de divers produits de santé naturels. Les résultats d'enquêtes récentes montrent que les consommateurs favorisent l'utilisation des produits de santé naturels afin de gérer de façon autonome leur propre santé. Par exemple, une partie de la population remplace, dans une certaine proportion, les médicaments « synthétiques » par des médicaments « naturels ». L'étape initiale pour une valorisation des résidus forestiers sous forme d'extraits actifs passe par l'extraction et notre laboratoire a développé des extractions efficaces (extraction assistée aux ultrasons, par exemple) qui consomment peu d'énergie et appliquent des solvants verts (eau, éthanol). Il est donc indispensable que les acteurs de l'industrie forestière québécoise portent un nouveau regard sur ces résidus en considérant qu'une extraction des molécules bioactives peut se faire sans nuire à l'application usuelle des résidus (c'est-à-dire la filière énergétique ou matériaux), tout en apportant une valeur ajoutée à la transformation. Le développement des produits de santé naturels à partir des extraits forestiers riches en polyphénols peut clairement ajouter de la valeur à la transformation du bois, valeur applicable aux marchés nutraceutique, cosmétique et pharmaceutique. Il est par conséquent nécessaire de développer davantage les extractions efficaces avec des solvants verts et d'identifier les composés bioactifs, ce qui demande encore de nombreuses recherches.

Fortin, F. (2008) Estimation de la disponibilité de la biomasse forestière 2007-2008. Conférence présentée au 2^e symposium sur la valorisation de la biomasse forestière et des résidus de transformation du QWEB (Québec Wood Export Bureau).

Produits Forestiers Arbec s.e.n.c., société québécoise engagée dans la mise en valeur des ressources forestières et le Groupe Rémabec, spécialisé dans la gestion d'entreprises forestières et manufacturières, sont fiers d'être partenaires du Programme de Recherche sur les Entrepreneurs Forestiers de Récolte et Transport (PREFORT).

L'Université Laval est un incontournable pour la relève de l'industrie forestière.



UN PUISSANT LEVIER DE CROISSANCE

Félicitations pour votre centenaire!

Le calcul de possibilité en pleine mutation

Le calcul de possibilité sert à établir le niveau d'utilisation de la ressource forestière sans en altérer sa durabilité. Il tire ses origines du Siècle des lumières où, en Allemagne, il s'agissait de restaurer des forêts dégradées par la surexploitation et de faire face aux pénuries de bois. Les forestiers de cette époque se sont inspirés de la fascination d'alors pour le mouvement perpétuel : il fallait assurer un rendement perpétuel et constant, semblable aux mouvements des étoiles ou d'une horloge. Il fallait donc convertir la forêt en forêt normale, seule apte, pensait-t-on, à assurer un rendement soutenu. Le rendement soutenu est resté longtemps un pivot de la foresterie, comme le démontrait la Loi sur les forêts de 1986. Encore aujourd'hui, la nouvelle Loi sur l'aménagement durable du territoire forestier l'a entériné mais seulement jusqu'en 2018, parce qu'il est en voie d'être révolu.

En effet, le calcul de possibilité se réalise sur un siècle et demi, un horizon incroyablement long. Or, bon nombre de facteurs changent sur 150 ans, souvent de façon tout à fait imprévisible. Comment prévoir en 1860 que les navires en bois allaient progressivement disparaître? Comment prévoir que l'industrie des pâtes et papiers, alors en plein essor, serait en déclin en 2010? Comment prévoir les changements d'utilisation du bois comme les poutres composites ou le nanocrystal de cellulose? Comment prévoir les changements de vision de la société québécoise relativement à l'aménagement des forêts? Comment prévoir que le bois pourrait servir de matériau de substitution aux matériaux dont la production est fortement émettrice de carbone? Comment prévoir les effets des changements climatiques sur la dynamique forestière?

Fondamentalement, le calcul de possibilité doit assurer le développement de l'activité socio-économique liée à la forêt tout en maintenant l'intégrité des écosystèmes forestiers. La question centrale n'est donc plus d'assurer un rendement perpétuel, constant et

maximum, mais bien de s'assurer que la forêt, incluant faune et flore, soit prête à affronter le futur suite à l'utilisation que nous en faisons aujourd'hui. Toute une mutation! Cette mutation, nous la devons non seulement aux questions insistantes et répétitives de la société quant à notre façon d'utiliser la forêt mais aussi aux solutions offertes par une meilleure compréhension de l'écologie des paysages, une science jeune d'une vingtaine d'années seulement.

Pourtant, le chemin est long avant que cette mutation ne se concrétise et les défis restent nombreux pour être prêts aux changements décrétés pour 2018. Le calcul de possibilité

Outre le fait d'élargir le champ de connaissance en amont avec la dynamique forestière, celui-ci tend aussi à s'étendre vers l'aval, avec le cycle de vie des produits forestiers. La valeur « carbone » des produits du bois dans la construction est reconnue tant pour sa séquestration que pour la substitution au béton et à l'acier.

se fait aujourd'hui dans un mode déterministe, où le passé est garant du futur et où les aspects aléatoires sont considérés comme des sources d'erreur, qu'il faut contrôler. Assurer l'intégrité des écosystèmes forestiers dans un futur incertain s'apparente beaucoup plus aux techniques de gestion du risque utilisées par exemple par les banques ou les assurances. Ici, le problème consiste à trouver une utilisation du territoire forestier qui ne mettra pas en péril la durabilité de la ressource face aux aléas du futur. Des questions fondamentales

restent donc en suspens : Comment mesurer l'intégrité? Quels seuils d'altération de cette intégrité sommes-nous prêts à tolérer? Il faut donc mieux documenter les régimes de perturbation et mieux détailler la dynamique forestière suite aux perturbations. Ce sont des questions difficiles, car la longévité des peuplements forestiers surpasse facilement notre mémoire du passé et nous mettent au défi de retrouver des traces qui permettent d'y répondre : sédiments lacustres, dendrochronologie, analyse de fèces, anciennes photographies aériennes, rapports d'arpentage, etc. Bref, nous voici donc au défi, pour mieux nous préparer au futur, de mieux connaître le passé forestier!

Outre le fait d'élargir le champ de connais-



Frédéric Raulier

Ph.D., professeur

frederic.raulier@sbf.ulaval.ca

sance en amont avec la dynamique forestière, celui-ci tend aussi à s'étendre vers l'aval, avec le cycle de vie des produits forestiers. La valeur « carbone » des produits du bois dans la construction est reconnue tant pour sa séquestration que pour la substitution au béton et à l'acier. Or, le « coût » en carbone des produits du bois comprend non seulement les valeurs associées à l'analyse de leur cycle de vie, mais aussi à l'impact de leur extraction sur le bilan de carbone en forêt. Sans la prise en compte de cet impact forestier, le bilan carbone du maté-

riau bois demeure incomplet et l'utilisation de cette valeur reste ouverte à la critique.

Si le temps du rendement soutenu est révolu, la possibilité en volume marchand brut l'est aussi : diversification de l'utilisation de la forêt pour perpétuer les communautés, prise en compte de valeurs autres par la concertation, respect de la biodiversité, maintien de l'intégrité carbone, produits forestiers non ligneux, etc. Pour rester utile, le calcul de possibilité n'a d'autre choix que de muter!

Une expérience DE PLEIN AIR dans une forêt UNIVERSITAIRE!

Forêt Montmorency

ACTIVITÉS HIVERNALES ET ESTIVALES
A MOINS DE 60 KM DE QUÉBEC
Hébergement • Restauration
www.fm.ulaval.ca 418.656.2034

La foresterie dans le bassin du Congo : 40 ans de coopération entre l'Afrique centrale et la Faculté



**Damase
Khasa**

Ph.D., professeur

dkhasa@rsvs.ulaval.ca

Contexte historique

Le massif forestier du bassin du Congo (BC) d'Afrique centrale est la deuxième plus grande forêt tropicale primaire du monde, après le bassin forestier amazonien. Sa superficie de 210 millions d'hectares, représente 26 % des forêts du monde et 70 % du couvert forestier d'Afrique. Contrairement au bassin amazonien, peu de ressources ont été allouées au développement des capacités institutionnelles et des ressources humaines hautement qualifiées capables d'assurer la gestion durable des ressources forestières du BC.

L'engagement de la Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique (FFGG) dans la coopération internationale en Afrique centrale remonte à l'époque du professeur André Lafond, qui a effectué en 1968 une première mission de la FAO (Organisation des Nations Unies pour

l'alimentation et l'agriculture) sur l'éducation forestière en Afrique. Trois ans plus tard, le Canada par le biais de l'Agence canadienne de développement international (ACDI) appuie la création d'un département de foresterie au sein de la Faculté de sciences agronomiques (FASA) de l'Université de Kinshasa, à Kinshasa, capitale de la République Démocratique du Congo (RDC ou ex-Zaïre). Sur le plan technique, le Canada appuie aussi la formation des ingénieurs forestiers techniciens au sein de l'Institut supérieur d'études agronomiques (ISEA) de Bengamisa. À la FASA, relocalisée à Yagambi en 1973 dans la province orientale, le département est mis en veilleuse en 1979 et la formation des ingénieurs forestiers congolais s'est poursuivie à l'Université Laval jusqu'en 1991 grâce au soutien du Canada. En effet, aucun ingénieur forestier congolais n'a plus été formé depuis 1991 et ce vaste pays forestier du con-

tinient ne dispose que d'environ 40 ingénieurs forestiers pour la plupart proches de la retraite. Les besoins du pays sont estimés à environ 700 ingénieurs et à 2 000 techniciens forestiers d'où l'urgence d'appuyer la relance de la formation d'un personnel qualifié ainsi que de formateurs en foresterie, pour relever les défis en matière de gestion durable de l'importante ressource naturelle de ce pays. C'est dans ce contexte qu'intervient le projet « d'appui à la gestion des ressources naturelles dans le Bassin du Congo (FOGRN-BC) ». Au moment de la célébration du 100^e anniversaire de l'enseignement de la foresterie à l'Université Laval, cette nouvelle initiative (FOGRN-BC), est sans doute l'une des réalisations de coopération internationale les plus marquantes en foresterie.

Rôle de la Faculté pour le renforcement de la formation en foresterie dans le Bassin du Congo

Lancée officiellement en août 2008, l'initiative de la FFGG a pour but d'accroître l'offre de ressources humaines dotées de compétences actualisées en foresterie tropicale pour mieux relever les défis du 21^e siècle en matière de gestion et d'utilisation durables des ressources naturelles du bassin du Congo. L'initiative, qui appuie 8 institutions partenaires, vise prioritairement à relancer l'enseignement forestier en RDC ainsi que dans deux autres pays du BC (Cameroun et Gabon). Elle se démarque par son ambition d'intégrer dans les programmes d'enseignement, de nouveaux concepts en matière d'écoforesterie et d'écoagriculture cadrant avec la problématique actuelle des changements globaux. Les professeurs de la Faculté sont fortement impliqués dans ce projet. Ils participent au développement du matériel pédagogique pour 18 cours dans le domaine des connaissances théoriques, des outils de connaissance du milieu forestier, de gestion des ressources et d'aménagement du territoire. Ce matériel sera transféré aux institutions universitaires partenaires (RDC, Gabon et Cameroun) pour soutenir l'enseignement forestier. Au terme du projet en 2013, environ 100 ingénieurs forestiers seront formés. Dans le cadre de

la formation au doctorat en sciences forestières, en sciences géomatiques et en sciences du bois à l'Université Laval, les professeurs de la Faculté assurent le mentorat et la direction des travaux de recherche de 13 enseignants des universités partenaires dans les trois pays. Une importante production scientifique est alors attendue et devrait contribuer au rayonnement de la Faculté sur la scène internationale.

Le volet technique du projet est accompagné par le Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy (CERFO) et travaille à relancer, dès l'automne 2010, la formation technique en foresterie et agroforesterie dans deux instituts supérieurs de la RDC. La révision des programmes approuvés par les autorités et le développement des contenus de cours axés sur l'approche par compétences sont des innovations majeures. Les besoins des institutions africaines partenaires en équipements et en matériel pour l'enseignement et la recherche sont actuellement très importants, dans un contexte de faible investissement consenti à la formation forestière dans ces pays. Le projet fournit aussi un appui logistique et infrastructurel en vue d'améliorer les conditions d'enseignement et de recherche dans les établissements partenaires des trois pays forestiers les plus représentatifs des forêts du BC. Selon un récent rapport de l'Organisation internationale des bois tropicaux (OIBT), le nombre de personnes à former annuellement serait de 68 ingénieurs et 140 techniciens pour la RDC; 29 ingénieurs et 64 techniciens pour le Gabon; 25 ingénieurs et 55 techniciens pour le Cameroun.

L'aspect transversal de l'égalité entre les sexes est pris en compte tout au long de la mise en œuvre du projet, encourageant ainsi l'intégration d'au moins 30 % de femmes à toutes les activités de formation. La bonne gouvernance du projet est assurée par une structure de gestion solide et imputable comprenant la direction du projet, un comité de gestion, un comité de pilotage et un comité avisier. Dans le futur, l'empreinte durable de la FFGG sur ce continent se poursuivra, notamment par l'élargissement du projet à 10 pays membres de la Commission forestière d'Afrique centrale (COMIFAC).



Accroître nos connaissances pour l'avenir de nos forêts !

En activité depuis novembre 2001, Ligniculture Québec est un organisme québécois de R&D en réseau.

Notre mission :

- **Synergie** entre les **partenaires universitaires, industriels, gouvernementaux et régionaux** à l'atteinte d'un objectif commun: l'acquisition de connaissances et le développement d'une expertise en sylviculture intensive ;
- **Coordination**, soutien et dynamisme des efforts québécois de **recherche, de développement** et de **transfert de connaissances** en sylviculture intensive ;
- **Démarrage** de nouveaux **projets prioritaires** en sylviculture intensive dans les **régions** ciblées ;

en collaboration avec des partenaires universitaires, industriels, gouvernementaux et régionaux.

Qui peut bénéficier des activités du Réseau ?

Tout intervenant qui s'intéresse, de près ou de loin, à la sylviculture intensive et à la plantation. Pour bénéficier des ressources du Réseau dans le cadre d'activités de recherche ou de transfert technologique ou pour d'autres renseignements, n'hésitez pas à communiquer avec nous.

Personne ressource :
Brigitte Bigué, ing.f., M.Sc

Réseau Ligniculture Québec
Pavillon C.-E.-Marchand
1030, avenue de la Médecine
Université Laval
Québec (Québec) G1V 0A6
Téléphone : (418) 658-3132

www.rlq.uqam.ca

Le Programme canadien du carbone Vers un système intégré de surveillance et de prédiction

Depuis le début de la révolution industrielle, les humains libèrent dans l'atmosphère plus de dioxyde de carbone et autres gaz à effet de serre que les écosystèmes terrestres et océaniques ne peuvent en absorber. L'augmentation des concentrations atmosphériques de ces gaz est en train de modifier le climat de la planète. Indépendamment de tous les accords internationaux, avec 10 % des forêts mondiales et 45 % de la superficie de l'Amérique du Nord, le Canada a la responsabilité d'aider à la compréhension et à la quantification des budgets en carbone, actuels et futurs, de l'Amérique du Nord. Au regard de cette responsabilité, le Programme canadien du carbone (PCC) fournit des informations importantes au développement des stratégies fédérales et industrielles face aux changements climatiques.

Un des objectifs du Programme canadien du carbone, réseau de recherche pancanadien, est d'améliorer les estimations du budget de carbone des forêts canadiennes. Pour cela, le réseau dispose d'un programme coordonné de mesures et de modélisation du carbone, de l'eau, de la chaleur et du climat dans 25 écosystèmes forestiers et tourbières au Canada, dont trois au Québec dans la région de Chibougamau. Par l'entremise de son programme de mesures et de modélisation, le réseau évalue la sensibilité du carbone des forêts canadiennes au climat et aux perturbations naturelles (insectes et feu) et humaines (travaux sylvicoles). Ces efforts fournissent de précieuses informations quant à la façon d'intégrer les interactions entre la variabilité climatique et les perturbations dans la comptabilisation du carbone.

Ce réseau de recherche, dirigé par Hank Margolis, professeur à la Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique, a été établi sous le nom de Fluxnet-Canada et financé de 2002 à 2007 à hauteur de 13 millions de dollars par la Fondation canadienne pour les sciences du climat et de l'atmosphère (FCSCA), le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) et BIOCAP Canada. Son mandat a été prolongé pour trois ans en 2007 grâce à une subvention de 4,4 millions de dollars accordée par la FCSCA, et une dernière année en 2010 par une subvention de 600 000 \$ du Service canadien des forêts. Le réseau rassemble plus de 40 chercheurs



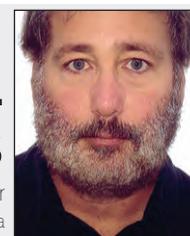
Carole Coursolle

Coordonnatrice du PCC
carole.coursolle@sbf.ulaval.ca



Debbie Christiansen-Stowe

Professionnelle de recherche
debbie.christiansen@sbf.ulaval.ca



Hank A. Margolis

Ph. D., professeur
hank.margolis@sbf.ulaval.ca

provenant de 13 universités canadiennes, du Service canadien des forêts, d'Environnement Canada et de plusieurs ministères provinciaux. La recherche et le développement effectués par le réseau sont entrepris avec le support et l'étroite collaboration d'étudiants gradués, de chercheurs postdoctoraux et de professionnels de recherche. Ainsi, le réseau a un fort engagement en faveur de l'enseignement et de la formation de personnel hautement qualifié dans un domaine en pleine évolution.

La technique (covariances de turbulences) utilisée par le réseau pour mesurer les échanges de carbone entre les écosystèmes forestiers et l'atmosphère a été développée initialement pour faire des mesures sur de courtes durées au-dessus de champs agricoles homogènes. La recherche, le développement de nouveaux instruments à haute performance et l'amélioration des capacités informatiques ont permis l'augmentation des capacités de mesures. Ceci a permis de réaliser des mesures de carbone sur de plus longues durées à partir de 1994 au-dessus d'écosystèmes forestiers en Saskatchewan et au Manitoba pour finalement aboutir à la création du réseau en 2002. Le réseau développe et applique des protocoles standards de mesures et de traitement de données qui servent de référence à d'autres réseaux et groupes de recherche pour développer leurs propres standards.

Une des pierres angulaires du réseau a été l'établissement de cinq chronoséquences dans quatre différentes régions du Canada. Une chronoséquence est composée d'au moins trois écosystèmes semblables d'âges différents et ayant subi le même type de perturbation. Ces chronoséquences fournissent actuellement de l'information concrète sur les effets du climat et des perturbations tout au long du développement des écosystèmes forestiers. Par exemple, nos résultats indiquent que les écosystèmes boréaux (pin gris et épinette noire) libèrent environ 6 à 13 tonnes de carbone par

hectare pendant les 9 à 15 premières années de croissance suivant une perturbation et, ensuite, accumulent du carbone pour atteindre environ 40 à 100 tonnes par hectare à l'âge de 100 ans. Les forêts de sapin de Douglas en Colombie-Britannique, par contre, libèrent plus de carbone (60 tonnes) sur une période de temps légèrement plus longue (18 ans). Cependant, nous estimons qu'elles pourraient avoir accumulé au moins 20 % plus de carbone à 100 ans. En comparaison, des plantations de

pin blanc établies sur des friches débutent leurs accumulations de carbone seulement quelques années après la plantation et nous estimons qu'elles pourraient avoir accumulé jusqu'à 275 tonnes de carbone par hectare à l'âge de 100 ans. Ces résultats indiquent que les forêts sont en mesure d'accumuler du carbone assez tôt dans leur cycle de vie, qu'elles peuvent continuer à en accumuler même quand elles ont atteint le stade mature et qu'elles peuvent être d'importants réservoirs de carbone.

100 ans d'enseignement en foresterie,
quelle belle preuve de savoir-faire et de passion.

Résolument tournée vers l'avenir, nous savons que la faculté continuera de former des professionnels qui auront un rôle majeur à jouer dans l'aménagement durable, la conservation et la valorisation des forêts.

Toute l'équipe de l'École de foresterie et de technologie du bois de Duchesnay tient à souligner cet évènement en vous souhaitant une bonne continuité!



École de foresterie et de technologie du bois de Duchesnay

147, route Duchesnay
Ste-Catherine-de-la-Jacques-Cartier
(Québec) G3N 0J6
Téléphone : 418 780-1290
Téléphone sans frais : 1 866 875-9455
Télécopieur : 418 875-1444
ecole.duchesnay@cscapitale.qc.ca

www.cscapitale.qc.ca/duchesnay

Bâtir en bois pour atténuer les changements climatiques



**Robert
Beauregard**

Ing. f., ing., Ph. D., Doyen de la Faculté de foresterie,
de géographie et de géomatique

doyen@ffgg.ulaval.ca

Notre compréhension des mécanismes à l'origine des changements climatiques est telle aujourd'hui qu'on peut constater la place centrale des forêts du monde en rapport à cet enjeu. En 2007, le GIEC (Groupe intergouvernemental sur l'évolution du climat), comité scientifique des Nations Unies chargé d'étudier l'évolution du climat, affirmait dans son quatrième rapport que « les stratégies d'aménagement durable des forêts, dont le but est de maintenir ou d'augmenter les stocks de carbone forestiers, tout en produisant un rendement annuel soutenu

de bois, de fibre ou d'énergie de la forêt, constituent l'option qui générera à long terme les plus grands bénéfices d'atténuation »¹

L'arbre, la forêt et les produits forestiers pour atténuer le réchauffement du climat

La photosynthèse est un mécanisme primordial par lequel la nature réintègre du carbone atmosphérique sur terre. Les arbres et les forêts figurent parmi les principaux puits de carbone de la planète. Le quatrième rapport du GIEC reconnaît cependant qu'on ne peut regarder

l'équilibre de carbone de la forêt de façon isolée. On doit, pour comprendre la contribution de la forêt aux grands équilibres terrestres, considérer sa contribution en biens et services à la société. Le GIEC reconnaît que la production de bois comme substitut au béton ou à l'acier dans la construction est une contribution tangible à la réduction des gaz à effet de serre (GES).

Le bâtiment vert en bois

D'après le GIEC, le secteur du bâtiment est à l'origine de plus de 40 % des émissions de GES. Les bâtiments, pour être considérés comme étant verts, doivent s'avérer carbone-neutres à chaque étape de leur cycle de vie. Les trois composantes énergétiques liées au cycle de vie du bâtiment sont : l'énergie intrinsèque, l'énergie d'opération et l'énergie de disposition du bâtiment.

L'énergie intrinsèque est l'énergie liée à la fabrication et à la mise en œuvre des matériaux lors de l'érection du bâtiment. Pour fins de comparaison, une poutre de 7,3 m de portée supportant une surcharge non-pondérée de 14,4 kN/m requiert l'émission de 78 kg de CO₂ dans l'atmosphère alors que son équivalent en béton requiert l'émission de 380 kg de CO₂ et son équivalent en acier, 513 kg de CO₂. De plus, cette même poutre en bois constitue un stock de carbone pour la durée de vie du bâtiment.²

L'énergie d'opération est en général la composante la plus importante dans le cycle de vie d'un bâtiment. Il n'est pas rare que le chauffage et la climatisation des bâtiments représentent plus de 85 % de toute l'énergie associée au bâtiment. Cette composante est directement tributaire de l'efficacité énergétique du bâtiment. On sait relativement aisément construire en bois ou autrement, des bâtiments consommant 33 % moins d'énergie que la moyenne des constructions. Le pavillon Gene-H.-Kruger de l'Université Laval en constitue un bel exemple. On sait, avec beaucoup plus d'efforts, concevoir des bâtiments consommant 66 % de la moyenne des constructions. Cependant, le but ultime est la maison passive, une construction ne consommant pas d'énergie des réseaux énergétiques nationaux. La conductivité thermique de l'acier et du béton sont respectivement de 500 fois et 7 fois celle du bois résineux. Le Vorarlberg, une région Autrichienne, se situe à l'avant-garde du mouvement de la construction passive, on y trouve des centaines de bâtiments passifs et

écologiques, entièrement faits de bois. Londres, en Angleterre, a vu la complétion à l'été 2008 d'une tour d'habitation de 8 étages en panneaux de bois massif préfabriqués en usine alors qu'à Växjö, en Suède, un bâtiment passif en bois de 8 étages est également en cours d'érection. Le mouvement du bâtiment passif est comme on le voit étroitement associé au matériau bois.

À la fin du cycle de vie du bâtiment, l'idéal, bien sûr, est de lui donner une seconde vie en lui attribuant une nouvelle vocation par voie de reconfiguration. On peut également réutiliser les matériaux bois, comme cela se voit de plus en plus, à partir de bâtiments anciens dont on récupère les éléments de structure et de revêtement. On peut finalement, si le bâtiment est de bois, en brûler les composants dans des unités de chauffage central à haute efficacité et ce faisant, contribuer à la substitution de combustibles fossiles par une source d'énergie carbone-neutre.

Cette compréhension globale de la relation entre la forêt, l'aménagement forestier et l'utilisation des produits du bois en construction et/ou en bioénergie, ouvre de toutes nouvelles perspectives sur le rôle du secteur forestier dans la société par rapport aux défis environnementaux colossaux du XXI^e siècle. Le Québec est riche d'une longue histoire forestière. Son industrie forestière traverse actuellement une des pires crises économiques de son histoire. L'innovation en construction verte en bois constitue une opportunité de développement économique originale et porteuse pour le Québec. Un tel développement requiert le partenariat de l'industrie forestière et de celle de la construction dans une nouvelle alliance qui permettra d'innover et de proposer des solutions de construction novatrices tant pour les secteurs résidentiel que non-résidentiel. Le développement d'une industrie du bâtiment passif et vert en bois constitue une avenue prometteuse de développement durable pour le Québec.

¹ Metz B., O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave et L.A. Meyer (eds), 2007. *Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Chapter 9 : *Forestry*, p. 543

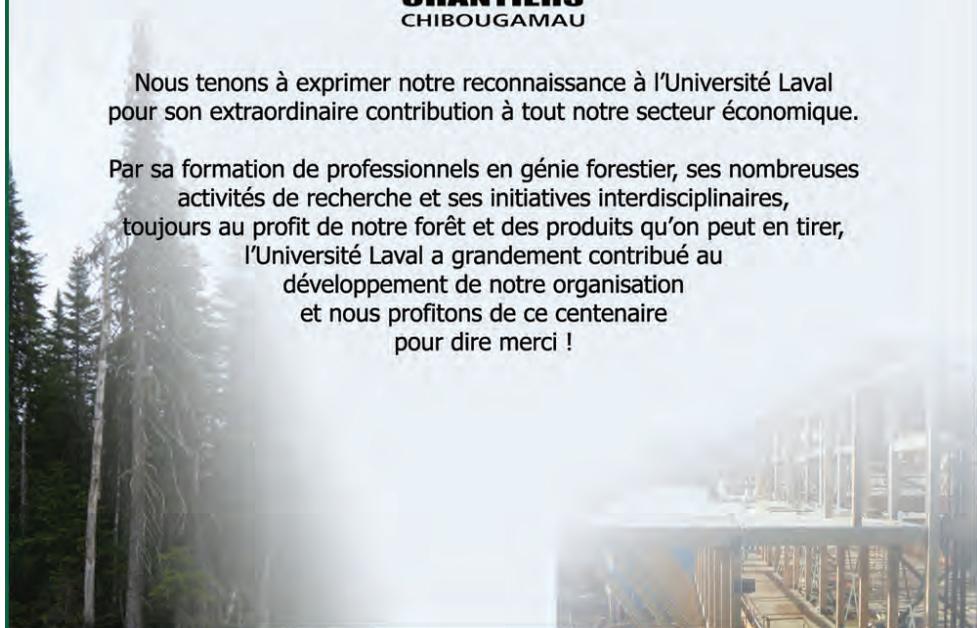
² Site Web de Cecobois.

**Pour ces 100 ans
de leadership au bénéfice
de notre forêt québécoise,
félicitations et merci !**



Nous tenons à exprimer notre reconnaissance à l'Université Laval pour son extraordinaire contribution à tout notre secteur économique.

Par sa formation de professionnels en génie forestier, ses nombreuses activités de recherche et ses initiatives interdisciplinaires, toujours au profit de notre forêt et des produits qu'on peut en tirer, l'Université Laval a grandement contribué au développement de notre organisation et nous profitons de ce centenaire pour dire merci !



Changements climatiques Quel est le sort des écosystèmes alpins?



Sébastien Renard

Étudiant au doctorat
sebastien.renard.1@ulaval.ca



Eliot J.B. McIntire

Ph. D., Professeur
elliot.mcintire@sbf.ulaval.ca

La limite des arbres en montagne est le lien entre la forêt fermée et les écosystèmes alpins dénudés telles les toundras alpines. Cette zone de transition ou écotone est parfois encore appelée « zone de combat des arbres » car elle est caractérisée par des arbres de plus en plus petits à cause d'une croissance ralentie. Les conditions sont tellement difficiles que les individus les plus exposés au stress adoptent une forme dite de krummholz (de l'allemand bois tordu). La limite des arbres fait partie intégrante du paysage dans toutes les chaînes de montagnes et il s'agit d'un patron marquant, tant esthétique qu'écologique. De nombreuses espèces, dont certaines sont déjà menacées, sont tributaires de ces écosystèmes d'altitudes, telles que le caribou des montagnes. La limite alpine des arbres est un endroit de tension soumis à des conditions extrêmes et les variations de cet écotone sont des indicateurs précoces de changements écologiques. Le facteur principalement évoqué pour expliquer la limite des arbres en montagne est la déficience en chaleur et, de ce fait, il est généralement accepté que les changements climatiques vont faire monter en altitude la limite des arbres en montagne. Cette remontée pourrait faire disparaître les milieux alpins ainsi que la limite des arbres elle-même, ne laissant en montagne que des forêts denses, menant à une perte d'habitat et de fonctions écologiques essentielles. Pourtant, il est souvent noté que la température n'explique pas à elle seule les changements de la limite des arbres. Jusqu'à maintenant, les études ont montré différentes réponses face aux changements climatiques et, dans une récente méta-analyse, il a été montré que dans une étude sur deux, la limite des arbres ne répond pas par une élévation à l'augmentation de la température. Les facteurs locaux (pente, précipitations, relations entre les plantes, etc.) ont donc un effet important sur la dynamique de la limite alpine des arbres et les interactions entre les facteurs globaux et locaux ne sont encore que partiellement com-

pris. L'objectif général de notre nouveau projet est de quantifier l'importance des facteurs climatiques globaux (température, précipitations) par rapport aux facteurs locaux (interactions entre les plantes, perturbations) et ainsi pouvoir prédire la dynamique spatiale et temporelle de la limite des arbres dans un contexte de changements climatiques. Pour ce faire, notre étude va intégrer différentes échelles spatiales et temporelles ainsi que différents domaines de l'écologie forestière.

Afin de bien discerner les patrons globaux des patrons locaux, nous étudions différentes régions : Les Appalaches, les Andes, les Rocheuses et les Alpes. Dans un premier temps, les limites alpines sont étudiées à l'aide de données dendrochronologiques et spatiales afin de montrer la relation entre la physiologie des arbres et la dynamique de l'établissement des semis. Dans un second temps, ces données permettront la modélisation de l'interaction des facteurs influençant la dynamique de formation des limites alpines. En intégrant l'effet des facteurs locaux et les données des projections climatiques pour chaque région, des modèles seront développés pour simuler l'évolution de la limite des arbres face aux changements climatiques.

Cette étude permettra de mieux comprendre les interactions entre les différents facteurs influençant la limite des arbres, et ce, à plusieurs échelles spatiales et temporelles. La modélisation de l'effet du changement climatique permettra de prédire l'évolution de la limite des arbres et ainsi d'identifier les zones sensibles pour cet écosystème menacé tant au Québec que dans d'autres régions du globe. Ainsi, nous pourrions établir des stratégies de gestion et de conservation adaptées pour ces écosystèmes aussi importants pour leur valeur biologique en termes de biodiversité et de fonctions écologiques que pour leur valeur socio-économique et leur patrimoine culturel.



Université du Québec
en Abitibi-Témiscamingue

UNE RECHERCHE ORIGINALE ET PERTINENTE

En quelques années à peine, la recherche à l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue a connu une progression fulgurante.

En un quart de siècle à peine, elle est passée d'une poignée de personnes à plusieurs centaines : chercheurs, étudiants, stagiaires, professionnels, techniciens et personnel de soutien.

C'est une recherche originale et pertinente, faite à partir de réalités locales et régionales, mais qui touche des populations partout sur la planète.

Petites collectivités, Premiers Peuples, petite enfance, environnement minier, écosystèmes forestiers, foresterie autochtone, transformation du bois, communications souterraines sans fil, ressources hydriques, thermoplastique, agroalimentaire, entrepreneuriat, génie mécanique et électromécanique, didactique des mathématiques, douleur, ergonomie. etc.

L'UQAT se construit
avec ses milieux



uqat.ca

Conciliation sylviculture et faune



David Pothier

Ing. f., Ph. D., professeur
david.pothier@sbf.ulaval.ca



Daniel Fortin

Ph. D., professeur
au département de biologie
de l'Université Laval
daniel.fortin@bio.ulaval.ca

L'aménagement écosystémique consiste à reproduire les effets des perturbations naturelles (feu, vent, insectes, etc.), par le biais de pratiques forestières appropriées. Puisque ces perturbations naturelles façonnent depuis toujours la structure, la composition et la répartition spatiale des forêts, un aménagement visant à recréer ces conditions devrait maintenir les multiples rôles des forêts, notamment celui lié à la présence d'une faune diversifiée. Pour favoriser la présence d'une telle faune diversifiée, une solution souvent proposée consiste à maintenir les caractéristiques d'habitat des animaux à grands domaines vitaux. Dans le domaine écologique de la pessière noire à mousses, le caribou forestier fait partie de ces espèces puisque les individus peuvent avoir un domaine vital couvrant plus de 1 000 km². De plus, puisque le caribou est considéré comme une espèce vulnérable au

Québec, la protection de son habitat est au cœur des préoccupations des aménagistes forestiers qui doivent concilier les besoins du caribou à ceux des usines de transformation s'approvisionnant sur ce vaste territoire. C'est pourquoi l'aménagement de l'habitat du caribou forestier constitue le thème central de la Chaire de recherche industrielle CRSNG-Université Laval en sylviculture et faune. Cette chaire regroupe plusieurs chercheurs supervisant les travaux de nombreux étudiants au baccalauréat, à la maîtrise et au doctorat. Outre la contribution financière du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) et de l'Université Laval, la réalisation des travaux de la chaire est possible grâce à la contribution financière de plusieurs organismes : le ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, la Conférence régionale des élus de

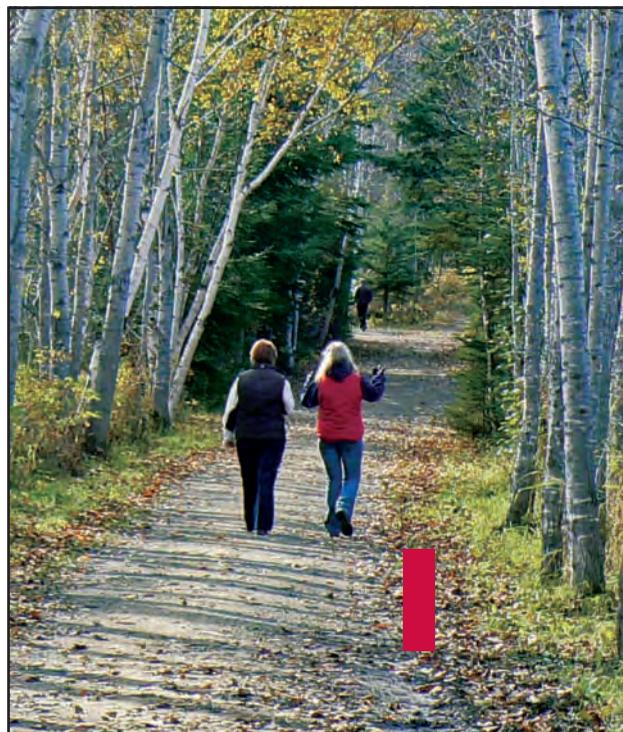
la Côte-Nord, FPInnovations, AbitibiBowater, Arbec, Boisaco, la Fondation de la faune du Québec et le Conseil des Innus Essipit.

La première étape de la démarche adoptée pour atteindre les objectifs du programme de recherche consiste à déterminer l'utilisation des forêts par le caribou forestier. Ce type d'étude implique que des animaux soient capturés pour leur poser des colliers émetteurs qui fourniront des renseignements sur leurs déplacements durant différentes périodes de l'année. Cette information est ensuite utilisée pour déterminer les principales caractéristiques des peuplements utilisés et évités, dont leur historique de développement en fonction des perturbations naturelles ou anthropiques. Ces résultats permettront d'identifier des peuplements cibles pour mettre au point des traitements sylvicoles reproduisant au mieux les principales caractéristiques des peuplements fréquemment utilisés par le caribou forestier, ce qui est nécessaire pour récolter du bois tout en préservant l'habitat du caribou. Dans le but de vérifier si cette approche est efficace pour conserver la biodiversité animale et végétale, il faudra aussi s'assurer que la biodiversité des peuplements fréquemment utilisés par le caribou représente bien la diversité des espèces sensibles

aux perturbations, c'est-à-dire les espèces de fin de succession. Ce sera aussi l'occasion d'identifier les variables de structure et de composition qui expliquent cette biodiversité à l'échelle du peuplement. Finalement, ces études à l'échelle du peuplement doivent être complétées par d'autres à l'échelle d'un grand territoire pour pouvoir tenir compte de la juxtaposition spatiale des peuplements qui forment une mosaïque forestière dont la complexité peut aussi influencer les patrons de biodiversité et de répartition du caribou.

Cette démarche de recherche sera utile aux étudiants inscrits dans un des programmes reliés à l'aménagement et à l'environnement forestiers. En effet, la multiplicité et la complémentarité des approches abordées par le programme de recherche de la chaire permettront à chaque étudiant de trouver des repères facilitant leur insertion dans la démarche d'analyse et favorisant l'atteinte des objectifs pédagogiques visés.

La population en général, les jeunes en particulier, est de plus en plus préoccupée par le milieu forestier qui est perçu non pas uniquement comme une source de bois, mais plutôt en tant que milieu de vie pour une multitude d'organismes végétaux et animaux.



La forêt, au cœur de nos préoccupations de recherche et de formation

L'Université du Québec à Rimouski s'associe au monde forestier pour souligner le 100^e anniversaire de la Faculté de foresterie et de géomatique de l'Université Laval.

L'UQAR est elle-même impliquée dans ce champ d'intervention par ses programmes en biologie, en géographie, en gestion de la faune et de ses habitats, en environnement et en développement régional.

Les recherches conduites à l'UQAR sur la forêt sont supportées par des groupes de recherche comme Boréas, la Chaire de recherche sur la forêt habitée et la Chaire de recherche du Canada en développement régional et territorial.

Les questionnements de recherche portent par exemple sur la dynamique à long terme et le fonctionnement des forêts, sur la conservation de la faune, sur la restauration des écosystèmes forestiers du Bas-Saint-Laurent et de la Gaspésie et sur la socioéconomie forestière.

Nos recherches sont réalisées avec la collaboration de partenaires régionaux tels que les Conférences régionales des élus, le Consortium en foresterie de la Gaspésie et des Îles-de-la-Madeleine, le Cégep de Rimouski, l'Agence de mise en valeur des forêts privées et les Conseils de bassins versants.

SOIF
DE DÉPASSEMENT

www.uqar.ca

UQAR

Rimouski | Lévis

Coupe avec protection des petites tiges marchandes

Résultat de l'observation de la forêt et de la concertation

La sylviculture et l'aménagement durable et intégré des forêts sont au cœur de la formation des futurs ingénieurs forestiers. Le choix du type de récolte à privilégier varie selon la composition et la structure des forêts. Jusqu'à tout récemment, en forêt boréale, il n'y avait pas d'alternative à la coupe avec protection de la régénération et des sols (CPRS). L'observation de la régénération et de la croissance des forêts a permis de constater que, sous certaines conditions, la régénération et même les petites tiges marchandes peuvent contribuer à reconstituer plus rapidement le prochain peuplement lors d'une récolte partielle. Un projet de recherche a été élaboré en lien avec des industriels et des fonctionnaires régionaux. Ce projet a permis le développement d'une méthode de coupe, la coupe avec protection des petites tiges marchandes (CPPTM).

Qu'est-ce qu'une CPPTM?

C'est un traitement sylvicole conduisant à la récolte d'une partie importante du couvert forestier (70-90 %) mais au cours de laquelle sont protégées activement la régénération existante, les gaules (diamètres de 2 à 8 cm) et les petites tiges marchandes (diamètres de 10 à 14 cm). Cette coupe est adaptée principalement pour le sapin baumier et l'épinette noire qui ont une bonne capacité à se développer à l'ombre et à réagir suite à l'ouverture du couvert forestier. D'une certaine manière, elle reproduit la nature et s'apparente à certaines coupes partielles réalisées avant la mécanisation des opérations forestières. Ce type de coupe permet de récolter les arbres mûrs avant qu'ils ne se détériorent, et de laisser aux plus petits le temps de se développer. La croissance des arbres protégés reprend rapidement grâce à l'amélioration des conditions d'ensoleillement dont ils bénéficient après le traitement.

Conditions recherchées

La CPPTM requiert des conditions particulières. Elle n'est donc pas un substitut à toutes les CPRS. Elle est, a priori, applicable dans des peuplements de sapin baumier et d'épinette à cause de leur capacité à survivre à l'ombre et, par la suite, à tirer profit de l'ouverture du couvert. Elle s'applique à une forêt qui serait irrégulière en ce qui à trait aux tiges, c'est-à-dire une diversité de classes d'âges



Jean Bégin

Ing. f., Ph. D., professeur
jean.begin@sbf.ulaval.ca



Martin Riopel

Ing. f., M.Sc., étudiant au doctorat
martin.riopel.1@ulaval.ca



Jean-Claude Ruel

Ing.f., Ph.D., professeur
jean-claude.ruel@sbf.ulaval.ca

ou de classes de diamètres. Elle nécessite la présence de haute régénération préétablie et de petites tiges marchandes bien pourvues en cime verte et disposant d'un bon potentiel de croissance. On retrouve des peuplements aptes à la CPPTM dans une majorité de régions, mais c'est dans la région de la Côte-Nord où l'aptitude à la CPPTM est la plus élevée.

Balises pour sa réalisation

Le succès d'une CPPTM repose non seulement sur l'atteinte des normes portant sur la proportion de sentiers, mais aussi sur la protection d'un nombre suffisant de tiges. Lors de la récolte, on vise à conserver un minimum de 900 tiges à l'hectare dans les classes de 2 à 14 cm de diamètre dont au moins 125 dans les classes de 10 à 14 cm. Les facteurs suivants devraient également être pris en compte : proportion de cime verte (longueur de cime verte / hauteur totale), des tiges à protéger supérieure à 40 %, faible exposition aux vents, éviter les effleurements rocheux et les peuplements trop denses ou comportant plus de 25 % de pin gris.

Avantages anticipés

Contrairement à la CPRS, la CPPTM reproduit en partie la structure des peuplements irréguliers. Elle est plus avantageuse que la CPRS en termes de biodiversité et d'impact sur le paysage. En protégeant les petites tiges marchandes, on augmente la dimension moyenne des arbres récoltés. La productivité forestière augmente, une conséquence de la diminution du temps nécessaire pour que le peuplement soit de nouveau prêt à la récolte. Par rapport à d'autres types de coupes partielles, la CPPTM est un traitement peu dispendieux et opérationnel avec les systèmes de récolte actuels.

Désavantages anticipés

Au chapitre des désavantages, les résultats démontrent qu'une proportion variable et non négligeable des tiges conservées va tomber ou

mourir sur pied dans les dix premières années suivant la récolte, mais pas au point d'annuler les avantages du traitement. La récolte d'une proportion importante du couvert forestier fait en sorte que, comparativement à l'éclaircie commerciale ou le jardinage, plus de tiges peuvent être affectées par des blessures et ultérieurement par la carie.

Ce développement des connaissances sur la CPPTM est le fruit d'un travail d'équipe

réalisé en collaboration avec 10 unités de gestion et de nombreuses compagnies forestières. Ce projet a été supporté par le ministère des Ressources naturelles et de la Faune, le Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies et le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada. Les connaissances acquises contribuent à bonifier la pratique de la foresterie en forêt boréale et la formation des futurs ingénieurs forestiers à l'Université Laval.

Afin de protéger les forêts contre l'épidémie de tordeuses des bourgeons de l'épinette, la SOPFIM réalise depuis 2009 des pulvérisations aériennes avec l'insecticide biologique *Btk*, et ce, pour le bénéfice de tous les utilisateurs de la forêt.



Dévouée à la santé de nos forêts!

Société de protection
des forêts contre
les insectes et maladies

www.sopfim.qc.ca



Géomatique et foresterie

Bien plus qu'un mariage de raison



Stéphane Roche

Ph. D., professeur,
département des sciences
géomatiques
stephane.roche@scg.ulaval.ca



Yvan Bédard

Ph. D., professeur, département
des sciences géomatiques
yvan.bedard@scg.ulaval.ca



Sylvie Daniel

Ph. D., professeure, département
des sciences géomatiques
sylvie.daniel@scg.ulaval.ca

Après avoir souligné le centenaire de l'enseignement de la géomatique en 2007, la Faculté célèbre cette année celui de l'enseignement de la foresterie. Ces deux disciplines partagent un rattachement institutionnel et une histoire commune à l'Université Laval et elles se sont adaptées aux besoins de la société. Elles se sont mutuellement enrichies au fil des ans et les trois exemples suivants en témoignent.

Cartographie participative consensuelle des zones à hautes valeurs forestières

La Commission d'étude sur la gestion de la forêt publique du Québec a souligné l'importance de l'aménagement écosystémique dans la gestion des forêts québécoises. Le changement de régime forestier démontre cette volonté de conciliation des aspects économiques, sociaux et écologiques. Cet engagement se traduit par le développement des forêts modèles fondées sur

le partenariat, sur des modalités de gestion participatives et sur la mobilisation du concept de zones à hautes valeurs forestières. Pourtant, la mise en œuvre pratique de ce nouveau dispositif n'est pas triviale et des verrous subsistent en particulier en ce qui concerne la mobilisation des intervenants et la prise en compte de leurs points de vue, valeurs et intérêts.

La géomatique contribue à la solution telle qu'illustrée par la maîtrise en sciences forestières entreprise par M. Hugues Stéphane Oba Meye, sous la direction des professeurs Stéphane Roche et Louis Bélanger. Cette recherche développe une analyse critique de la démarche cartographique mobilisée lors de la première phase du projet d'aménagement écosystémique de la Réserve faunique des Laurentides (RFL). Elle propose, teste et valide une méthode de cartographie consensuelle des zones à hautes valeurs forestières des parties prenantes de ce territoire (figure 1), basée sur le couplage des capacités d'analyse spatiale des systèmes d'information géographique (SIG) et d'une démarche formelle de cartographie participative (Public Participation GIS – PPGIS).

Géomatique décisionnelle pour la planification forestière

La planification forestière dépend du calcul de la possibilité forestière et des données sur les parcellaires (ex. : classe d'âge moyenne, volume de bois, superficie). Ces données sont croisées par essence et par année pour produire les volumes de bois pour les 150 prochaines années (30 périodes de 5 ans). L'analyse cartographique de ces informations est fastidieuse avec les SIG, par exemple les comparaisons détaillées (par parcellaire) et agrégées (par unité de gestion), par type d'essence, par classe d'âge et par période.

Pour améliorer l'analyse de la possibilité forestière, un prototype d'application géodécisionnelle a été développé pour la Direction des inventaires forestiers du ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec par l'équipe du professeur Yvan Bédard. Ce prototype utilise une technologie Spatial OLAP (Online Practical Processing) combinant des fonctionnalités SIG et d'intelligence d'affaires. Cette application

permet d'explorer interactivement les données croisées à plusieurs niveaux de détails uniquement par clics de souris, tant dans les cartes que les tableaux et diagrammes statistiques. Une glissière temporelle facilite la comparaison du volume de bois dans le temps (figure 2) et des règles assurent la cohérence visuelle entre les affichages. L'outil est donc utilisable sans expert SIG.

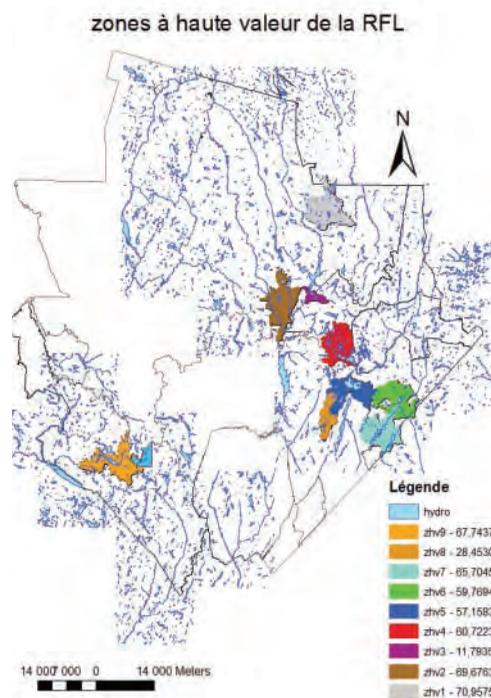


Fig. 1 Identification cartographique des zones à haute valeur de la RFL.

Imagerie d'hiver à très haute résolution spatiale pour l'estimation des ressources forestières

Les intervenants forestiers désirent une meilleure connaissance de la ressource forestière à un coût plus bas. Les méthodes actuelles requièrent d'estimer les attributs des peuplements forestiers en réduisant typiquement l'échantillonnage sur le terrain et en ayant davantage recours à la modélisation et à la télédétection. Le niveau de détail fourni par la télédétection offre un potentiel de précision pour les attributs forestiers équivalent à celui de l'échantillonnage terrain. La haute résolution spatiale panchromatique figure parmi les outils optiques intéressants en combinaison avec les données traditionnelles d'inventaire. Cette technologie devient cruciale dans les régions peu inventoriées comme les régions nordiques.

Dans ce contexte, l'équipe de la professeure Sylvie Daniel a mené un projet pour augmenter la précision des estimations d'attributs forestiers avec l'imagerie d'hiver à très haute résolution spatiale IKONOS. L'imagerie estivale étant généralement employée, l'imagerie d'hiver permet d'innover en profitant du masquage du sous-bois par le couvert neigeux, ce qui contribue à l'homogénéisation spectrale du fond de scène et à un plus fort contraste de celui-ci par rapport à la strate arborescente d'intérêt. Le travail s'est concentré sur l'estimation de la biomasse de la Forêt Montmorency en exploitant la méthode de la fraction d'ombre, et a proposé une approche de correction des ombres en fonction de la topographie du terrain. Un modèle de régression a également été élaboré afin de mettre en évidence le lien entre fraction d'ombre et biomasse sèche.

TEXTO ÉTUDIANT



Je suis entrée en génie du bois grâce à ma passion pour la forêt. En tant que future ingénieure du bois, je veux promouvoir au maximum l'utilisation du bois dans le plus de domaines possibles. Je veux trouver de nouvelles applications à notre matériau bois. Mon but sera aussi d'encourager le plus possible l'utilisation du bois dans la construction non résidentielle. Enfin, je veux travailler avec les gens du milieu pour pouvoir améliorer l'économie du monde forestier québécois.

Erika Blackburn
Étudiante au baccalauréat
coopératif en génie du bois

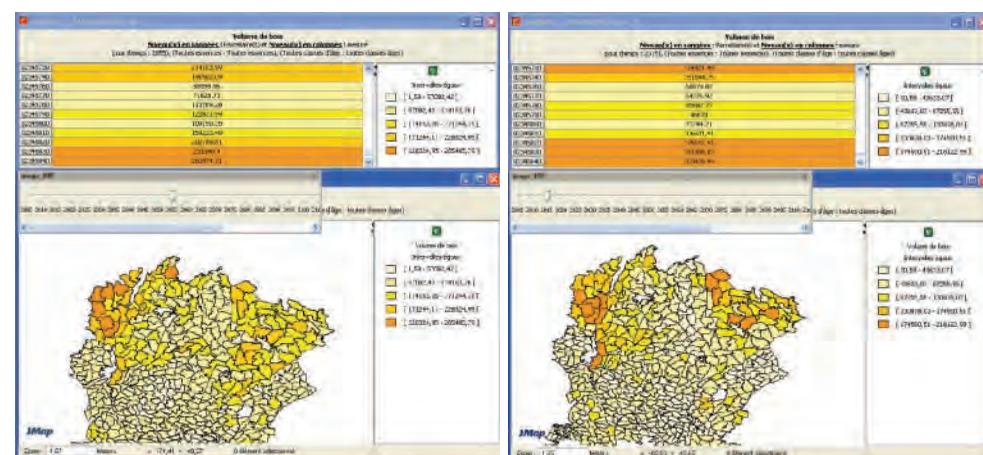


Fig. 2 Glissière temporelle facilitant les comparaisons temporelles.

Applications du bois Repousser les frontières

Le bois est un matériau extraordinaire présentant de nombreux avantages. Pour n'en nommer que quelques-uns, mentionnons qu'il est renouvelable, recyclable, durable en plus d'être un capteur de carbone atmosphérique. Le bois est utilisé par l'être humain depuis la nuit des temps, en particulier pour la production d'énergie thermique et la construction. Sa réputation comme source d'énergie et comme matériau n'est donc plus à faire. Toutefois, quelques propriétés physiques et mécaniques le rendent inadéquat pour certaines applications. En particulier, des espèces comme le peuplier faux-tremble possèdent une masse volumique relativement faible. Le bois d'autres espèces plus traditionnelles telles que l'érable à sucre et le bouleau jaune pourrait être amélioré afin de percer des marchés encore insoupçonnés ou permettre d'améliorer des produits existants. On peut, par exemple, imaginer des applications où la dureté et la résistance à l'abrasion sont importantes comme pour des parquets à usage intensif dans les bâtiments publics et commerciaux. C'est dans cette optique que la densification thermo-hygro-mécanique (THM) du bois peut être envisagée.

On peut définir la THM comme une densification du bois réalisée sous l'effet de la pression et de la chaleur en présence de vapeur d'eau. Aucun polymère ou autre produit n'est imprégné dans le bois. La technique de densification sous l'effet de la pression et de la chaleur n'est pas nouvelle. Des produits de bois densifié par cette technique ont été commercialisés il y a plus de 50 ans. Toutefois, le bois ainsi densifié gonfle très fortement lorsqu'il est mis en présence d'air humide ou d'eau liquide, ce qui en a fortement limité l'usage. Dans le cas du procédé de densification THM, le bois est soumis à une compression mécanique à des températures de l'ordre de 200°C en présence de vapeur d'eau. La vapeur a pour effet de réduire les fractures dans la structure cellulaire du bois et de le stabiliser dans l'état compressé. De cette manière, le bois densifié THM présente une stabilité dimensionnelle nettement supérieure. Nous travaillons présentement sur la densification THM de placages de peuplier faux-tremble, de peuplier hybride et d'érable à sucre. Les résultats obtenus jusqu'à maintenant sont prometteurs. Plusieurs propriétés physico-mécaniques du bois sont améliorées. On réussit à doubler la masse



Alain Cloutier

Ing. f., ing., Ph. D., professeur

alain.cloutier@sf.ulaval.ca

volumique du bois, à en augmenter la dureté de 100 % à 200 % et à en augmenter la résistance à la flexion de 100 %. De plus, la stabilité dimensionnelle demeure satisfaisante : le gonflement des placages densifiés après cinq cycles d'immersion dans l'eau froide et un cycle d'immersion dans l'eau bouillante demeure inférieur à 20 % pour certaines conditions de traitement. De plus, la teneur en humidité d'équilibre à 20°C et 60 % d'humidité relative est d'environ 25 % inférieure pour le bois densifié THM. Nous travaillons présentement sur un post-traitement thermique dans l'huile de canola afin d'améliorer encore la stabilité dimensionnelle.

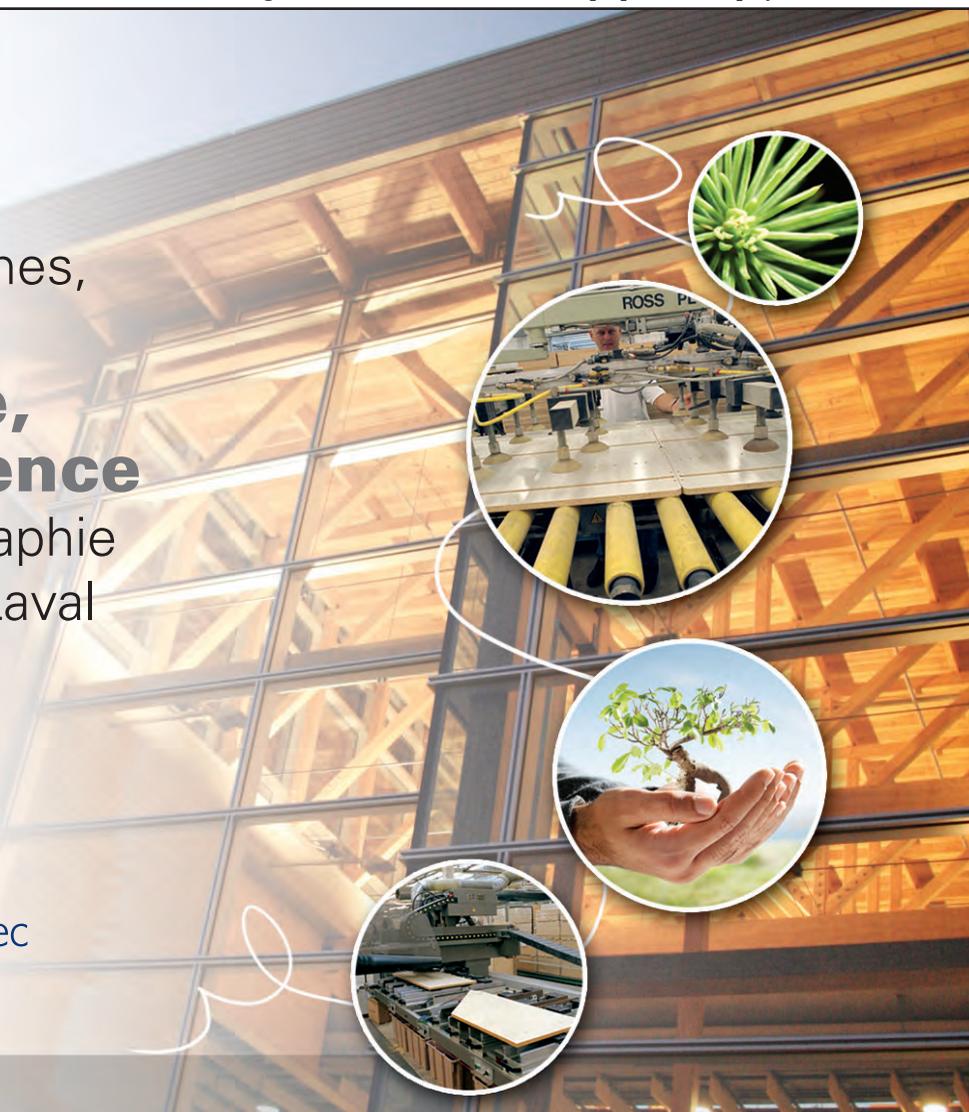
Ce projet a été réalisé dans le cadre d'une subvention obtenue du Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies (FQRNT) – Pro-

gramme de recherche en partenariat sur la transformation des produits du bois. Les travaux sont réalisés en partenariat avec M. Ahmed Koubaa de l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue et M. Pierre Blanchet de FPInnovations – Division Forintek. Mme Brigitte Bigué et M. Pierre Gagné du Réseau ligniculture Québec ont également appuyé et participé activement à ces travaux. M. Changhua Fang, stagiaire postdoctoral en sciences du bois, M. Papa Niokhor Diouf, stagiaire postdoctoral en sciences du bois, M. Nicolas Mariotti, candidat à la maîtrise en sciences du bois, M. Martin Talbot, étudiant en génie du bois et M. Florian Prost, étudiant en génie du bois de l'École nationale supérieure des technologies du bois (ENSTIB) d'Épinal (France), ont été directement impliqués dans ce projet.

Génome Québec et
PÔLE Québec Chaudière-Appalaches,
fiers de souligner
**100 ans de recherche,
d'innovation et d'excellence**
à la Faculté de foresterie, de géographie
et de géomatique de l'Université Laval



Génome Québec



Une faculté **GRANDEUR** **nature!**



Des **NOUVEAUTÉS** pour
mieux répondre aux défis
D'AUJOURD'HUI!



NOUVELLES CONCENTRATIONS

Baccalauréat en aménagement et environnement forestiers

- Aménagement durable des forêts
- Bioécologie forestière
- Changements climatiques et cycles écologiques
- Économie et gestion forestière
- Foresterie internationale
- Sylviculture

Baccalauréat coopératif en opérations forestières

- Gestion d'entreprise
- Logistique et aide à la décision
- Aménagement des forêts et sylviculture

Baccalauréat coopératif en génie du bois

- Construction en bois
- Produits d'ingénierie en bois
- Bioraffinage et chimie verte
- Génie industriel et systèmes manufacturiers

NOUVELLES FORMATIONS

Baccalauréat intégré en environnement*

Microgramme de 2^e cycle offert à distance en aménagement écosystémique

* Sous réserve de l'approbation des instances universitaires

La Faculté c'est aussi plusieurs formations en géomatique, en géographie et aux cycles supérieurs.

www.ffgg.ulaval.ca



UNIVERSITÉ
LAVAL

Faculté de foresterie, de géographie
et de géomatique