

Vingt ans d'études sur la diversité des plantes : En soutien aux objectifs du MRN pour la gestion forestière durable, la biodiversité, les espèces envahissantes et autres

Par Lisa J. Buse



emandez à quiconque si les pluvières siffleurs ou les ours polaires sont des espèces importantes et on vous répondra assurément « oui ». Qu'en est-il de l'importance des plantes?

Elles sont essentielles au maintien de la stabilité d'un écosystème, elles servent d'aliment et d'habitat aux oiseaux, aux ours ainsi qu'à de nombreuses espèces fauniques. Même la survie des humains en dépend. Cependant, plusieurs espèces de plantes sont menacées. Ce phénomène est causé par l'urbanisation, l'usage des terres à de nouvelles fins, la pollution, les pratiques non durables, la propagation d'espèces exotiques envahissantes et les changements climatiques. Alors que l'année 2010 – désignée Année internationale de la biodiversité – tire à sa fin, nous jetons un coup d'œil sur quelques études sur la diversité des plantes de l'IRFO qui contribueront à la *Stratégie de la biodiversité de l'Ontario*.

En raison d'un climat froid et d'une saison de croissance courte, les forêts boréales sont beaucoup moins diversifiées que les autres. Pourtant, on y retrouve plus de 1 200 espèces végétales. Pour déterminer l'effet des pratiques forestières et savoir comment réduire leur impact, il faut préalablement comprendre cette diversité.

Wayne Bell, un chercheur de l'IRFO, a consacré la majeure partie des 20 dernières années à comprendre et documenter la diversité des plantes des forêts de l'Ontario. « En plus d'apprendre à se familiariser avec la forêt, la majorité de nos efforts sont dirigés vers la compréhension des plantes et leurs caractéristiques – comment elles se régénèrent, où elles poussent, les éléments qui affectent leur croissance et leur développement, l'interaction avec d'autres plantes et animaux, comment le feu et les pratiques forestières perturbent la forêt, » affirme-t-il.

M. Bell a développé un programme pour la compréhension de la diversité des plantes. Le Programme d'écologie végétale, diversité et succession écologique pionnière (PEDS) comprends cinq volets :

- Comprendre l'écologie des plantes forestières de l'Ontario
- Établir et gérer un inventaire de ces plantes
- Mettre sur pied une banque de données des caractéristiques végétaux
- Surveillance de terrains à long terme pour évaluer les effets perturbateurs
- Gestion active des produits forestiers non ligneux

Comprendre l'écologie végétale de base

Bell a commencé à s'intéresser à l'écologie végétale en 1988. Sous la supervision de Bill Towill, aujourd'hui coordinateur du MRN de la section des sciences et de l'information du Nord-Ouest à Thunder Bay, Bell a étudié

l'écologie de 18 espèces qui envahissent les conifères du Nord-Ouest de l'Ontario. Plusieurs autres chercheurs ont depuis révisé et analysé des renseignements portant sur plus de 200 autres espèces, y compris les espèces rares et envahissantes. Comprendre l'autécologie végétale de base – la relation entre un organisme ou des espèces et leur environnement – aide

les chercheurs à mieux savoir comment réduire ou éradiquer les invasions ainsi qu'à contrecarrer la réduction des espèces en péril.

Des études de ce genre permettent de se rendre compte des lacunes d'informations. À titre d'exemple, les lichens sont une source de nourriture importante pour le caribou; les travaux de synthèse ont révélé cependant que très peu de données existent sur la réaction des lichens aux herbicides. M. Bell a donc mis sur pied une étude sur la tolérance du lichen aux herbicides. Cette recherche est présentement menée par Troy McMullin et Steve Newmaster de l'Université de Guelph.

De plus, Bell et Newmaster dirigent la rédaction d'un ouvrage résumant l'autécologie des espèces végétales de l'Ontario qui sera disponible par l'entremise de l'Université de Guelph en 2011. Celui-ci sera pertinent non seulement pour les gestionnaires de forêt mais aussi pour tous ceux



Photo: John Winters, IRFO

La spécialiste en écologie forestière, Jennifer Dacosta évalue la diversité des espèces et le coefficient de distribution des arbres de récoltes sur un des huit emplacements de recherche NEBIE. Les chercheurs y documentent les effets de différentes intensités de sylviculture sur les écosystèmes forestiers.

Suite à la page 2

Dans ce numéro

Mise à jour sur la modélisation de croissance et de rendement.....	3
Conditions climatiques et cycle des nutriments des forêts mixtes	4
Profil du personnel : Mahadev Sharma	5
Les arbres peuvent-ils s'adapter aux changements climatiques?	5
Diagnostiquer les maladies des arbres	6
Diminutions des pins rouge dans le sud de l'Ontario	7
L'IRFO fête ses 20 ans!	7
Faits marquants des recherches au cours des 20 dernières années.....	8
L'IRFO honore quatre chercheurs remarquables des années Maple.....	11
Nouvelle recherche sur le thuya occidental.....	12
Sommaire du progrès en gestion de la végétation	13
L'activité humaine pourrait avoir une incidence sur l'alimentation du caribou.....	14
L'éraable à sucre au parc provincial Polar Bear?	14
Demandez à l'expert: Amélioration de l'IRF des Grands Lacs et du Saint-Lau- rent.....	15
Avez-vous/désirez-vous des renseignements concernant la relève?.....	16
Nouvelles des employés.....	16

impliqués dans la réhabilitation des sablières, des carrières et de l'entretien d'emprises, aux gestionnaires de la faune, aux étudiants, à ceux qui récoltent les plantes sauvages ainsi qu'aux jardiniers intéressés par les plantes indigènes.

Voici d'autres chercheurs qui ont contribué au livre : Maureen Kershaw, consultante de Sudbury, ON; Cathy Bentley (anciennement du MRN); Fred Pinto, Section des sciences et de l'information du Sud (MRN); Ngairé Eskelin et Jennifer Dacosta, IRFO; Troy McMullin et Andy Gordon, Université de Guelph; Steven Hart et Nancy Luckai, Université Lakehead ainsi que Kathleen Brosemer, anciennement de Génétique forestière Ontario.

Documentation des espèces présentes dans les forêts de l'Ontario

Au milieu des années 90, les programmes de gestion des plantes, de classification des terres écologiques ainsi que le programme de croissance et de rendement du MRN ont mentionné la nécessité d'avoir un inventaire des plantes de l'Ontario, une bibliothèque d'échantillons de plantes ou d'un herbier de référence qui comprend des règles d'affectation de noms.

À l'époque, Bell travaillait avec des collègues au MRN : Jim Hayden (anciennement du programme de croissance et de rendement) et Peter Uhlig (du programme de classification des terres écologiques [CTE]). Ils rédigeaient la première édition du répertoire des plantes de l'Ontario. Aujourd'hui, les employés du CTE et Steve Newmaster effectuent la mise à jour de cette liste disponible au Centre d'informations sur le patrimoine naturel du MRN par l'entremise de leur Explorateur de biodiversité (biodiversityexplorer.mnr.gov.on.ca). On y retrouve 4 049 plantes, 533 mousses, 730 lichens ainsi que FLORA Ontario – un système d'information botanique intégré de l'Université de Guelph (uoguelph.ca/foibis/) qui comprend 5 039 espèces.

De plus, Bell et Newmaster ont encouragé la mise en place d'un herbier éducatif pour les étudiants du Collège Sault ainsi que le développement de la base de données des plantes du Nord de l'Ontario (northernontarioflora.ca). Ces travaux sont menés par le professeur Sue Meades, aujourd'hui retraité de l'Université Algoma. Le personnel de William Bell, qui travaille sur le terrain, continue d'y ajouter de nouvelles espèces.

« Les deux outils fournissent des connaissances de base sur les espèces et les endroits où celles-ci poussent. Ils aident à assurer l'uniformité lors de l'identification et la dénomination des plantes de l'Ontario » indique Newmaster. « En fonctionnant de cette façon, nous avons comblé un manque important dans le travail sur la diversité des plantes en Ontario. »

Compilation des renseignements sur les caractéristiques des plantes

« Une approche axée sur les caractéristiques des plantes nous permet de comparer nos connaissances de l'autécologie de chaque espèce à celles à l'échelle mondiale pour mieux connaître leur rôle crucial dans les processus de l'écosystème, » explique Isabelle Aubin, une chercheuse scientifique canadienne (Service canadien des forêts-Centre de foresterie des Grands Lacs) qui travaille avec M. Bell. « En plus de nous aider à optimiser des pratiques de gestion forestière, développer et mettre en œuvre une base de données portant sur les caractéristiques des plantes permet de conserver la diversité fonctionnelle et structurale des espèces d'une région. »

Elle ajoute que cette optimisation est encore plus importante car la durabilité des forêts est devenue une priorité au cours des dernières années. « Étudier les caractéristiques fonctionnelles de groupe de plantes semblables nous aide à établir un modèle quant aux réactions d'une catégorie d'espèces face à une perturbation spécifique, d'après des particularités universelles, tel que le mode de dissémination des graines ou encore la tolérance à l'ombre. Du début jusqu'au milieu des années 1990, par exemple, des classifications fonctionnelles des plantes ont été proposées comme outil afin de modéliser les changements de la végétation et des fonctions de l'écosystème causés par des changements climatiques et le dioxyde de carbone. »

M. Bell contribuera à la base de données des caractéristiques des plantes du Canada d'Isabelle Aubin; du fait même, il apprendra comment inclure ces renseignements à la recherche qu'il mène présentement sur les effets de la perturbation des communautés de plantes. Leurs recherches sur les caractéristiques des plantes contribueront aux bases de données internationales-tel que TRY (try-db.org) – qui sont compilés et utilisés dans les efforts à l'échelle

mondiale pour modéliser les réactions des communautés de plantes aux perturbations et aux changements climatiques.

Surveiller la réaction à long terme face à une perturbation

D'après Bell, la surveillance de terrains à long terme est essentielle pour détecter la perte ou la présence de nouvelles espèces. Depuis le début des années 1990 et ce, en collaboration avec Steve Newmaster, il documente avec l'aide de plusieurs collègues et partenaires la diversité des plantes dans les forêts boréales de l'Ontario. Grâce à la surveillance à long terme de plus de 10 000 terrains en 20 études, ils ont réussi à documenter les effets de l'utilisation de nouvelles approches de gestion de la végétation, d'intensification de la sylviculture de récolte de biomasse.

« Dans le cadre du réseau de parcelles NEBIE, lors d'une étude portant sur les effets de l'intensification de la sylviculture sur huit types de forêt, des terrains comportaient que 77 espèces végétales tandis que d'autres en avaient au moins 256. Il est donc évident que des pratiques de gestion de forêt peuvent autant augmenter que réduire la diversité, » indique M. Bell.

Pour des détails concernant le projet NEBIE, veuillez consulter Insights Vol. 8 N° 1. Les résultats officiels de cette étude seront disponibles d'ici 2012.

Gestion pour les produits forestiers non ligneux

Bell explique que l'une des prochaines étapes est de mettre en pratique ces connaissances acquises afin de gérer les produits forestiers non ligneux et les habitats fauniques. Par exemple, grâce à une entente de partenariat avec Tom McLean de Nipissing Forest Resource Management Inc. ainsi que Tom Noland de l'IRFO, des chercheurs ont planté l'if du Canada sur le terrain de NEBIE situé à North Bay. L'objectif est d'étudier la faisabilité de coproduction de produits forestiers ligneux et non ligneux. (L'if du Canada possède un agent anticancéreux.)

En plus de découvrir des détails plus approfondis sur les plantes indigènes, leurs recherches ont servies à identifier les espèces végétales étrangères envahissantes qui poussent dans les forêts boréales. Un rapport sur l'état de la forêt 2011

du MRN sera publié sous peu; la section sur les espèces envahissantes est largement basée sur ces recherches.

« Depuis des années, mes partenaires et moi faisons la collecte des éléments de base pour la compréhension de la diversité des plantes, » fait remarquer Bell. « Aujourd'hui, nous sommes en mesure de les assembler et d'appliquer nos connaissances à la recherche et à la gestion afin de réduire les effets des activités humaines. »

Voici les collaborateurs de Bell pour surveiller à long terme les effets des pratiques de gestion sur la diversité des végétaux ainsi que la réaction à la perturbation : Steve Newmaster et Troy McMullin (Université de Guelph); Isabelle Aubin (Service canadien des forêts); Nancy Luckai et Azim Mallik (Université Lakehead); Jennifer Dacosta, John Winters, Andrée Morneau et Bill Towill (MRN); Sue Meades (anciennement de l'Université Algoma).

Vous désirez en savoir plus? Envoyez un courriel à : information.ofri@ontario.ca ou téléphonez au (705)946-2981, poste 4111 (préciser votre choix de version, électronique ou papier):

- *The effects of silvicultural disturbances on phanerogam diversity in the boreal mixed wood forest* (Revue canadienne de recherche forestière 2002)
- *The effects of silvicultural disturbances on cryptogam diversity in the boreal mixed wood forest* (Revue canadienne de recherche forestière 2002)
- *Effectiveness of delayed brush cutting and herbicide treatments for vegetation control in a seven-year-old jack pine plantation in northwestern Ontario, Canada* (Silva Fennica 2002)
- *Restoration of floral diversity through plantations on abandoned agricultural land* (Revue canadienne de recherche forestière 2006)
- *Do tree-level monocultures develop following Canadian boreal silviculture? Tree-level diversity tested using a new method* (Conservation de la biodiversité 2007)
- *Long-term effects of intensive silvicultural practices on productivity, composition, and structure of northern temperate and boreal plantations in Ontario, Canada* (Écologie et gestion forestière 2007)
- *Effects of forest floor disturbances by mechanical site preparation on floristic diversity in a central Ontario clearcut* (Écologie et gestion forestière 2007)
- *Influence of microhabitat on bryophyte diversity in Ontario mixedwood boreal forest* (Revue canadienne de recherche forestière 2008)

Recherche en modélisation de la croissance et du rendement : améliorer les prédictions concernant l'avenir des forêts de l'Ontario

Par Lisa J. Buse

Quelle quantité de bois y a-t-il dans les forêts de l'Ontario aujourd'hui et quelle en est la prévision dans quelques décennies? Les professionnels en ressources ont besoin de connaître les réponses à ces questions pour assurer un approvisionnement en bois stable et assigner le bois destiné à la coupe. Ils ont souvent recours aux modèles pour obtenir les réponses.

Les modèles d'arbres individuels constituent les éléments de base pour développer et appliquer la plupart des modélisations de la croissance et du rendement au niveau du peuplement, donc, plus ils sont précis, plus les modèles de peuplement seront fiables.

Le chercheur en modélisation de la croissance et du rendement de l'IRFO Mahadev Sharma est spécialisé dans le développement et l'amélioration de modèles permettant d'estimer le volume de bois des arbres individuels. Il se concentre sur les types de modélisations suivantes :

- **la forme des arbres**, appelées équations de défilement ou modèles de profil des tiges. Ils sont utilisés pour décrire la forme des tiges
- **le taux de croissance**, connues sous le nom de modèles de croissance en hauteur et en diamètre. Ils sont utilisés pour indiquer la rapidité de croissance prévue des arbres
- **le potentiel de croissance**, aussi appelées modèles de classe de fertilité. Ils sont utilisés pour indiquer la productivité prévue d'un site

La forme compte

La forme des arbres a un impact sur la quantité et les types de produits de bois qui peuvent être générés à partir de la tige. Deux arbres de même hauteur et volume, mais de formes différentes peuvent avoir des types de produits très variés, ce qui affecte leur valeur commerciale. Les équations de défilement – modèles mathématiques qui décrivent la forme des arbres – permettent d'estimer les volumes des arbres et leur production. Sharma factorise la densité des arbres dans les équations de défilement.

« La densité des peuplements peut avoir un effet sur le défilement des arbres, mais cette variable n'a pas été considérée auparavant dans les fonctions de défilement, » explique-t-il. « Pour augmenter l'exactitude des estimations de volume des arbres et des peuplements, je développe des équations de défilement pour des arbres de plantation qui tiennent compte de la densité ».

Sharma et John Patton du Programme d'évaluation des écosystèmes terrestres de l'Ontario du MRN ont étudié l'effet de la densité sur le défilement de forêts de plantation d'épinettes noires et de pins

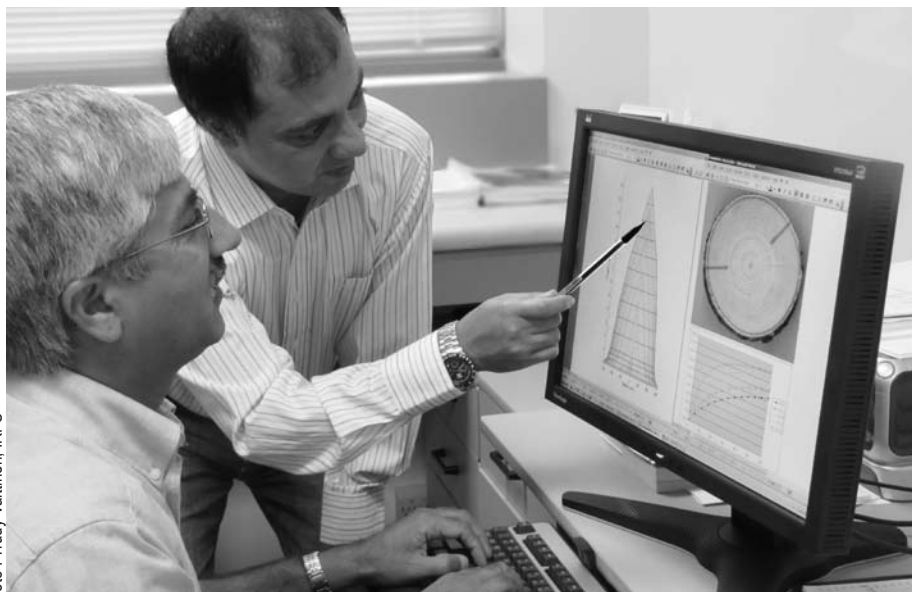


Photo : Trudy Vaitinen, IRFO

Les chercheurs en modélisation de l'IRFO Mahadev Sharma et Nirmal Subedi discutent le développement de trajectoires de croissance en hauteur et la reconstruction d'arbres entiers grâce aux données d'analyse des tiges à l'aide de balayage d'échantillons d'arbres.

gris. Ils ont aussi évalué plusieurs modèles de défilement et les ont calibrés à l'aide de données sur le diamètre des arbres collectés à différentes hauteurs le long de la tige. Leurs résultats confirment que la densité du peuplement a un effet sur le défilement de la tige et la recherche en modélisation de croissance et de rendement : améliorer les prédictions de l'avenir des forêts de l'Ontario touche plus le pin gris que l'épinette noire. Ils ont aussi découvert que la surface terrière par hectare est une variable explicative plus précise des effets de la densité du peuplement sur le défilement que le nombre d'arbres par hectare et le diamètre de la tige de surface moyenne (le diamètre dérivé de la surface transversale moyenne des arbres dans un peuplement).

Sharma étudie aussi des moyens permettant de réduire les coûts de la collecte des données pour les modèles de défilement, car les coûts augmentent avec le nombre de mesures. Avec son collaborateur dans les recherches, Peter Newton du Service canadien des forêts – Centre de foresterie des Grands Lacs (CFGL), ils ont évalué des scénarios pour déterminer quoi mesurer et à quel endroit sur un arbre afin de développer une équation de défilement précise à un coût minimal. Il étudie aussi combien d'arbres doivent être échantillonnés pour établir des modèles de défilement des tiges de façon précise pour une espèce donnée. « Les résultats initiaux sont publiés, mais nous en sommes encore à raffiner nos recommandations, » indique Sharma.

La hauteur compte bien qu'elle soit difficile à mesurer

La capacité de modéliser le taux de croissance des arbres est indispensable pour prévoir la quantité

de bois disponible dans le futur. La mise au point et l'utilisation de modèles requièrent des informations sur le diamètre à hauteur d'homme (DHH) et sur la hauteur de l'arbre. Les techniciens peuvent facilement mesurer le diamètre, mais la hauteur de l'arbre est relativement plus complexe, plus chronophage et plus coûteuse à mesurer. En conséquence, ils mesurent souvent le diamètre de tous les arbres dans l'échantillon, mais ne mesurent que la hauteur de certains arbres. Les chercheurs estiment ensuite la hauteur des autres arbres selon les relations connues entre la hauteur et le diamètre.

« Plusieurs modèles hauteur-diamètre ont été développés pour les essences de l'Ontario en n'utilisant que le DHH comme variable explicative pour estimer la hauteur totale, » explique Sharma. « Cependant, la relation entre le diamètre d'un arbre et sa hauteur varie par espèce, peuplement et environnement de croissance. Par exemple, les arbres dans un peuplement dense ont généralement un diamètre moindre pour leur hauteur que ceux dans un peuplement clair. Pour estimer de façon exacte la hauteur des arbres, les modèles hauteur-diamètre doivent refléter les variations dans les conditions des peuplements ».

Pour éviter d'établir des relations hauteur-diamètre individuelles pour chaque peuplement, Sharma a généralisé les modèles en ajoutant des variables explicatives. Il s'est concentré sur des modèles de hauteur d'espèces commerciales (sapin baumier, peuplier baumier, épinette noire, pin gris, pin rouge, peuplier faux-tremble, bouleau gris et épinette blanche) en Ontario qui incluent l'information sur la densité du peuplement. Ces modèles peuvent être

Suite à la page 4

Lisez le profil sur Mahadev Sharma à la page 5!

utilisés pour prédire les hauteurs avec précision. En plus de la hauteur, la croissance du diamètre doit être estimée pour prédire la croissance du volume de l'arbre dans le temps. Sharma travaille maintenant au développement de modèles pour prédire la croissance du diamètre de pins gris et des épinettes noires de plantation.

« FPinnovations-Forintek utilise les équations hauteur-diamètre et de défilement pour maximiser l'extraction de produits des arbres de coupe, » dit Sharma. « Et mon collègue du CFGL Peter Newton utilise ces modèles pour développer des diagrammes de gestion de la densité des peuplements, qui nous aident à estimer la quantité de bois dans les peuplements forestiers et à évaluer les scénarios de coupe. Cette information peut aider les gestionnaires des ressources à décider quoi faire avec leurs peuplements: faire la coupe maintenant, faire une coupe partielle sur une période, éclaircir et couper plus tard ou utiliser une autre stratégie de sylviculture.

Au bout du compte, les chercheurs veulent prédire le potentiel de croissance

En foresterie, l'indice de qualité de station (IQS) représente la hauteur moyenne des arbres dominants et codominants à un âge spécifié, l'âge de référence. Il est communément utilisé pour évaluer la productivité d'une forêt.

Sharma a travaillé avec Nirmal Subedi de l'IRFO et Parton pour évaluer l'exactitude prédictive des équations publiées de classe de fertilité pour

les jeunes plantations d'épinettes noires et de pin gris. Ils ont découvert que des modèles dynamiques de classe de fertilité d'une approche de différence algébrique généralisée qui ne sont pas dépendants sur l'âge de base (âge de référence), étaient plus exacts que des modèles basés sur un âge de base spécifique (les prédictions de hauteur se basent sur l'âge de base utilisé dans la calibration des modèles) et un âge de base variable (les prédictions de hauteur sont indépendantes de l'âge de base utilisé dans la calibration des modèles). Bien que ces résultats soient intéressants surtout pour les modélisateurs, ils démontrent l'importance de choisir la bonne approche lors de l'utilisation de modèles prédictifs.

Pour ses travaux de modélisation, Sharma se fie aux données collectées par le groupe d'inventaire des ressources forestières du MRN ainsi que des données de sites de croissance et de rendement du personnel du Programme d'évaluation des écosystèmes terrestres de l'Ontario. D'autres partenaires incluent le personnel des unités de science et d'information du MRN et du Centre de recherche sur l'écosystème des forêts du Nord, le Centre écologique du Canada – Partenariat de recherche en foresterie, la Virginia Institute and State University et l'Université Lakehead.

Pour de plus amples renseignements, communiquez avec Mahadev Sharma, mahadev.sharma@ontario.ca, ou au (705)946-7407.

Pour en savoir plus sur les modélisations de la croissance et du rendement de L'IRFO...

- *Evaluating height-age determination methods for jack pine and black spruce plantations using stem analysis data* (Northern Journal of Applied Forestry 2010)
- *Modeling stand density effects on taper for jack pine and black spruce plantations using dimensional analysis* (Forest Science 2009)
- *An evaluation of site index models for young black spruce and jack pine plantations in a changing climate* (Climate Change Research Report 2009)
- *Evaluation of sampling design on taper equation performance in plantation-grown Pinus banksiana* (Scandinavian Journal of Forest Research 2008)
- *Height-diameter equations for boreal tree species in Ontario using a mixed-effects modeling approach* (Forest Ecology and Management 2007)

Pour recevoir des copies des rapports ou articles, communiquez avec, information.ofri@ontario.ca, ou au (705)946-2981 poste 4111.

Le climat a des répercussions sur la façon dont les nutriments se déplacent dans les zones riveraines des forêts mixtes boréales et les tourbières

Par Lisa J. Buse



Photo: Bill Cole, IRFO

Le technicien en recherche Adam Kinnuen emballe une carotte de tourbe près de White River pour des analyses en laboratoire.

Les zones riveraines représentent les points de rencontre entre la forêt et l'eau. Elles sont importantes parce que ce qui se passe dans ces zones peut avoir un effet sur la qualité de l'eau. Les tourbières, des zones d'accumulation de matières organiques connues sous le nom de tourbe, peuvent être créées là où la terre et l'eau se rencontrent, et avoir un impact sur la qualité des plans d'eau à proximité.

Jim McLaughlin, chercheur à l'IRFO, enquête sur l'impact du climat sur le cycle des nutriments comme le dioxyde de carbone et l'azote dans les écosystèmes riverains et des tourbières. Il est important de comprendre le cycle des nutriments, car des changements dans les nutriments du sol et de l'eau peuvent avoir des répercussions sur la capacité de l'aire à supporter les arbres, les plantes et l'habitat faunique. Les conclusions de cette enquête de McLaughlin et de ses collègues permettront au MRN de développer des politiques pour la gestion durable des zones riveraines et des tourbières et de les inclure aux rapports sur l'état des forêts de l'Ontario.

Les informations recueillies dans un bassin hydrologique du Nord de l'Ontario près de White river ont permis à McLaughlin de déterminer entre autres que le cycle des nutriments est différent d'une année ayant un climat normal à celle ayant un climat sec et entre des zones riveraines de types différents. Plusieurs interactions complexes provoquent ces systèmes, mais il semble que dans un climat plus sec et plus chaud, ces aires pourraient devenir de plus en plus acides.

Pour de plus amples renseignements ou obtenir une copie de ces études, veuillez contacter par courriel : information.ofri@ontario.ca et demandez :

- Boreal mixedwood watershed riparian zone cation cycling during two contrasting climatic years (Soil Science Society of America Journal 2009)
- Alkalinity and acidity cycling and fluxes in an intermediate fen peatland in northern Ontario (Biogeochemistry 2009)
- The importance of water table in controlling dissolved carbon dynamics along a fen successional gradient (Soil Science Society of America Journal 2010)



PROFIL DU PERSONNEL : Mahadev Sharma

Par Abigail M. Obenchain

Acceptez les défis afin de vivre l'euphorie de la victoire.

— George S. Patton

Cette citation semble juste pour Mahadev Sharma de l'IRFO, chercheur scientifique sur la croissance et la productivité des forêts, qui aime relever les défis. La modélisation de la croissance et de la productivité des forêts représente un défi puisqu'elle requiert le développement d'équations mathématiques représentant les processus naturels, comme la façon dont les forêts ou les arbres individuels grandissent et évoluent au fil du temps. Ces modèles aident les gestionnaires des forêts de l'Ontario à estimer et assurer un approvisionnement constant en bois pour les usines de l'Ontario.

Malgré la complexité et les défis présentés par ce travail, Sharma croit qu'actuellement, il est fort stimulant d'être un modélisateur. « Les progrès réalisés en informatique au cours des 20 dernières

années ont grandement amélioré notre capacité à développer des modèles pour prévoir la croissance et le changement futurs des forêts », dit-il. « Les ordinateurs et les logiciels dont nous disposons aujourd'hui nous permettent d'effectuer des analyses plus complexes que ce que nous pouvions imaginer il y a quelques décennies ».

Cependant, il indique qu'il est important d'être au courant des limites de chaque modèle. « La qualité des modèles se mesure à la qualité des données sur lesquelles ils s'appuient, » il insiste. « De bonnes données sont essentielles à la qualité du modèle et la collecte de celles-ci peut être coûteuse en temps et en argent ».

Sharma a travaillé sur divers modèles depuis son arrivée à l'IRFO en 2004, y compris ceux qui se concentrent sur la forme des arbres (équations de défilement), sur le taux de croissance (modèles de croissance en hauteur et en diamètre), et sur le potentiel de croissance (modèle de classe de fertilité), en particulier sous des changements climatiques prévus. (Pour de plus amples renseignements sur ces modèles, veuillez consulter l'article sur la modélisation de la croissance et du rendement à la page 3.)

Sharma précise qu'il aime travailler à l'IRFO surtout avec les personnes qui l'entourent. « Les gens ici sont très gentils et toujours prêts à aider. J'aime aussi l'environnement de travail qui est propice à la

recherche ». Il parle en bien de ses partenaires de recherche, non seulement ceux de l'IRFO, mais aussi ceux du Programme d'évaluation des écosystèmes terrestres de l'Ontario du MRN, du Centre de recherche sur l'écosystème des forêts du nord du MRN et de Forêts Canada.

Sharma a commencé sa carrière académique à l'Université Allahabad en Inde, où il a complété un diplôme de premier cycle en science. Il a enseigné dans une école secondaire pendant trois ans puis a complété une maîtrise en physique à l'Université Tribhuvan au Népal. Il a ensuite enseigné à l'Institut des Forêts au Népal pendant 5 ans.

Pour poursuivre son éducation, Sharma s'est rendu aux États-Unis où il a complété des maîtrises en foresterie et en statistiques et un Ph.D. en dendrométrie à la Virginia Polytechnic and State University à Blacksburg. Avant de se joindre à l'IRFO, Sharma a travaillé comme chercheur scientifique pour FP Innovations – Forintek à Sainte-Foy au Québec, où il a fait de la recherche sur la croissance et le rendement. Sharma est un membre apprécié de l'équipe de l'IRFO notamment en raison de sa formation scolaire et de son travail consciencieux. Quand il ne travaille pas à l'IRFO, il aime jardiner et faire de l'athlétisme.

Pour de plus amples renseignements sur les travaux de Sharma, contactez-le à mahadev.sharma@ontario.ca, ou au (705) 946-7407.

Déplacement des enveloppes climatiques – Les arbres de l'Ontario vont-ils être laissés derrière?

Par Ngaire Eskelin

Nous savons qu'il est préférable de planter une graine d'arbre dans des conditions climatiques semblables à celles d'où provient le semencier car ces nouveaux arbres seront génétiquement adaptés aux mêmes conditions. Toutefois, si le climat continue de changer tel que prévu les semenciers deviendront de moins en moins adaptés à leur environnement d'origine. Les enveloppes climatiques se déplacent et il est peu probable que les espèces d'arbres de l'Ontario puissent suivre le pas. Ils pourraient alors avoir besoin d'une migration assistée : le déplacement d'un peuplement vers une nouvelle région serait causé par la réduction des conditions climatiques favorables de la région actuelle.

En 2008, un projet a été mis sur pied par une équipe de chercheurs de l'IRFO (Bill Parker, Pengxin Lu, Steve Colombo et moi-même), en consultation avec la section de la vitalité forestière et de la sylviculture du MRN, le Service canadien des forêts ainsi que l'Université Lakehead. Ce projet vise à approfondir la compréhension de l'adaptation rapide des espèces d'arbres de l'Ontario aux changements climatiques afin d'appuyer les décisions reliées à la migration assistée. Voici les questions étudiées :

- Quels seront les effets de la hausse de température/ déplacement des enveloppes climatiques sur la croissance de l'arbre, la production et la qualité du bois?
- Quelles populations d'arbres seront mieux adaptées au climat futur prévu dans une région donnée?
- La meilleure démarche serait-elle de planter au nord les populations d'arbres du sud afin de maximiser la survie et la croissance des arbres?

Quelques-unes de nos découvertes jusqu'à présent :

- L'achèvement d'une analyse documentaire sur la variation génétique de la réponse climatique de certaines espèces d'arbres de l'Ontario qui sont écologiquement et commercialement importantes; Cette analyse se retrouvera dans la publication du MRN en 2011 intitulée *Climate Change Research Report*.
- L'organisation d'un atelier portant sur la migration assistée à Sault Ste. Marie en septembre 2009; les participants ont présenté des travaux de recherches sur le sujet et discutés de l'étendue du problème ainsi que des opportunités de collaboration.

Nous travaillons présentement avec le *USDA Forest Service Northern Research Station (NRS)* afin de réévaluer une étude historique sur la provenance du pin blanc – un test qui évalue la croissance des arbres à partir de la semence dans toute l'aire de répartition de l'espèce – a vu le jour en 1958 grâce à une initiative du *International Union of Forest Research Organizations*.

Ces essais n'étaient pas liés aux études sur les changements climatiques bien qu'ils s'intéressaient à plusieurs conditions climatiques qui nous permettront de comparer la croissance des arbres à partir de graines provenant de peuplements différents; au fil du temps ces données sur les conditions climatiques détermineront les régions les plus favorables à la croissance des peuplements et la distance acceptable pour déplacer la source des semences.

Seulement 12 sites sont intacts; avec l'aide du NRS, sept de ces sites seront réexaminés, soit en Ontario, Minnesota, Wisconsin, Michigan et dans l'État du Maine. Tous ces sites contiennent des arbres en provenance de 12 sources de semences communes. Des évaluations sur la croissance et la survie seront menées sur la production et le stockage de carbone; de plus *USDA-FS Southern Research Station* étudiera les caractéristiques du bois pour prédire les effets des changements climatiques sur la qualité du bois.

Ici à l'IRFO nous menons aussi une étude environnementale contrôlée qui examine les effets de la température sur la croissance de semis de pins blancs en provenance de neuf sources de semences. L'objectif de cette expérience plutôt courte est de déterminer les meilleures températures estivales pour chaque semis en provenance de différentes régions de l'Ontario pour ainsi déterminer les meilleures conditions climatiques futures pour les planter.

Les résultats de ces études ainsi que d'autres études envisagées contribueront à l'élaboration de politiques pour la migration assistée qui évaluent les avantages et les risques afin d'assurer que le MRN conserve des forêts bien adaptées malgré les changements climatiques prévus.

Pour plus de renseignements sur cette recherche, veuillez communiquer avec Bill Parker, bill.parker@ontario.ca, (705) 946-7424.



Photo : Abigail M. Obenchain, IRFO

Ngaire Eskelin, forestier spécialiste en recherche, prépare un semis d'épinette blanche pour effectuer un test de provenance.

Un forestier spécialiste en recherche de l'IRFO fait le diagnostic des maladies arboricoles pour soutenir la surveillance de la santé des forêts provinciales

Par Abigail M. Obenchain

En visitant le laboratoire en pathologie de l'OFRI, vous découvrirez très vite que Sylvia Greifenhagen, forestière spécialiste en recherches pathologiques, est fascinée par les champignons forestiers. Elle souligne que les champignons sont à la base d'un règne biologique très diversifié en assumant plusieurs formes, couleurs, tailles, textures et fonctions. Tandis que certains sont délicieux rôtis dans du beurre, d'autres peuvent endommager, voire même, tuer des arbres. Certains peuvent même tuer des gens.



Photo : Abigail M. Obenchain, IRFO

Sylvia Greifenhagen de l'IRFO identifie des champignons à la source des maladies arboricoles d'après des échantillons récoltés par le personnel du Programme de surveillance de la vitalité forestière de l'Ontario du MRN.

Mme Greifenhagen a bien du plaisir à en apprendre davantage sur les champignons forestiers de l'Ontario; elle complète une deuxième saison de travail en collaboration avec le Programme de surveillance de la vitalité forestière de l'Ontario, un programme qui fait partie de la Direction des sciences et de l'information du MRN.

Au cours des dernières années, ce programme a subi des transformations importantes, en passant d'une responsabilité du gouvernement fédéral à celle du provincial. Il a été géré entièrement par le MRN pour la première fois en 2009. Mme Greifenhagen est responsable de l'identification des maladies à partir d'échantillons récoltés par les techniciens en santé de la forêt du MRN qui sont répartis à travers la province (veuillez consulter l'article ci-dessous pour de plus amples détails concernant l'identification des champignons parasites). Le personnel du Service canadien des forêts - Centre de foresterie des Grands Lacs continue de fournir des services diagnostics pour les insectes ravageurs et s'occupe de l'entretien d'une base de données nationale des insectes forestiers utilisée par les chercheurs forestiers et les membres du corps académique.

Mme Greifenhagen signale que la saison la plus occupée dans la surveillance de la santé forestière commence à la mi-printemps et se termine au début de l'automne mais les travaux durent toute l'année. Par exemple, durant l'hiver 2010 les techniciens récoltaient des échantillons d'hêtre dans le cadre d'une étude sur la maladie corticale du hêtre, causée par la présence d'un gros carpophore. Bien souvent les champignons parasites se retrouvent toutefois à l'intérieur de

l'arbre ou au niveau du sol; les chercheurs doivent avoir recours à d'autres techniques d'identification, comme tel est le cas avec le champignon étranger envahissant. Cette maladie est une menace sérieuse au hêtre, un arbre important pour la faune dans toute son aire de répartition en Ontario.

Au printemps 2010, les techniciens étaient préoccupés par le dégât considérable causé par le gel / l'écorçage partiel des érables et de leurs feuilles dans le centre et le sud de l'Ontario suite à une grande disparité et instabilité des températures (très chaud tôt, pour ensuite devenir très froid, et très chaud à nouveau). D'après Greifenhagen, si une quantité considérable de feuilles meurent, l'arbre produira de nouvelles feuilles mais ses réserves d'énergies seront affectées. Un an de dommage léger est supportable mais si la température continue d'être instable au printemps, les arbres pourraient devenir plus vulnérables et donc plus susceptibles aux maladies et aux insectes.

Mme Greifenhagen n'est pas la seule responsable des tâches reliées à la surveillance de la santé de la forêt à l'IRFO. Dan Rowlinson, coordinateur du programme sur le terrain, s'est joint à l'IRFO au début 2010 afin de se rapprocher de ses collègues principaux.

Pour plus de renseignement sur l'appui diagnostique de l'IRFO au Programme de surveillance de la vitalité forestière de l'Ontario, veuillez communiquer avec Sylvia Greifenhagen, sylvia.greifenhagen@ontario.ca, (705)946-7411.

Pour plus de renseignements sur le Programme de surveillance de la vitalité de l'Ontario, veuillez contacter Dan Rowlinson, dan.rowlinson@ontario.ca, (705)946-7445.

Comment identifier les champignons parasites?

La présence d'un grand organe de fructification (ex., un champignon) est une indice importante. Mais, souvent, les champignons porteurs de maladie se trouvent à l'intérieur de l'arbre ou au-dessous du niveau du sol, ce qui veut dire que les chercheurs doivent utiliser d'autres techniques d'identification :



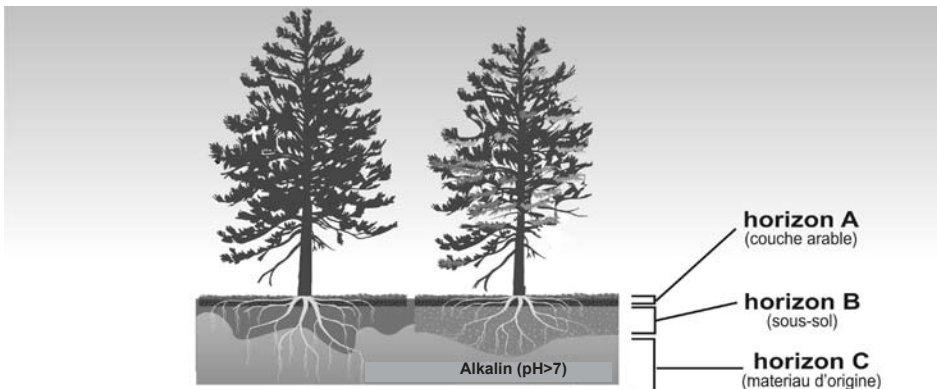
1. À l'aide d'un microscope pour identifier la structure des champignons, plus précisément celle des carpophores et des spores, le plus souvent par comparaison avec des échantillons séchés et pressés en provenance de l'herbarium du Service canadien des forêts-Centre de foresterie des Grands Lacs, qui contient des milliers d'échantillons du genre.



2. En faisant une culture du champignon dans une boîte de Pétri à l'aide d'une clé analytique au besoin; un outil qui permet à l'utilisateur de répondre à une série de questions appariées pour identifier l'espèce.



3. L'identification des champignons en analysant leur ADN



Une recherche menée par John McLaughlin de l'IRFO a révélée qu'un sol alcalin pourrait causer des problèmes aux plantations de pins rouges.

Pourquoi les pins rouges du sud de l'Ontario meurent-ils? Comment réédier à la situation?

Par Abigail M. Obenchain

En conduisant dans le sud de l'Ontario, vous apercevrez plusieurs parcelles de terrains où se trouvent des pins rouges matures. Ces arbres ont été plantés au début du dernier siècle afin de restaurer les régions qui avaient été déboisées pour l'agriculture puis abandonnées à cause de la mauvaise qualité du sol. Lorsque la forêt a été enlevée, la fine couche arable s'érodait souvent, faisant place à des conditions désertiques. (Consulter ontario.ca/ofri pour plus de détails concernant les zones de sable éoliens de l'Ontario.)

Après des décennies, les plantations de pins rouges ont prospéré au profit des gens du sud de l'Ontario : bois d'œuvre pour les poteaux téléphoniques et pour la construction, sites panoramiques pour l'escalade, le ski de fond et plus encore. Des plantes de sous-bois et la faune s'y sont installés et prospérés.

Vers la fin des années 90, les forestiers du sud de l'Ontario ont constatés que de plus en plus les plantations de pins rouges matures se dégradaient rapidement puis mouraient. Dans certaines régions, les pins rouges matures tombaient alors que leurs feuillages étaient encore verts; les propriétaires de terrains qui comptaient récolter ces arbres connaissaient des pertes économiques tandis que d'autres faisaient face à des situations dangereuses dans les plantations à usage récréatif. De plus, des gestionnaires espéraient un jour reconstituer ces plantations en forêts naturelles, mais ces grandes ouvertures cédaient la place à des espèces dominantes moins désirables tel l'érable du Manitoba.

En 2003, un chercheur scientifique de l'IRFO, John McLaughlin en collaboration avec l'Université de Guelph et plusieurs comités du sud de l'Ontario ont relevé le défi de déterminer la cause de cette chute : un élément biologique, tel une maladie des racines? Un élément environnemental, tel une prolongation de la sécheresse? Une combinaison de plusieurs éléments?

Les chercheurs ont réparti un réseau de 12 sites à travers le sud et le centre de l'Ontario pour y récolter des données et comparer les peuplements sains et les peuplements en dépérissement. Leur découverte la plus importante : Dans les plantations saines, le niveau de pH du sol de l'horizon C (consulter graphique) était de acide à neutre; dans les plantations en dépérissement, le pH était peu à très alcalin. De plus, les arbres qui poussaient dans les régions alcalines des horizons C s'avaient avoir des racines peu profondes. Des études antérieures ont démontrées que cette situation les prédisposait au stress de la sécheresse ainsi qu'aux dommages causés par les insectes et les maladies des racines.

De plus, les chercheurs ont découvert que, là où les couches supérieures du sol (horizons A et B) sont alcalines, les arbres ont tendance à dépérir vers l'âge de 30-40 ans, et ce, à cause d'une carence en fer. Même lorsque le sol contient une quantité suffisante de fer, l'alcalinité du sol empêche les arbres de l'absorber, une condition aggravée par une sécheresse. Ces arbres comportent généralement des aiguilles jaunâtres, une croissance réduite ainsi qu'une cime amincie ou dépérie.

Quelles sont alors les recommandations de M. McLaughlin et ses collaborateurs pour ceux qui désirent instaurer ou gérer une plantation de pin rouge? Il faut débuter en vérifiant le niveau de pH du sol des horizons A, B et C des sites proposés pour les plantations de pin rouge et éviter de planter là où le sol est alcalin.

Pour de plus amples détails, communiquez avec l'IRFO pour obtenir un exemplaire du *Forest Research Note No. 69*, intitulé *Mortality in Southern Ontario Red Pine Plantations: Causes, Consequences, and Management Options*, courriel : information.ofri@ontario.ca; téléphone : (705)946-2981, poste 4111. Préciser le préféré, électronique ou papier.

L'IRFO fête ses 20 ans!

Plusieurs choses ont changé au fil des ans mais le mandat de l'IRFO reste intact

Depuis l'ouverture officielle de l'IRFO à Sault Ste. Marie, en décembre 1990, la seule constante a été le changement – dans son centre d'intérêt, son personnel et même ses installations.

Au début des années 90, l'IRFO comptait près de 90 employés permanents; certains, situés à Thunder Bay, furent transférés à ce qui est aujourd'hui le Centre de recherches sur l'écosystème des forêts du Nord (CRÉFN). À l'époque, l'intérêt était plutôt axé vers les vastes programmes de recherches reliés à *Ontario's Sustainable Forestry Initiative*.

Aujourd'hui l'IRFO compte 45 postes permanents, dont 14 chercheurs scientifiques et seulement quelques employés de l'époque. L'intérêt s'est éloigné du domaine des programmes pour être plutôt axé sur une approche de projet, menée par un changement au niveau des priorités du MRN qui comprend aujourd'hui les changements climatiques, l'énergie renouvelable, le soutien de l'industrie forestière de l'Ontario, la planification de l'usage des terres du Grand Nord et les espèces envahissantes/espèces en péril.

L'établissement de l'IRFO comprend maintenant d'autres sections du MRN ainsi que de la recherche, tel *Ontario Terrestrial Assessment Program*, *Forest Resources Inventory Program* et une partie de l'unité de gestion des ressources des Grands Lacs supérieurs.

Malgré ces changements, le mandat de l'IRFO est demeuré le même: Fournir une direction scientifique et des recherches forestières appliquées afin d'appuyer les politiques, les guides de planification et les opérations.

Pour en savoir plus sur l'OFRI, veuillez consulter ontario.ca/ofri.

Joyeux anniversaire à L'IRFO

Hommage

Hommage à vingt ans de recherche

Par Abigail M. Obenchain



L'Institut de recherche forestière de l'Ontario (IRFO) a ouvert ses portes il y a vingt ans, en décembre 1990, amorçant ainsi un nouveau chapitre concernant les recherches forestières provinciales et menant à plusieurs découvertes.

Les connaissances et les outils mis au point par les chercheurs provinciaux de l'IRFO continuent de servir de base scientifique solide pour les politiques, la planification et les opérations forestières de l'Ontario.

Afin de souligner les découvertes de l'IRFO au cours des vingt dernières années, nous avons réexaminé les numéros antérieurs du bulletin *Insights* et recueilli les anecdotes les plus mémorables. Veuillez noter que le manque d'espace ne nous permet pas de mentionner tous les collaborateurs avec qui nous avons travaillé au fil des ans; nous sommes toutefois reconnaissants de leurs efforts, qui ont été indispensables au succès de la recherche de l'IRFO. Parmi ceux-ci on retrouve : les employés sur le terrain et des sections des politiques, de la planification et des opérations du MRN; les collaborateurs universitaires et collégiaux; le personnel de l'industrie forestière; le personnel d'autres organismes de recherche tel que le Service canadien des forêts et le Centre écologique du Canada – Partenariat de recherche en foresterie; et les consultants privés.

Jusqu'à quel point connaissez-VOUS les découvertes de l'IRFO? Avez-vous manqué des histoires palpitantes en cours de route? Poursuivez votre lecture pour en savoir davantage!

Un échantillon du progrès de l'IRFO depuis 1990 figure ci-dessous. Si vous désirez en savoir plus ou pour vous procurer les publications connexes, envoyez un courriel à l'adresse suivante : information.IRFO@ontario.ca. Assurez-vous de mentionner les sujets qui vous intéressent.

À l'appui du développement de la gestion forestière du paysage

Pendant vingt ans, le personnel de l'IRFO responsable du *Forest Landscape Ecology Program* a étudié et développé une série d'outils informatiques pour l'analyse du paysage forestier qui créa une vague de changements au travail effectué par les gestionnaires et planificateurs de forêts de l'Ontario.

Grâce à ces outils qui s'appuient sur les systèmes d'information géographique (SIG), toute personne avec un ordinateur peut analyser, explorer ou visionner une grande quantité de renseignements géographiques à échelles variées, que ce soit des peuplements ou une province entière. En Ontario, ces outils sont utilisés pour plusieurs recherches en gestion forestière :

- Le *GIS-based Ranking System for Pine (GRASP)*; ce système permet aux utilisateurs d'évaluer, à l'échelle du paysage, la meilleure façon de conserver les vieux peuplements de pin rouge et pin blanc de la province.

- Le *Landscape Ecological Analysis Package (LEAP)* est utilisé par les gestionnaires de ressource pour l'analyse des indices de modèles paysagers à



l'appui des exigences de planification de gestion forestière.

- Le *Boreal Forest Landscape Dynamics Simulator (BFOLDS)*, un modèle de simulation des régimes de feux pour les recherches qui peut être utilisé par ceux qui imitent les perturbations naturelles (entre autres) pour explorer les changements du couvert forestier qui surviennent à travers le temps et l'espace. Ce modèle a été utilisé pour concevoir le *Forest management guide for natural disturbance pattern emulation* ainsi que le guide de la gestion du paysage forestier boréal, à venir.

Aider l'industrie forestière en améliorant la productivité des forêts

En 1999, le MRN, des groupes environnementaux et l'industrie forestière ont signé l'Accord sur les forêts de l'Ontario, qui exige entre autres que plus

de terrains soient développés en parcs et zones protégées avec de plus amples recherches sur l'amélioration de la productivité des forêts où la récolte est encore permise.



Les chercheurs de l'IRFO ont comblé ce besoin en développant l'*Aménagement intensif des forêts en Ontario : Réseau de parcelles NEBIE*. Ce projet comporte huit sites dans différentes forêts au centre et au nord de

l'Ontario. NEBIE représente l'éventail des intensités sylvicoles étudiées : naturel (aucune activité humaine), extensive, élémentaire, intensive et élite. Les gestionnaires de forêt utilisent ces résultats lors de la planification de l'investissement en sylviculture afin de produire plus de fibre et un écosystème en santé.

Rapport sur les indicateurs de l'état des forêts de l'Ontario

Tous les cinq ans le MRN doit divulguer aux ontariens l'état des forêts de la province. Ce rapport évalue un ensemble d'indicateurs qui représentent l'éventail des composantes et des fonctions de l'écosystème. L'un des travaux d'arrière-plan des chercheurs de l'IRFO est de partager leur expertise dans les rapports sur les indicateurs de durabilité.

Pour le *Rapport de 2011 sur l'état des forêts* par exemple, les chercheurs de l'IRFO ont rédigé des rapports sur les indicateurs portant sur :

- La conservation biologique et la diversité génétique (abondance des espèces envahissantes, taille de la population des vergers à graines)
- La surveillance et le maintien de la productivité forestière et la résilience (productivité primaire nette).
- La protection/conservation du sol forestier et des ressources en eau de l'Ontario (respect des mesures à suivre pour la protection de la qualité de l'eau/l'habitat du poisson).
- La Surveillance des contributions forestières au cycle écologique planétaire (équilibre du carbone forestier, surveillance des dépôts d'azote et de soufre).
- La surveillance des tendances des ressources forestières non ligneuses (p. ex., l'if du Canada).

Ce travail est un exemple de l'appui des chercheurs aux responsables de l'élaboration des politiques et aux planificateurs du MRN.

Les forestières à Sault Ste. Marie

Modélisation de la quantité de carbone qui se trouve dans les forêts aménagées de l'Ontario

Connaître la quantité de carbone qui circule dans les forêts de l'Ontario est un nouveau concept important dans la gestion forestière durable.

Les chercheurs de l'IRFO ont élaboré un modèle surnommé *FORCARB-ON* pour faire une



estimation de la quantité de carbone emmagasiné par les forêts ainsi que dans plusieurs groupements (arbres vivants, couches de feuilles mortes, etc.). Ils estiment la taille actuelle du stock de carbone des forêts aménagées

de l'Ontario à plus de six milliards de tonnes. Ils prévoient aussi une augmentation combinée des stocks de carbone des forêts aménagées de l'Ontario et des récoltes de produits ligneux à travers le XXI^e siècle (en formulant l'hypothèse du statu quo dans les éléments qui influencent la croissance et la gestion forestière). Leur travail aide à identifier les pratiques de gestion qui conservent le carbone forestier tout en fournissant un approvisionnement durable de produits ligneux.

Améliorer les prédictions sur l'avenir des forêts de l'Ontario

Afin d'appuyer l'industrie forestière de l'Ontario, le MRN doit évaluer la quantité de bois retrouvée dans les forêts d'aujourd'hui ainsi que la quantité qui s'y retrouvera dans les décennies à venir. Au cours des vingt dernières années, les chercheurs de l'IRFO ont élaboré et amélioré les modèles informatiques pour répondre à un éventail de questions portant sur l'accroissement et la production forestière. Par exemple, ils ont travaillé de près avec des chercheurs américains sur la mise au point d'une méthode unique d'évaluation de la quantité de bois d'un peuplement ainsi que le type de produits disponibles, créant ainsi une base de données commune lors des discussions concernant le contentieux commercial sur le bois d'œuvre résineux. Ils ont aussi amélioré les modèles qui décrivent l'état des arbres dans les peuplements mixtes pour une évaluation du bois et des produits forestiers. De plus, ils ont amélioré la précision des modèles sur la taille-diamètre des arbres pour aider les professionnels des ressources à déterminer la croissance des arbres sur une période de temps, un autre renseignement important pour l'industrie forestière. (Consulter l'article connexe à la page 3.)

Déterminer le rôle des anciens billots dans les écosystèmes du rivage

Au milieu des années 90, les chercheurs forestiers et aquatiques ont travaillé ensemble afin de mieux comprendre comment les arbres proches du rivage se retrouvent dans l'eau ainsi que leur contribution aux écosystèmes du rivage (zones riveraines). Ils ont fait une grande découverte : les vieux billots qui se retrouvent dans l'eau le long des rives de certains lacs du nord-est et du centre de l'Ontario peuvent être âgés de plus de mille ans. Alors que la plupart des billots étaient des pins blancs, le plus vieux était un pin rouge qui datait de 850 apr. J.-C. Il a vécu jusqu'à environ 1160, est tombé dans l'eau et flotte depuis, faisant partie d'un enchevêtrement complexe de l'habitat aquatique.

Ces chercheurs ont menés plusieurs études au fil des ans, révélant de nouveaux renseignements sur la façon dont le ligneux grossier se retrouve dans les lacs, combien de temps il agit comme habitat potentiel dans les zones proches du rivage, les services écologiques qu'il fournit, et comment la

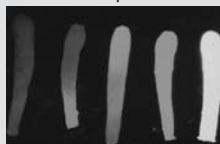


mortalité naturelle et la tombée de l'arbre autour des lacs peut changer si seulement certains types d'arbres sont récoltés dans les zones riveraines. Les résultats de cette étude ont été ajoutés dans le *Forest Management Guide for Conserving Biodiversity*

at the Stand and Site Scales apportant ainsi de nouvelles connaissances et un appui scientifique à la gestion des forêts riveraines pour les équipes de planification de la gestion forestière des Grands Lacs et du Saint-Laurent.

Plus les semis et les semences brillent, mieux ils poussent

Chaque plante émet un motif de lumière rouge invisible à l'œil nu, appelé fluorescence chlorophyllienne. Les chercheurs de l'IRFO ont exposé des semis à un stress (température élevée et faible humidité) pour ensuite comparer leur « brillance » avant et après le stress. Le résultat : les semis qui ont résistés aux tests de résistance



Graines colorées au diacétate de fluorescéine

au stress - tel qu'indiqué par les caractéristiques de leur brillance - poussaient mieux après avoir été plantés. Ce test physiologique sur la condition des semis a

été un parmi plusieurs tests effectués dans les années 90 dans le cadre du renommé Programme d'évaluation de la qualité des stocks de l'IRFO. Ce test est maintenant utilisé au niveau opérationnel en Ontario.

De plus, les chercheurs ont aussi élaboré un test qui utilise une coloration réfléchissante qui luit dans le noir (diacétate de fluorescéine) pour déterminer la viabilité des graines d'arbre. Plus la graine colorée brille, plus elle est viable. Plus efficace et rapide que les tests précédents, cette procédure est maintenant utilisée dans les plantations de l'Ontario.

Détection de la condition de la forêt par survol aérien

Les chercheurs de l'IRFO responsables du *Programme d'évaluation de la qualité des stocks* savaient que la teneur en chlorophylle est un bon indicateur de l'état des semis. Est-ce possible de déterminer la condition forestière générale en analysant la chlorophylle présente dans le couvert forestier? Vers la fin des années 90, ils ont regardé si des images hyperspectrales prises à partir d'un aéronef pouvaient révéler un stress non visible par une forêt. Ces images indiquent la quantité de lumière de différentes longueurs d'ondes réfléchie ou émise par les végétaux. En comparant les images hyperspectrales avec les données de terrain sur la condition forestière, notamment la teneur en chlorophylle, les chercheurs ont réussi à « lire »



les images afin de reconnaître les signes de stress. Plutôt rapidement et ce, avec l'aide de plusieurs partenaires, ils ont réussi à mettre sur pied un système qui évalue l'état des peuplements d'érables

en Ontario. Par la suite ils se sont concentrés sur les espèces clés de la forêt boréale, tel l'épinette noire, le pin gris, le peuplier tremble, le bouleau gris qui ont, à leur tour, donné des résultats prometteurs.

Les chercheurs doivent maintenant déterminer l'état des forêts mixtes par la détection hyperspectrale et lidar, qui se sert d'un laser pour obtenir des renseignements spatiaux sur des éléments qui figurent sur la surface de la Terre, notamment les arbres. L'objectif est d'inclure la détection hyperspectrale dans l'inventaire des ressources forestières afin de pouvoir identifier les espèces et évaluer l'état forestier de façon efficace et économique à travers l'Ontario. Ce besoin pourrait devenir encore plus urgent compte tenu des changements climatiques.

Planifier et mener une intervention rapide et globale à la tempête de verglas de 1998

En janvier 1998, une imposante tempête de verglas a endommagé des centaines de milliers d'hectares de forêt à travers le nord-est de l'Amérique du Nord, incluant l'est de l'Ontario. Les



événements qui ont suivi représentent un chapitre remarquable dans l'histoire de la coopération interdisciplinaire et inter agences.

Par exemple, les chercheurs et

spécialistes scientifiques du MRN (incluant l'IRFO); le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario; le Service canadien des forêts et les universités ont rapidement mis en place un plan pour intervenir face à cet événement dévastateur. En quelques jours ils ont commencé à évaluer les dommages, fournir des conseils préliminaires aux gestionnaires de terres à bois et d'érablière, élaborer des études pour déterminer les meilleures façons de réduire le grave endommagement des cimes pouvant se produire plus souvent suite aux changements climatiques.

Les chercheurs de l'IRFO ont dirigé conjointement l'équipe scientifique de l'Ontario afin de déterminer comment les effets de différentes pertes au niveau de la cime avaient affectés la biochimie des érables dans les érablières (production d'amidon des racines, capacité de production de sève et teneur en sucre de la sève) et le renforcement de la base scientifique des directives en matière d'entailage des érables endommagés et de gestion des érables aux cimes endommagées. Les chercheurs ont aussi découvert que les arbres peuvent se remettre d'un stress unique majeur, tel une tempête de verglas, mais qu'un deuxième choc subit peu après pourrait causer une perte.

Transformer les zones de sables éoliens de l'Ontario en forêt saine

L'histoire de restauration écologique la plus surprenante en Ontario est peut-être celle qui s'est produite dans les zones de sables éoliens : les nombreuses parcelles de terre au sud qui furent déboisées pour l'agriculture, il y a plus d'un siècle qui, en raison de l'érosion, ont perdu leur mince couche arable, sont devenues un terrain presque désertique. Au début des années 1900, le gouvernement provincial et les comtés ont rédigé des lois et des ententes afin de favoriser la plantation de conifères dans ces zones. Le pin rouge fut l'arbre sélectionné en raison de sa tolérance au sol sec et infertile. Ces plantations ont bien évoluées au cours du XXe siècle, enrichissant le sol, fournissant un abri pour la faune et la flore, des zones récréatives à des millions d'Ontariens du Sud et des revenus au gouvernement et autres propriétaires.

Au cours des 20 dernières années, les chercheurs de l'IRFO ont travaillé avec des partenaires du sud de l'Ontario et se sont penchés sur deux questions

importantes : Comment gérer ces plantations afin qu'elles deviennent une forêt plus naturelle et pourquoi ces plantations ont-elles subi de grandes étendues de mortalité? Les chercheurs ont découvert les conditions nécessaires à une régénération naturelle, les conditions favorables lors de la plantation des semis pour garantir un bon mélange d'espèces ainsi que la meilleure façon d'assurer la longévité des pins rouges plantés aujourd'hui.

Soutenir l'arbre-emblème de l'Ontario grâce à la sylviculture et la recherche génétique

Les peuplements de pin blanc diminuent depuis plusieurs années pour nombreuses raisons, y compris les suppressions de feux, les pratiques de récolte historiques non-durables, le charançon du pin blanc et la maladie invasive couramment appelée la rouille vésiculeuse. En raison d'un intérêt grandissant pour cet arbre important, les chercheurs de l'IRFO – en collaboration avec plusieurs partenaires, entre autres la section des sciences et de l'information – plusieurs études sur les meilleures façons d'assurer sa durabilité.

Par exemple, une enquête a été menée sur les effets de la préparation des terrains et la libération de la compétition sur la survie, la croissance et la physiologie des pins blancs régénérés naturellement et ceux plantés. De plus, ils ont produit un pin blanc hybride qui est 90 % indigène et semble capable de résister à la rouille vésiculeuse; ceci pourrait permettre à l'arbre d'être réintégré à des terrains comportant des risques de maladie modérés. Ils ont aussi dirigé la rédaction d'un rapport technique qui résume l'état, les défis et la gestion du pin blanc du Nord-Est de l'Ontario. Le transfert des résultats par l'entremise d'ateliers, de visites sur le terrain et de publications aide à assurer que des nouveaux renseignements soient utilisés dans la gestion du pin blanc.

Comblent l'insuffisance d'information pour la gestion des forêts boréales mixtes

Les forêts boréales mixtes sont complexes et diversifiées sur le plan biologique. Elles contiennent plusieurs produits ligneux, des habitats diversifiés et une tolérance élevée aux perturbations naturelles. Toutefois, avec un historique de gestion de la forêt mixte plutôt récent et des rapports complexes entre plusieurs espèces d'arbres, les forêts mixtes demeurent toujours un mystère. Au cours de la dernière décennie, les chercheurs de l'IRFO ont mené plusieurs études afin de mieux documenter les forêts mixtes.

En 2002, ils ont eu recours à une approche de gestion adaptative à l'échelle du peuplement pour la croissance d'une forêt mixte en utilisant plusieurs traitements sylvicoles et pour accélérer l'usage des nouveaux renseignements. Les



chercheurs ont appris à connaître les meilleurs moyens pour obtenir un mélange fertile de conifères et de feuillus au niveau opérationnel en plus d'étudier les effets de ces pratiques sur les écosystèmes. De plus, ils ont expliqué la nécessité d'effectuer une récolte partielle pour rehausser la régénération du conifère tout en réduisant l'usage d'herbicide. Les résultats de cette étude seront utilisés lors des révisions prochaines de la publication *Silviculture Guide to Managing Spruce, Fir, Birch and Aspen Mixedwoods in Ontario's Boreal Forest*.

Le contrôle de la végétation concurrente et des essences d'arbres

Les herbicides sont des produits efficaces et pour la plupart sans danger pour le contrôle de la végétation concurrente avec les essences d'arbres précieuses. Afin de répondre aux inquiétudes du public concernant l'usage des herbicides, le MRN a établi le *Programme de nouvelle gestion de la végétation*, basé à l'IRFO. Les chercheurs de l'IRFO ont depuis travaillé avec plusieurs partenaires pour mettre en place une base de données sur l'impact des herbicides et leurs substituts sur les essences des arbres, la végétation concurrente et différentes parties de l'écosystème. Cette information vise à aider les gestionnaires de forêt à prendre des décisions judicieuses en utilisant les outils de gestion de la végétation au profit des essences des arbres tout en influençant l'écosystème le moins possible. (Voir l'article connexe à la page 13.)

Mise en service d'un nouveau laboratoire d'embryogenèse somatique pour traiter les maladies exotiques, la qualité de l'arbre et les espèces en péril

Un tout récent progrès à l'IRFO est la mise en service d'un nouveau laboratoire d'embryogenèse somatique, établi en 2009. Le terme « embryogenèse somatique » fait référence à la production de masses de tissu embryonnaire à partir de l'embryon d'une seule graine d'arbre ou d'un autre tissu végétal. Ces masses peuvent



ensuite être conservées dans de l'azote liquide durant plusieurs années. À partir de chacune de ces masses, plusieurs (voire même quelques milliers) d'arbres génétiquement identiques peuvent être produits. Les

chercheurs utilisent ce laboratoire pour créer des répliques rapides et économiques d'arbres qui possèdent des caractéristiques génétiques désirables, tout comme l'hybride de pin blanc qui peut résister au champignon mortel de la rouille vésiculeuse et l'épinette blanche qui possède des caractères de croissance supérieurs. À l'avenir cette approche pourra être utilisée pour la conservation de la diversité génétique des espèces d'arbres menacés par une maladie exotique jusqu'à ce qu'une stratégie de contrôle soit mise en place.

Photos: Archives MRN

Les salles de réunion de l'IRFO renommées en l'honneur de remarquables chercheurs du passé

L'IRFO n'a peut-être que 20 ans, mais la recherche forestière provinciale existe depuis plus de 65 ans! Dans le cadre des célébrations du 20^{ième} anniversaire de l'IRFO, nous avons décidé de renommer notre salle de conférence et nos salles de réunion en l'honneur de quatre chercheurs provinciaux qui se sont distingués au cours des 45 années avant la création de l'IRFO. Aujourd'hui encore, leur contribution à la gestion forestière demeure importante et d'actualité.

Dorénavant, la salle de conférence de l'IRFO porte le nom de Salle de conférence Louis Zsuffa.

Louis Zsuffa



1927-2003

- Durant ses 17 années comme chercheur scientifique au ministère des Richesses naturelles (1967-1984), Louis Zsuffa a obtenu une reconnaissance mondiale pour sa contribution aux recherches portant sur l'amélioration générale des arbres et la génétique forestière.
- Grâce à son travail incontournable, plusieurs aspects de la recherche sur l'amélioration générale des arbres forestiers en Ontario se sont concrétisés dans la pratique : par exemple, il est le fondateur du fructueux programme de sélection en Ontario pour la culture des trembles et des saules pour les plantations bioénergétiques. Il a été très actif sur le plan international dans l'AIE Bioénergie et à la Commission internationale du peuplier.

La salle de réunion principale de l'IRFO est devenue la salle de réunion G. Angus Hills

G. Angus Hills



1902-1979

- Durant ses 23 années comme chercheur scientifique au ministère des Richesses naturelles (1944-1967), Angus Hill s'est démarqué pour ses travaux de classification, de cartographie et d'évaluation de la productivité des sites, qui ont donné lieu au système de classification des sites Hills qui demeure la norme en Ontario.
- Il a introduit le concept de classification des sites basé sur la physiographie afin de soutenir une approche holistique et écologique à la planification de l'usage des sols, qui a été adoptée bien au-delà de l'Ontario et qui a préparé le terrain pour le développement de la planification du paysage des forêts au Canada.
- Pendant une décennie, il a été le président ontarien du Programme biologique international pour la conservation des écosystèmes terrestres naturels. Il a aussi été éditeur du journal « Landscape Planning » de son lancement jusqu'en 1974.

La salle 209 de l'IRFO est dénommée la salle de réunion Carl Heimburger

Carl Heimburger



1899-1990

- Durant ses 22 années comme chercheur scientifique au ministère des Richesses naturelles (1946-1968), Carl Heimburger a mis en place le premier programme de la province pour l'amélioration générale des arbres, centré sur la sélection de pins blancs résistants à la rouille vésiculeuse, sur le développement d'hybrides de tremble pouvant être cultivés à partir de boutures racinées, et sur le perfectionnement des techniques de sélection des pins, des épinettes et des thuyas.
- Appelé le « père de la génétique forestière et de l'amélioration générale des arbres au Canada », il est un des fondateurs de ce qui est aujourd'hui l'Association canadienne de génétique forestière, qui accorde le prix Carl Heimburger au présentateur qui s'illustre le plus à chacune de ses conférences biennales.
- Il a aussi nommé et a été l'éditeur canadien du journal international *Silvae Genetica* de son lancement en 1951 jusqu'à sa retraite en 1968. Il a été le premier et est le seul forestier professionnel à être élu membre de la Société royale du Canada.

La troisième salle de réunion est en cours de réaménagement. Elle sera renommée en l'honneur de Chris Glerum

Chris Glerum



1933-1994

- Durant ses 29 années comme chercheur forestier, puis scientifique au ministère des Richesses naturelles (1959-1988), Chris Glerum a obtenu une reconnaissance mondiale pour sa contribution au développement d'une suite de tests de qualité du matériel de pépinière.
- Encore plus important, il a développé des tests pour évaluer la résistance au gel des semis à l'aide de l'impédance électrique, a amélioré la compréhension de l'effet de la physiologie des plantes sur la reforestation et a été un pionnier dans l'étude de la biochimie des espèces d'arbres forestiers.
- Il est un membre fondateur de l'Association des forestiers professionnels de l'Ontario et pendant une décennie a mené le groupe de travail sur les pépinières d'Union internationale des instituts de recherches forestières.

Photos : Archives MRN

Vingt ans de traçage :

Les chercheurs se lancent à la découverte du mystère d'une essence commerciale pleine de promesses, mais qui se fait discrète

Par Chris Uhlig, Étudiant au Programme Expérience été, et Abigail M. Obenchain

Ils poussent à peu près partout en Ontario, sans être abondants. Ils poussent là où à peu près rien d'autre ne pousse, pas très rapidement ou bien. Ils sont importants, non seulement pour l'industrie forestière en Ontario, mais aussi en tant qu'espèce culturelle et spirituelle des Premières nations du Canada. Ceux qui poussent sur les falaises dans le sud de l'Ontario sont les plus vieux arbres de l'est de l'Amérique du Nord (jusqu'à 1,100 ans!). L'espèce? Le thuya occidental.

Jusqu'à récemment, le thuya occidental n'était pas une espèce très cultivée en Ontario. La demande a toujours été régulière, car le thuya est imputrescible, ce qui le rend populaire pour les quais, les terrasses, les poteaux, les clôtures, les bardeaux et les rondins de cabines. Cependant, en raison de sa rareté relative et de son bois mou et léger, l'industrie forestière l'a généralement considéré comme une espèce secondaire.



Photo : Lindsey Freeman, IRFO

Tianna Burke, étudiante au Programme Expérience été à l'IRFO, se prépare pour prendre une photo hémisphérique afin d'évaluer la lumière disponible au thuya occidental en régénération.

Le thuya occidental a d'autres usages importants : c'est l'une des principales plantes médicinales du peuple Ojibway qui l'a utilisé pour traiter le scorbut et d'autres malaises. C'est aussi une source de nourriture et un habitat pour le cerf de Virginie, de petits mammifères et plusieurs espèces d'oiseaux, ainsi qu'un arbre populaire dans l'aménagement paysager qui sert de matériel pour couvrir le sol.

Il y a plusieurs années, le chercheur scientifique de l'IRFO Rongzhou Man s'est intéressé au thuya occidental en s'apercevant que des peuplements entiers étaient sujets à des coupes à blanc et en réalisant qu'on disposait de peu d'informations sur la gestion de cette espèce. Le MRN effectue une série d'études afin d'améliorer la documentation sur le thuya occidental (voir la liste au bas de la page), et Man a participé aux recherches depuis le début. Ses travaux se concentrent sur la façon dont les thuyas rémanents réagissent à la coupe. Pour vérifier, par exemple, si les méthodes de coupe assurent la survie et la croissance de la régénération préétablie des thuyas (les jeunes arbres laissés après la récolte pour devenir la prochaine forêt) dans les basses terres là où le thuya de sous-bois est généralement abondant. Aussi inconnu : si la coupe partielle laisse les arbres rémanents dominants dans les hautes terres suffisamment sains pour

fournir l'origine des graines et un abri pour une régénération naturelle.

L'étude du thuya représente un défi, car il pousse lentement, dit Man. « Tandis que d'autres espèces prennent de quatre à cinq ans pour se régénérer, le thuya occidental peut prendre jusqu'à vingt ans. Une croissance lente et une haute résistance au stress signifient qu'il faut plus de temps aux chercheurs pour savoir comment le thuya réagit suite aux coupes. »

Les chercheurs évalueront les placettes d'échantillonnage tous les cinq ans pendant que les arbres sont en croissance, mais il faudra près de 20 ans pour obtenir des résultats concluants.

Pour en savoir plus sur les travaux de l'IRFO sur le thuya occidental, communiquez avec Rongzhou Man, rongzhou.man@ontario.ca, ou au (705)946-7484.



Photo : Tianna Burke, IRFO

Les chercheurs de l'IRFO étudient l'impact des coupes sur les thuyas occidentaux rémanents (la souche) dans le nord-est de l'Ontario. On s'intéresse de plus en plus à la culture du thuya occidental.

Qui d'autre au MRN étudie le thuya occidental?

L'étude du thuya occidental de Rongzhou Man fait partie d'un cadre plus large de recherches du MRN destiné à combler les manques d'information reliée à cette espèce. D'autres études incluent :

- Le développement d'un protocole de contrôle pour évaluer le succès de la régénération – Gordon Kayahara, Section des sciences et de l'information du Nord-est.
- La mesure de la forme du thuya occidental, de la production du peuplement et des liens écologiques – Dan Corbett, Section des sciences et de l'information du Nord-est
- L'évaluation de la performance des espèces plantées sur de hautes

terres concurrentes et l'évaluation de la dissémination des graines des arbres rémanents ou des bordures – Nick Buda et Doug Reid, du Centre de recherche sur l'écosystème des forêts du Nord (CREFN)

- Faire des essais sélectifs afin de déterminer les herbicides forestiers que le thuya occidental tolère – Les chercheurs Nancy Cain de Végétation et Michael Irvine de la Section de la vitalité forestière et de la sylviculture

Les chercheurs espèrent que leurs efforts aideront à maintenir des peuplements sains et productifs de thuyas occidentaux, qui supportent les besoins de l'industrie forestière et qui protègent les valeurs de notre patrimoine écologique et culturel.

Qu'avons-nous appris sur l'enlèvement des espèces concurrentes de l'environnement des conifères? Synthèse de 20 ans de recherche

Par Lisa J. Buse

Au cours des dernières années, les chercheurs Wayne Bell de l'IRFO, Nancy Luckai de l'Université Lakehead, ainsi qu'Al Stinson et Sue Pickering du Centre écologique du Canada – Partenariat de recherche en foresterie, ont mené ensemble un projet avec des partenaires de la Colombie-Britannique, de l'Ontario, du Québec et du Nouveau-Brunswick pour résumer les connaissances au sujet des méthodes de contrôle de la végétation en compétition avec les conifères.

Ces chercheurs ont étudié non seulement les conséquences environnementales de l'utilisation de divers traitements de gestion de la végétation, mais aussi les répercussions sociales et économiques du dégagement des conifères au niveau du peuplement forestier et du paysage. Ils se sont concentrés principalement sur les résultats d'études dans les forêts aménagées de l'Ontario qui ont débutées au début des années 1990 dans le cadre du programme de nouvelle gestion de la végétation du MRN, mais ont aussi examiné des résultats d'autres études faites à travers le Canada.

« Nous voulions combiner tous les travaux effectués au cours des deux dernières décennies, » explique Bell. « Il y a eu des rapports sur des projets individuels à différents endroits, mais l'information était éparpillée et avait besoin d'être résumée et d'être accessible aux praticiens. Le but est d'aider les gestionnaires des forêts à choisir le traitement le plus efficace pour leurs sites selon leurs circonstances. »

Il fait remarquer que la gestion de la végétation aide à diriger la lumière, l'eau et les nutriments vers les arbres cultivés afin d'améliorer leur survie et leur croissance. « Les gestionnaires forestiers choisissent des traitements selon une combinaison de l'autécologie des espèces en compétition sur le site, des objectifs de gestion et d'autres valeurs, ainsi que des considérations environnementales et socioéconomiques. »

Al Wiensczyk et Kathie Swift de FORREX (Forum for Research and Extension in Natural Resources), un organisme à but non-lucratif de la Colombie-Britannique, ont joué un rôle clé dans le résumé des informations afin de déterminer ce qui est connu à propos de l'efficacité de la sylviculture et des répercussions écologiques de différents traitements. Wiensczyk explique que les options de traitement peuvent être placées dans les catégories suivantes :

Systèmes de coupe et préparation physique des sites :

- Débroussaillage, anhélation, paillage
- Thermique : feu, vapeur
- De culture : culture des semis, couverture des cultures, pâturage
- Traitements par aspersion chimique et biologique

« Ces bilans sont en partie basés sur l'information de la base de données canadienne sur la gestion des forêts mise en place et maintenue par Dean

Thompson, Ressources naturelles Canada, et coparrainée par le Centre écologique du Canada – Partenariat de recherche en foresterie, » indique Wiensczyk. « Cette base de données contient environ 14 500 citations sur la gestion forestière au Canada, en particulier sur le contrôle de la végétation concurrente, des insectes et des maladies ».

Lorsqu'on lui a demandé de partager certaines découvertes réalisées jusqu'à présent, Krishna Homagain, étudiant diplômé de l'Université Lakehead et ancien stagiaire à l'IRFO, indique : « Les herbicides sont toujours la méthode la plus rentable que nous possédons. Par exemple, les résultats après dix ans d'une de nos plus importantes études, le *Fallingsnow ecosystem project*, démontrent que les traitements avec des scies d'éclaircissage et des débroussailluses mécaniques coûtent trois fois plus que l'herbicide par mètre cube de bois. »

Les chercheurs Stephen Wyatt de l'Université de Moncton et Marie-Hélène Rousseau de l'Université Laval travaillent pour résumer les questions sociales en relation avec les alternatives de gestion de la végétation. Ils ont proposé un cadre pour l'évaluation des préoccupations du public et soulignent que le public évalue et accepte les alternatives de gestion de la végétation en se basant sur le contexte, les risques, l'esthétique, la confiance et la connaissance. Ils nous avertissent du fait que l'acceptation du public des alternatives peut changer au cours du temps et selon les situations et qu'ils perçoivent des risques basés non seulement sur les données scientifiques, mais aussi sur les valeurs, les doutes et la confiance envers les preneurs de décisions et les gestionnaires des ressources.



Photos : John Winters, IRFO

Dans le cadre de la recherche d'options viables pour le dégagement des conifères des espèces concurrentes, des chercheurs ont effectué des études au Nord de l'Ontario afin d'évaluer l'efficacité d'options comme les systèmes de coupe manuelle et mécanique et leurs effets sur les écosystèmes. Les résultats de ces recherches à long terme sont présentés dans plusieurs documents, y compris une édition spéciale de « The Forestry Chronicle ».

« Peu importe la méthode, les traitements de dégagement effectués tôt donnent généralement plus de fibres de conifère à long terme, » explique Bell. « Le truc est de trouver une combinaison de traitements qui assure l'atteinte de nos objectifs à long terme pour un site donné. »

Selon un membre de l'équipe de biologistes et chercheurs de Eacom Timber Inc. (anciennement Domtar) Kandyd Szuba, basé à Espanola, ON, l'analyse de l'étude de cas à l'échelle du paysage s'est concentrée sur les conséquences à plus long terme des diverses options de dégagement dans le cadre de la planification de la gestion forestière (PGF). Les modèles d'approvisionnement en bois utilisés pour cette analyse représentaient deux PGF approuvées par le MRN (y compris tous les objectifs et toutes les contraintes écologiques) : pour la Spanish Forest (analyse non spatiale SFMM) et pour la forêt Romeo Malette (Modèle spatial Patchworks).

L'écologiste en recherches sylvicoles de l'IRFO Jennifer Dacosta travaille en collaboration avec Szuba. Elle explique : « Dans nos études de cas, la réduction dans l'utilisation d'herbicide a produit moins de zones récoltées, moins de volume de bois d'épinettes, de pins et de sapins récoltés, un revenu plus faible pour la Couronne, un plus grand réseau de routes et des coûts plus élevés pour maintenir les routes et transporter le bois. Mais cela a aussi produit plus de forêts anciennes – plus que requis pour atteindre les objectifs écologiques; plus d'habitats pour la faune qui préfère une forêt plus ancienne et mature, comme le pic à dos noir; et moins d'habitats pour les espèces qui préfèrent des forêts jeunes ou récemment perturbées, comme la crécerelle, l'orignal et le bruant à gorge blanche. »

Alors comment les chercheurs partagent-ils leurs découvertes? Le partenaire au projet John Pineau de l'Institut forestier du Canada (IFC) indique, « Nous en sommes maintenant à transférer les résultats à travers les ateliers régionaux, les présentations, les séries de lecture de l'IFC et des articles dans une édition spéciale de « The Forestry Chronicle » en mars/avril 2011 afin de disséminer ses informations au plus grand nombre de gestionnaires des ressources possible. »

Les partenaires du projet de synthèse sont l'université Lakehead, le Centre écologique du Canada – Partenariat de recherche en foresterie, l'Institut forestier canadien, FORREX, Eacom Timber Inc., Tembec Enterprises Inc., Forest Resource Management Group, Spatial Planning Systems, Université de Moncton, Université Laval, Service Canadien des Forêts, ministère des Ressources naturelles et de la faune du Québec, l'université de Guelph, et le National Council for Air and Stream Improvement – Opérations canadiennes.

Pour de plus amples informations, communiquez avec Wayne Bell, wayne.bell@ontario.ca, ou au (705) 946-7401. Pour recevoir des copies des documents reliés, envoyez un courriel à l'adresse suivante : information.ofri@ontario.ca.

Comment les changements climatiques et les activités humaines pourraient affecter la nourriture disponible pour le caribou des bois?

Par Abigail M. Obenchain

En Ontario, le caribou des bois a été déclaré espèce menacée selon la *Loi sur les espèces en voie de disparition*. Avec son Plan de protection du caribou des bois et son Programme de rétablissement du caribou des bois forestier en Ontario, le MRN s'est engagé à faire en sorte que les politiques pour la conservation du caribou se basent sur des données scientifiques fiables.

Comme c'est le cas avec beaucoup de ressources naturelles, les experts connaissent les besoins de base de survie et de développement du caribou mais il manque certaines informations. Une question à laquelle un groupe de chercheurs de l'IRFO voudrait répondre est : comment des changements climatiques prévus ainsi que des activités de gestion des mines et des forêts pourraient affecter les plantes dont le caribou se nourrit, et donc son rétablissement et sa conservation?

Ce groupe, mené par Tom Noland et qui inclut Maara Packalen de l'IRFO et Glen Brown du Programme d'évaluation des écosystèmes terrestres de l'Ontario du MRN ainsi que le chercheur de l'université de Guelph Merritt Turetsky, a mis en place des terrains d'essai dans trois tourbières près de Cochrane. À l'été 2010 ils ont ramassé des données sur les conditions de base de la communauté végétale et la condition de la tourbe et de l'eau sur les sites, et en 2011 ils prévoient changer les niveaux de l'eau dans les tourbières afin de simuler le type de changement qui pourrait survenir dans le cadre d'activités

minières ou forestières ou en raison de changements climatiques.

« Nous avons trois buts principaux, » dit Nolan. « Tout d'abord, nous voulons causer le genre de changements dans la position de la nappe phréatique qui pourrait sûrement arriver à cause d'activités minières ou de changements climatiques, puis déterminer comment ces changements affectent la qualité et la quantité du fourrage du caribou en été et au printemps. Par qualité, on parle des attributs comme la digestibilité ainsi que la quantité de fibres, d'azote, de protéines, de glucides et d'oligo-éléments.

« Ensuite, nous voulons décrire l'impact des changements dans la qualité du fourrage; par exemple, si les changements que nous anticipons en raison de changements climatiques affectent le moment où les plantes commencent à croître et la quantité d'eau qu'elles reçoivent, est-ce que cela pourrait avoir un impact sur la condition du caribou et le succès de sa reproduction? »

« Et finalement, » il conclut, « nous voulons renforcer la fondation scientifique de la politique de gestion du caribou du MRN afin d'assurer qu'elle soit la meilleure possible dans la protection de l'intégrité des écosystèmes où le caribou fourrage. »

Les chercheurs s'attendent à avoir des résultats dans environ trois ans; ils veulent garder le niveau de l'eau bas pendant deux ans pour étudier les effets cumulatifs sur les plantes. Cependant, ils espèrent aussi que l'étude mènera à l'établissement



Photo : Maara Packalen, IRFO

L'étudiante au Programme Expérience été de l'IRFO Erin Mallinger prend la lecture du pH à un site de recherche en fourrage du caribou au nord de Cochrane.

d'une station de recherche à long terme pour étudier les effets de la position de la nappe phréatique sur les caractéristiques souterraines, la réponse des communautés végétales et la dynamique des gaz à l'état de traces (le mouvement des gaz qui forment moins de 1 pour cent de l'atmosphère de la Terre à travers le sol, l'eau et l'atmosphère). Bien que ces gaz soient relativement faibles en concentration, ils jouent un rôle important dans les changements climatiques, et la compréhension de leur dynamique est importante pour comprendre les effets des changements climatiques et des activités humaines sur les écosystèmes.

Pour de plus amples informations sur les plantes de cette étude communiquez avec Tom Noland, tom.noland@ontario.ca ou au (705) 946-7421. Pour de plus amples renseignements sur le caribou, communiquez avec Glen Brown, glen.brown@ontario.ca ou au (705) 9467409.

Est-ce que les érables pousseront dans le parc provincial Polar Bear en 2100?

Par Abigail M. Obenchain

Si le climat change au cours du prochain siècle tel que prévu, il y aura des répercussions sur l'enveloppe climatique (zone de climat approprié) qui, elle-même, aura des répercussions sur plusieurs espèces de plantes et d'animaux de l'Ontario. Cela serait dramatique puisque certains écosystèmes et certaines espèces pourraient disparaître.

Pour assurer la durabilité des écosystèmes et des espèces de l'Ontario, les gestionnaires des ressources ont besoin de savoir comment le climat va changer en fonction de différentes échelles dont deux échelles d'intérêt particulier:

1. *Les écorégions*, des aires écologiquement et géographiquement distinctes, qui sont plus petites qu'une écozone et plus grandes qu'un écosystème.

2. *Les aires de patrimoine naturel*, un réseau de sites divers (parcs provinciaux/nationaux, refuges d'oiseaux migrateurs, aires de gestion de la faune, etc.) qui sont protégés pour aider à conserver leur biodiversité.

En 2010, une équipe de chercheurs du Service canadien des forêts – Centre de foresterie des Grands Lacs (SCF-CFGL) et du MRN a eu le mandat de déterminer comment les enveloppes climatiques

affecteront pour les écorégions et les aires de patrimoine naturel de l'Ontario. Ils ont présenté leurs résultats dans un rapport sur les recherches des changements climatiques pour le MRN intitulé *Current and Projected Climatic Conditions for Ecoregions and Selected Natural Heritage Areas in Ontario*.

Ce rapport met en lumière l'enveloppe climatique actuelle des 14 écorégions et des 29 aires de patrimoine naturel de l'Ontario, ainsi que les prévisions pour trois périodes futures, soit 2011-2040, 2041-2070 et 2071-2100. Le rapport présente aussi les enveloppes actuelles prévues pour 12 arbres communs de l'Ontario afin de donner aux gestionnaires des ressources une idée de l'impact des changements climatiques sur des espèces individuelles.

« Nous avons découvert que selon les modèles du climat actuel, les écorégions et les aires de patrimoine naturel de l'Ontario feront face à des changements climatiques d'envergure au cours du prochain siècle, » indique Steve Colombo, chercheur scientifique de l'IRFO, membre de l'équipe de chercheurs, et co-auteur du rapport. « De façon générale, nous prévoyons que les enveloppes climatiques de ces régions se déplaceront vers le Nord, deviendront plus petites et plus dispersées et, éventuellement, disparaîtront. »

Le meneur de l'équipe de chercheurs, Dan McKenney du SCF-CFGL, souligne qu'au cours du prochain siècle, la température annuelle moyenne dans le parc provincial Polar Bear pourrait passer de -4,5 degrés C à presque +2 degrés C. « Le climat du parc deviendrait plus approprié pour

suite en page suivant





Demandez à L'EXPERT

Q. Quels sont les renseignements dont nous avons besoin pour dresser l'inventaire des ressources forestières (IRF) permettant de gérer les forêts des Grands Lacs et du Saint-Laurent?

R. Trevor Jones, chercheur scientifique de l'IRFO sur les écosystèmes à feuilles, qui étudie l'utilisation du lidar pour l'IRF des feuillus, donne la réponse suivante :

Dans la forêt des Grands Lacs et du Saint-Laurent de l'Ontario, ceux qui décident de la gestion des forêts ont besoin de renseignements précis et solides du point de vue scientifique, pour s'assurer que leurs plans et actions sont conformes aux exigences de toute politique et législation pertinente ainsi que l'objectif de durabilité écologique du ministère.

Les gestionnaires doivent suivre une politique applicable à différentes échelles – allant du guide de martelage de l'arbre isolé et du peuplement jusqu'à la *Loi sur la durabilité des forêts de la Couronne*, le *Plan d'action pour la durabilité des forêts*, et le *Guide de gestion forestière pour les paysages des Grands Lacs et du Saint-Laurent à l'échelle du paysage*, et plusieurs autres encore. Leurs besoins en informations sont variés et complexes.



Par exemple, au niveau des parcelles de récolte, les gestionnaires de forêt doivent connaître précisément la composition de l'espèce, la distribution des grandeurs des arbres, la biomasse/le volume total, les volumes par espèce et la classification des dimensions, la proportion de volumes de qualité marchande c. récupérables provenant de différents systèmes de récolte et types de peuplement, et la proportion de matériel ligneux acceptable c. inacceptable selon la santé et la forme de l'arbre.

Concernant les unités de gestion forestière et du paysage, ils doivent être en mesure d'identifier les zones protégées répondant aux objectifs de structure et de composition d'espèce par habitat faunique; d'identifier les zones de coupe qui répondent aux besoins des parties prenantes par rapport au volume, à la composition et à la qualité; et de s'assurer que les besoins d'approvisionnement locaux sont respectés à court, moyen et long terme.

Suite de la page 14

les érables à sucre que pour les ours polaires! » Des changements semblables sont prévus pour le reste de l'Ontario.

D'après les chercheurs, afin que les gestionnaires des ressources prennent les bonnes décisions pour gérer les ressources naturelles de l'Ontario au cours du prochain siècle, les méthodes utilisées pour gérer les écorégions et les aires de patrimoine naturel doivent tenir compte des changements climatiques prévus.

D'autres chercheurs qui ont participé à ces travaux sont John Pedlar et Kevin Lawrence du SCF – CFGL ; Paul Gray, Direction de la recherche-développement appliquée du MRN; et Bill Crins, Sections des politiques relatives aux parcs et aux zones protégées du MRN. Pour obtenir une copie du rapport (Climate Change Research Report CCR-16), communiquez avec information.ofri@ontario.ca, ou au (705)946-2981, poste 4111.

En Ontario, les données du FRI sont maintenant obtenues via les photographies du capteur numérique aéroporté (ADS40). Les interpréteurs utilisent cette imagerie de très grande qualité et de très haute résolution ainsi qu'un peu d'échantillonnage du sol pour reconnaître et décrire la composition des espèces. Le FRI de l'Ontario est un inventaire de niveau stratégique, basé sur l'interprétation humaine des peuplements et des espèces, l'écovite et l'indice de qualité de station, la hauteur moyenne de peuplement, et l'âge. Étant donné qu'il est difficile de déterminer les caractéristiques du peuplement avec précision, et ce, même à partir d'imagerie à haute résolution, des erreurs systématiques de classification sont communes, surtout dans les forêts des Grands Lacs et du Saint-Laurent. De plus, le FRI actuel ne donne pas d'estimations détaillées de la structure et du volume de la forêt qui sont nécessaires pour la prise de décisions.

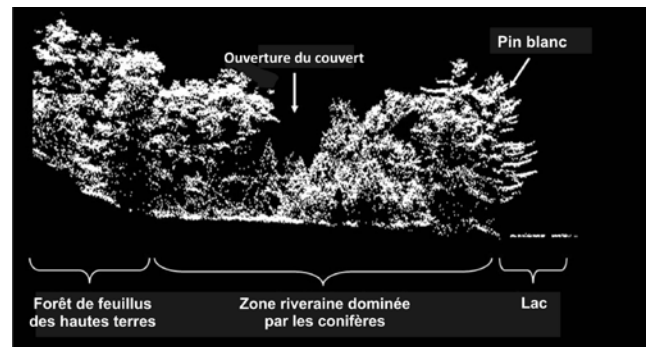
Alors, comment la recherche peut-elle aider? En améliorant les informations sur les inventaires produits au niveau des peuplements, nous pouvons aider à

assurer de meilleures décisions et la modélisation améliorée à des échelles supérieures. Au cours de la dernière décennie, les recherches ont révélées que l'utilisation de la télédétection (tel que ADS40 et lidar, qui utilise un laser monté sur un aéronef pour produire des images des forêts et des arbres et d'autres objets sur la surface de la terre), de nouvelles méthodes de classification d'arbres isolés (CAI) et des paramètres lidar peuvent augmenter notre capacité à acquérir les variables biophysiques et écologiques pour la planification et les opérations forestières. De plus en plus, ces technologies et méthodes sont utilisées au plan opérationnel dans des forêts à travers le monde mais elles s'avèrent concluantes uniquement dans les forêts équiennes qui ont une faible diversité des espèces.

En Ontario, nous menons actuellement une enquête sur la façon d'améliorer l'inventaire dans les peuplements de feuillus de la forêt des Grands Lacs et du Saint-Laurent en complétant l'imagerie ADS40 standard avec des images lidar. Bien que notre travail soit encore à ses débuts, les données sont prometteuses. Nous croyons que l'ajout de lidar à l'inventaire standard d'interprétation photographique numérique de la forêt aura les effets suivants :

- Aider les interpréteurs photographiques à déterminer la composition des espèces avec plus de précision, y compris les espèces rares et menacées.
- Fournir des données sur les caractéristiques biophysiques importantes (volume, distribution de la grandeur des arbres, etc.) à de petites échelles (0.25 hectare), qui peuvent être combinées pour mieux représenter la composition, le volume et la structure des espèces au niveau du peuplement, à l'échelle de la forêt et du paysage.
- Identifier l'habitat faunique critique, tel que certains groupements d'espèce ou attributs structurels qui répondent aux besoins d'espèces fauniques clés (p. ex., parcelles de prucheraie à couvert fermé, utilisé comme couvert de fuite en hiver par les cerfs).
- Fournir de meilleures données pour l'estimation du charbon stocké dans les forêts des Grands Lacs-Saint-Laurent.
- Fournir de meilleurs renseignements concernant les conditions initiales des peuplements pour la modélisation de la croissance et du rendement.
- Permettre de faire des estimations sur la fiabilité des données IRF.
- Réduire les coûts de la planification de la gestion forestière et augmenter la rentabilité en évitant d'allouer des peuplements pour les récoltes qui ne répondent pas aux critères de composition d'espèces et de volume.

Restez à l'affût... Nous souhaitons divulguer les résultats vers la fin de l'hiver ou le début du printemps 2011.



L'imagerie Lidar donne l'information sur la structure et volume de la forêt pas possible avec l'inventaire de forêt traditionnel.

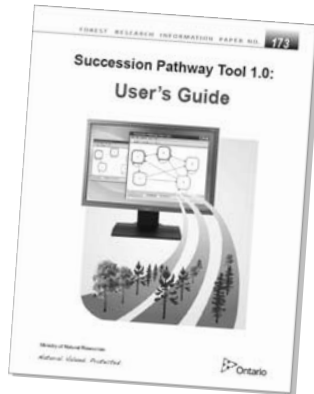
Consultez ontario.ca/ofri pour visionner plus d'images lidar!

Vous avez/voulez des connaissances en matière de succession forestière? Alors cet outil est pour vous

Par **Abigail M. Obenchain**

Aux usagers des connaissances en matière de succession forestière, notez bien : il existe un outil pour vous aider à capturer, visualiser et explorer ses propriétés naissantes au moyen de simulations spatiales. Appelé Succession Pathway Tool (Outil de trajectoire de succession), ce progiciel vous permet de documenter et de diffuser votre connaissance sur la succession forestière.

Comment cet outil peut-il être utile? Les gestionnaires forestiers qui veulent faire la projection de l'état futur des forêts d'une zone particulière selon la connaissance en matière de succession le trouveront utile. Avant d'investir du temps et de l'argent dans des modélisations pour simulation de la dynamique des forêts, ils peuvent confirmer que leur expression de la connaissance en matière de succession forestière tient compte de la trajectoire de succession prévue – notamment lors de la conversion de la connaissance qualitative en forme quantitative pour le modèle. Cet outil est aussi utile aux chercheurs qui désirent regrouper la connaissance en matière de succession forestière de plusieurs individus de façon normalisée ou capter leur propre connaissance en matière de succession forestière pour l'utiliser dans d'autres outils de modélisation. De plus, les chercheurs ont développé l'outil de trajectoire de succession



explicite des forêts.

Le Succession Pathway Tool a été développé par les chercheurs Michael Drescher (maintenant à l'université de Waterloo) et Marc Ouellette sous les conseils de Ajith Perera. Pour télécharger cet outil et le guide de l'utilisateur (Document d'information en recherche forestière de l'IRFO No. 173), visitez le site internet du Forest Landscape Ecology Program (programme écologique d'aménagement forestier) à l'adresse fire-regime-model.com.

afin qu'il fonctionne avec le simulateur de la dynamique des paysages de la forêt boréale (BFOLDS). Pour utiliser BFOLDS, votre information en matière de succession doit être correctement formalisée et l'outil de trajectoire de succession peut vous aider.

Pour utiliser l'outil de trajectoire de succession, vous devez posséder une connaissance approfondie en matière de succession forestière et comprendre ses principes de base et ses hypothèses. Une de ses hypothèses est que la forêt est constituée d'unités spatiales relativement homogènes qui peuvent être classées selon la composition de leur espèce en types de couvertures forestières discrètes, sans superposition. L'outil ne tient pas compte des interactions spatiales entre les unités; celles-ci ont des interactions spatiales, mais il s'agit d'une fonction pour des modèles complexes de simulation spatialement

NOUVELLES DE PERSONNEL DE L'IRFO



Depuis notre dernier numéro...

La Direction de la recherche-développement appliquée du MRN accueille une nouvelle directrice, **Anne Neary**, anciennement directrice de la région du Sud-Ouest, Divisions des opérations du ministère



de l'Environnement. Elle était responsable des activités de conformité et de contrôle ainsi que des sciences appliquées pour soutenir ces activités et délivrer des autorisations. Elle a aussi

travaillé à la division des normes et des sciences de l'environnement au ministère de l'Environnement. Elle possède une maîtrise en science des sols de l'Université de Western Ontario. En tant que directrice de la Direction de la recherche-développement appliquée du MRN, elle supervise les quatre sections de recherche du ministère qui couvrent la recherche forestière, aquatique et faunique ainsi que le bureau des changements climatiques du MRN. Anne remplace Cheryl Lewis qui a pris sa retraite en 2010.

Jim Rice a quitté l'IRFO après une carrière de plus de 25 ans en recherches forestières au MRN, d'abord à



Maple, puis depuis 1990 à Sault Ste-Marie. Ses meilleurs souvenirs incluent être co-auteur du premier guide de la province sur le marquage des feuillus (avec le chercheur scientifique émérite Harvey Anderson), initier et diriger un important projet de recherche sur la gestion adaptative au niveau du peuplement des forêts boréales mixtes (avec le chercheur scientifique maintenant à la retraite Blake MacDonald et d'autres), et travailler avec de nombreuses personnes fascinantes, dédiées et talentueuses tout au long de sa carrière. Il est

maintenant forestier et guide de gestion forestière à la section des politiques forestières du MRN, où il met en œuvre le nouveau guide d'aménagement forestier pour la conservation de la biodiversité au niveau des peuplements et des sites.

Wenbin Cui a aussi quitté l'IRFO pour les bureaux de la Place Bondar du MRN de Sault Ste-Marie. À l'IRFO



il était analyste principal en écologie du paysage pour le programme en écologie du paysage des forêts, et a travaillé sur des modélisations de croissance des incendies de forêt et des analyses spatio-temporelles ainsi que sur l'application BFOLDS, le simulateur de la dynamique des paysages de la forêt boréale. Il est maintenant un spécialiste de modélisation forestière avec la section de la planification de la gestion forestière du MRN.

Francis Tang, analyste des données de l'amélioration des arbres à l'IRFO depuis 2005, a quitté le MRN pour poursuivre une carrière en analyse de données et programmation informatique à Toronto. Il assurait le soutien en analyses et en gestion de base de données surtout pour la Génétique forestière Ontario et la section de la vitalité forestière et de la sylviculture du MRN. Francis indique que ses collègues de l'amélioration des arbres lui manquent et qu'il les remercie de leur soutien et gentillesse.



Maara Packalen, la technicienne du laboratoire chimique du laboratoire de biochimie de l'IRFO, nous a quitté pour un congé d'études. Elle poursuit son Ph.D. à l'Université de Toronto.

Des suggestions?

Besoin de plus de renseignements sur un projet de recherche?

N'hésitez pas à nous contacter!

CONTACT :
Abigail M. Obenchain,
Rédactrice en chef, Insights

Lisa J. Buse,
Coordonnatrice, transfert de technologie

(ou le chercheur IRFO concerné)

Institut de recherche forestière de l'Ontario
Section Recherche-Développement forestière
Direction de la recherche-Développement appliquée
Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario
1235 Queen Street E., Sault Ste. Marie, ON
P6A 2E5 CANADA

information.ofri@ontario.ca

<http://ontario.ca/ofri>

(705) 946-2981

Télécopieur: (705) 946-2030

Pour demander une publication, composer le poste 4111