



INFO-FORÊTS

Recherche en science et technologie au
Service canadien des forêts • Centre de foresterie du Pacifique

Détermination de l'effet du dendroctone du pin ponderosa sur l'hydrologie des forêts et le débit fluvial

Les recherches en bref	2	L'infestation et les crues du fleuve Fraser	6
Le modèle fait des adeptes dans le monde	3	Histoire de deux infestations	9
Halte à la croissance en haute altitude	4	Nouvelles et avis	10
La variabilité du feu et la diversité des forêts	5		

Août 2009
ISSN 0706-9413

Le charançon complique les efforts de régénération



En Colombie-Britannique, l'infestation du dendroctone du pin ponderosa pousse le charançon de Warren des plantations de pins mourants vers les peuplements de jeunes pins de régénération à proximité.

Photo : Matthew Klingenberg

Rétablissement d'espèces de papillons quatre ans après l'arrosage

Les populations de papillons de nuit et de papillons qui ont malencontreusement été victimes des efforts d'éradication de la spongieuse commencent à se rétablir un an après la dernière application de l'insecticide biologique *Btk* (*Bacillus thuringiensis*, ssp. *kurstaki*). En outre, après quatre ans, elles ont atteint des niveaux presque normaux.

« L'effet le plus important sur le Lepidoptera, une espèce non ciblée, semble se produire environ un an après la dernière application de l'insecticide », explique **Imre Otvos**, chercheur scientifique à Ressources naturelles Canada (imre.otvos@nrcan.gc.ca), qui a collaboré à la rédaction de documents sur cette étude, ainsi que sur d'autres études portant sur les effets du *Btk* sur des espèces non ciblées. Le *Lepidoptera* est le groupe d'insectes comprenant les papillons de nuit, les papillons et leurs jeunes chenilles. « Les insectes touchés commencent à se rétablir au cours de la deuxième année suivant l'application et, dans la plupart des cas et pour la plupart des espèces, leurs populations sont entièrement rétablies à la quatrième année. »

Les chercheurs ont déterminé le nombre et la diversité des espèces de papillons de nuit et de papillons sur le chêne de Garry et la symphorine rivicole avant, pendant et après le programme d'arrosage aérien par le ministère des forêts et du territoire de la Colombie-Britannique en

vue d'éradiquer la spongieuse de la région de Victoria en Colombie-Britannique. Au total, trois applications de *Btk* ont été pulvérisées sur plus de 20 hectares en 1999, après qu'un programme de contrôle de la spongieuse eut permis de déceler des quantités importantes de cet insecte ravageur non indigène dans la région.

Le *Bacillus thuringiensis*, une bactérie naturelle, est l'ingrédient actif de l'insecticide biologique utilisé pour éradiquer la spongieuse. Le *Btk* est utilisé à grande échelle depuis des décennies comme pesticide biologique en agriculture (y compris l'agriculture biologique), en foresterie et dans les parcs en milieu urbain. Seules les larves du papillon de nuit et du papillon dont l'environnement digestif est alcalin et qui s'alimentent pendant l'application de *Btk* sont sensibles à l'insecticide, et elles le restent pendant les trois à cinq jours qui suivent l'application. Normalement, le *Btk* ne touche pas les humains et les autres animaux vertébrés dont l'environnement digestif est acide.

Voir la page 10 pour en apprendre davantage sur le *Btk* et la spongieuse en Colombie-Britannique.

—MK

Insecte sans ailes de la taille d'une pièce de 25 cents, le charançon de Warren vient compliquer les efforts de régénération des peuplements forestiers dévastés par le dendroctone du pin ponderosa.

« Nous constatons qu'entre 80 et 90 percent des blocs de coupe comptant de jeunes arbres de moins de dix ans affichent un certain taux de mortalité lorsqu'ils sont situés à proximité de pins morts qui n'ont pas été récupérés », déclare **Brian Aukema**, chercheur scientifique à Ressources naturelles Canada (brian.aukema@nrcan.gc.ca).

Afin de mieux comprendre ce qui se passe, Brian Aukema et Matthew Klingenberg, étudiant diplômé, ont créé une plantation artificielle composée de spécimens morts et de spécimens vivants de pins lodgepole. Ils ont ensuite peint des numéros sur le dos de centaines de charançons, espèce indigène des forêts de conifères nord-américaines, puis ils les ont relâchés. Chaque matin, ils ont vérifié leurs trappes et consigné le mouvement des charançons individuels.

« Les taux de mouvement de ces insectes sont beaucoup plus élevés dans les parties peuplées d'arbres morts que dans celles recouvertes d'arbres bien vivants », déclare M. Aukema. Les charançons préfèrent le pin, de sorte que lorsqu'ils constatent une diminution de leur source de nourriture au sein d'une forêt attaquée par le dendroctone du pin ponderosa, ils se déplacent vers des parties offrant de nouveaux arbres de semis.

Les larves du charançon mâchent la base de l'arbre, créant ainsi des tunnels qui se remplissent de résine laquelle, une fois durcie, les protège, mais bloque la source vitale d'approvisionnement en eau de l'arbre.

L'équipe cherche des moyens d'empêcher la mort des arbres de semis. La première étape consiste à ralentir la migration du charançon : une simple zone tampon d'arbres-hôtes moins invitants peut limiter sa propagation.

« Même un an ou deux de protection constituerait une méthode de contrôle relativement efficace, si nous pouvions le faire », ajoute M. Aukema. « Cela pourrait faciliter énormément la régénération des peuplements de pins tués par le dendroctone. »

Comme on s'attend à ce que l'infestation actuelle du dendroctone du pin ponderosa détruise 80 percent des pins matures de la Colombie-Britannique d'ici 2013, la régénération des forêts va demeurer une priorité pour la province pendant encore de nombreuses années.

—NL

Source

« Recovery of nontarget lepidoptera on Vancouver Island Canada, one and four years after a gypsy moth eradication program » a été publié dans la revue *Environmental Toxicology and Chemistry*.

Le Modèle du bilan du carbone fait des adeptes

Les chercheurs de Ressources naturelles Canada ont mis au point le Modèle du bilan du carbone du secteur forestier canadien (MBC-SFC3) dans le but d'assurer le suivi des contributions des forêts aménagées au Canada à l'équilibre du carbone du pays, et d'aider le Canada à s'acquitter de ses obligations internationales de rendre compte. Or, voici que d'autres pays l'adoptent. Dmitri Zamolodchikov, du Centre sur les problèmes écologiques et la productivité des forêts de l'Académie des sciences de Russie, déclare que l'utilisation du modèle canadien bonifie les efforts de la Russie en vue de comptabiliser le carbone des forêts.

« Le Canada a commencé plus tôt et est doté d'une version de travail du modèle assortie d'une interface déjà au point », ajoute-t-il. « Par conséquent, je me demande pourquoi nous devons faire cavalier seul chacun de notre côté, car la coopération peut rehausser la capacité de la Russie à gérer le bilan du carbone en forêt. »

Dans le cadre d'une collaboration, les chercheurs des deux pays ont mis le modèle à l'essai en se servant de données sur une unité d'aménagement forestier d'une superficie de sept millions d'hectares située au nord de Moscou. Les résultats de cette étude ont été publiés en 2008. Maintenant, les chercheurs russes mènent des analyses à l'échelle nationale portant sur une superficie boisée de 700 millions d'hectares—deux fois la superficie des terres forestières du Canada.

« La Russie et le Canada se posent de nombreuses questions semblables », affirme **Werner Kurz** (werner.kurz@nrcan.gc.ca), chercheur scientifique et chef du groupe du Service canadien des forêts chargé de la comptabilisation du carbone. « Nous avons répondu à un grand nombre d'entre elles en reconnaissant que les activités de prise d'inventaire et de collecte de données menées par la Russie sont compatibles avec ce que nous faisons au Canada. Cela montre que le modèle est relativement adaptable et souple. »

Selon M. Zamolodchikov, le modèle se démarque d'autres modèles de comptabilisation du carbone à l'échelle des écosystèmes en ceci qu'il s'agit d'un « véritable modèle de foresterie. »

« Ce modèle nous permet d'estimer le bilan du carbone en régions forestières, en tenant compte des perturbations antérieures et actuelles, de la structure d'âges et des pratiques d'aménagement. Les régimes forestiers constituent de bons exemples de "principes émergents" lorsque les nouvelles quantités apparaissent à une échelle croissante. Le MBC diffère des autres modèles à l'échelle de l'écosystème, car il permet de "relever" ces quantités émergentes. »

La Russie et le Canada ont des types de forêts semblables, qui couvrent 90 percent des forêts boréales du monde, mais des pays ayant des forêts différentes adoptent aussi ce modèle. Dans le cadre du Partenariat Canada-Mexique, le groupe chargé de la comptabilisation du carbone et des scientifiques mexicains procèdent présentement à une mise à l'essai du modèle, afin de déterminer l'incidence des différents taux de déforestation à l'avenir sur le bilan du Mexique au chapitre des gaz à effet de serre.

D'autres pays, notamment l'Espagne, étudient le modèle dans le but de produire des estimations sur les émissions et l'élimination des gaz à effet de serre.



La Russie est l'un des premiers pays à avoir adopté le modèle du secteur forestier canadien. Eric Neilson (à gauche), spécialiste des sciences physiques à Ressources naturelles Canada, Werner Kurz, chercheur scientifique et Scott Morken (2e à droite), informaticien sont accompagnés au Centre de foresterie du Pacifique des chercheurs scientifiques russes Vasily Grabovsky (au centre) et Dmitri Zamolodchikov (à droite).

Selon M. Kurz, il faudra peut-être rajuster les paramètres du modèle pour composer avec les écosystèmes forestiers dans les pays plus chauds. « Nous avons déjà effectué un travail préliminaire sur des questions simples, par exemple que se produit-il si l'on expose le modèle à des températures annuelles moyennes de 30 ° Celsius plutôt que de 3 °? Le modèle simule des processus qui sont tributaires de la température : si l'on augmente la température par un facteur de 10, est-ce que tout va sauter? La bonne nouvelle est que tel n'est pas le cas. Selon les premières indications, le modèle donne des résultats raisonnables. »

La portée du modèle s'étend davantage. Celui-ci a été téléchargé dans 42 pays, et les participants de 34 pays ont assisté aux ateliers de formation sur le MBC-SFC3. De plus, le groupe chargé de la comptabilisation du carbone reçoit régulièrement des questions techniques au sujet du modèle en provenance de l'extérieur du Canada.

Certes, il est évident que d'autres pays profitent du travail accompli par le Canada en ce qui concerne le modèle, mais le Canada bénéficie aussi directement du partage du MBC.

« Plus les autres pays sont prêts à l'essayer et à l'utiliser, plus l'aspect scientifique et les paramètres du modèle sont scrutés à la loupe et mis à l'essai », poursuit Monsieur Kurz. « Cette adoption et cette compréhension signifient que le Canada est en meilleure position pour défendre ses estimations en matière de carbone en forêt lorsqu'il les présente à l'échelle internationale. »

L'utilisation du modèle par d'autres pays rehausse la crédibilité de la science et génère de la rétroaction à son sujet. Cela favorise les efforts en vue de l'améliorer davantage.

—MK

Le groupe chargé de la comptabilisation du carbone a produit un DVD renfermant les enregistrements et les exposés présentés à l'atelier de formation de mars 2009 sur le MBC-SFC3. Pour obtenir ce DVD, il suffit d'en faire la demande à Stephen Kull (stephen.kull@nrcan.gc.ca).

Un exemplaire prédiffusion de la version 1.1 du MBC-SFC3 pourra être téléchargé à partir du site Web plus tard cette année.

Source

CBM-CFS3 : a model of carbon dynamics in forestry and land-use change implementing IPCC standards. Pour en commander un exemplaire, on peut s'adresser à la librairie en ligne du SCF.

La croissance à haute altitude liée aux nutriments

La récolte et la régénération des forêts côtières en haute altitude présentent des défis particuliers. L'enlèvement du couvert forestier peut créer des milieux tellement stressants que les jeunes arbres ne peuvent survivre ou que leur croissance est tellement lente que les attentes pour l'avenir pourraient être compromises.

En outre, pour compliquer davantage la situation, les jeunes arbres de semis peuvent bien pousser pendant cinq ou dix ans, puis leur croissance peut pratiquement cesser; c'est ce que l'on appelle une stagnation de la croissance.

Selon les mesures prises récemment sur le site de recherche MASS (Systèmes sylvicoles de substitution en forêt montagnarde) sur l'île de Vancouver, la croissance de jeunes sapins gracieux, qui avait été normale pendant leur première décennie sur ce site en haute altitude, a depuis ralenti à une fraction de ses taux de croissance antérieurs.

« Il est possible qu'après la coupe, les jeunes arbres de semis aient reçu un surcroît de nutriments de la décomposition des branches et des aiguilles », explique **Tom Bown**, technicien en écophysiologie au Centre canadien sur la fibre de bois de Ressources naturelles Canada (tom.bown@nrcan.gc.ca). « Puis, tout d'un coup,

le réseau semble manquer de carburant, et les arbres stagnent. »

La stagnation de la croissance sur l'inventaire forestier, les courbes de croissance et de rendement et les facteurs économiques inhérents à la production de la fibre dans des écosystèmes froids et en haute altitude pourrait avoir des conséquences profondes.

« La stagnation de la croissance peut être soudaine et grave », explique **Al Mitchell** (al.mitchell@nrcan.gc.ca) chercheur scientifique, « en partie parce qu'il semble que le nombre d'arbres affichant ce phénomène dans un peuplement augmente avec le temps. »

Le ralentissement de la croissance semble être relié à une combinaison de deux facteurs : des sols pauvres en nutriments et la concurrence que livrent d'autres plantes, en particulier les arbustes éricacées qui affectionnent un sol acide comme le bleuetier, le myrtillier et d'autres espèces *Vaccinium*.

« Comme ces arbustes constituent des puits d'azote », ajoute **Ross Koppenaar** (ross.koppenaar@nrcan.gc.ca) chercheur scientifique qui travaille avec M. Mitchell sur le site, « ils livrent concurrence aux arbres directement en absorbant l'azote par leur système massif de rhizomes. De plus, ils livrent concurrence en produisant des composés phénoliques qui lient les matières organiques et contribuent à la formation d'un humus qui limite la disponibilité de nutriments pour les jeunes conifères destinés à la régénération. »

La surveillance après la phase de libre croissance aidera à repérer les peuplements dont les arbres amorcent une période de stagnation de la croissance.

L'équipe en poste au Centre canadien sur la fibre du bois s'emploie à déceler les indicateurs de stagnation de la croissance et à établir le lien par rapport aux caractéristiques du site et du peuplement. Par exemple, les membres de l'équipe ont constaté que le feuillage chlorotique ou jaunissant, la baisse des concentrations d'azote dans les aiguilles et un imposant couvert d'arbustes éricacées coïncident avec le début du ralentissement de la croissance. Le but est de fournir des outils scientifiques permettant de cerner avec précision l'occurrence de la stagnation de la croissance, de manière à permettre aux aménagistes des forêts de mieux planifier en fonction du futur.



Après environ une décennie de croissance prometteuse, de nombreux jeunes arbres destinés à la régénération sur les sites côtiers en haute altitude semblent manquer de nutriments, et leur croissance semble soudainement ralentir. Les chercheurs du Centre canadien de la fibre de bois essaient de déterminer les caractéristiques du site et du peuplement qui aideront les aménagistes à prédire cette stagnation de la croissance.

La télédétection révèle les répercussions des incendies

Les incendies de forêt constituent le principal agent de changement et de renouvellement de la forêt boréale du Canada. Ce genre de feu élimine la végétation et la mousse et, de ce fait, prépare les lits de germination sur lesquels les nouvelles forêts prennent vie. Il contrôle les populations locales d'insectes. La chaleur dégagée par un incendie de forêt contribue à la régénération en aidant à ouvrir les cônes sérotinaux du pin gris.

Une étude réalisée par Ressources naturelles Canada montre comment l'incendie peut aussi s'avérer un déterminant principal de la structure et de la diversité des forêts boréales. L'information peut mener à des estimations plus précises des pertes de carbone en forêt attribuables aux incendies et au perfectionnement de la planification de la récupération et de la reforestation.

« Certains croient peut-être que la forêt boréale est uniforme, plate et sans intérêt », déclare **Phil Burton** (phil.burton@nrcan.gc.ca) chercheur scientifique au Service canadien des forêts, qui a dirigé cette étude avec **Marc-André Parisien** (parisien@nature.berkeley.edu), chercheur au SCF en congé de formation. « Cependant, quand un feu détruit une forêt, il crée des genres différents de couverts, d'habitats et d'assemblages d'espèces qui sont importants pour les oiseaux, les ours, le caribou et tout ce qui vit dans la forêt. »

M. Burton et ses collègues du Service canadien des forêts et des milieux universitaires canadiens et américains ont passé en revue les comptes rendus de recherche sur les incendies, ont analysé les ensembles de données existants (par exemple, la base de données sur les grands incendies de forêt du Service canadien des forêts) et ont examiné les nouvelles données de télédétection sur la forêt boréale.

« Après avoir parcouru toute cette documentation », ajoute M. Burton, « nous avons produit de nouvelles descriptions des variations régionales, et même de la variation à l'intérieur d'un même feu, en ce qui concerne la sévérité du brûlage. Voilà un aspect sur lequel on n'avait pas insisté par le passé : les brûlages ne se limitent pas à une seule grosse cicatrice noire sur le paysage. »

Les incendies de forêt consomment totalement certaines parties d'une forêt. Dans d'autres parties, les arbres peuvent être tués par le feu, mais le bois n'est pas consommé. Ailleurs, des parcelles complètes peuvent s'en sortir indemnes.

Plus l'incendie est gros, plus grande sera la proportion de l'empreinte globale du feu constituée d'îlots de la forêt qui n'auront pas brûlé.

La documentation montre que la variation de la sévérité interne des incendies a des répercussions sur les valeurs des forêts qui vont bien au-delà des rendements en bois. Les îlots d'arbres restés verts servent de refuges aux animaux sauvages et de sources de semences pour les parties adjacentes qui ont brûlé. La variabilité signifie aussi que les forêts du Canada ne dégagent peut-être pas autant de carbone dans l'atmosphère à cause des incendies qu'on n'avait prévu.

« Cette information permettrait peut-être de produire des estimations plus perfectionnées des pertes de carbone en forêts », dit M. Burton.

Elle pourrait aussi aider les aménagistes des forêts à canaliser les activités de récolte vers les parties où le bois est toujours bon, mais que les arbres sont morts plutôt que de récolter les arbres verts. En outre, les parties gravement brûlées—où le sol n'est plus protégé—sont davantage exposées à l'écoulement de sédiments et à l'érosion et pourraient faire l'objet d'une reforestation immédiate. L'information renferme aussi des conseils sur la meilleure façon pour les aménagistes de simuler des perturbations naturelles dans leurs plans de récolte.

Cette étude a pu être réalisée en raison de la richesse des données de télédétection sur les forêts qui sont maintenant disponibles.

« Dans le passé, nous nous contentions de dessiner un croquis cartographique à partir d'un avion ou peut-être, quelques années plus tard, à partir d'une photo aérienne montrant l'étendue de la forêt où des arbres avaient été détruits par le feu », poursuit M. Burton. « De nos jours, nous pouvons cartographier avec une plus grande exactitude les emplacements géographiques exacts et les répartir en fonction des degrés d'impact des incendies. »

Cela montre comment la télédétection améliore notre connaissance de l'impact des incendies de forêt au Canada, particulièrement dans les régions éloignées et inaccessibles. Une grande partie des 300 millions d'hectares de forêts boréales du Canada entre dans cette catégorie.

—MK

Source

Large fires as agents of ecological diversity in the North American boreal forest a été publié dans *the International Journal of Wildland Fire*. On peut en télécharger un exemplaire à partir de la librairie en ligne du Service canadien des forêts.

En 1988, le feu à Coffee a brûlé des milliers d'hectares de forêt boréale dans le nord-est de la Saskatchewan. La variabilité de l'intensité du feu sur le paysage a par la suite déterminé la structure et la biodiversité de l'ensemble de la forêt.

Photo : Bill deGroot, SCF



L'effet du dendroctone du pin ponderosa sur l'hydrologie

Constatations clés :

Les zones riveraines doivent être traitées avec précaution.

Le risque de crues plus fréquentes peut augmenter dans certaines aires localisées.

L'effet cumulatif sur les bassins hydrologiques plus vastes est minime.

L'épidémie de dendroctone du pin ponderosa en Colombie-Britannique a détruit un nombre sans précédent d'arbres sur l'ensemble de l'intérieur de la province—l'estimation actuelle s'établit à 620 millions de mètres cubes de bois. Plus de 14,5 millions d'hectares de forêts de pins lodgepole ont été touchés. Vu cette mortalité à grande échelle du bois et le vaste programme de coupe mis en place pour récupérer la valeur du bois, il s'avère nécessaire d'examiner les conséquences potentielles de ce degré de perturbation de la forêt pour la dynamique des forêts et de l'hydrologie des bassins hydrologiques.

Le programme fédéral sur le dendroctone du pin ponderosa, annoncé en 2007, a donné lieu à un programme de recherche pointu en vue d'étudier le lien entre les processus hydrologiques et les perturbations à grande échelle des forêts.

La première étape a été de récapituler les travaux de recherche connexes qui avaient été effectués et de consulter les intervenants du secteur concernant leurs expériences réelles relativement à l'hydrologie

après une infestation par le dendroctone. Ces activités ont fait ressortir le manque d'information sur les effets hydrologiques potentiels des perturbations à grande échelle et leurs effets cumulatifs.

Recourant à un programme fondé sur une approche hiérarchique pour repérer les lacunes en matière d'information et pour déterminer les priorités relativement à la recherche, on a obtenu un ensemble de recherches et de modèles qui a procuré de l'information sur les effets hydrologiques après une infestation du dendroctone. Cette information sera utilisée en complément à la politique forestière et aux décisions concernant l'aménagement.

« La recherche qui a été menée dans le cadre du programme fédéral sur le dendroctone du pin ponderosa a procuré de l'information critique, réelle et limitée dans le temps pour faciliter la prise de décision se rapportant aux effets et à l'atténuation du dendroctone du pin ponderosa », déclare Allan Chapman, chef du River Forecast Centre du ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique, et chef de l'un des principaux



L'épidémie du dendroctone du pin ponderosa qui sévit en Colombie-Britannique s'étend présentement sur plus de 14,5 millions d'hectares de forêts de pins. Une perturbation naturelle d'une telle envergure et les coupes de récupération consécutives pourraient avoir une incidence sur l'hydrologie aux échelles locale et régionale.

Photo, présente page : © D&J Huber 2007-flickr

Photo, page suivante : © John and Peggy Bromley 2008-flickr

ie locale et les régimes de crues régionaux

projets de recherche hydrologique financés dans le cadre du programme fédéral sur le dendroctone du pin ponderosa. « L'information ainsi obtenue revêt une nature quantitative plutôt que qualitative ou conjecturale, ce qui nous permet d'évaluer non seulement l'orientation du changement au fur et à mesure que progresse l'infestation du dendroctone, mais aussi la magnitude potentielle de ce changement. Cela aide clairement les gestionnaires des ressources hydriques à évaluer le risque. »

Les études menées par des chercheurs dans des universités, au ministère de l'Environnement et au ministère des Forêts et du Territoire de la Colombie-Britannique, ainsi qu'au Service canadien des forêts et financées par le programme fédéral sur le dendroctone du pin ponderosa ont donné les conclusions clés suivantes :

Les zones riveraines doivent être traitées avec délicatesse

On sait depuis longtemps que les écosystèmes à proximité des ruisseaux, des lacs et des terres humides sont particulièrement sensibles aux perturbations. Dans le cadre du programme fédéral sur le dendroctone du pin ponderosa, des chercheurs ont étudié les différences dans le comportement et la structure des zones riveraines au sein des peuplements infestés par le dendroctone et de ceux qui ne l'avaient pas été, ainsi qu'au sein des peuplements dont le bois avait été récupéré et ceux où il ne l'avait pas été.

L'une des principales constatations de cette étude est la nécessité de minimiser l'empreinte de l'aménagement après une infestation de dendroctone à l'intérieur des zones riveraines aires rivulaires. Des recherches antérieures financées dans le cadre du programme fédéral sur le dendroctone du pin ponderosa montraient que, vu le nombre limité de pins dans les zones riveraines, le comportement et la structure entre les peuplements infectés et ceux qui ne l'ont pas été ne présenteront sans doute pas de différences.

Afin de mieux comprendre les différences entre les peuplements dont le bois avait été récupéré et ceux où il ne l'avait pas été, les chercheurs du ministère des Forêts et du Territoire ont passé en revue les données hydrologiques recueillies avant et après la récolte qui a suivi une infestation majeure du dendroctone de l'épinette au bassin versant des lacs Bowron au début des années 1980. Cette analyse rétrospective a révélé qu'il faut plus de 30 ans pour que les indicateurs de la santé des zones riveraines reviennent à leur état d'avant la récolte, après que le bois de ces zones riveraines a été récupéré.

Les scientifiques ont également conclu que si les zones riveraines sont aménagées correctement, la morphologie des ruisseaux ne changera pas. En outre, pendant les 25 années suivantes, le transfert du bois dû à l'infestation à des canaux de ruisseaux et de rivières sera sans doute relativement faible et se situera dans les limites des conditions régionales typiques.

Cette constatation confirme de manière scientifique ce que l'on avait déjà observé et appuie les lignes directrices actuelles de la province concernant l'aménagement des zones riveraines.

Le risque de crues plus fréquentes dans certaines aires localisées pourrait augmenter

À Baker Creek, une artère secondaire du fleuve Fraser, à l'ouest de la ville de Quesnel, les chercheurs de l'Université de la Colombie-Britannique et du ministère des Forêts et du Territoire ont recueilli des données sur l'hydrologie et la géomorphologie à l'échelle du peuplement en vue de les intégrer dans des modèles de bassins versants d'échelle moyenne. Pendant qu'ils recueillaient des données pour consolider leurs ensembles de données, les chercheurs ont observé que la récupération à grande échelle dans les petits bassins versants pouvait avoir des répercussions importantes sur de nombreux paramètres hydrologiques dans des aires localisées, notamment sur l'ampleur et le moment des débits de pointe.

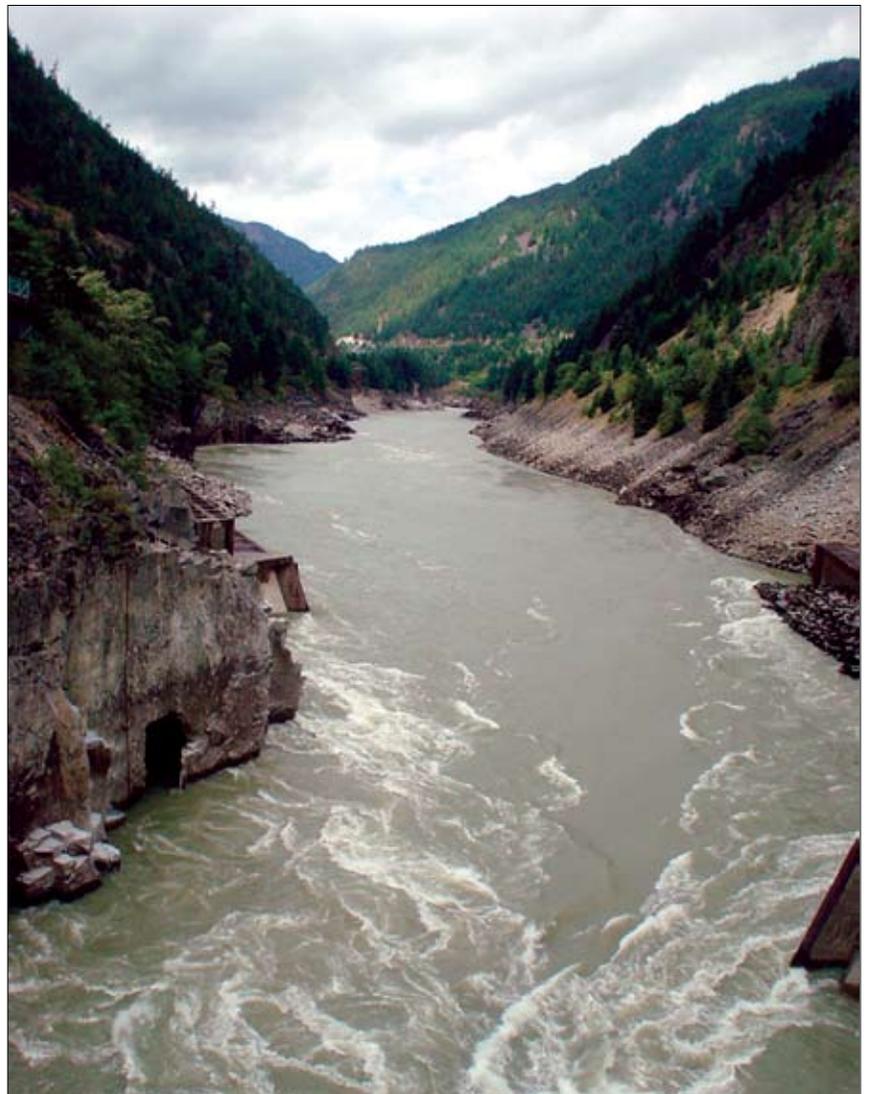
(suite page suivante)

En couverture



Recherche financée dans le cadre du programme fédéral sur le dendroctone du pin ponderosa en vue de déterminer l'incidence potentielle sur l'hydrologie de l'épidémie actuelle du dendroctone du pin ponderosa et de la récupération connexe

Photo : kla4067 © 2009/flickr



Effet cumulatif minime sur les gros bassins versants

Une superficie d'environ 40 percent du bassin du fleuve Fraser est couverte de forêts de pins lodgepole tués par le dendroctone.

Les collectivités et les gouvernements se demandent si la vallée du bas Fraser risque d'être inondée au printemps à cause de l'infestation du dendroctone et s'il faut améliorer les mesures de protection contre les inondations.

Les chercheurs du ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique, de l'Université de la Colombie-Britannique et l'Université de Victoria ont adapté un modèle mis au point à l'University de Washington dans le but de lier les données portant sur 60 sous-bassins versants de l'ensemble du bassin du fleuve Fraser en un cadre complet de données sur le risque inhérent au dendroctone et à l'hydrologie. Ce cadre a permis aux chercheurs de mesurer les répercussions du débit des ruisseaux dans les zones des bassins récepteurs à des échelles variées sur l'ensemble du bassin versant du fleuve Fraser.

Les scientifiques ont déterminé que la sensibilité d'un bassin récepteur particulier à l'infestation du dendroctone et à la récupération du bois varie spatialement au sein du grand bassin versant. Les bassins récepteurs ayant des coefficients de ruissellement faibles (rapport entre la quantité du ruissellement annuel et la quantité de précipitations annuelles), par exemple ceux du Plateau du Fraser au centre de la Colombie-Britannique, semblent être très sensibles aux perturbations des forêts.

Les bassins récepteurs dont les coefficients de ruissellement sont élevés ou dont les régions sources ont des coefficients de ruissellement élevés sont beaucoup moins sensibles aux perturbations des forêts.

Le débit de pointe des grands bassins versants tels que le bassin du fleuve Fraser dépend en grande partie de régions sources ayant des coefficients de ruissellement

élevés. Ces aires sont généralement couvertes de forêts d'épicéas et de sapins gracieux qui poussent en haute altitude et enregistrent des taux annuels de précipitations importants et d'abondantes chutes de neige. Cependant, l'épidémie du dendroctone du pin ponderosa est associée aux forêts de pins montagnards et de douglas de Menzies situées à des altitudes moins élevées, dont le climat est plus sec et qui ont des coefficients de ruissellement plus faibles.

Même si l'infestation du dendroctone et les coupes de récupération qui s'ensuivent peuvent avoir des répercussions importantes sur les débits de pointe au sein des bassins versants plus petits et localisés, ces perturbations de la forêt ont peu d'effets sur les débits cumulatifs en aval de l'ensemble du régime du fleuve Fraser. Ces résultats clés ont des implications stratégiques immédiates pour les gestionnaires de la ressource.

« Par exemple », explique M. Chapman, « parmi les points saillants du programme figure la quantification des changements hydrologiques anticipés pour un éventail de rivières et de bassins versants dans les régions touchées par le dendroctone ayant différents types de peuplements forestiers. Cela nous permet de déterminer l'évolution potentielle du risque d'inondation des diverses localités de la région et d'évaluer et de mettre à exécution des stratégies d'atténuation. »

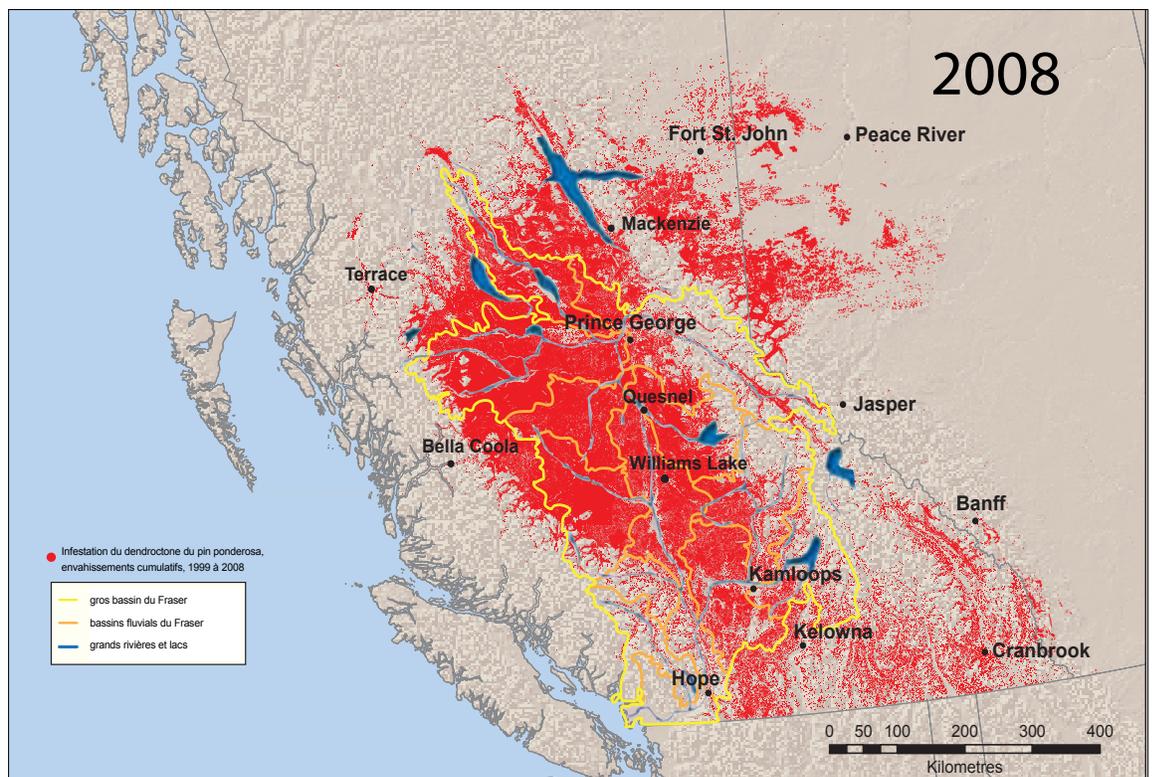
En 2010, le programme fédéral sur le dendroctone du pin ponderosa contiendra une synthèse de ces résultats.

—RP

Source
Pour obtenir un complément d'information sur le programme fédéral sur le dendroctone du pin ponderosa, veuillez consulter le site suivant : mpb.cfs.nrcan.gc.ca.

On peut télécharger les documents de travail sur le dendroctone du pin ponderosa à partir de la librairie en ligne du Service canadien des forêts. Les nouveaux rapports de recherche sur l'hydrologie et le dendroctone seront diffusés sur le site de la librairie au fur et à mesure qu'ils seront publiés.

Même si les forêts détruites par le dendroctone couvrent 40 percent du bassin du fleuve Fraser, une analyse des données sur l'hydrologie et l'écoulement fluvial de 60 sous-bassins de l'immense bassin versant du fleuve montre que presque toute l'eau qui s'écoule dans le fleuve Fraser au printemps et au début de l'été provient des hautes altitudes où le pin ne pousse guère.



Équilibrer les effets des deux ravageurs des forêts



L'éclaircie des peuplements mixtes de pins lodgepole et de pins de Menzies, dans le but de contrôler la propagation du dendroctone du pin ponderosa, a présentement peu d'effets sur les dommages causés au pin de Menzies par la tordeuse occidentale de l'épinette.

Même si la plus grande épidémie du dendroctone de l'histoire de la province a détruit les forêts de pins lodgepole de la Colombie-Britannique et continue à le faire, une infestation concurrente de tordeuses des bourgeons a fait disparaître les aiguilles d'une autre essence majeure de bois : le pin de Menzies. Les peuplements constitués de ces deux essences sont courants dans la partie intérieure sud aux limites des forêts de pins de Menzies, à des altitudes se situant entre 900 et 1 100 mètres.

Selon une étude réalisée récemment par Ressources naturelles Canada, les aménagistes des forêts peuvent avoir l'assurance que, même s'ils effectuent une coupe sélective du pin lodgepole dans les peuplements mixtes contenant des pins de Menzies, dans le but d'atténuer le risque d'une attaque du dendroctone du pin ponderosa, ils n'aggraveront pas l'infestation de la tordeuse occidentale de l'épinette.

Les résultats de cette étude portent également à croire que l'éclaircie générale des peuplements de pins de Menzies de la province, et non seulement celle effectuée dans le but de contrôler la propagation du dendroctone du pin ponderosa, peut aider à réduire les pertes de productivité attribuables aux dommages causés par la tordeuse occidentale de l'épinette.

« La tordeuse de l'épinette n'est pas à l'origine du taux de mortalité spectaculaire des arbres de l'ensemble d'un paysage, comme c'est le cas du dendroctone du pin ponderosa », affirme **Vince Nealis** (vince.nealis@nrncan.gc.ca) chercheur en entomologie au Service canadien des forêts, qui a dirigé une étude de deux ans sur les effets de l'atténuation du dendroctone du pin ponderosa sur les dommages causés par la tordeuse de l'épinette aux pins de Menzies. « Toutefois, elle a une incidence importante sur la croissance et la productivité des arbres. »

Avant cette étude de deux ans, intitulée *Balancing Natural Disturbances*, il existait peu de données permettant de confirmer ou d'infirmer que les mesures d'aménagement prises pour atténuer le problème d'un ravageur – le dendroctone – pouvaient empirer ou réduire les dommages causés par la tordeuse occidentale de l'épinette dans les peuplements mixtes.

Les chercheurs se sont penchés sur les principaux processus qui régissent l'évolution des densités de

population de la tordeuse des bourgeons, c'est-à-dire si les populations de tordeuses des bourgeons augmentent ou diminuent d'une génération à l'autre. Des différences dans les deux processus sont ressorties lorsque M. Nealis et son équipe de chercheurs ont comparé les peuplements qui avaient été éclaircis à ceux qui ne l'avaient pas été.

Dans les peuplements qui avaient été éclaircis, les chercheurs ont constaté une diminution du nombre de larves de la tordeuse des bourgeons qui avaient survécu à la dispersion printanière vers de nouveaux arbres-hôtes sur lesquels elles pouvaient s'alimenter.

« Nous nous y attendions », a ajouté M. Nealis. « Les larves s'agrippent à des fils et, si elles se trouvent dans un peuplement qui a été éclairci, elles risquent davantage d'atterrir sur le sol que sur un arbre. »

Lorsque les larves parviennent à se disperser et qu'elles commencent à s'alimenter, les ennemis naturels, les prédateurs, les parasites et les maladies commencent à faire leurs ravages. M. Nealis et son équipe ont constaté que le taux de mortalité attribuable aux ennemis naturels était inférieur dans les peuplements qui avaient été éclaircis que dans ceux qui ne l'avaient pas été. En fait, un plus grand nombre de pathogènes étaient présents et avaient tué beaucoup plus de larves que dans les peuplements qui n'avaient pas été éclaircis.

« Les différences dans les répercussions de ces deux facteurs s'annulaient mutuellement, de sorte que le résultat net est que l'éclaircie des peuplements pour en éliminer le dendroctone n'a aucune incidence sur les dommages causés par la tordeuse des bourgeons », poursuit M. Nealis.

Le taux de mortalité de la tordeuse de l'épinette attribuable à la maladie que l'on a observé dans les peuplements mixtes qui n'avaient pas été éclaircis était exceptionnellement élevé, comparativement à ce qui avait été observé ailleurs. M. Nealis et son équipe ont identifié un virus dans l'un de ces peuplements qui semble particulièrement efficace pour détruire la tordeuse des bourgeons.

« Comme agent de lutte biologique contre la tordeuse des bourgeons, ce pathogène semble plus prometteur que tout autre », conclut M. Nealis. « Nous étudions maintenant cette possibilité. »

—MK

Mise à jour : La collaboration ont raison de la spongieuse

(Les solutions de rechange pour éradiquer la spongieuse, *Info-Forêts*, décembre 2007)

L'arrivée de la formulation biologique *Btk* (*Bacillus thuringiensis*, ssp. *kurstaki*) que l'on peut utiliser pour combattre les infestations de spongieuses a couronné de succès une collaboration de trois ans entre les résidents de Salt Spring Island et le gouvernement de la Colombie-Britannique : l'éradication de cet insecte envahissant non indigène de cette île de la côte ouest.

« Nous avons réussi sur plusieurs fronts », déclare Tim Ebata, du ministère des Forêts et du Territoire de la Colombie-Britannique. « Les résidents de l'île sont mieux renseignés sur la spongieuse et sur ses répercussions et mieux placés pour prévenir les infestations. De plus, nous pouvons apaiser les préoccupations des cultivateurs biologiques au sein des collectivités. »

En 2006, lorsque la province a proposé de traiter au moyen d'arrosages aériens une infestation de spongieuses à Salt Spring Island au moyen du produit standard *Btk* qui était alors disponible, les résidents sont revenus avec une proposition pour traiter l'infestation de manière à protéger la certification biologique des exploitations agricoles locales.

Dans le cadre de cette proposition, des bénévoles parmi les résidents ont chassé les masses d'œufs, assemblé des trappes à spongieuse et parcouru les marais et les buissons pour suspendre et par la suite récupérer les trappes. Entre-temps, le personnel subventionné par le gouvernement provincial pour lutter contre les ravageurs a arrosé les arbres et les arbustes de la zone infectée au moyen d'un ancien produit *Btk* à base d'eau.

« Malheureusement, le produit ne colle pas bien aux feuilles et se dégrade rapidement lorsqu'il est exposé

au soleil », explique Monsieur Ebata; « par conséquent, il est moins efficace que la formulation que nous utilisons habituellement en forêt. »

Néanmoins, des progrès ont été enregistrés chaque année.

Cependant, le fabricant du Foray 48B®, le produit *Btk* utilisé pour les arrosages aériens, a donné le coup final en 2008 lorsque l'entreprise a proposé une version du produit acceptable sur le plan biologique. Lorsqu'il a été pulvérisé sur la zone infestée, le nouveau produit a éliminé toutes les spongieuses survivantes.

« L'expérience vécue sur cette île démontre que la collaboration permet d'atteindre divers objectifs », déclare **Vince Nealis** (vince.nealis@nrcan.gc.ca) de Ressources naturelles Canada. « Lorsque les gens sont au courant des risques et prêts à discuter de moyens qui profiteront aux collectivités et à l'environnement en général, la science, la politique et les intérêts locaux peuvent se révéler compatibles et efficaces. »

Pour que la spongieuse ne revienne pas dans l'île, les résidents doivent se montrer vigilants. Cet insecte envahissant se déplace vers de nouvelles aires en s'accrochant aux œufs fixés aux véhicules ou à d'autres biens extérieurs en provenance des zones infectées. La proposition de lutte contre la spongieuse sur l'île englobe les activités en vue de sensibiliser continuellement les résidents au problème et à les encourager à signaler tous les soupçons de masses d'œufs, de larves et de spongieuses.

—MK

Events

Semaine nationale des forêts

Du 20 au 26 septembre
Activités partout au Canada
Information : cfs.nrcan.gc.ca/events/87

AGA et conférence 2009

L'Institut forestier du Canada
Du 21 au 28 septembre
Nanaimo (Colombie-Britannique)
Renseignements : vancouver-island@cif-ifc.org

Exploration et découverte : Passé, présent et avenir

Semaine nationale des sciences et de la technologie
Du 18 au 25 octobre 2009
Activités dans l'ensemble du Canada

Réunion conjointe annuelle 2009

Société d'entomologie du Canada
Société d'entomologie du Manitoba
Du 18 au 22 octobre
Winnipeg (Manitoba)
www.esc-sec.ca/anmeet

XIIIe Congrès mondial de foresterie

Du 18 au 25 octobre
Buenos Aires, Argentine
Renseignements : www.wfc2009.org

Tendances et occasions

Conférence des collectivités forestières canadiennes 2009

Du 4 au 7 novembre
Nanaimo (Colombie-Britannique)
Renseignements : www.fcc-ccf.ca/html/home_e.html

Forum 2009 sur la répression des ravageurs forestiers

Du 1er au 3 décembre
Gatineau (Québec)
Renseignements : stan.phippen@nrcan.gc.ca

Les employés

Arrivés

Avant sa nomination au poste d'administrateur des bases de données des programmes nationaux au Centre de foresterie du Pacifique, **Kristian Arndt** a travaillé à l'Inventaire forestier national en tant que développeur d'applications logicielles Java tournant sur le Web. Dans ses nouvelles fonctions, il est responsable de l'architecture et du maintien des bases de données Oracle et PostgreSQL pour les programmes nationaux du centre.

Meghan Noseworthy a récemment été nommée biologiste chercheuse attachée au diagnostic des insectes, et exerce ses fonctions avec Lee Humble, chercheur scientifique, à la section de la santé des forêts du Centre de foresterie du Pacifique. Avant sa nomination, Mme Noseworthy a occupé plusieurs postes d'une durée déterminée au centre. Cette année, ses recherches portent sur les insectes envahissants, en particulier les perce-bois, et l'utilisation d'appâts à la phéromone pour déceler et surveiller les insectes.

Greg Smith, écologiste de scolyte et agent en foresterie, s'est joint au groupe de recherche sur les scolytes du Centre de foresterie du Pacifique. Titulaire d'un grade en ressources naturelles et études environnementales obtenu en 2008 de l'Université du Nord de la Colombie-Britannique, M. Smith étudie la dynamique des populations de dendroctones du pin ponderosa, se concentrant sur les populations endémiques et préépidémiques. Il se penche aussi sur les infestations secondaires du scolyte.

Michael Magnan a récemment été nommé informaticien, Modélisation du bilan du carbone, au sein du groupe chargé de la comptabilisation du carbone au Service canadien des forêts. M. Magnan aide à développer, à maintenir et à élargir les solutions logicielles et l'infrastructure. Il avait déjà travaillé au sein du groupe en 2002, lorsqu'il était étudiant, et il a également été à l'emploi de Convedia Systems, à Burnaby, et de Dai Nippon Insatsu, à Tokyo.

Gary Zhang, programmeur d'applications de modèles scientifiques. M. Zhang travaille à la mise au point d'une nouvelle application tournant sur Internet pour le Modèle du bilan du carbone du Secteur forestier canadien (MBC-SFC). Il a commencé à travailler avec le groupe en 2003.

Départs

Après 12 ans passés au Centre de foresterie du Pacifique, le spécialiste du dendroctone du pin ponderosa et chercheur scientifique **Allan Carroll** a accepté un poste de professeur agrégé à la faculté de foresterie de l'Université de la Colombie-Britannique. Monsieur Carroll y créera un programme de recherche en vue de mesurer les répercussions du changement climatique sur les perturbations des forêts par les insectes.

Chef des publications scientifiques, **Steve Glover** a célébré 27 ans d'édition et de rédaction au Centre de foresterie du Pacifique lorsqu'il a déposé son crayon rouge et pris sa retraite au printemps dernier. M. Glover a contribué à la création de la librairie en ligne du Service canadien des forêts et des bases de données connexes.

Alan Thomson, chercheur scientifique, a pris sa retraite au printemps. Pendant les trois décennies qu'il a passé au Centre de foresterie du Pacifique, Monsieur Thomson a contribué à la création d'outils communautaires d'aménagement forestier, de système d'information sur la santé des forêts, de systèmes d'aide à la prise de décision et d'ateliers tournant sur Internet pour l'aménagement adaptatif de l'environnement.

Thomas White, spécialiste des sciences physiques, reboisement et comptabilisation du carbone, est maintenant gestionnaire de la surveillance de l'eau et de l'air et de l'établissement des rapports au British Columbia ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique. En sa qualité de membre du groupe chargé de la comptabilisation du carbone au Service canadien des forêts, M. White a contribué à la création de la base de données sur les activités de reboisement au Canada, en plus d'effectuer des recherches sur les exigences du module de reboisement du cadre national de comptabilisation du carbone des forêts du Canada.

Félicitations

Félicitations aux six derniers récipiendaires du Programme de bourse pour étudiants diplômés du Centre de foresterie du Pacifique.

L'Université de la Colombie-Britannique est à l'origine de quatre des récipiendaires. Colin Ferster poursuit son travail avec **Tony Trofymow**, chercheur scientifique, en utilisant les attributs d'inventaires pour caractériser les stocks de carbone des empreintes mesurées par des tours à flux (Eddy corrélation). **Mike Wulder**, chercheur scientifique, supervise les travaux de Samuel Coggins en vue de l'intégration d'images à échelles multiples de télédétection dans des bases de données provenant d'études de terrain aux fins d'inventaire forestier. Jeremy deWaard assure avec **Lee Humble**, chercheur scientifique, le suivi de la réaction de la biodiversité aux perturbations naturelles et anthropogéniques dans les forêts de Colombie-Britannique : utilisation du codage à barres de l'ADN. Robbie Hember se penche sur les prévisions de modification des cycles du carbone forestier en Colombie-Britannique pour le XXI^e siècle au regard de différents scénarios climatiques et de perturbation avec **Werner Kurz**, chercheur scientifique.

Les deux bénéficiaires de bourses de l'Université de Victoria sont sous la supervision de **Mike Wulder**, chercheur scientifique : Nicholas Gralawicz effectue une évaluation nationale de la vulnérabilité au feu au moyen du programme L'Observation de la Terre pour le développement durable des forêts (EOSD), et Jed Long travaille à la quantification de la configuration spatiale des forêts touchées par le dendroctone du pin ponderosa et de la lutte contre cet insecte.

Nouvelles publications

Documents de travail sur le dendroctone du pin ponderosa

Assessing the shelf life attributes of mountain pine beetle-killed trees. 2009. S. Magnussen; D. Harrison. *Mountain Pine Beetle Working Paper 2008-27.*

Linking survey detection accuracy with ability to mitigate populations of mountain pine beetle. 2009. S. Coggins; M.A. Wulder; N.C. Coops; J.C. White. *Mountain Pine Beetle Working Paper 2008-28.*

Change in wood quality and fall rate of trees up to ten years after death from dendroctone du pin ponderosa. 2009. K.J. Lewis; D. Thompson. *Mountain Pine Beetle Working Paper 2008-30.*

Proposed protocol for evaluating potential strength-reducing characteristics in lumber after a catastrophic event: Pilot application and next steps. 2009. C. Lum. *Mountain Pine Beetle Working Paper 2009-01.*

Proposed protocol for assessing and responding to lumber strength-reducing characteristics associated with a catastrophic regional event: Addendum to Mountain Pine Beetle Working Paper 2009-01. 2009. C. Lum. *Mountain Pine Beetle Working Paper 2009-01.1.*

Quality assessment for structural lumber from mountain pine beetle-attacked timber: Data analysis. 2009. P. Trott; C. Lum. *Mountain Pine Beetle Working Paper 2009-02.*

Forecasting mountain pine beetle-overwintering mortality in a variable environment. 2009. B.J. Cooke. *Mountain Pine Beetle Working Document 2008-03.*

Autres publications

Rapport annuel de 2007 du Comité consultatif sur les sciences de l'environnement. 2009. Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts, Centre de foresterie du Pacifique Publié conjointement avec le ministère de la Défense nationale.

Tenure and the management of non-timber forest products in British Columbia. 2008. S. Tedder. Réseau de gestion durable des forêts, Edmonton (Alberta).

Mesurer nos progrès : Mise en œuvre de l'aménagement durable des forêts au Canada et à l'étranger. 2008. Conseil canadien des ministres des forêts,

Examen annuel et perspectives économiques de l'industrie forestière canadienne : 2008-2009. 2008. Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts, Ottawa.

Arbres dangereux dans votre communauté : assurer la sécurité des communautés affectées par le dendroctone du pin ponderosa Feuillet de renseignements 2008.

Système d'information sur les ressources génétiques forestières canadiennes CAFGRIS (Affiche). 2009.



Consultez la librairie en ligne pour commander ou télécharger les publications du Service canadien des forêts à l'adresse suivante :

librairie.scf.rncan.gc.ca

Le catalogue contient des milliers de publications et d'articles scientifiques publiés par le Service canadien des forêts de Ressources naturelles Canada.

Info-forêts : recherche en science et technologie au Centre de foresterie du Pacifique du Service canadien des forêts est publié trois fois par année par le groupe de recherche en biologie forestière du **Centre de foresterie du Pacifique, Service canadien des forêts de Ressources naturelles Canada**, 506 West Burnside Road, Victoria (Colombie-Britannique) V8Z 1M5; scf.rncan.gc.ca/regions/cfp; téléphone : 250 363 0600. Rédaction des articles du présent numéro : Monique Keiran, Rosalind Penty, Nathan Lowther.

Pour commander des exemplaires supplémentaires ou l'une des publications du Service canadien des forêts mentionnées dans le présent numéro, visitez la librairie en ligne du Service canadien des forêts à l'adresse librairie.scf.rncan.gc.ca ou communiquez avec Nina Perreault, commis aux publications du Centre de foresterie du Pacifique (téléphone : 250 363 0771; courriel : PFCPublications@NRCan-RNCan.gc.ca). Veuillez soumettre vos questions, commentaires, suggestions et demandes de permission de reproduction d'articles paraissant dans le présent numéro à la rédactrice en chef, Monique Keiran (téléphone : 250 363 0779; courriel : PFCPublications@NRCan-RNCan.gc.ca).

Information Forestry is also available in English. Download a copy from bookstore.cfs.rncan.gc.ca