



INFO-FORÊTS

La recherche sur le carbone forestier à la base de politiques

Rapports de recherche	2
Préoccupations des collectivités au sujet des incendies de forêt et de la recherche sur le dendroctone du pin ponderosa	3
Sciences, politique et carbone forestier.....	4

Recherches sur l'imagerie hyperspectrale ...	6
Un simulateur reproduit les processus biologiques	8
Nouvelles et avis	9



Des données satellite révèlent l'évolution de la couverture de neige sur les 24 dernières années

La répartition de la couche neigeuse dans l'ouest et dans l'est du Canada est en pleine évolution. La couverture de neige est de plus en plus concentrée et l'enneigement de ces dernières années diffère de celui constaté il y a 20 ans.

Les scientifiques de Ressources naturelles Canada, de l'Université de Victoria et du Service météorologique d'Environnement Canada ont analysé des données en hyperfréquences spatiales recueillies de 1978 à 2002 sur l'intérieur canadien non montagneux (les prairies, la prairie parc, la forêt boréale et les plaines occidentales, la taïga et la toundra).

« Les données nous montrent l'évolution de la répartition de la couverture neigeuse, dans l'espace est dans le temps, explique Mike Wulder, chercheur au Service canadien des forêts et directeur de l'étude. L'enneigement est lié à l'hydrologie, à l'habitat, à la biodiversité, à la sécheresse, au risque d'incendie et à d'autres facteurs dans ces écozones, dont les forêts, tout au long de l'année. »

Des satellites à hyperfréquences passifs mesurent la température du sol. À mesure que l'épaisseur et la densité de la couverture neigeuse augmentent dans une zone, la quantité d'énergie à micro ondes, c'est-à-dire de chaleur, diffusée augmente également et est détectée par les capteurs. Mike Wulder (mwulder@pfc.cfs.nrcan.gc.ca) et son équipe ont utilisé ces données pour calculer et analyser les valeurs portant sur l'enneigement sur une période de 24 ans.

Leurs résultats montrent des écarts cumulatifs moyens de la couverture neigeuse plus faibles dans les régions boisées que dans les espaces ouverts. En outre, les variations de l'enneigement cumulé se sont largement accrues et sont devenues plus concentrées avec le temps, dont la plus grande variabilité a été constatée dans les prairies et dans le Nord. Au cours de certaines années, l'accumulation de neige était plus importante dans les plaines boréales boisées que dans les autres écozones, mais ces événements de grande envergure allaient à l'encontre de l'évolution pluriannuelle globale de la couverture de neige de la forêt boréale au cours de cette période.

Les chercheurs ont entrepris cette étude afin de mieux comprendre la mesure de la couverture neigeuse par des capteurs d'hyperfréquences passifs et la façon dont elle diffère en fonction des écosystèmes, ce qui a ensuite orienté l'analyse des images recueillies durant l'été. « Cela nous permettra de perfectionner les algorithmes et les modèles qui caractérisent l'état et l'évolution de la végétation dans les forêts canadiennes », précise Mike Wulder.



Photo: © Laura Wiberg, iStock (1209524)

Les chercheurs ont analysé les données en hyperfréquences spatiales afin de déterminer l'évolution des conditions d'enneigement dans l'intérieur canadien non montagneux, y compris les prairies, depuis les 20 dernières années.

Les chercheurs étudient les effets de la lutte contre le dendroctone du pin ponderosa sur la tordeuse occidentale de l'épinette

Les coupes d'éclaircie pratiquées dans les peuplements de pins mélangés dans le cadre de la lutte contre le dendroctone du pin ponderosa favorisent-elles la propagation de la tordeuse occidentale de l'épinette?

« Nous tentons d'établir si les mesures prises pour maîtriser une population de ravageurs aggravent ou réduisent les problèmes causés par un autre », explique Vince Nealis, entomologiste à Ressources naturelles Canada et directeur d'une étude sur le sujet pour le Service canadien des forêts et le ministère des Forêts et du Territoire de la Colombie Britannique.

Avec plus de neuf millions d'hectares de forêt touchés par le dendroctone du pin ponderosa, la Colombie Britannique éclaircit les arbres susceptibles d'être colonisés afin de récupérer davantage la valeur des pins à risque. Dans de nombreux cas, ces coupes laissent en place les Douglas taxifolié, espèce susceptible à la colonisation par la tordeuse occidentale de l'épinette, un insecte qui, depuis près de 30 ans, engendre des dommages notables sur de plus grandes zones de la province que le dendroctone du pin ponderosa.

« Actuellement, nous avons affaire avec une infestation majeure de tordeuse dans la région

intérieure, affirme Vince Nealis (vnealis@nrcan-nrcan.gc.ca), et bien que cet insecte, à l'inverse du dendroctone du pin ponderosa, n'entraîne pas un taux de mortalité important des arbres, il nuit considérablement à leur croissance et à leur productivité. »

Les larves de la tordeuse occidentale de l'épinette se nourrissent des bourgeons et des aiguilles du Douglas taxifolié, une espèce recherchée dans la province pour son bois.

En 2006, les chercheurs ont prélevé des échantillons de branches provenant de peuplements éclaircis et non perturbés afin de dénombrer les populations de tordeuse, déterminer les taux de défoliation et estimer les effets des éclaircies partielles sur ces populations.

« Nous voulons faire plus que constater les dégâts, explique Vince Nealis. Nous essayons également de trouver la raison derrière la configuration des dégâts : est-ce que le papillon de la tordeuse pond plus d'œufs dans les peuplements éclaircis, mais que les pertes sont plus importantes? Ou bien, est-ce qu'il y pond moins d'œufs, mais que les pertes sont moindres? »

Les résultats définitifs de cette étude sur deux ans seront disponibles en 2008.

Les inquiétudes des collectivités au sujet des incendies relancent une étude

Un essai de recherche mené près de Cranbrook en Colombie Britannique, à l'origine conçu pour déterminer l'efficacité de l'aménagement des forêts de pins dans la lutte contre les dommages causés par le dendroctone du pin ponderosa, fournit des renseignements sur la façon de réduire les risques dans les zones de transition entre les collectivités et la forêt dans l'ensemble du pays. Le district régional de East Kootenay, en partenariat avec le Service canadien des forêts, a reçu une subvention du Communities at Risk for Wildfire Program, géré par l'Union of British Columbia Municipalities, pour un projet pilote.

Ce projet s'inscrit dans le prolongement d'une étude existante. « Lorsque nous avons mis en place ce projet, nous ne nous intéressions pas du tout au comportement du feu », indique Roger Whitehead, chercheur en sylviculture au Service canadien des forêts et directeur du projet.

Une équipe de recherche de Ressources naturelles Canada et de l'Institut canadien de recherches en génie forestier (FERIC) a entamé une étude il y a 15 ans afin d'apporter des réponses aux interrogations de l'industrie locale en ce qui concerne la lutte contre les coléoptères, notamment l'éclaircie des peuplements de pins adultes, destinée à réduire les infestations de dendroctone du pin ponderosa. Cette étude a révélé que l'éclaircie commerciale des peuplements de pins adultes, pratiquée dans le but d'augmenter l'espacement entre les arbres, est une manière rentable de réduire le risque d'infestation par le dendroctone du pin ponderosa, tout en récoltant immédiatement les fibres de bois et en améliorant la croissance et la qualité des arbres pour l'avenir.

La lutte contre le dendroctone peut être utile dans les zones de grande vulnérabilité et là où la conservation d'une couverture forestière mature est importante. Par exemple, l'éclaircie des peuplements peut servir à préserver la valeur récréative, l'intégrité des zones riveraines ou bien la beauté des paysages. Le nombre et la répartition des peuplements forestiers vulnérables sont ajustés par le remplacement des peuplements, mais une surveillance permanente et une lutte directe et intense contre les foyers de dendroctone dans les zones alentours sont également nécessaires.

En s'appuyant sur les recherches existantes, les collectivités de East Kootenay obtiennent des réponses pour un coût largement inférieur à celui d'une étude indépendante, ce qui pousse Gundula Brigl, coordonnatrice des services d'urgence du district régional de East Kootenay, à affirmer qu'il s'agit d'une situation gagnant-gagnant. « Grâce à son partenariat avec le Service canadien des forêts, le district régional bénéficiera des toutes dernières recherches, avec un grand potentiel d'application à des projets d'action futurs, tandis que le Service canadien des forêts obtiendra des subventions », rapporte-t-elle.

Roger Whitehead (rwhitehead@pfc.cfs.nrcan.gc.ca) explique qu'au final, « les collectivités nous autorisent à tester plusieurs hypothèses dérivées de travaux antérieurs; en retour, nous évaluons pour elles la mesure dans laquelle les éclaircies réduisent le risque d'incendie ».

Ce qui intéresse les chercheurs en comportement du feu à propos de ces données est l'important suivi de la dynamique entre combustible et conditions météorologiques lorsque le microclimat est altéré par les opérations d'éclaircie. L'étude existante constitue un compte rendu complet sur ces variables dans les forêts de pins. Lorsqu'ils ont consulté cette

étude, les chercheurs en comportement du feu ont réalisé que ces observations pouvaient également être utiles pour modéliser le comportement du feu.

Maintenant que la question est posée, les opérations d'éclaircie conçues pour lutter contre le dendroctone pourraient-elles également diminuer le risque d'incendie dans les zones de transition?

Bien que les premiers indicateurs soient favorables, la nouvelle étude examine si la relation entre les conditions météorologiques et le combustible est valide pour les peuplements éclaircis. Le site d'essai montre aux collectivités comment le gouvernement, l'industrie et les chercheurs fournissent des solutions de remplacement durables sur le plan écologique aux coupes à blanc, la méthode classique pour lutter contre le risque d'incendie dans les zones de transition.

Ces résultats pourraient également avoir des répercussions plus vastes. En effet, le pin tordu et le pin gris constituent un combustible important au Canada. Ces recherches pourraient donc être un outil important pour lutter contre les incendies de forêt et le dendroctone du pin ponderosa à l'échelle nationale, si l'insecte venait à se propager jusque dans les forêts boréales du pays.

Le Service canadien des forêts de Ressources naturelles Canada possède un site Web sur la recherche et les programmes liés au dendroctone du pin ponderosa à l'adresse suivante : mpb.cfs.nrcan.gc.ca.



Ce site du district régional de East Kootenay a été éclairci durant l'hiver de 1996 à 1997 par Tembec Inc., un partenaire du projet initial de lutte contre le dendroctone, afin de créer un espacement uniforme de 5 mètres entre les arbres.

L'analyse des risques liés au carbone révèle si les forêts contribuent

Selon un énoncé de politique scientifique du Service canadien des forêts, émis par Ressources naturelles Canada plus tôt cette année, la récolte durable des forêts canadiennes contribue peu aux émissions atmosphériques globales de carbone. Étant donné que 10 % des forêts mondiales sont sur le territoire canadien, voilà une bonne nouvelle pour l'industrie forestière.

Seul de 40 à 60 % du carbone contenu dans un arbre est retiré de la forêt lorsque les billes récoltées sont transportées vers les usines. Environ la moitié de ce bois continue à stocker le carbone bien après avoir été récolté, tout au long de sa transformation en matériau de construction et autres produits de longue durée. Les racines, branches et autres parties mortes de l'arbre qui ne sont pas prélevées au cours de la récolte se transforment en matière organique morte qui, à mesure qu'elle se décompose, contribue à la litière et aux réservoirs de carbone. En même temps, de nouveaux arbres, plantés pour remplacer ceux qui ont été récoltés, piègent le carbone présent dans l'atmosphère.

Dans les forêts aménagées du Canada, cependant, les grands incendies, les infestations d'insectes et autres perturbations naturelles libèrent bien plus de carbone dans l'atmosphère que la récolte elle-même. Lors des années où les incendies sont nombreux, les émissions liées au feu représentent jusqu'à 45 % des émissions totales de gaz à effet de serre du Canada.

Ces conclusions sont fondées sur une analyse des capacités de stockage et de libération du carbone des forêts canadiennes. À l'aide du modèle du bilan du carbone du secteur forestier canadien (CBM-CFS3), l'équipe du bilan du carbone du Service canadien des forêts a résumé les conditions qui règnent dans les forêts aménagées du Canada en se fondant sur des données d'inventaire et d'autres renseignements sur les forêts canadiennes, fournis par les provinces et les territoires, les entomologistes, les chercheurs en incendies de forêt et d'autres scientifiques. L'équipe a entré ces données dans le

cadre de simulation du modèle afin d'évaluer la contribution des forêts aménagées aux émissions totales de gaz à effet de serre. Les résultats des deux dernières années ont contribué au Rapport sur l'Inventaire national des gaz à effet de serre, publié par Environnement Canada (le rapport le plus récent couvre la période allant de 1990 à 2005).

Les politiques fondées sur la science

Le même cadre de modélisation a permis de répondre à des questions de politique qui nécessitaient la capacité de simuler les bilans du carbone et la dynamique forestière futurs afin d'évaluer le risque que les forêts aménagées deviennent une source de carbone dans un avenir proche. Les résultats de cette évaluation intéressent principalement les décideurs du gouvernement fédéral — les mêmes qui ont récemment dû décider si l'aménagement des forêts devait faire partie de la stratégie du Canada pour atteindre ses objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre dans le cadre du Protocole de Kyoto. En s'appuyant sur les renseignements les plus fiables et les meilleures données scientifiques disponibles, en impliquant des experts de toutes les provinces et de tous les territoires, et en se concentrant sur les besoins des décideurs, le projet d'évaluation du risque lié au carbone illustre la capacité du Service canadien des forêts à synthétiser l'information et à fournir des conseils fondés sur la science pour l'élaboration de politiques.

« L'analyse a clairement établi qu'étant donné les règles actuelles, il n'est pas dans l'intérêt du Canada d'intégrer l'aménagement des forêts dans le cadre du Protocole de Kyoto, explique Darcie Booth, directrice générale par intérim de la Direction de la politique, de l'économie et de l'industrie du Service canadien des forêts, et présidente du Comité national des puits forestiers, qui a supervisé le projet. L'analyse nous a permis de fonder nos décisions de politique sur les meilleures connaissances scientifiques et les renseignements les plus fiables. »

Elle constitue en outre un point de départ pour les discussions sur le rôle des forêts dans les futurs accords internationaux sur les changements climatiques, et pour la réflexion sur la façon dont les activités d'aménagement des forêts peuvent affecter le carbone forestier à l'avenir, précise Werner Kurz (wkurz@nrcan.gc.ca), chercheur au Service canadien des forêts et directeur de l'équipe du bilan du carbone. « Dans les pays plus petits et plus peuplés, ce qui est le cas de la plupart des pays développés, les forêts sont aménagées de manière intensive, elles sont facilement accessibles et les gestionnaires disposent de renseignements détaillés à leur sujet. Les forêts canadiennes, quant à elles, sont vastes et en grande partie inaccessibles; seule une partie est aménagée. Pour appuyer la planification de l'aménagement, nous devons acquérir une meilleure compréhension des répercussions que peuvent avoir les différentes options d'aménagement sur le carbone forestier. »



Environ la moitié du bois retiré des forêts canadiennes aménagées est utilisé dans la construction et la production de produits longue durée et continue à stocker du carbone bien après avoir été récolté. Photo : © Kristen Johansen, iStock (1866137)

Impact des émissions de gaz à effet de serre du Canada

Contributions à la discussion générale

La recherche sur la dynamique et la gestion du carbone forestier canadien à l'échelle nationale a renforcé le rôle de Werner Kurz, qui est l'un des 168 principaux auteurs du quatrième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), intitulé *Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change*. Ce rapport a été publié en mai 2007 suite à la publication de rapports connexes sur les connaissances scientifiques, les répercussions et les adaptations liées aux changements climatiques. « Le chapitre sur l'industrie forestière indique clairement la contribution des forêts et des activités générales du secteur forestier envers la réduction des émissions de gaz à effet de serre. »

Le quatrième rapport d'analyse du GIEC examine et résume la recherche mondiale actuelle sur les changements climatiques. *Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change* a été étudié par 485 experts internationaux. L'affirmation du rapport, selon laquelle les forêts peuvent aider à atténuer les changements climatiques, a reçu l'évaluation « adhésion importante, de nombreuses preuves », indiquant qu'elle était soutenue par la majorité des auteurs et évaluateurs du chapitre et étayée par de nombreuses preuves.

Ce rapport met l'accent sur les répercussions des différents types d'aménagement des forêts et distingue la récolte, effectuée dans le cadre d'un aménagement durable, de la déforestation, qui correspond à la conversion des forêts à d'autres utilisations telles l'agriculture, l'industrie et l'urbanisation. « La déforestation touche treize millions d'hectares de forêt à l'échelle mondiale chaque année, principalement dans les tropiques », souligne Werner Kurz. Cela apporte 5,8 milliards de tonnes d'émissions de dioxyde de carbone chaque année, ce qui est supérieur aux émissions rejetées par le secteur des transports mondial. « Même si le reboisement, c'est à dire la transformation de terres non boisées en forêts, ramène les pertes dues à la déforestation à sept millions d'hectares par an, la quantité de carbone par hectare contenu dans les jeunes forêts est moins importante que celle retenue par les forêts plus âgées. »

L'objectif, dit-il, « est de trouver l'équilibre mondial et régional entre l'utilisation de la forêt comme une ressource renouvelable, en mettant en place une récolte durable des forêts afin de subvenir aux besoins de la société, et l'utilisation de la forêt comme un puits de carbone. Les forêts sont une source de bois d'œuvre, de fibre de bois et d'énergie. Même si le Canada diminue ses récoltes, les besoins demeureront et devront être comblés, notamment grâce à l'aluminium, à l'acier et au plastique : des produits dont la fabrication contribue aux émissions de carburants fossiles. » Le fait de diminuer les récoltes au Canada pourrait ainsi avoir un effet négatif sur les émissions, car la demande mondiale pour ces produits restera inchangée. Les produits du bois font l'objet d'échanges internationaux, et la réduction des récoltes au Canada engendrerait donc certainement l'augmentation des récoltes et des émissions dans d'autres zones.

Pour obtenir des renseignements sur la recherche sur la comptabilisation du carbone forestier au Service canadien des forêts, rendez-vous sur carbon.cfs.nrcan.gc.ca. La note sur la science et les politiques du Service canadien des forêts, Est-ce que l'exploitation forestière au Canada contribue au changement climatique?, 1er mai 2007, est disponible à l'adresse scf.nrcan.gc.ca/nouvelles/473 et par le truchement de la librairie en ligne du Service canadien des forêts : bookstore.cfs.nrcan.gc.ca. Le rapport *Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change* peut quant à lui être téléchargé à l'adresse www.ipcc.ch. Les rapports de L'Inventaire national canadien sur les gaz à effet de serre peuvent être téléchargés à l'adresse www.ec.gc.ca/pdb/ghg/index.html.



In extreme fire years, forest fires in Canada's managed forests can release as much as 45 percent of the country's greenhouse gas emissions. Photo: © Macpablo_Campbell River.

Les méthodes de télédétection permettent aux chercheurs de cartographier les

Les chercheurs de Ressources naturelles Canada et leurs collègues ont récemment utilisé les images enregistrées par un satellite en orbite à 700 kilomètres au-dessus de la Terre afin de cartographier cinq essences d'arbres présentes sur la côte de la Colombie Britannique. Ils ont également utilisé des images aériennes semblables pour cartographier les niveaux de chlorophylle, d'humidité et d'azote contenus dans les feuilles de la canopée des forêts de la côte ouest.

« L'imagerie hyperspectrale nous aide à avoir une idée plus précise de ce que nous observons à terre, explique David Goodenough, chercheur du Service canadien des forêts. Le Canada détient 10 % des forêts mondiales, et nous établissons des rapports sur ces forêts. Grâce à cette technologie, nous pouvons obtenir des renseignements qui ne nous sont pas fournis par d'autres capteurs qui ne mesurent que quelques bandes spectrales. »

Les capteurs hyperspectraux à l'origine des données exploitées par David Goodenough (dgoodeno@nrcan-nrcan.gc.ca) et ses collègues perçoivent jusqu'à 490 longueurs d'onde du rayonnement solaire (de 400 nm à 2500 nm) reflété par la surface de la Terre. Chaque type de couvert végétal, et même souvent chaque espèce de couvert végétal, absorbe et reflète une combinaison particulière de longueurs d'onde. Si ces combinaisons sont répertoriées, validées et rendues disponibles, elles pourraient servir à améliorer l'inventaire forestier et les renseignements sur l'état de santé des forêts. Elles pourraient également apporter des renseignements sur la biodiversité, les perturbations naturelles et les effets des changements climatiques dans les forêts canadiennes.



Les données de terrain hyperspectrales précises aident les chercheurs à calibrer et à valider les données transmises par les capteurs satellitaires ou aériens. David Goodenough, attaché de recherche en télédétection Andrew Dyk et d'autres membres de l'équipe de chercheurs portent des vêtements noirs lorsqu'ils recueillent des données sur le terrain afin

Ainsi, en comparant les niveaux d'azote, de chlorophylle ou d'humidité cartographiés avec les profils de composition chimique normale des espèces, les chercheurs peuvent repérer les peuplements d'arbres stressés. « Nous ne pouvons déterminer l'origine du stress, indique David Goodenough. Cela peut être une maladie, les insectes, la sécheresse ou bien des produits chimiques dans le sol. Mais, si l'on constate des écarts importants par rapport aux niveaux normaux, un directeur forestier pourrait décider d'aller voir ce qui entraîne ces écarts. »

Technologies d'avant-garde

Le travail de David Goodenough sur l'imagerie hyperspectrale s'inscrit dans une longue lignée de recherches d'avant-garde menées par les scientifiques du Service canadien des forêts sur l'utilisation des technologies de télédétection pour le recueil de renseignements sur les forêts. Le forestier H.E. Seely a ouvert la voie dans les années 1930 lorsqu'il a découvert comment identifier les essences d'arbres et calculer le volume de bois à partir d'une photographie aérienne. Aujourd'hui, les héritiers de Seely s'associent avec des organisations telles que l'Agence spatiale canadienne, le Centre canadien de télédétection, la NASA (la National Aeronautics and Space Agency des États Unis), l'Agence spatiale européenne, la Japan Aerospace Exploration Agency, les universités et l'industrie pour découvrir comment exploiter les données satellite et aériennes afin de cartographier et de classer le couvert végétal forestier et ses changements dans l'ensemble du Canada, et également dans le but de suivre l'état de santé, la structure, la biomasse et les perturbations naturelles des forêts.

Les capteurs hyperspectraux génèrent des ensembles de données précis et classés par spectre. Ensemble, ces images spectrales superposées révèlent des objets et des données qui ne peuvent être détectés par les capteurs multispectraux, qui, à l'instar du Landsat de la NASA, enregistrent un nombre de spectres bien inférieur ou combinent des gammes de longueurs d'onde visibles proches infrarouges et infrarouges en un nombre de bandes spectrales inférieur. Bien que l'imagerie hyperspectrale ait été utilisée pour cartographier les gisements minéraux et la géologie du Nord canadien, son utilisation dans le domaine forestier en est encore au stade expérimental.

« Ce n'est pas une technologie clés en main et nous avons encore beaucoup de chemin à faire avant qu'elle ne donne naissance à des produits opérationnels à l'échelle nationale, précise Jeff Dechka (jdechka@nrcan-nrcan.gc.ca), directeur de l'information sur la forêt au Centre de foresterie du Pacifique. Il faut de la recherche pour déterminer les avantages et les limites de cette technologie. Au final, les utilisateurs jugeront de sa convivialité, de son coût et de son efficacité. Ils décideront si elle leur fournit assez de renseignements supplémentaires pour subvenir à leurs besoins. »

« Nous développons des applications afin d'illustrer comment ces données peuvent être exploitées, et nous mettons également au point des méthodes d'extraction de l'information pour ces applications », explique Olaf Niemann, professeur à l'Université de Victoria et collègue de David Goodenough. Le plus grand défi, rapporte-t-il, réside dans le traitement et l'extraction de l'information à partir de la grande quantité de données. « Le traitement est un processus continu allant de l'obtention des données sous forme de compte de photons brut, ce qui représente ce que

Essences d'arbres et la composition chimique du feuillage sur la côte ouest

détecte réellement le capteur, jusqu'à l'obtention d'un spectre compréhensible et reproductible d'une image à l'autre, d'un capteur à l'autre et d'une date à l'autre. »

Définition des spectres de référence

L'une des principales retombées de la recherche menée par Goodenough, Niemann et leurs collègues sont les contributions qu'ils apportent aux banques spectrales forestières, qui sont des recueils de spectres connus et testés de différents types de couverts végétaux, d'essences d'arbres et de compositions chimiques du feuillage, provenant de l'imagerie hyperspectrale.

Ces spectres de référence pourraient servir aux directeurs forestiers pour obtenir des renseignements sur des peuplements précis ou des zones échantillonnées au sein des forêts dont ils ont la charge. Comme avec n'importe quelle technologie de télédétection fondée sur les spectres, les différents types de terrain et de végétation sont souvent représentés sous forme de pixels individuels. Pour extraire des renseignements utiles et exploitables à partir de ces données, les utilisateurs doivent pouvoir identifier et différencier les spectres correspondants, par exemple, aux lacs, à la canopée, aux sols dénudés et aux arbustes. Chaque élément reflète un spectre particulier ayant une forme caractéristique, mais souvent les spectres des différents couverts fusionnent et créent de nouvelles formes spectrales mélangées.

Pour trier ces spectres, « il faut savoir à quoi ressemble le spectre d'un arbre comparé à celui d'un arbuste, ou encore comparé à un terrain nu ou au sol; il faut pouvoir différencier les arbres stressés des arbres sains et ainsi de suite », explique David Goodenough.

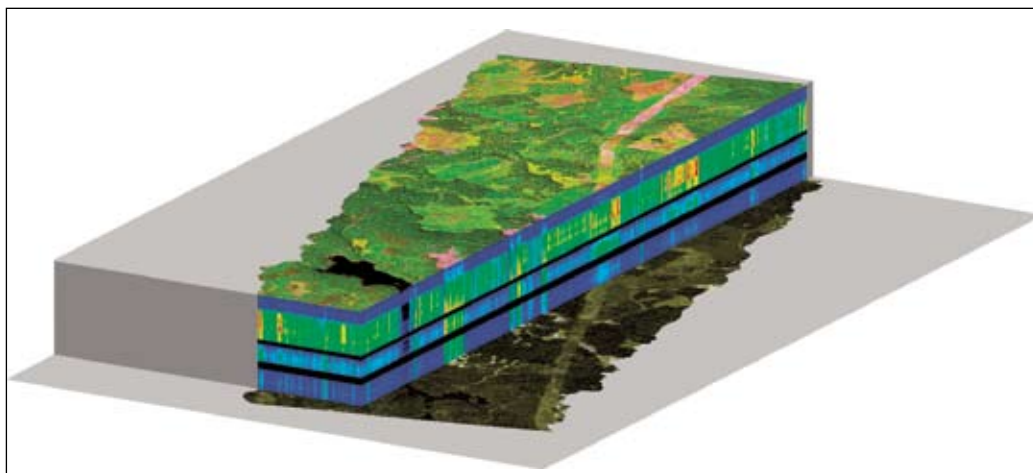
Des équipes de terrain aident David Goodenough et Olaf Niemann à définir et à valider les spectres de référence en recueillant des données très précises sur le terrain. D'ailleurs, ces équipes de terrain s'habillent maintenant en

noir non réfléchissant. En effet, lorsqu'elles ont commencé, elles ont mesuré les propriétés spectrales de leurs vêtements et ont ainsi découvert que les gilets de sécurité rouges qu'elles portaient reflétaient beaucoup d'énergie sur la végétation alentour et faussaient les données de terrain.

« Cela fait partie de notre apprentissage, affirme David Goodenough. Nous nous perfectionnons en essayant de déterminer comment obtenir des mesures au sol précises pour ce type de technologie. »

L'imagerie hyperspectrale est aujourd'hui disponible sur le satellite EO 1 de la NASA. L'Allemagne construit actuellement un satellite équipé d'un capteur hyperspectral, et le Canada étudie avec l'Italie la possibilité de construire et de lancer un satellite de ce même type. Les capteurs aériens, tels que ceux dont disposent l'Université de Victoria ou Borstad & Associates et que l'on fixe sur des appareils à voilure fixe, fournissent des données qui sont accessibles sur le marché.

Cette technologie a de l'avenir. « À mesure que l'on prend conscience des avantages de l'imagerie hyperspectrale et que les outils logiciels pour l'analyse et la génération de produits d'information forestière se développent, les utilisateurs trouveront probablement que cette technologie peut devenir une source d'information qui améliore la prise de décision, à l'instar de Landsat au fil des ans », affirme Jeff Dechka.



Ce cube de données a été créé à partir d'une image hyperspectrale prise par AVIRIS (Airborne Visible/Infrared Imaging Spectrometer) en 2002 au-dessus du Greater Victoria Watershed District. Cette image comporte 204 bandes spectrales en longueurs d'onde visibles et infrarouges. Chaque couche dans la découpe du cube représente une bande. La couche supérieure montre une composition fausses couleurs, qui comprend deux bandes en longueurs d'ondes infrarouges et une bande en longueurs d'ondes visibles. Le rose représente les zones sans végétation; le vert pâle, les jeunes forêts; le vert foncé, la forêt mature tandis que le noir représente l'eau. L'échelle de gris du cube montre l'image sur une seule bande, 2400 nm, la plus grande longueur d'onde détectée par AVIRIS.

Le simulateur de la propagation du pourridié fournit des données aussi précises que les observations de terrain



Sur la couverture :
L'*Armillaria ostoyae*, l'un des champignons responsables du

Un programme informatique mis au point par Ressources naturelles Canada afin de suivre les maladies racinaires des forêts et de prévoir leurs répercussions génère des résultats extraordinairement semblables aux observations de terrain sur la mortalité et les infections des arbres.

Fred Peet, chercheur du Service canadien des forêts, a comparé le simulateur avec les données de terrain sur les peuplements de semis de Douglas taxifolié infectés par le *Phellinus* et l'*Armillaria*. Il a comparé le nombre de points de contacts des racines, de collets infectés et d'arbres tués sur des périodes allant jusqu'à 60 ans et a étudié les répercussions de l'infection souterraine.

Le simulateur a même détecté et expliqué une autre observation publiée. On sait en effet que la propagation de l'infection s'interrompt temporairement dans les 10 années qui suivent la plantation des peuplements.

« Cela est dû à l'espacement des semis et à la croissance des racines », explique Fred Peet, qui a pris sa retraite cet été. Le simulateur Root Rot Tracker a montré que les infections constatées avant l'interruption proviennent de vieilles souches et se propagent aux jeunes pousses. « On constate ensuite cette interruption de l'infection, qui correspond à la période durant laquelle les racines des jeunes arbres du peuplement ne se touchent pas encore. À partir du moment où les racines sont assez longues, l'infection se propage de nouveau d'arbre en arbre. »

Le programme Root Rot Tracker intègre mathématiquement les données biologiques sur les champignons et la croissance racinaire : lorsque Fred Peet a mis au point ce programme, il a tout fait pour qu'il reproduise ces processus biologiques tels qu'ils surviennent dans la nature. Il a conçu le programme de façon à ce que les directeurs forestiers puissent ajuster les valeurs des variables d'entrée afin que ces dernières reflètent les différentes maladies racinaires, l'espacement des semis et des souches, les taux de croissance, les traitements apportés et les autres données propres à un peuplement.

« C'est un outil très puissant, affirme le pathologiste forestier Alex Woods du Ministry of Forests and Range (ministère des Forêts et du Territoire de la Colombie Britan-

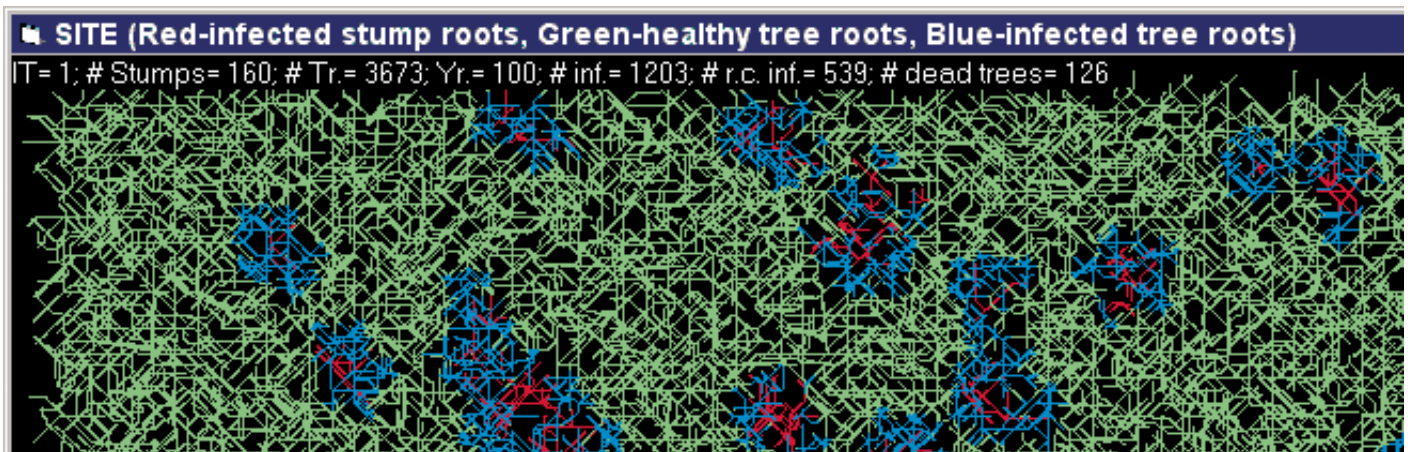
nique). Il prend en compte les processus responsables de l'évolution des maladies et ne se contente pas simplement d'intégrer les observations de terrain. Cela nous permet de tirer des conclusions plus précises sur la situation d'un peuplement et d'extrapoler l'information concernant les répercussions de la maladie à une zone beaucoup plus importante. »

Alex Woods cherche à intégrer le simulateur au modèle principal de croissance et de production de la Colombie Britannique, le TASS (Tree and Stand Simulator/simulateur d'arbres et de peuplement). Cette intégration devrait être achevée d'ici quelques années.

Les maladies racinaires causées par des champignons tels que le *Phellinus*, l'*Armillaria* ou le *Tomentosus* peuvent réduire le volume d'un peuplement de 40 à 70 %, en fonction des espèces de champignons et d'arbres, de l'âge du site et des conditions. Les champignons sont naturellement présents dans les forêts, mais la récolte peut dérégler les mécanismes de lutte naturels. Les souches infectées abritent les champignons dans leurs racines. Lorsque le site est replanté, finalement les racines des semis entrent en contact avec ces souches et racines infectées, puis avec les racines des autres semis, permettant ainsi au champignon de contaminer l'ensemble du jeune peuplement. Les plantations aménagées peuvent aggraver les maladies. En diminuant la capacité d'une racine à absorber et à transférer les nutriments présents dans le sol, l'infection ralentit la croissance de l'arbre et l'affaiblit.

Si elle se propage de la racine au collet, elle peut contaminer les autres racines de l'arbre et, à terme, entraîner sa mort.

Les responsables de la gestion des terres et les directeurs forestiers peuvent se procurer le logiciel Root Rot Tracker sur CD ROM en s'adressant au Centre de foresterie du Pacifique. Pour obtenir des renseignements sur les maladies racinaires, rendez-vous à l'adresse www.pfc.cfs.nrcan.gc.ca/pathology.



Root Rot Tracker simule la propagation des maladies racinaires au sein des peuplements forestiers. Les utilisateurs peuvent ajuster les valeurs des variables d'entrée afin que ces dernières reflètent les différentes maladies racinaires, l'espacement des semis et des souches, les taux de croissance et les autres données propres à un peuplement.

Le Centre de foresterie du Pacifique intègre la recherche sur les produits du bois

Une équipe de chercheurs basée au Centre de foresterie du Pacifique fait maintenant partie intégrante d'un nouveau centre virtuel de recherche en foresterie de Ressources naturelles Canada. Tirant parti des nouvelles technologies de communication, le Centre canadien sur la fibre de bois ne dispose pas de ses propres bureaux, mais est composé de chercheurs en foresterie répartis partout au pays dans les cinq centres régionaux du Service canadien des forêts.

Il fait partie d'un plan national plus large visant à intégrer et coordonner la recherche en foresterie au Canada. Les 10 scientifiques, professionnels et techniciens à Victoria en Colombie Britannique, travailleront avec 45 collègues de tout le pays sur des projets de recherche destinés à améliorer les connaissances canadiennes sur les qualités de la fibre de bois ainsi qu'à étudier la meilleure façon de faire pousser, d'identifier et d'utiliser la fibre de bois à long terme.

« Ici au Centre canadien sur la fibre de bois, nous nous concentrons sur la compétitivité économique, explique Raoul Wiart (rwiart@nrcanrncan.gc.ca), directeur des opérations au Centre. L'un de nos objectifs est de mettre nos recherches au service de l'industrie et de nos autres clients. Faisant partie du Service canadien des forêts, nous mettrons notre savoir-faire au service de la recherche forestière, mais serons orientés par le marché et la recherche sur la production menée en aval par nos collaborateurs de FPInnovations, de l'industrie et des provinces. »

FPInnovations réunit trois instituts de recherche indépendants, connus sous le nom de FERIC (Institut canadien de recherches en génie forestier), Forintek Canada Corp. et PAPRICAN (Institut canadien de recherches sur les pâtes et papiers), et devient ainsi la plus grande organisation de recherche et de développement forestier des secteurs public et privé au monde. Ses principaux objectifs sont l'amélioration de l'efficacité et de la synergie de la recherche canadienne en foresterie ainsi que le renforcement de la voix de l'industrie sur les questions liées aux forêts.

Travaillant ensemble et en partenariat avec les universités, les provinces et l'industrie, FPInnovations et le Centre canadien sur la fibre de bois stimuleront la recherche, le développement et l'innovation nécessaires à la compétitivité de l'industrie forestière canadienne.

Des subventions pour la surveillance, la sécurité et la diversification dans le cadre de la lutte contre le dendroctone du pin ponderosa

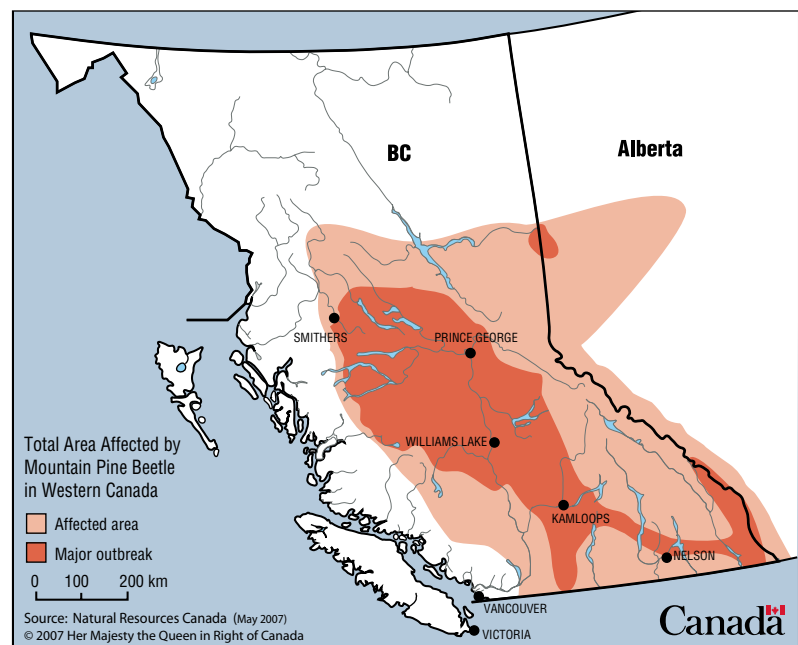
Le Programme fédéral sur le dendroctone du pin ponderosa a récemment reçu 39,6 millions de dollars supplémentaires de la part du gouvernement fédéral pour le travail actuellement effectué en collaboration avec la province et les collectivités en vue de remédier à l'infestation de ce coléoptère en Colombie Britannique.

Cet investissement se compose des montants suivants :

- 26 millions de dollars versés par l'entremise de Ressources naturelles Canada cette année pour endiguer la propagation du dendroctone;
- 6,5 millions de dollars versés par l'entremise de Ressources naturelles Canada pour protéger les populations, notamment les communautés des Premières nations, et les ressources forestières contre les risques d'incendie de forêt dans la zone ravagée par le dendroctone;
- un investissement de 6 millions de dollars au cours des deux prochaines années dans des projets géoscientifiques afin de favoriser une activité économique nouvelle grâce à l'exploration de ressources énergétiques et minérales par le secteur privé;
- 1,1 million de dollars cette année pour financer la recherche de solutions destinées à récupérer la valeur économique des arbres tués par le dendroctone.

Le gouvernement du Canada a annoncé le Programme sur le dendroctone du pin ponderosa en janvier 2007 et a promis un total de 200 millions de dollars pour financer une intervention intégrale visant à contrer l'infestation et ses effets. Jusqu'à maintenant, le gouvernement a alloué 64,4 millions de dollars des fonds promis. La composante forestière du Programme sur le dendroctone du pin ponderosa Canada-Colombie-Britannique recevra 100 millions de dollars sur trois ans qu'elle investira dans des projets visant à endiguer la propagation du dendroctone, à récupérer la valeur économique des arbres tués par ce coléoptère et à trouver des solutions durables pour protéger les ressources forestières et les collectivités touchées par le dendroctone.

D'autres subventions particulières, notamment destinées à financer les infrastructures de transport et les projets de diversification économique afin de répondre aux besoins des collectivités touchées, seront annoncées dans le courant de l'année. Pour obtenir de plus amples renseignements, veuillez vous rendre sur mpb.cfs.nrcan.gc.ca.



Un scientifique conseille la NASA sur les satellites et leurs données

Un programme satellite réussi est plus qu'un satellite, affirme Mike Wulder de Ressources naturelles Canada. « Il faut tenir compte de la rapidité avec laquelle les données satellite parviennent au centre de traitement, et de la vitesse à laquelle elles sont traitées et mises à disposition des personnes qui en ont besoin. »

Depuis sa récente nomination au poste de conseiller scientifique au sein de l'équipe scientifique de la Mission pour la continuité des données de Landsat [Landsat Data Continuity Mission (LDCM)] de la NASA (National Aeronautics and Space Administration), Mike Wulder (mwulder@pfc.cfs.nrcan.gc.ca) contribue à garantir la disponibilité des données satellite de Landsat dont ont besoin les utilisateurs au Canada et ailleurs.

Le scientifique travaille avec des données de télédétection pour cartographier le couvert végétal forestier sur de grandes zones, détecter les changements des forêts canadiennes et faire l'estimation de l'inventaire forestier pour le compte du Service canadien des forêts. Il rejoint 15 autres scientifiques et ingénieurs qui conseillent la U.S. Geological Survey et la NASA sur des questions liées aux données provenant de Landsat, un ensemble de satellites d'observation de la Terre qui recueillent des images de la surface du globe depuis 1972.

« Nous sommes là pour promouvoir les débouchés scientifiques pour ces données, explique-t-il, mais notre rôle est avant tout de veiller à la continuité et au développement. En effet, il faut que l'information recueillie par les satellites au cours des 35 dernières années demeure accessible, qu'il y ait une continuité avec les données générées par le prochain système et une intégration de ce que nous avons appris sur la façon dont nous utilisons les données dans notre travail jusqu'à maintenant. »

Les satellites Landsat fournissent des images aux personnes qui travaillent dans la foresterie, l'agriculture, la géologie, la planification régionale, la cartographie et la recherche sur le changement mondial. L'imagerie répond aux besoins du Canada en données forestières, car elle couvre de grandes zones à un moment précis et offre un niveau de détail utile pour l'aménagement et la surveillance des forêts, ainsi que pour les sciences forestières.

Le dernier satellite du programme Landsat, baptisé Landsat 7, a été lancé en 1999 et devra être remplacé d'ici 2011.

Des renseignements sur l'équipe scientifique de Landsat sont disponibles à l'adresse ldcm.usgs.gov/into.html. Pour obtenir des renseignements sur les recherches menées par Mike Wulder, consultez la page www.pfc.forestry.ca/profiles/wulder/projects_f.html

Le programme carbone donne naissance à une collaboration

Les tiers des forêts de la planète se trouve dans l'écorégion boréale, et 90 % des forêts boréales sont concentrées dans deux pays : la Russie et le Canada. Plus tôt cette année, le Service canadien des forêts de Ressources naturelles Canada a travaillé avec l'Académie russe des sciences afin de tester l'utilisation de l'outil de budgétisation du carbone, le modèle du bilan du carbone du secteur forestier canadien (CBM-CFS3), sur les forêts russes.

Le CBM CFS3 permet au Canada d'établir des rapports sur l'évolution des stocks de carbone forestier afin de satisfaire aux exigences internationales en matière de rapports sur le bilan du carbone forestier.

« Comme nous, la Russie doit se plier aux mêmes exigences de l'ONU en matière de rapports sur le carbone forestier, explique Werner Kurz (wkurz@nrcan.gc.ca), chercheur au Service canadien des forêts. La Russie s'intéresse à la technologie canadienne pour évaluer les bilans du carbone forestier, tandis que le Canada souhaite tester ce modèle sur des écosystèmes forestiers boréaux plus variés. »

Ce besoin réciproque d'analyser les bilans du carbone forestier est l'une des raisons pour lesquelles les deux pays ont mis en place un accord de coopération et ont alloué des ressources à une collaboration scientifique russo-canadienne. Cette coopération entame maintenant sa deuxième

année. En 2006, un scientifique russe a participé à un atelier de formation sur le CBM CFS3, tandis qu'un autre a passé trois semaines au Centre de foresterie du Pacifique.

« Nous avons commencé à tester le modèle avec des données provenant d'une unité d'aménagement de 7 millions d'hectares au nord-est de Moscou, explique Werner Kurz. En mars dernier, nous avons passé une semaine à Moscou au Centre pour les problèmes d'écologie forestière de l'Académie russe des sciences. » Pendant leur séjour, les chercheurs canadiens ont présenté aux dirigeants de l'Agence fédérale de mise en valeur des forêts de la Russie un résumé du travail effectué au Canada et les résultats de l'essai réalisé avec le modèle.

Au fil de leur collaboration, les chercheurs ont commencé à traduire l'interface du modèle vers le russe et à utiliser le modèle pour d'autres régions de Russie.

Pour de plus amples renseignements sur le modèle du bilan du carbone, rendez-vous sur carbon.cfs.nrcan.gc.ca



Werner Kurz (deuxième en partant de la gauche), chercheur au Service canadien des forêts, s'est rendu en Russie plus tôt cette année pour présenter un résumé du travail effectué au Canada sur la modélisation du bilan du carbone forestier. Ressources naturelles Canada travaille avec l'Académie russe des sciences pour tester l'utilisation de l'outil de budgétisation du carbone sur les forêts russes.

Membres du personnel

Nouveaux venus

Barrie Phillips a rejoint l'équipe du Centre canadien sur la fibre de bois (CCFL) en tant qu'agent principal de liaison. Sa tâche principale sera d'encourager les provinces à collaborer avec le CCFB et le nouvel institut FPIInnovations dans des domaines d'intérêt mutuel. Il possède 12 années d'expérience en tant que gestionnaire de la recherche au British Columbia Ministry of Forests and Range/ministère des Forêts et du Territoire de la Colombie Britannique, et a occupé le poste de directeur par intérim au cours des deux dernières années. Ayant été l'un des quatre représentants provinciaux de l'équipe de conception du Centre sur la fibre, il a travaillé avec le groupe de travail sur l'innovation du Conseil canadien des ministres des forêts et avec le CCFB. Il a également enseigné l'aménagement forestier à l'Université de l'Alberta et a travaillé en tant que consultant en foresterie.

M. Phillips est affecté au Centre de foresterie du Pacifique.

Départs

John Dennis, technicien en conservation de la collection de l'herbier et biodiversité, a pris sa retraite au printemps après 35 années au Service canadien des forêts. De 1984 à 1999, il a géré une clinique de diagnostic des maladies pour les pépinières de reboisement de tout le pays. Au Centre de foresterie du Pacifique, il a entretenu les spécimens de l'herbier mycologique et a ainsi fourni un soutien technique et contribué à la recherche sur la biodiversité fongique. Il a également été agent des semences du Service canadien des forêts auprès de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE).

Le chercheur Fred Peet prend sa retraite cet été après plus de deux décennies au Centre de foresterie du Pacifique. Après avoir obtenu un doctorat en physique de l'Université de la Colombie Britannique, il a travaillé pour le Centre canadien de télédétection à Ottawa, puis a rejoint le Service canadien des forêts. En 1984, il a entamé des recherches à plein temps sur les problèmes dans les domaines de l'entomologie et de la pathologie forestières. Dans ce cadre, il a mis au point un simulateur mathématique visant à décrire la propagation d'arbre en arbre des maladies racinaires par contact des racines (voir l'article en page 8).

Félicitations

Cinq étudiants ayant participé à la recherche forestière aux côtés de scientifiques du Centre de foresterie du Pacifique ont obtenu des bourses offertes aux étudiants diplômés par le Centre au printemps passé. Les bourses de 5000 dollars ont été créées en 2003 afin d'encourager les jeunes à entreprendre une carrière dans la recherche forestière et de développer les relations du Centre avec les départements de recherche forestière des universités canadiennes.

De l'Université de Victoria :

Liliana Benitez travaille avec l'économiste forestier Brad Stennes pour étudier les politiques d'utilisation des résidus ligneux pour la production d'électricité en Colombie Britannique.

Nicole Dafoe travaille au laboratoire du chercheur Abul Ekrammoddollah afin de définir les protéines défensives dans le phloème des peupliers hybrides.

De l'Université de la Colombie Britannique :

Samuel Coggins a rejoint le chercheur Mike Wulder afin d'examiner l'intégration de l'imagerie de télédétection à haute résolution spatiale et à échelles multiples avec la modélisation de la propagation au sein d'un programme de surveillance du dendroctone du pin ponderosa pour cibler les mesures d'atténuation.

Robbie Hember, supervisé par le chercheur Werner Kurz, essaie de prévoir les réservoirs de carbone forestier du Pacific Northwest en fonction des changements climatiques et des scénarios de perturbation du 21^e siècle.

De l'Université du Nord de la Colombie-Britannique :

Darin Brooks prévoit la densité de la régénération préexistante des peuplements de pins tordus dans la région intérieure septentrionale de la Colombie Britannique; il est supervisé par le chercheur Phil Burton.

Matthew Klingenberg étudie avec Brian Aukema la façon dont la configuration spatiale de la récupération du bois dans les zones touchées par le dendroctone du pin ponderosa influe sur la pression du charançon de Warren dans les peuplements en régénération.



Fred Peet



John Dennis

Sources

La publication : A New Simulator for the Spread of Forest Root Diseases by Individual Root Contacts;

La publication : Snow cover variability across central Canada (1978-2002) derived from satellite passive microwave data;

Le document de travail du Programme sur le dendroctone du pin 2005-26 : Social dimensions of community vulnerability to mountain pine beetle;

La publication : Beetle-proofed" lodgepole pine stands in interior British Columbia have less damage from mountain pine beetle, BC-X-402;

La publication : An examination of 10 lodgepole pine stands, 5 to 14 years after selective cutting to reduce stand susceptibility to mountain pine beetle, BC-X-410;

La publication : Developing Canada's national forest carbon monitoring, accounting and reporting system to meet the reporting requirements of the Kyoto protocol;

Est-ce que l'exploitation forestière au Canada

contribue au changement climatique? Notes du Service canadien des forêts sur la science et les politiques, mai 2007;

Les publications : Hyperspectral image processing; Hyperspectral remote sensing of conifer chemistry and moisture; Compressed hyperspectral imager for forestry; EVEOSD Forest Information Products from AVIRIS and Hyperion.



Publications récentes

Heat disinfestation of mountain pine beetle-affected wood. Uzunovic, A.; Khadempour, L. Mountain Pine Beetle Initiative Working Paper 2007-14.

Operational extractives management from mountain pine beetle-attacked lodgepole pine for pulp and papermaking. Allen, L.; Uloth, V. Mountain Pine Beetle Initiative Working Paper 2007-15.

Méthode d'évaluation des attributs de la durée de conservation des arbres tués par le dendroctone du pin ponderosa. Harrison, D. Note de transfert de technologie 35-f.

Assessing the accuracy of mountain pine beetle red attack damage maps generated from satellite remotely sensed data. White, J.C.; Wulder, M.A.; Grills, D. Technology Transfer Note 36.

Inventaire forestier du Canada 2001. 2006. Power, K.; Gillis, M.D. BC-X-408F.

An examination of 10 lodgepole pine stands, 5 to 14 years after selective cutting to reduce stand susceptibility to mountain pine beetle. Whitehead, R.; Russo, G.; Hawkes, B.; Armitage, B. BC-X-410.

Biomass estimation for vegetated areas of Canada. Boudewyn, P.; Song, A.; Gillis, M. BC-X-411.

Families of *Chalcidoidea* (Hymenoptera). (Familles de *Chalcidoidea* (Hymenoptera). Huber, J.T.; Bolte, K.B. Poster (Affiche).

Does harvesting in Canada's forests contribute to climate change? Canadian Forest Service Science-Policy Notes.

Événements

Réunion conjointe de la Forest Nursery Association of BC et de la WFCNA

17-19 septembre; Sidney, C. B.

Semaine nationale de l'arbre et des forêts

23-29 septembre

Renseignements : www.canadianforestry.com/html/outreach/forest_week_e.cfm

Semaine nationale des sciences et de la technologie

12-21 octobre

Renseignements : www.nrncan-rncan.gc.ca/nstw-snst/index_f.htm

Conférence nationale sur la foresterie 2007 : Forests in Settled Landscapes

– Working Together to Protect and Enhance

Institut forestier du Canada

19-23 août; Toronto (Ontario)

57^e réunion annuelle et conjointe de la Société d'entomologie du Canada et de la Entomological Society of Saskatchewan

30 septembre au 3 octobre 2007; Saskatoon (Saskatchewan)

Renseignements : www.sfm.saskatoon.sk.ca/science/ess/ESS-ESC/intro.html

A Global vision of Forestry in the 21st Century: International Congress

30 septembre au 3 octobre; Toronto (Ontario)

Renseignements : www.forestry.utoronto.ca

Personne-ressource : Amalia Veneziano, a.venesiano@utoronto.ca

Forum sur la répression des ravageurs forestiers 2007

4-6 décembre 2007; Ottawa (Ontario)

Renseignements : <http://scf.rncan.gc.ca/soussite/pest-forum/accueil>

Info-Forêts

Publié par

Ressources naturelles Canada
Service canadien des forêts
Centre de foresterie du Pacifique
506, chemin Burnside Ouest
Victoria (C.-B.) V8Z 1M5
scf.rncan.gc.ca/regions/cfp
(250) 363-0600

Édition : Monique Keiran

Auteurs ayant contribué au présent numéro :

Ian Hendry, Monique Keiran, Joanne Stone

Questions, commentaires, suggestions ou demandes d'autorisation de reproduction ?

Téléphone: (250) 363-0779; télécopieur: (250) 363-3332;

courriel: PFCPublications@pfc.cfs.rncan.gc.ca

Le bulletin Info-Forêts peut également être téléchargé à partir de notre librairie en ligne:

librairie.scf.rncan.gc.ca

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2007
Imprimé au Canada

Pour commander des publications en ligne,

veuillez vous rendre sur le site de la
Librairie du Service canadien des
forêts :

librairie.scf.rncan.gc.ca

Consultez notre catalogue, qui
contient des milliers de publications
concernant les forêts. Commandez
rapidement et facilement à l'aide du
« panier d'achat » virtuel.