



INFO-FORÊTS

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



La propagation vers l'Est du dendroctone
du pin ponderosa 2
 Découverte d'une communauté de prédateurs ... 3
 Un modèle pour gérer l'incertitude 5
 La petite équipe sur le déboisement répond à
une grosse demande de renseignements 6

Comprendre la relation entre les feux
de végétation et météo 8
 Une nouvelle publication internationale 9
 Événements 10
 Le coin des employés 11
 Nouvelles publications du CFP 12

Decembre 2010
ISSN 0706-9413

La propagation vers l'Est du dendroctone du pin ponderosa ouvre de nouveaux horizons en matière de recherche et de modélisation



Barry Cooke a examiné attentivement un arbre attaqué par le DPP ainsi que par des pics, dans la « zone de pins hybrides » située à l'est du Petit lac des Esclaves, dans le centre de l'Alberta. Sous l'effet de ces deux agents de mortalité, peu de pins de cette région ont survécu à l'hiver 2009–2010.

Image : Jim Weber



Un peuplement attaqué par le DPP à l'est du Petit lac des Esclaves était composé de pins gris, selon les résultats de tests génétiques. Ce foyer est apparu durant l'été 2008 et constitue la première preuve irréfutable que le DPP a élargi sa gamme d'hôtes.

Image : Jim Weber

À mesure que le dendroctone du pin ponderosa (DPP) et son acolyte, le champignon du bleuissement, progressent dans la forêt boréale de l'Alberta, on s'interroge sur la capacité du ravageur de s'adapter à un nouveau territoire et à ses répercussions éventuelles sur les collectivités locales et l'environnement. Des chercheurs de Ressources naturelles Canada œuvrant en Colombie-Britannique et en Alberta découvrent de nouveaux moyens d'atténuer les effets dévastateurs du dendroctone et de modéliser des décisions dans le contexte de conditions futures incertaines.

Le pin tordu, l'hôte principal du dendroctone du pin ponderosa, domine le marché du pin de la Colombie-Britannique et de l'Alberta tant en nombre qu'en valeur. Le pin gris de l'Alberta est aussi un hôte convenable, d'où la crainte qu'il puisse servir de courroie de transmission au dendroctone et lui permettre de progresser dans les forêts boréales du pays. Un hybride du pin gris et du pin tordu est présent dans le centre-nord de l'Alberta, à l'est des Rocheuses. Malgré les hivers froids de la région boréale et le phloème plus mince de cet hybride (la source de nourriture des larves et des adultes), le dendroctone survit.

« Le dendroctone est rendu assez loin dans la zone de pins hybrides, précise **Dave Langor**, un entomologiste spécialiste de la biodiversité et de la lutte contre les ravageurs du Centre de foresterie du Nord (CFN) (David.Langor@nrca.gc.ca). Je ne serais pas du tout surpris de le voir faire son apparition en 2010 dans les peuplements purs de pins gris. »

Les scientifiques considèrent qu'il faut jeter un regard nouveau sur le dendroctone lorsqu'il se retrouve dans un nouvel environnement. La biologie du ravageur — par exemple, la densité des larves dans les arbres, les taux de reproduction et de mortalité la vitesse de propagation — peut être différente dans le centre de la C.-B. et en Alberta. La densité et les mécanismes de défense chimique des pins dans les forêts boréales de pins gris et de pins hybrides, les caractères des champignons locaux du bleuissement et les facteurs de mortalité peuvent tous avoir une influence légèrement différente sur la dynamique du dendroctone. De plus, nul ne connaît la place qu'occupera le dendroctone parmi les organismes nuisibles résidants comme le faux-gui, une plante vasculaire nuisible.

« Maintenant que le dendroctone et ses champignons associés sont établis, ils persisteront sans aucun doute dans la région boréale, ajoute M. Langor. En raison de leur grande variation génétique et de leur court temps de génération, ils s'adapteront rapidement au milieu local. »

Malgré toutes ces inconnues, les collectivités locales doivent décider des mesures à prendre avant que le dendroctone ne les assaille. L'enjeu est considérable : le secteur forestier est la troisième industrie en importance en Alberta et génère des recettes annuelles de 9 milliards de dollars. Quelque 38 000 emplois et 50 collectivités en dépendent.

suite à la page 3...

Un relevé révèle l'existence de minuscules organismes prédateurs du dendroctone de l'épinette

Un relevé des microorganismes associés au dendroctone de l'épinette a permis de mieux comprendre la communauté de minuscules organismes qui vivent aux dépens de cet insecte et qui influent probablement sur son succès. L'étude ouvre la voie à la recherche sur la lutte contre ce ravageur et sur sa microécologie, recherche dont les résultats pourraient contribuer à réduire au minimum les attaques contre les peuplements d'épinettes.

Insecte indigène de l'Amérique du Nord, le dendroctone de l'épinette (*Dendroctonus rufipennis*), menace les pessières mûres de toute la province. Une infestation débute tout doucement, le ravageur se multipliant habituellement dans des épinettes affaiblies ou abattues et dans des résidus d'exploitation. Les populations importantes qui se développent dans ce matériel hôte sont l'une des principales causes des pullulations survenant dans des arbres apparemment en santé. La réduction de la vigueur des arbres due au vieillissement, à la sécheresse ou à d'autres facteurs, tels l'élévation des températures, sont les autres causes principales. Des températures chaudes peuvent également ramener à un an le cycle biologique bisannuel habituel du dendroctone et accroître son taux de survie, entraînant ainsi une croissance démographique rapide.

Il est d'autant plus important d'étudier le dendroctone qu'il a une action insidieuse. Comme l'explique **Les Safranyik** (les.safranyik@nrcc.gc.ca), un chercheur émérite spécialiste de l'écologie des scolytes œuvrant au Centre de foresterie du Pacifique de Ressources naturelles : « Durant une année donnée, aucun signe d'infestation n'est observable chez les arbres apparemment en santé, alors que durant l'année



Forêt du centre de la C.-B., attaquée par le dendroctone de l'épinette
Image: Les McMullen.

suivante, des symptômes peuvent apparaître sur des millions d'hectares. » En raison de la nature explosive du ravageur, il est capital de comprendre sa biologie afin de pouvoir gérer ses populations, tant dans les parterres de coupe à blanc, où l'insecte couve souvent dans les résidus d'exploitation frais, que dans les arbres renversés par le vent et affaiblis dans les peuplements forestiers.

suite à la page 4...

...suite de la page 2 **Prévoir le déplacement du dendroctone**

Barry Cooke (Barry.Cooke@nrcc.gc.ca) et ses collègues du CFN étudient les conséquences liées à cette incertitude lors de la prise de décisions.

« Nous modélisons l'écologie et la dynamique de l'inattendu, explique M. Cooke. Par exemple, des investisseurs veulent savoir s'il convient d'investir dans la construction d'une usine de papier journal dans une région vulnérable pour faire face à une brusque augmentation de l'approvisionnement en bois. » En extrapolant les connaissances disponibles à de nouveaux environnements, M. Cooke espère fournir aux membres des collectivités touchées de l'information sur un éventail d'effets. « Les gens veulent s'adapter, dit-il, mais ils doivent savoir à quoi s'adapter. »

De nombreux détails sur le comportement du dendroctone en Alberta demeurent inconnus mais chose certaine, il se propage vers l'Est. Une équipe de chercheurs du Centre de foresterie du Pacifique étudie une nouvelle méthode pour prévoir les voies de propagation de l'insecte et ralentir sa progression

vers l'Est. **Bill Riel** (Bill.Riel@nrcc.gc.ca), un membre de l'équipe, explique : « Nous tentons de prévoir les voies les plus probables de propagation du dendroctone du pin ponderosa. À partir de ces données, nous pouvons déterminer des endroits stratégiques où fragmenter l'habitat du ravageur. L'aménagement de telles brèches dans des emplacements stratégiques peut ralentir l'invasion et donner aux intervenants le temps indispensable pour choisir les meilleures stratégies d'intervention. »

M. Cooke ajoute que l'hiver rigoureux de 2009-2010 dans le nord de l'Alberta a probablement accordé un sursis, qu'elle qu'ait été l'intensité de l'infestation. Comme le vent avait entraîné le dendroctone depuis la Colombie-Britannique jusqu'à mi-chemin de l'Alberta en l'espace d'une seule année, ce mauvais temps a été une bonne nouvelle pour les intervenants dans la bataille contre le ravageur qui tentent de gérer les changements imminents.

Réseau de galeries du dendroctone de l'épinette, peuplées de larves immatures.
Image : Les Safranyik



...suite de la page 3

Des études menées durant les années 1970 avaient permis de commencer à mieux comprendre la biologie du dendroctone de l'épinette, mais les pullulations du dendroctone du pin ponderosa ont eu pour effet de recentrer la recherche en entomologie et de mettre de côté pendant plusieurs décennies de nombreux projets sur le dendroctone de l'épinette. « Le dendroctone de l'épinette pourrait bien être le prochain grand danger, affirme **Kathy Bleiker** (katherine.bleiker@nrcan.gc.ca), une scientifique spécialiste de la recherche sur l'écologie des scolytes du Service canadien des forêts, en raison de sa vaste répartition et de son potentiel de pullulation. »

Un relevé des microorganismes a été effectué au sud de Prince George dans une région qui compte de vastes étendues contigües de forêt d'épinettes et est connue pour ses grands vents à l'origine de nombreux chablis. (Les arbres croissant à la lisière des peuplements sont particulièrement vulnérables, car les vents violents et le sol humide ébranlent leurs racines.) Les chercheurs ont déployé des pièges à insectes sur des souches et des chablis infestés par le dendroctone dans deux parterres de coupe adjacents, puis ont recensé les champignons, les levures, les bactéries, les nématodes et les acariens présents sur les spécimens capturés.

Les chercheurs ont découvert qu'un champignon du bleuissement et des levures étaient présents chez plus de trois spécimens sur cinq. Ils avaient prévu ces taux élevés étant donné que ces deux taxons jouent des rôles vitaux dans la survie du ravageur. Il faut préciser que les champignons du bleuissement facilitent l'établissement des dendroctones dans les arbres vivants

et peuvent fournir des éléments nutritifs au couvain en développement. De leur côté, les levures contribuent à rendre la carapace des jeunes dendroctones plus dure et plus foncée, leur permettant ainsi de se fondre dans l'écorce des épinettes et les aidant à absorber la précieuse chaleur lorsqu'ils émergent au printemps et que le temps est frais.

Des actinomycètes (bactéries) ont été isolés chez seulement 10 % des dendroctones, un pourcentage faible que Mme Bleiker attribue aux difficultés que posent leur culture et leur identification. Des interactions entre bactéries et champignons sous l'écorce peuvent également avoir des effets sur les insectes. Des bactéries peuvent inhiber la croissance de certains champignons qui colonisent les galeries creusées par les larves et nuisent au développement des insectes ou peuvent faire concurrence aux champignons du bleuissement qui vivent en symbiose avec le dendroctone. Les chercheurs ont trouvé moins d'acariens et de nématodes que prévu, ce qui n'est pas étonnant selon M. Safranyik, puisque seul l'extérieur du corps des dendroctones a été examiné.

« Même si nous soupçonnions l'existence de cette « micro-communauté », personne ne s'y était intéressé auparavant, ajoute M. Safranyik. Cette étude préliminaire nous permet de mieux comprendre les complexités des associations entre microorganismes et dendroctone de l'épinette. Elle ouvre également de nouveaux horizons en matière d'étude de l'écologie du dendroctone de l'épinette et, à plus long terme, de lutte future contre ce ravageur. »

Un modèle pour gérer l'incertitude dans la croissance post-dendroctone des peuplements

Les forestiers de toute la Colombie-Britannique se démènent pour trouver les meilleures méthodes de gestion des séquelles de l'infestation du dendroctone du pin ponderosa. Qu'arrivera-t-il à la faune si nous récoltons de vastes bandes de forêts de pins tués par le dendroctone? Que se passera-t-il si nous ne faisons rien?

« Les gestionnaires des ressources doivent pouvoir déterminer la durée de conservation « écologique » des peuplements de pins morts », explique **Dave Harrison** (dave.harrison@nrcc.gc.ca), chef de la mise en œuvre du Programme sur le dendroctone du pin ponderosa du Service canadien des forêts de Ressources naturelles Canada.

Un nouveau modèle, élaboré dans le cadre du Programme fédéral sur le dendroctone du pin ponderosa, apporte une aide aux forestiers en mesurant les effets d'une coupe de récupération sur la biodiversité. Une fois prêt, le modèle MPBio (MPB Biodiversity Model) s'appliquera à des paysages couvrant jusqu'à 300 000 hectares. De premiers essais utilisant des espèces locales d'oiseaux comme indicateurs ont déjà donné certains résultats étonnants.

Conçu par Ann Chan-McLeod, Pierre Vernier et Arnold Moy, des chercheurs forestiers de l'Université de la Colombie-Britannique, le modèle MPBio simulera les conséquences écologiques des stratégies de gestion proposées. S'appuyant sur cartes du bassin versant, les données d'inventaire forestier et des renseignements sur la faune, l'utilisateur manipule différentes caractéristiques comme la composition en pins, la conservation de pins tués par le dendroctone et la connectivité du paysage pour déterminer comment les populations d'espèces sauvages — notamment celles servant d'indicateurs de l'état de la biodiversité — se portent 60 ans après la récolte.

« Personne n'avait mis au point un tel outil pour les indicateurs de la durabilité » affirme Mme Chan-McLeod.

Les chercheurs l'ont ensuite mis en application. Ils ont utilisé les données de relevés des oiseaux effectués dans le district de Peace Forest pour examiner les effets sur huit espèces d'oiseaux de la conservation de 10 à 30 % des peuplements composés de proportions faibles à élevées de pins affectés par le ravageur. Ils ont également considéré divers taux de rétablissement de la forêt, allant de la régénération d'un sous-étage existant à une période de régénération de 30 ans.

Trois types de réaction ont pu être observés à partir des préférences en matière d'habitat des oiseaux. Les populations de la guilde vivant dans des forêts mûres de conifères, y compris les roitelets, les grives, les tangaras et

les parulines, ont habituellement diminué dans tous les parterres des coupe de récupération — parfois même de moitié —, mais ont de nouveau augmenté à mesure que la forêt se développait. Elles se sont rétablies plus rapidement dans les peuplements où aucune coupe de récupération n'avait été effectuée.

Les gobemouches, qui vivent dans les fourrés feuillus près des milieux humides, ont eu une réaction tout à fait contraire. Comme ils préfèrent les forêts claires, leurs populations ont doublé et même triplé 15 à 30 ans après la récolte, pour ensuite revenir à leur niveau habituel après l'établissement d'un sous-étage adéquat. Dans les peuplements ayant fait l'objet de coupes de récupération, leurs populations ont baissé avant de remonter.

Le viréo aux yeux rouges a réagi différemment des autres. Comme il vit dans des boisés clairs, principalement dominés par des feuillus, sa probabilité d'occurrence augmentait avec la proportion de peuplement récoltée lors des simulations du modèle MPBio. Sa rareté était maximale dans les peuplements où aucune coupe de récupération n'était effectuée.

Fait étonnant, la proportion d'arbres gardés sur pied avait peu d'effet sur les populations d'oiseaux. « Cette constatation est un peu déconcertante mais peut-être pas aussi étonnante qu'on aurait pu croire, compte tenu de la plage réduite de pourcentages d'arbres gardés sur pied », affirme Mme Chan-McLeod.

Abstraction faite des proportions gardées sur pied, les peuplements sont des milieux extrêmement complexes et leur croissance dépend de douzaines de facteurs, dont le mélange de pins, d'épinettes et de sapins, l'écozone et l'ampleur des dommages ou du choc causé par la coupe de récupération aux arbres laissés sur pied. Tous ces facteurs peuvent varier.

« Cette étude met en évidence la rapidité avec laquelle les habitats se dégradent et se rétablissent après les attaques du dendroctone, ajoute M. Harrison. Nous espérons que ce modèle nous permettra de prévoir pendant combien de temps les paysages affectés pourront dans les faits permettre le maintien d'une gamme de valeurs liées à l'habitat. »

Mme Chan-McLeod précise que les prochaines étapes consisteront à valider empiriquement certaines des hypothèses et à s'assurer que les aménagistes trouvent les stratégies plausibles. Le modèle MPBio utilise le logiciel ArcGIS 9.2 et le langage de script Python. Pour visionner des exemples de sorties du modèle, y compris des cartes des types d'habitat et de la répartition des espèces, utilisez la visionneuse de scénario à l'adresse suivante : <http://biod.forestry.ubc.ca/mpb/>

Sources

1. MPB Working Paper 2009-21: MPB-Biodiversity (MPBio): A GIS-based toolbox for exploring the ecological consequences of salvage logging—description and user's guide. Vernier, P.; Chan-McLeod, A.C.; Moy, A.

2. MPB Working Paper 2009-23: Decision support tool for managing biodiversity and ecosystem resilience in mountain pine beetle-susceptible landscapes. Chan-McLeod, A.C.; Vernier, P.

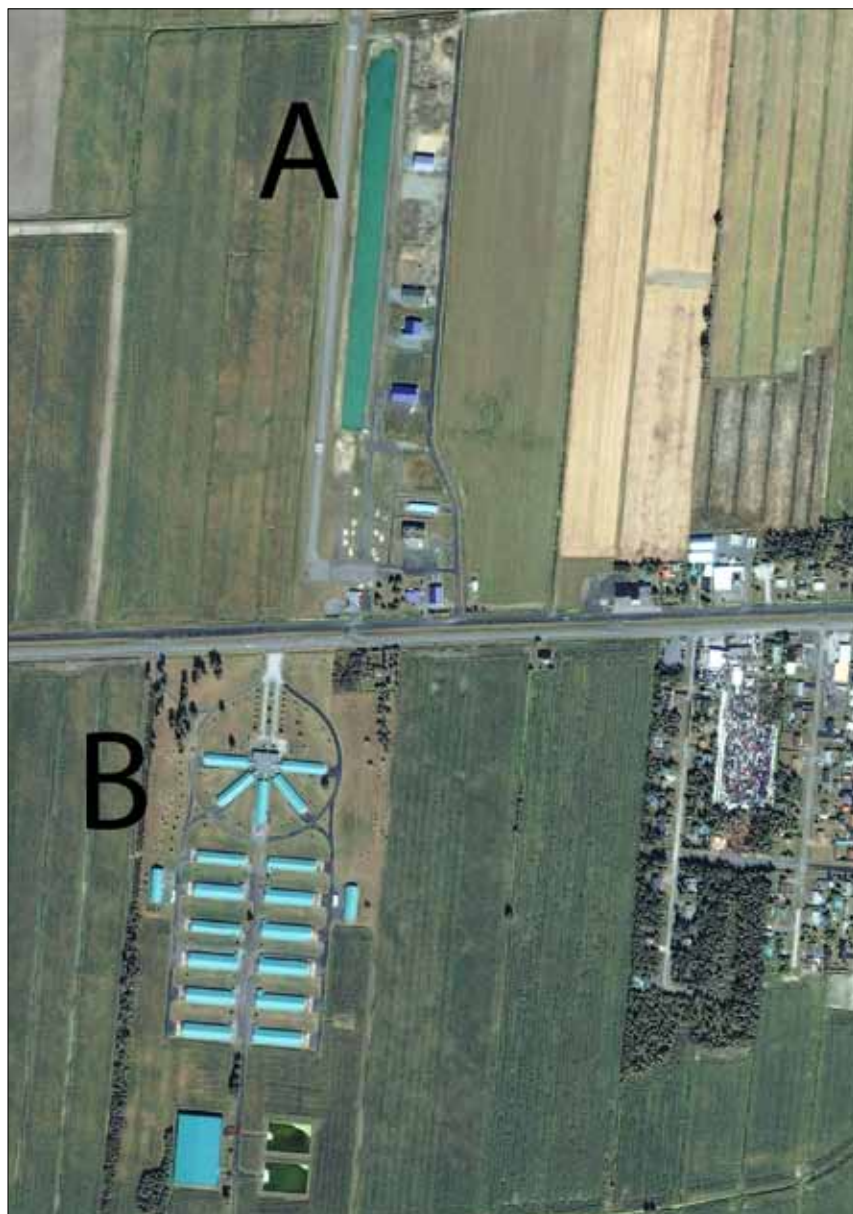
Ces deux documents de travail sont disponibles à la librairie en ligne du Service canadien des forêts (<http://bookstore.cfs.nrcan.gc.ca/>)

En page couverture :



Pic maculé.
Image : Johnny N. Dell,
Bugwood.org

La petite équipe sur le déboisement répond à une grosse demande de renseignements



Des occurrences mystérieuses observées lors de la cartographie du déboisement au Québec. Pouvez-vous déterminer l'affectation du territoire des points A et B? (les réponses à la page 11)

Image : Google 2010

Les efforts déployés par l'Équipe sur le déboisement du Centre de foresterie du Pacifique (CFP) aident les gouvernements et les organisations de tout le Canada à atteindre leurs objectifs à l'égard du carbone. Qui plus est, leur programme récemment mis en ligne tire parti de l'essor du Web 2.0 pour permettre aux membres de la collectivité de fournir de précieux renseignements au programme de cartographie du déboisement du CFP.

Selon les lignes directrices sur les émissions de carbone exposées dans le Protocole de Kyoto et utilisées par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), les pays doivent déclarer la superficie de leurs forêts qui a été convertie à d'autres utilisations et ne sont plus des écosystèmes de piégeage

du carbone. Les petits pays peuvent localiser avec précision chaque arbre sur leur territoire, tandis que le Canada, en raison de sa grande superficie, doit faire appel à des spécialistes en télédétection pour suivre ces changements.

Au CFP, les quatre membres de l'équipe cartographient la conversion anthropique de terrains forestiers. Comme l'explique **Andrew Dyk** (andrew.dyk@nrcan.gc.ca), coordonnateur de la surveillance du déboisement, les changements naturels, comme ceux provoqués par des glissements de terrain, n'entrent pas dans la catégorie « déboisement », pas plus que les parterres de coupe à blanc où la forêt se régénérera. À l'aide de données provenant d'images du LandSat, de Bing et de Google Earth, combinées aux données des inventaires provinciaux et au jugement expert, l'équipe a suivi les changements survenus durant trois périodes : 1975–1990, 1990–2000 et 2000–2008.

« Chaque point a son histoire, déclare M. Dyk, et les indices présents dans les images aident à la révéler. » Outre la superficie, la forme et la couleur de la parcelle, les lignes de transport d'énergie, les pipelines, les routes (selon qu'elles mènent à des parterres de coupe ou à des plateformes d'exploitation) ou les bâtiments présents sont autant de pièces du casse-tête.

Chaque polygone est analysé par au moins trois personnes : un technicien en géomatique cartographie le changement d'affectation, un spécialiste en déboisement vérifie l'exactitude de l'information, tandis que **Don Leckie** (don.leckie@nrcan.gc.ca), scientifique spécialisé dans la recherche en télédétection, vérifie individuellement chaque occurrence.

« L'analyse que nous effectuons doit être très minutieuse car chaque occurrence est en fait un échantillon et est mise à l'échelle, explique M. Leckie. Ces estimations doivent se conformer à des normes internationales et pouvoir faire l'objet d'un examen attentif. Des décisions stratégiques sont prises à partir de nos résultats, d'où la nécessité de vérifications systématiques d'un bout à l'autre du pays. »

Les membres de l'équipe notent aussi la nouvelle vocation d'une parcelle —précisant, par exemple, qu'une étendue de forêt à été déboisée à des fins industrielles, agricoles ou d'expansion municipale — ce qui aide d'autres organismes à schématiser l'utilisation du territoire. Des points chauds sont apparus au fil des ans et d'autres se sont atténués. « Durant les années 1970, les barrages hydroélectriques construits dans le nord du Québec ont inondé des centaines de milliers d'hectares de forêt », rappelle M. Dyk. Ces dernières années, les régions de production pétrolière et gazière de l'Alberta sont en constante mutation.

Ces données sont à la base des projets de nombre de partenaires et de clients du SCF : l'Équipe de comptabilisation du carbone du CFP les analyse aux fins des rapports d'Environnement Canada au GIEC, Agriculture Canada les utilise dans le cadre de ses activités de modélisation du carbone, et elles sont

Étapes : cartographier la perte de couvert forestier du Canada

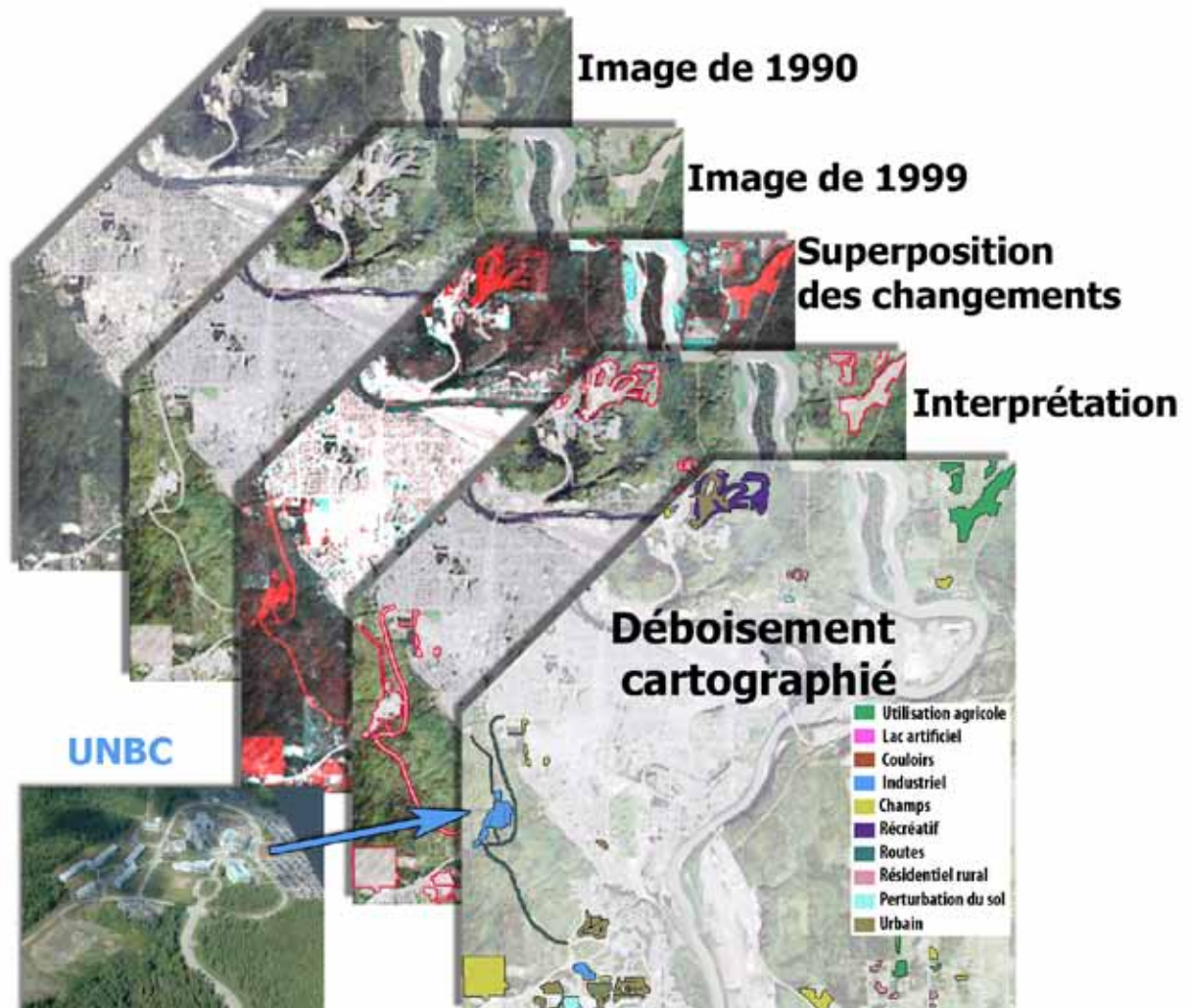
essentiels aux calculs que doit effectuer le ministère des Forêts et des Parcs de la Colombie-Britannique conformément à la *Zero Net Deforestation Act* de la province.

Les membres de l'équipe sont souvent aux prises avec des facteurs de confusion : sur l'une des images, la végétation a repoussé dans un secteur apparemment déboisé pour faire place à des résidences. Sur une autre image, un vaste immeuble entouré d'une zone revêtue ne donne aucun indice de son usage. Lorsque tous les membres de l'équipe butent sur une parcelle ou une structure, ils se renseignent auprès de collègues de la région ou organisent des survols pour clarifier plusieurs points en même temps.

Mais une nouvelle mine de renseignements est sur le point d'être exploitée. **David Hill** (davidallen.hill@nrcan.gc.ca), un analyste des paysages forestiers, met actuellement au point un programme qui permettra à

des membres du public de transmettre anonymement des renseignements sur des changements d'affectation du territoire dans une région. Sur le site de la participation du public à la surveillance du déboisement, un utilisateur peut sélectionner un endroit précis, choisir une nouvelle affectation du territoire parmi différentes catégories et préciser si ces renseignements sont de nature locale ou proviennent d'images, ou il peut simplement formuler des commentaires.

« Nous utilisons la science citoyenne pour rendre notre travail plus transparent, explique M. Hill, même si l'interprète a toujours le dernier mot. » Pour vous familiariser avec le programme, rendez-vous sur le site <http://nfis.org/>, choisissez la langue désirée, puis sélectionnez « La participation du public à la cartographie du déboisement » dans les « Liens rapides »



Exemple des étapes de cartographie du déboisement de terrains de l'Université du nord de la Colombie-Britannique (UNBC), près de Prince George, en C.-B.

Image : Deforestation Monitoring Group, CFS, NRCan

Comprendre la relation entre conditions météorologiques en surface, oscillations climatiques et feux de végétation en Colombie-Britannique

Source

Relationship between fire, climate oscillations, and drought in British Columbia, Canada, 1920–2000. 2009. Meyn, A.; Taylor, S.W.; Flannigan, M.D.; Thonicke, K.; Cramer, W. *Global Change Biology* 16(3):977–989.

La gestion des feux de végétation serait beaucoup plus efficace s'il était possible d'allouer des ressources à l'avance aux régions où le nombre de feux serait le plus élevé. Malheureusement, les lieux où surviennent des feux changent d'année en année et parfois de jour en jour. L'influence des oscillations climatiques, qui ont des effets considérables sur les régimes de température et de précipitations en Colombie-Britannique (C.-B.), est l'une des raisons expliquant la variation interannuelle de l'activité du feu. Afin de comprendre les mécanismes sous-jacents à la variation interannuelle du risque de feu, des chercheurs du Service canadien des forêts se sont associés à Andrea Meyn et à d'autres chercheurs de l'Institut de recherche sur les impacts du climat de Potsdam pour examiner la relation entre les oscillations climatiques, les conditions

météorologiques en surface et les superficies brûlées dans le passé.

« Pour prévoir les impacts potentiels du changement climatique régional, il est indispensable de caractériser les fluctuations historiques des conditions météorologiques en surface et des superficies brûlées. La compréhension de l'influence des oscillations climatiques (p. ex. El Niño) sur l'activité du feu est une importante pièce du casse-tête, affirme le scientifique **Steve Taylor** de Ressources naturelles Canada. Les relations historiques peuvent nous donner un certain aperçu de l'avenir. »

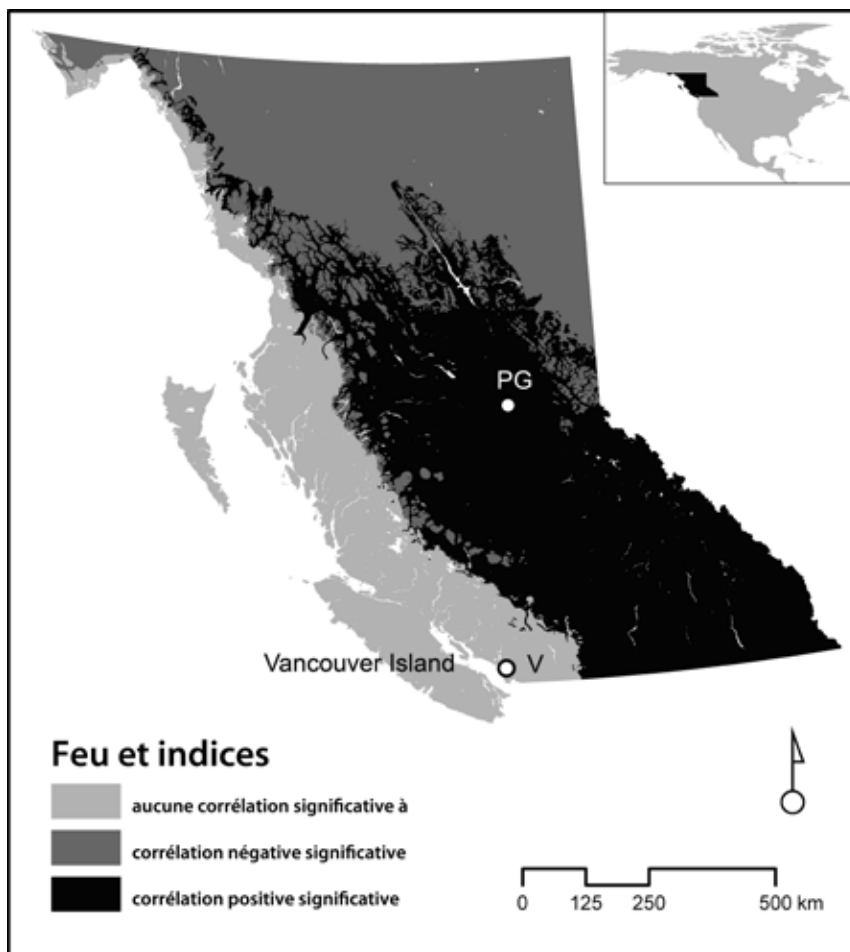
L'étude a consisté à analyser des bases de données spatialement explicites sur le feu et le climat remontant jusqu'aux années 1920 afin de déterminer les relations entre la proportion annuelle brûlée (PAB), des oscillations climatiques comme El Niño–oscillation australe (ENSO) et l'oscillation décennale du Pacifique (ODP), et la sécheresse estivale en Colombie-Britannique. Même si les données sur les conditions météorologiques en surface utilisées dans le cadre de cette étude sont les meilleures et les plus détaillées disponibles pour l'ensemble de la C.-B., les inférences faites pour d'autres secteurs de la province sont plus incertaines, car ces secteurs disposent d'un moins grand nombre de stations météorologiques, notamment dans les régions éloignées et celles situées en altitude.

Dans le cadre de leur étude, les chercheurs ont examiné les effets combinés (interaction additive) des indices climatiques ENSO et ODP sur les conditions météo en surface ainsi que sur la variation interannuelle de la superficie annuelle brûlée. Leurs résultats d'analyse sont les suivants :

Comme il fallait s'y attendre, la superficie brûlée dans toutes les régions biogéoclimatiques de la Colombie-Britannique, sauf une, était étroitement corrélée aux conditions de sécheresse estivale.

La superficie brûlée (en été) était plus étroitement corrélée aux indices ODP de l'hiver et du printemps ainsi qu'à la somme des indices ODP et ENSO de l'hiver et du printemps qu'aux phases estivales de ces indices. Cette constatation s'explique vraisemblablement par le fait qu'ENSO et l'ODP exercent une plus grande influence sur la température et les précipitations durant l'hiver et le printemps que durant l'été en Colombie-Britannique.

D'importantes différences régionales ont été constatées : la superficie brûlée et les indices d'oscillation climatique étaient positivement corrélés dans les zones montagnardes du centre et du sud-est de la Colombie-Britannique. Cependant, ils étaient négativement corrélés dans les zones boréales nordiques; peu de corrélations significatives ont été établies dans les zones côtières plus humides à plus faible PAB.



Les corrélations entre la superficie annuelle brûlée et la somme des indices ODP et ENSO durant la période 1920–2000 étaient positives dans les zones montagnardes du centre et du sud-ouest de la Colombie-Britannique (en noir) et négatives dans les zones boréales nordiques (en gris foncé). Peu de corrélations significatives ont été établies dans les zones côtières.

suite à la page 9...

Une nouvelle publication internationale sur les forêts, la société et l'adaptation au changement climatique

Il n'est plus possible d'examiner les enjeux forestiers et les questions liées aux forêts sans tenir compte de la société et du milieu naturel; il faut plutôt les considérer comme partie intégrante des systèmes sociaux et naturels interdépendants. Ce livre de 24 chapitres, intitulé *Forests and society : Responding to global drivers of change*, examine les facteurs de changement influant sur les forêts à l'échelle mondiale et locale. Parmi ces facteurs figurent des changements de l'environnement mondial et des politiques connexes projetées (p. ex. le programme REDD+) ainsi que des changements socioéconomiques, comme les tendances du marché, le développement technologique et les pressions intersectorielles, y compris celles du secteur de l'énergie. Le livre présente aussi plusieurs études de cas.

Ce livre offre une perspective mondiale sur les forêts, la société et l'environnement. Il a été produit dans le cadre d'un projet spécial de l'Union internationale des instituts de recherches forestières (IUFRO), le projet WSFE (acronyme de World Forests, Society and Environment, qui signifie forêts du monde, environnement et société). Le WSFE est un réseau mondial ouvert et sans but lucratif de scientifiques et d'experts, dont les activités sont guidées par 10 organisation internationales de recherche et coordonnées par le METLA, l'Institut finlandais de recherche forestière. Le réseau s'intéresse aux liens entre la forêt, la société et l'environnement. Il s'appuie sur les

connaissances scientifiques existantes pour trouver des solutions novatrices pour appuyer et faire progresser l'élaboration et la mise en œuvre de politiques relatives aux forêts qui favorisent le développement durable et le bien-être.

Ce livre est le fruit de la collaboration de 159 experts en politique et en science du monde entier, y compris trois lauréats d'un prix Nobel du GIEC. Vingt-huit Canadiens, y compris sept scientifiques du Service canadien des forêts, y ont participé. Cette publication contribuera aux débats et à des travaux de recherche plus approfondis sur les facteurs de changement des forêts et sur les défis auxquels font et feront face les forêts, le secteur forestier et les peuples tributaires des forêts. De plus, elle attirera l'attention sur les nouvelles possibilités que les changements pourraient permettre d'exploiter.

Comme le disait Alex Woods, scientifique du ministère des Forêts et des Parcs de la Colombie-Britannique, à

René Alfaro (CFP), l'un des auteurs et des directeurs de la publication, « Je vous félicite pour cette publication. Elle constitue une ressource très précieuse. J'y trouve de nombreux renseignements utiles à une présentation que je prépare actuellement à l'intention d'un auditoire international. Ce livre met en évidence le rôle capital que jouent les forêts dans l'énorme défi de notre temps, l'adaptation au changement climatique mondial. ».

Source

IUFRO World Series, Volume 25. Le livre peut être téléchargé ou une version imprimée ou un DVD peut être commandé sans frais sur le site Web de l'IUFRO ou par l'entremise de la librairie en ligne du Service canadien des forêts.

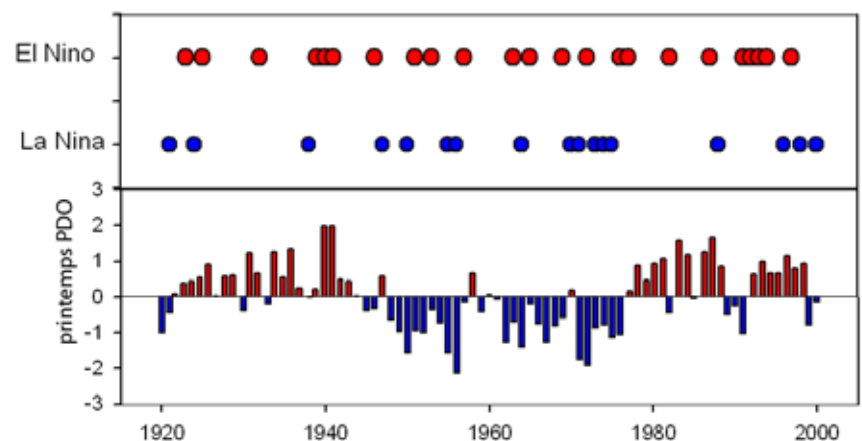


...suite de la page 8

Le décalage dans la relation entre la superficie brûlée (les feux survenant surtout en juin, juillet et août) et les indices des oscillations climatiques du printemps et de l'hiver précédents pourrait permettre aux gestionnaires de prévoir à l'avance l'activité du feu.

Pour avoir une idée plus complète de la situation, les chercheurs examineront l'influence des oscillations climatiques sur les indices de sécheresse cumulatifs, sur l'époque de la fonte des neiges et du débournement et sur la PAB à l'aide de modèles et d'ensembles de données additionnels.

Pour de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec Steve Taylor (CFP) par courriel (Steve.Taylor@NRCan-RNCan.gc.ca) ou par téléphone (250-363-0758).



Chronologie des hivers El Niño et La Niña et des anomalies de l'ODP au printemps, 1920-2000.

Événements

La création de valeur dans les forêts du Canada—De l'inventaire à l'exploitation: Série de conférences électroniques du Centre canadien sur la fibre de bois

L'inventaire forestier amélioré - Une approche nationale.

George Bruemmer et Doug Pitt.

Le 5 janvier

Gestion axée sur la valeur chez le pin tordu.

Roger Whitehead et Jim Stewart.

Le 12 janvier

L'utilisation opérationnelle de la télédétection en Ontario.

Murray Woods.

Le 19 janvier

Outils et méthodes pour maximiser la valeur dans les forêts du Québec.

Chhun-Huor Ung.

Le 26 janvier

Cartographier les attributs de la fibre pour la valeur à Terre-Neuve.

J. Luther, T. Moulton et B. English.

Le 2 février

Corrélation : prédire les attributs de la fibre en forêt.

Art Groot.

Le 9 février

FPInterface: un outil de planification pour gérer la chaîne de valeur.

Mathieu Blouin.

Le 16 février

Feuillus tolérants : la hausse des coûts peut se traduire par une plus grande valeur!

Jean-François Gingras et Steve D'Eon

Le 23 février

Renseignements : www.cif-ifc.org/site/electure

Wood is Good 2011

(Conférence annuelle et assemblée générale de l'Association of BC Forest Professionals

Les 24 et 25 février

Vancouver, C.-B.

Renseignements : www.expofor.ca/

Innovation in Forest Engineering—Adapting to Structural Change

(L'innovation en génie forestier – S'adapter au changement structurel)

Du 5 au 7 avril

Université Stellenbosch,

White River, Afrique du Sud

Renseignements : <http://academic.sun.ac.za/forestry/FEC%202011/FEC%202011%20Home.htm>

Home.htm

...suite de la page 12

Nouvelles publications du Centre de foresterie du Pacifique

Integration of GLAS and Landsat TM data for aboveground biomass estimation. 2010. Duncanson, L.; Niemann, K.O.; and Wulder, M.A. *Canadian Journal of Remote Sensing* 36(2):129–141.

Estimates of bark beetle infestation expansion factors with adaptive cluster sampling. 2010. Coggins, S.B.; Coops, N.C.; and Wulder, M.A. *International Journal of Pest Management*: Not yet paginated.

Assessing changes in forest fragmentation following infestation using time series Landsat imagery. 2010. Coops, N.C.; Gillanders, S.; Wulder, M.A.; Gergel, S.E.; Nelson, T.A.; and Goodwin, N.R. *Forest Ecology and Management* 259(12):2355–2365.

Potential for range expansion of mountain pine beetle into the boreal forest of North America. 2010. Safranyik, L.; Carroll, A.L.; Régnière, J.; Langor, D.W.; Riel, W.G.; Shore, T.L.; Peter, B.; Cooke, B.J.; Nealis, V.G.; and Taylor, S.W. *The Canadian Entomologist* 142(5):415–442.

Baited pheromone traps track changes in populations of western blackheaded budworm (*Lepidoptera: Tortricidae*). 2010. Nealis, V.G.; Silk, P.J.; Turnquist, R.; and Wu, J. *The Canadian Entomologist* 142(5):458–465.

Virus genomic cloning, bioinformatics and metagenomics. 2010. Bai, X.; Liu, J.-J.; Hao, X.; Dubeau, C.; and Xiang, Y. Pages 71–92 in A. Wang, editor. *Principles and Practice of Advanced Technology in Plant Virology*. Research Signpost, 37/661 (2), Fort P.O. Trivandrum-695 023, Kerala, India.

Future Spruce Budworm Outbreak May Create a Carbon Source in Eastern Canadian Forests. 2010. Dymond, C.C.; Neilson, E.T.; Stinson, G.; Porter, K.B.; MacLean, D.A.; Gray, D.R.; Campagna, M.; and Kurz, W.A. *Ecosystems* 13(6):917–931.

Segment-constrained regression tree estimation of forest stand height from very high spatial resolution panchromatic imagery over a boreal environment. 2010. Mora, B.; Wulder, M.A.; and White, J.C. *Remote Sensing of Environment* 114(11):2474–2484.

Implications of differing input data sources and approaches upon forest carbon stock estimation. 2010. Wulder, M.A.; White, J.C.; Stinson, G.; Hilker, T.; Kurz, W.A.; Coops, N.C.; St-Onge, B.A.; and Trofymow, J.A. *Environmental Monitoring and Assessment* 166(1–4):543–561.

Regionalization of Landscape Pattern Indices Using Multivariate Cluster Analysis. 2010. Wulder, M.A.; Nelson, T.A.; and Long, J.A. *Environmental Management* 46(1):134–142.

Current and future molecular approaches to investigate the white pine blister rust pathosystem. 2010. Richardsom, B.A.; Ekramoddouh, A.K.M.; Liu, J.-J.; Kim, M.-S.; and Klopfenstein, N.B. *Forest Pathology* 40(3–4):314–331.

An urn model for species richness estimation in quadrat sampling from fixed-area populations. 2010. Magnussen, S.; Smith, B.; Kleinn, C.; and Sun, I.F. *Forestry* 83(3):293–306.

Identification of the Phytoplasma Associated with Wheat Blue Dwarf Disease in China. 2010. Wu, Y.; Hao, X.; Li, Z.; Gu, P.; An, F.; Xiang, J.; Wang, H.; Luo, Z.; Liu, J.-J.; and Xiang, Y. *Plant Disease* 94(8):977–985.

Future quantities and spatial distribution of harvesting residue and dead wood from natural disturbances in Canada. 2010. Dymond, C.C.; Titus, B.D.; Stinson, G.; and Kurz, W.A. *Forest Ecology and Management* 260(2):181–192.

Impact and recovery of western hemlock following disturbances by forestry and insect defoliation. 2010. Nealis, V.G. and Turnquist, R. *Forest Ecology and Management* 260(5):699–706.

Le coin des employés

Départs

M. Al Mitchell a débuté sa carrière au Centre de foresterie du Pacifique en 1974 à titre d'étudiant et de technicien. Après 35 années de bons et loyaux services à RNCAN, Al a pris sa retraite sur une note positive, le Service canadien des forêts lui ayant décerné un prix en reconnaissance de ses activités de recherche à long terme et de promotion de la science auprès du public. Au fil des ans, il a étudié les réactions à long terme du douglas à la fertilisation, l'if de l'Ouest et son adaptabilité à de multiples environnements ainsi que le sapin gracieux et la pruche de l'Ouest dans le site d'étude à long terme de régimes sylvicoles de substitution en forêt montagnarde.

Ces dernières années, Al s'était joint au nouveau Centre canadien sur la fibre de bois et travaillait comme coordonnateur de la région du Pacifique, s'intéressant aux techniques d'évaluation préalable de la qualité du bois. Affectueusement surnommé « Docteur Hibou » par un groupe d'enfants de cinq ans ayant récemment visité le Centre, il prévoit arborer son légendaire sarrau de laboratoire longtemps après sa retraite durant les visites dont il sera le guide.

Art Shortreid est décédé en mars. Avant de se joindre au Centre de foresterie du Pacifique, Art avait travaillé chez BC Forest Products et au bureau régional de Prince Albert du Service canadien des forêts, en Saskatchewan. Il a consacré une grande partie de sa carrière à partager ses connaissances et son expérience avec les autres et a notamment été parmi les pionniers qui ont tenté d'ouvrir le marché japonais aux produits forestiers de la Colombie-Britannique. En 1992, Art avait reçu un prestigieux prix de leadership de la fonction publique en reconnaissance de son rôle dans l'acceptation des applications de SIG dans la gestion des ressources naturelles.

Durant la dernière partie de sa carrière au SCF, Art a donné des conseils en matière de plans d'aménagement forestier à nombre de Premières nations, communautés forestières et propriétaires privés. Il était également chargé de la gestion d'un programme de boisement en lien avec les nouveaux enjeux liés au changement climatique et à la bioénergie.

Ami et collègue respecté de tous, **Terry Shore** est décédé subitement en mars. Terry a obtenu son doctorat en entomologie forestière en 1982 de l'UBC et a eu une longue et fructueuse carrière à titre de chercheur au Centre de foresterie du Pacifique. Il était renommé comme l'un des grands spécialistes du dendroctone du pin ponderosa et avait acquis une réputation mondiale au sein de la communauté scientifique grâce à ses nombreuses contributions. Tous se rappelleront de Terry pour sa gentillesse, son sens de l'humour unique, son amour du golf, son appétit de vivre et sa passion pour sa famille.

Ritchie Shaw, un ami et un collègue estimé du CFP, est décédé en juillet. Ritchie a débuté sa carrière en 1991 à RNCAN comme électricien et a été le chef, Entretien et service de l'immeubles et des terrains, un poste qu'il

a occupé pendant de nombreuses années avant de prendre sa retraite. Les connaissances en électricité et l'expérience dans le milieu de la construction de Ritchie ont été de précieux atouts pour l'organisation. Il aimait vraiment son travail et les gens du Centre de foresterie du Pacifique.

Arrivées

Bienvenue à **David Dunn**, notre nouveau chef du Laboratoire de chimie. Avant d'entrer au Centre de foresterie du Pacifique, il a occupé pendant 18 ans un poste de chimiste analyste dans le Laboratoire de chimie analytique de la Direction générale de la recherche du ministère des Forêts et des Parcs de la Colombie-Britannique. À titre de chimiste chargé des applications spéciales, il s'est consacré à la mise au point et à la documentation de méthodes d'analyses inhabituelles ou non courantes en réponse aux demandes de clients. Même si sa grande spécialité est la séparation chromatographique en phase liquide et en phase gazeuse, David possède une vaste expérience de tous les aspects des analyses liées à la recherche en sciences forestières.

Aimin Guan a récemment été nommée conceptrice de systèmes au sein du bureau de projet du Système national d'information sur les forêts (SNIF) au CFP. Aimin n'est pas une nouvelle venue au Centre de foresterie du Pacifique car elle a déjà travaillé pour David Goodenough au sein de l'équipe sur les Technologies forestières de pointe. Aimin est titulaire d'un B.Sc. en informatique et effectue actuellement des études en vue de l'obtention d'une M.Sc. à l'Université de Victoria.

Avant d'être nommée chef des publications du Centre de foresterie du Pacifique, **Shelley Church** avait occupé durant les sept dernières années le poste de coordonnatrice des publications d'entreprise chez FORREX, où elle a dirigé le processus de rédaction et d'édition de plusieurs publications. Avant d'entrer au service de FORREX, Shelley avait travaillé comme écologiste dans le cadre de projets de recherche en écologie forestière, en entomologie forestière et en pathologie forestière.

Félicitations

La Semaine nationale de la fonction publique est l'occasion de souligner les réalisations exceptionnelles d'employés de RNCAN qui se sont démarqués durant la dernière année. Le prix Réalisation du Ministère a été décerné à l'Équipe de mise en œuvre du Programme sur le dendroctone du pin ponderosa, composée de **Bill Wilson, Nello Cataldo, David S. Harrison, Jacques Gagnon, Heather O'Leary, Maureen Scott, Sandra Allen, Diana Hassannia et Murielle Warbis**. Il soulignait les réalisations exceptionnelles des membres de l'équipe durant les quatre dernières années en matière d'élaboration et de mise en œuvre de ce programme de 100 millions de dollars. Les membres de l'équipe ont constamment défendu les intérêts de RNCAN dans un climat souvent très tendu où les évaluations de l'ordre approprié de priorité et d'affectation des fonds étaient contradictoires.

Réponses aux questions de la page 6

(A) lieu d'amerrissage pour hydravions
(B) centre d'insémination artificielle.

Nouvelles publications du Centre de foresterie du Pacifique

Large inter-annual variations in carbon emissions and removals. 2010. Kurz, W.A. Pages 41–48 Invited Background Paper in H.S. Eggleston, N. Srivastava, K. Tanabe, and J. Baasansuren, editors. IPCC 2010, Revisiting the Use of Managed Land as a Proxy for Estimating National Anthropogenic Emissions and Removals, May 5–7, 2009, INPE, São José dos Campos, Brazil. IGES, Hayama, Japan.

The Bridge: Newsletter of Natural Resources Canada's First Nations Element of the Mountain Pine Beetle Initiative, and of the British Columbia First Nations Forestry Program. 2010. Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, (Last Edition). Pacific Forestry Centre, Victoria, BC. The Bridge, Co-published by Indian and Northern Affairs Canada. 12 p.

First North American Records for *Heterarthrus vagans* (Hymenoptera: Tenthredinidae), a Palearctic Leafmining Sawfly of Alder. 2010. Humble, L.M. The Canadian Entomologist 142(2):181–187.

Forest Remote Sensing in Canada and the Individual Tree Crown (ITC) Approach to Forest Inventories. 2010. Gougeon, F.A. Journal of the Faculty of Agriculture Shinshu University 46(1–2):85–92.

The ITC Suite Manual: A Semi-Automatic Individual Tree Crown (ITC) Approach to Forest Inventories. 2010. Gougeon, F.A. Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Pacific Forestry Centre, Victoria, BC. 92 p. Estimating forest canopy height and terrain relief from GLAS waveform metrics. 2010. Duncanson, L.; Niemann, K.O.; Wulder, M.A. Remote Sensing of Environment 114(1):138–154.

Development of a microbial indicator database for validating measures of sustainable forest soils. 2010. Winder, R.S.; Dale, P.L.; Greer, C.W.; and Levy-Booth, D.J. Pages 81–89 in V.V.S.R. Gupta, M. Ryder, and J. Radcliffe, editors. The Rovira Rhizosphere

Symposium. Celebrating 50 years of Rhizosphere Research, August 15, 2008, SARDI Plant Research Centre, Waite Campus, Adelaide. The Crawford Fund, Deakin ACT, Australia.

Development of Canada's National Forest Inventory. 2010. Gillis, M.D.; Boudewyn, P.A.; Power, K.; and Russo, G. Pages 97–111 Chapter 4 in E.O. Tomppo, T. Gshwantner, M. Lawrence, and R.E. McRoberts, editors. National Forest Inventories: Pathways for Common Reporting. Springer, Heidelberg Dordrecht London New York. 612 p.

Resistance of half-sib interior Douglas-fir families to *Armillaria ostoyae* in British Columbia following artificial inoculation. 2010. Cruickshank, M.G.; Jaquish, B.; and Nemec, A.F.L. Canadian Journal of Forest Research 40(1):155–166.

Quantification of nitrogen reductase and nitrite reductase gene abundance in soil of thinned and clear-cut Douglas-fir stands using real-time PCR. 2010. Levy-Booth, D.J. and Winder, R.S. Applied and Environmental Microbiology: Not yet paginated.

Equity pricing in the forest sector: evidence from North American stock markets. 2010. Niquidet, K. Canadian Journal of Forest Research 40(5):943–952.

Managing Forested Landscapes for Socio-Ecological Resilience. 2010. McAfee, B.J.; de Camino, R.; Burton, P.J.; Eddy, B.; Fähser, L.; Messier, C.; Reed, M.G.; Spies, T.; Vides, R.; Baker, C.; Barriga, M.; Campos, J.; Corrales, O.; Espinoza, L.; Gibson, S.; Glatthorn, J.; Martineau-Delisle, C.; Prins, C.; and Rose, N.A. Pages 399–440 Chapter 22 in G. Mery, P. Katila, G. Galloway, R.I. Alfaro, M. Kanninen, M. Lobovikov, and J. Varjo, editors. Forests and Society—Responding to Global Drivers of Change. IUFRO World Series Volume 25. International Union of Forest Research Organizations (IUFRO), Vantaa, Finland.

Striving for Sustainability and Resilience in the Face of Unprecedented Change: The Case of the Mountain Pine Beetle Outbreak in British Columbia. 2010. Burton, P.J. Sustainability 2(8):2403–2423.

The scientific foundation for sustainable forest biomass harvesting guidelines and policies. (Guest Editorial for Special Issue). 2010. Titus, B.D.; Smith, C.T.; Puddister, D.; and Richardson, J. Forestry Chronicle 86(1):3–6.

The scientific foundation for sustainable forest biomass harvesting guidelines and policies. [Introduction to special Issue of professional papers from Workshop, held February 18–21, 2008, Toronto, ON. 2010. Titus, B.D.; Smith, C.T.; Puddister, D.; and Richardson, J. The Forestry Chronicle 86(1):18–19.

Preliminary hazard rating for forest tent caterpillar in British Columbia. 2010. Otvos, I.S.; Omendja, K.; Foord, S.; Conder, N.; Borecky, N.; and Nevill, R.J. The Forestry Chronicle 86(5):636–648.

Implications of Expanding Bioenergy Production from Wood in British Columbia: An Application of a Regional Wood Fiber Allocation Model. 2010. Stennes, B.; Niquidet, K.; and van Kooten, G.C. Forest Science 56(4):366–378.

Forests and Society—Responding to Global Drivers of Change. IUFRO World Series Volume 25. 2010. Mery, G.; Katila, P.; Galloway, G.; Alfaro, R.I.; Kanninen, M.; Lobovikov, M.; and Varjo, J., editors. International Union of Forest Research Organizations (IUFRO), Vantaa, Finland. 509 p.

Remote sensing of photosynthetic light-use efficiency across two forested biomes: Spatial scaling. 2010. Hilker, T.; Hall, F.G.; Coops, N.C.; Lyapustin, A.; Wang, Y.; Nesic, Z.; Grant, N.J.; Black, T.A.; Wulder, M.A.; Kljun, N.; Hopkinson, C.; and Chasmer, L. Remote Sensing of Environment 114(12):2863–2874.

suite à la page 10...

Rendez-vous à la librairie en ligne du Service canadien des forêts
pour commander ou télécharger les publications
du Service canadien des forêts :

librairie.scf.rncan.gc.ca

Le catalogue comprend des milliers de publications et de rapports de recherche
du Service canadien des forêts de Ressources naturelles Canada/Natural Resources Canada, Canadian Forest Service.

Info-forêts : recherche en science et technologie au Centre de foresterie du Pacifique Service canadien des forêts est publié trois fois par année par le Centre de foresterie du Pacifique du 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.

Pour commander des exemplaires supplémentaires de la présente publication ou de toute autre publication du Service canadien des forêts, visitez la librairie en ligne du Service canadien des forêts à librairie.scf.rncan.gc.ca ou communiquez avec Nina Perreault (téléphone : 250 363-0771; courriel : PFCPublications@rncan-rncan.gc.ca, commis aux publications du Centre de foresterie du Pacifique. Rendez-vous à l'adresse suivante pour vous abonner ou changer votre adresse postale : PFCPublications@rncan-rncan.gc.ca. Veuillez faire parvenir vos questions, commentaires, suggestions ou demandes de permissions de reproduction des articles de la présente publication à l'éditrice, Shelley Church (téléphone : 250 363-0626; courriel : PFCPublications@rncan-rncan.gc.ca).