

The Sustainable Forest Management Network Newsletter

"Research excellence through training, networking, and partnerships."

Le bulletin du Réseau de gestion durable des forêts

"L'excellence de la recherche grâce à la formation, aux réseaux de contacts et aux partenariats."

Summer 2003

Été 2003

Calibrating 'red eyes in space'

Detecting post forest-fire residuals using infrared satellite image technology

Kachmar receives international student award

by Marvin Abugov, MCS

Forest fires can burn over large areas but they do not necessarily burn all forest areas within their fire perimeter. Instead, they tend to leave behind live unburned forest patches. These forest patches, also known as residuals, are ecologically significant because they become important seed sources as well as influence bird community populations such as woodpeckers, flycatchers and raptors. They are also important for forestry companies conducting post-fire operations such as site evaluations, rehabilitation efforts and timber salvaging.

Mark Kachmar, an MSc student working with Dr. Arturo-Sanchez Azofeifa, effectively calibrated two existing generations of infrared satellite image technology to more accurately identify these live unburned forest patches. He did this in such a way that the satellite imagery he used for his research project can now be compared to the information gathered over the same area from future and more detailed infrared satellite sensors. For his groundbreaking work, Kachmar received the 2002 Space Imaging Award from the American Society of Photogrammetric Engineering and Remote Sensing and the Space Imaging Corporation. The award included a special IKONOS high resolution Image Data Grant.

In Alberta, government agencies currently map fire-affected areas using a helicopter with an onboard Global Positioning Satellite (GPS) unit or alternately rely on interpreting post-fire aerial photography at different levels of accuracy. "They can also get access to infrared satellite imagery," says University of Alberta Professor Sanchez-Azofeifa, "but until Kachmar began to apply his expertise to the problem of quantifying live residuals in burn regions there was no correlation between the two levels of technology. As far as satellite technology is concerned, it's been a lot of hype—but not much action. Kachmar has changed all that and in very realistic terms."

"When it comes to real world analysis, with no baseline data to calibrate exactly what a satellite remote sensor is actually seeing, it can be much like driving down the road with much less than 20/20 vision," Kachmar says. "Landscape detail will be hard, if not impossible, to discern. This has always been the complaint from industry when attempting to use satellite imagery versus aerial photography, or both in conjunction with each other. There needs to be a baseline for comparing the various technologies."

At the present time, aerial photography is the most accurate way to determine the location, shape and extent of live unburned forest patches. However, compared to the effective use of infrared satellite



An example of live unburned forest patches (outlined in white) detected by an infrared satellite sensor in a section of the 2002 House River post-fire area.

Exemple d'îlots de forêts restés en vie (en blanc) repérés au moyen d'un capteur d'images infrarouges obtenues par satellite dans un secteur de la zone d'incendie de la rivière House, en 2002.

Le calibrage des « yeux rouges depuis l'espace »

Repérer des îlots de forêts restés en vie après un feu au moyen d'images infrarouges obtenues par satellite

Kachmar remporte un prix international pour étudiant

Par Marvin Abugov, MCS

Les feux de forêt ont la possibilité de brûler de grandes surfaces, mais ils ne ravagent pas nécessairement tous les secteurs qui se trouvent dans leur périmètre. Ils tendent plutôt à laisser des îlots intacts composés d'arbres en vie. Ces îlots, que l'on appelle aussi forêts résiduelles, ont un grand rôle à jouer du point de vue écologique parce qu'ils deviennent des sources de graines importantes et qu'ils ont une influence sur les populations d'oiseaux comme les pics-bois, les moucherelles et les oiseaux de proie. Ils sont également importants pour les entreprises d'exploitation forestière qui effectuent des activités après un feu, notamment pour évaluer les brûlis, déployer des efforts pour rétablir la végétation et récupérer le bois.

Mark Kachmar, un étudiant à la maîtrise en sciences travaillant en collaboration avec M. Arturo-Sanchez Azofeifa, a réussi à calibrer deux générations existantes de techniques d'imagerie infrarouge par satellite pour repérer avec plus de précision ces îlots de forêts restés en vie. Il a procédé de telle sorte que les images prises par satellite qu'il a utilisées pour son projet de recherche peuvent maintenant être comparées aux données recueillies, sur le même secteur, au moyen des capteurs d'images infrarouges plus détaillés qui sont à venir. Les travaux novateurs de Kachmar ont été récompensés du prix Space Imaging Award 2002, attribué par l'American Society of Photogrammetric Engineering and Remote Sensing et la Space Imaging Corporation. Ce prix comprenait une bourse spéciale pour le traitement des données provenant des images à haute résolution du satellite IKONOS.

En Alberta, les organismes gouvernementaux cartographient présentement les secteurs brûlés en se servant d'un satellite du système mondial de localisation (GPS) ou encore en se fondant sur des photos aériennes prises après un feu, qui sont interprétées selon divers degrés de précision. « Ils ont accès aux images infrarouges obtenues par satellite, déclare le professeur de l'Université de l'Alberta, Sánchez-Azofeifa, mais avant que Kachmar ne commence à mettre à profit son savoir pour quantifier les îlots de forêts restés en vie dans les brûlis, il n'y avait pas de corrélation entre les deux niveaux de technologie. En ce qui concerne la technologie des satellites, on en parle beaucoup, mais on intervient peu. Kachmar a changé la tendance, et de façon très concrète. »

« Quand il s'agit d'analyser la réalité, sans avoir de données fondamentales pour calibrer ce qu'un télécaptteur d'images par satellite permet de voir, ça revient à se mettre au volant alors que sa vision est inférieure à 20/20, déclare Kachmar. Il est alors difficile, voire impossible, de discerner les détails dans le paysage. L'industrie se plaint depuis longtemps de cet état de choses, lorsqu'elle veut

utiliser les images obtenues par satellite plutôt que les photos aériennes, ou les deux en conjonction. Il doit y avoir une base de référence pour la comparaison de ces diverses technologies. »

Inside

Calibrating 'red eyes in space'	1
Towards Sustainable Management of the Boreal Forest	4
The benefits of broad-based training at Network cross-cultural student training workshops	4
Slash loading guide improves regeneration of Trembling Aspen, Duck Mountains, Manitoba	6

A l'intérieur

Le calibrage des « yeux rouges depuis l'espace »	1
Towards Sustainable Management of the Boreal Forest	5
Les avantages d'une formation générale aux ateliers de sensibilisation sur les différences culturelles du Réseau	5
Un guide sur l'empilement des rémanents d'exploitation favorise la régénération du peuplier faux-tremble dans les monts Duck, au Manitoba	7



Calibrating 'red eyes in space'...

technology, human interpretation of aerial photographs is relatively labor intensive and time consuming.

"With the work I have done, we can now begin to use infrared satellite image technology to discover live unburned forest patches over a vastly larger area, at a much faster rate and down to 0.1 hectare," says Kachmar. "In addition, every time the satellite passes over the study area, we can update the information automatically." Kachmar's research sets a baseline for monitoring, in real time, what is happening to these isolated forest patches—are they growing or dying?

Defining objects under study and how to observe them is the basis of many scientific activities. Remote sensing is different because the scale of observation is predefined by the sensor's characteristics—an important one being spatial resolution. Spatial resolution directly affects how image results are analyzed by researchers.

In characterizing post-fire environments, sensor spatial resolution is critical as post-fire residuals maintain varying shapes, patterns and sizes within a fire perimeter. The patterns result from the way a forest fire moves across the landscape. Those patch patterns can also be affected by roads, transmission lines, seismic lines and oil and gas operations, to name a few. Due to how these disturbances modify residual shapes, live unburned forest patches may not all be identifiable with a single remote sensing image. Depending on the size and shape each forest patch forms on the ground, the best spatial resolution for a particular forest patch can vary from one to another. So when analyzing residuals with various geometric shapes and sizes, which is very typical, "we have to consider what information is provided by both high and low resolution sensors," says Kachmar. "Each sensor represents the state of the technology at the time the satellite was launched into space. Satellite image technology is constantly changing, but for certain, the future will bring with it higher and higher resolution sensors."

"We now clearly have further insight into the benefits and limitations of each sensor," Kachmar says, adding "areas observed with different sensors undergoing different land use and land cover change processes may show very different results in terms of live unburned forest patches. What I have done is demonstrate exactly what those differences are and what they mean." The insights provided by Kachmar's research will be particularly useful to industry and researchers wanting to design forest harvesting practices based on a natural disturbance model.

According to Sanchez-Azofeifa, "When it comes time for forest companies to conduct post fire operations, this technology can really help them pinpoint where they should concentrate their operations. From a conservation point of view, we now know with certainty that we can pinpoint where those residual forest islands are on the landscape—so important for seed sources and landscape structural integrity."

"Using the results of my research, we can not only accurately classify the forest cover type, we can now also set the patch size individually down to 0.1 hectare," Kachmar says. This means we can examine a class of live unburned forest patches at a certain patch size. Then with a few key strokes we can reset the minimum size to whatever we want and then examine and analyze those residuals." Kachmar's work illustrates that by using only a single sensor, and by also setting

the minimum mapping size too high, a researcher would not likely see the smaller but ecologically and economically important residual forest patches.

"What we have done here has both national and international implications for forest harvesting and forest policy," Sanchez-Azofeifa says. "The hallmark of the SFM Network is this concept of interdisciplinary working groups. Here is another opportunity. Right now we are looking at our own backyard—but what the distribution is of residuals in post-fire areas in other people's backyards could be quite different. One of the main issues in sustainable forest management is that our research should have a provincial, national and global context. So we would be more than happy to work with other researchers and partners in Canada as well as researchers and corporate partners from overseas to compare results and scenarios using the realistic framework Mark developed."

Mark Kachmar, an MSc student sponsored by the SFM Network, works with University of Alberta Professor Arturo Sanchez-Azofeifa. The details contained in this article originate from his unpublished thesis.

E-mail: arturo.sanchez@ualberta.ca
Website: <http://eosl.eas.ualberta.ca>



Le calibrage des « yeux rouges depuis l'espace »

Pour le moment, les photos aériennes constituent la façon la plus précise de déterminer l'emplacement, la forme et l'étendue des îlots restés en vie dans les brûlis. Toutefois, il faut beaucoup de gens et de temps pour interpréter ces photos comparativement à la technologie d'images infrarouges obtenues par satellite, lorsqu'elle est utilisée efficacement.

« Grâce au travail que j'ai effectué, nous pouvons maintenant commencer à nous servir des images infrarouges obtenues par satellite pour repérer des îlots de forêts non brûlés sur une superficie beaucoup plus vaste, beaucoup plus rapidement et jusqu'à 0,1 hectare près, ajoute Kachmar. De plus, chaque fois que le satellite passe au-dessus du secteur à l'étude, nous pouvons mettre l'information à jour automatiquement. » Les

travaux de Kachmar établissent une base de référence pour surveiller, en temps réel, ce qui se passe dans ces îlots de forêts isolés—sont-ils en croissance ou déperissent-ils?

La définition des objets à l'étude et la manière de les observer sont le fondement de nombre d'activités scientifiques. La télédétection a ceci de différent que l'échelle d'observation est définie à l'avance par les caractéristiques du capteur—l'une d'entre elles étant la limite de résolution spatiale. Or cette limite influe directement sur la manière dont une image est analysée par les chercheurs.

Parce qu'elle permet de caractériser les milieux ravagés par un feu, la limite de résolution spatiale d'un capteur est essentielle, étant donné que les îlots restés en vie après un feu ont des formes, des tailles et des profils différents, et ce, dans un même périmètre. Les différents profils tiennent à la manière dont se déplace le feu dans le paysage. Ils sont aussi déterminés entre autres choses par les routes, les lignes de transmission, les profils sismiques et les activités pétrolières et gazières. Vu la manière dont ces agents de perturbation modifient la forme des îlots, il se peut que les îlots de forêts restés en vie ne soient pas tous discernables au moyen d'une seule image prise par télédétection. La forme et la taille que prend chacun des îlots de forêt sur le sol font varier la limite de résolution spatiale optimale. Lorsqu'il s'agit d'analyser des types d'îlots de forêts de formes et de tailles géométriques diverses, ce qui est très courant, « nous devons tenir compte des données qui sont fournies par les capteurs à haute et à basse résolution, déclare Kachmar. Les capteurs sont fonction du degré de perfectionnement de la technologie au moment où le satellite a été lancé en orbite. L'imagerie par satellite est en constante évolution, mais chose certaine, l'avenir nous promet des capteurs à résolution de plus en plus pointue. »

« De toute évidence, nous en savons davantage au sujet des avantages et des limites de chacun des capteurs, précise Kachmar, en ajoutant que les secteurs observés au moyen de capteurs différents, qui font l'objet de méthodes d'utilisation de terres différentes et qui subissent des processus de modification de couverture différents, peuvent donner des résultats très différents

en ce qui concerne les îlots restés en vie dans des brûlis. Ce que j'ai fait, c'est de démontrer exactement en quoi consistent ces différences de même que ce qu'elles représentent. » Les connaissances fournies par les travaux de recherche de Kachmar seront particulièrement utiles aux intervenants de l'industrie et aux chercheurs qui souhaitent mettre au point des pratiques de récolte forestière fondées sur un modèle de perturbation naturelle.

Selon Sanchez-Azofeifa, « lorsqu'une entreprise d'exploitation forestière doit mener des activités après un feu, cette technologie peut vraiment les aider à déterminer avec exactitude l'endroit où elle doit concentrer ses efforts. Du point de vue de la conservation, nous savons maintenant avec certitude que nous pouvons localiser avec précision où se trouvent ces îlots de forêts dans le paysage—qui sont si importants comme sources de graines et comme moyen d'assurer l'intégrité structurelle du paysage. »

« Grâce aux résultats de ma recherche, nous pouvons non seulement classer les forêts par type de couverture, mais aussi repérer les îlots individuellement, à 0,1 hectare près, explique Kachmar. Cela veut dire que nous pouvons examiner une catégorie d'îlots de forêts restés en vie d'une taille donnée. Et, après quelques balayements clés, nous pouvons rétablir la taille minimum souhaitée puis examiner et analyser ces îlots de forêts. » Par son travail, Kachmar illustre que, en recourant à un capteur unique et en réglant la taille minimale de cartographie à un niveau trop élevé, le chercheur ne verrait probablement pas les îlots de forêts plus petits, mais qui sont importants sur les plans écologique et économique.

« Ce que nous avons accompli ici a des répercussions nationales et internationales pour les pratiques de récolte forestière et la politique en matière de gestion des forêts, précise Sanchez-Azofeifa. L'assise du Réseau de gestion durable des forêts repose sur ce concept de groupes de travail interdisciplinaire. Or voilà une autre occasion qui se présente. À l'heure actuelle, nous nous attardons dans notre propre cour—mais la répartition des îlots de forêts dans les secteurs brûlés qui se trouvent dans la cour de nos voisins pourrait s'avérer très différente. En gestion durable des forêts, l'une des grandes questions consiste à conférer à la recherche une envergure provinciale, nationale et internationale. Nous serions donc très heureux de collaborer avec d'autres chercheurs et partenaires au Canada de même que des chercheurs et des partenaires d'entreprise d'outre-mer afin de comparer nos résultats et nos mises en situation au moyen du cadre réaliste élaboré par Mark. »

Mark Kachmar, étudiant à la maîtrise en science subventionné par le Réseau de gestion durable des forêts, travaille en collaboration avec Arturo Sanchez-Azofeifa, professeur de l'Université de l'Alberta. Les détails contenus dans le présent article sont tirés de sa thèse non publiée.

Courriel : arturo.sanchez@ualberta.ca
Site Internet : <http://eosl.eas.ualberta.ca>

Towards Sustainable Management of the Boreal Forest

by Dr. Phil Burton, Symbios Research & Restoration, Smithers, B.C.

The Sustainable Forest Management Network and the National Research Council of Canada Research Press proudly announce the publication of the book, *Towards Sustainable Management of the Boreal Forest*, available September 2003.

The book summarizes seven years (1995 to 2002) of peer-reviewed ecological, economic and social research conducted by the SFM Network with respect to Canada's great northern forest, the boreal biome. Circumpolar boreal forests are now being developed by industry at a rapid rate. At the same time, they are being seen as a priority for protection by environmental organizations and engines of economic and cultural survival by Aboriginal peoples. *Towards Sustainable Management of the Boreal Forest* attempts to reconcile and accommodate these many interests—charting a careful and viable pathway to the future.

Edited by Phil Burton, Christian Messier, Dan Smith, and Vic Adamowicz, the book includes chapters written by 75 of Canada's foremost forestry researchers and private-sector consultants. In addition to summarizing SFM Network research, each chapter's writing team also reviewed the "state of the art," not only in Canada, but around the world. Consequently, the editorial team expects this book to be the definitive text on sustainable forest management for many years to come.

While examples are drawn almost exclusively from northern Canada, the challenges of boreal forestry extend to Alaska, Scandinavia, and Russia and readers in these regions will find much of interest in the book. Many of the principles of sustainability explored and endorsed are applicable to forest management problems throughout the world (e.g., management for

non-timber values, public involvement, waste reduction, biodiversity protection, improved efficiencies, community empowerment, pollution prevention, hierarchical planning, and adaptive management).

Towards Sustainable Management of the Boreal Forest is organized in five parts:

Part 1: The Goals of Sustainable Forest Management begins with a brief review of the history and evolution of forest management, then explores the concepts of sustainability as applied to forestry.

Part 2: Social and Economic Dimensions of Sustainable Forest Management explains the impact these drivers are having on recent developments in forest-related research, management, and engineering.

Part 3: Forest Ecology and Management explores the processes and effects of natural disturbances and how these compare to timber harvesting. Separate chapters explore new approaches to developing forest-level strategic plans, landscape-level tactical plans, and stand-level silvicultural practices as well as advances in illustrating these practices through the use of computer modelling.

Part 4: Minimizing Impacts of Forest Use and Fibre Processing focuses on technical solutions to pollutants generated by the pulp and paper industry.

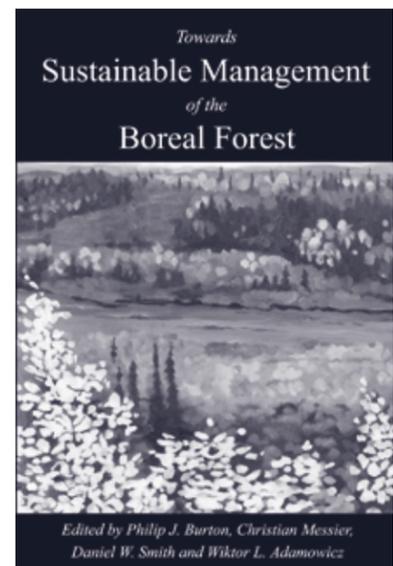
Part 5: Implementing Sustainable Forest Management focuses special attention on various aspects of adaptive management by providing five in-depth case studies and calls on forest researchers and practitioners to continue the search for more innovative solutions.

Key points in each chapter are highlighted through the use of easy-to-read sidebars. Photographs are used

throughout. Illustrations and descriptive case studies effectively bring concepts to life and demonstrate their applicability and feasibility to real-world forest management.

Towards Sustainable Management of the Boreal Forest is a must for all foresters, ecologists, community activists, government and industry managers, and forest/forestry researchers across Canada and throughout the world.

Suggested retail price: \$69.95.
Roxanne Landriault
Monograph Orders
NRC Research Press
National Research
Council of Canada
Building M-55
Ottawa, ON K1A 0R6
Email: Roxanne.Landriault@nrc-cnrc.gc.ca



The benefits of broad-based training at Network cross-cultural student training workshops

by Bruce Macnab, MSc

This past July, the SFM Network hosted a student training workshop that introduced students to Aboriginal issues, values, rights, customs and traditions, particularly as they relate to forests, forestry, and forest management. Over the last 3 years, the SFMN has held different versions of this camp. So far, a total of 26 students have taken part from a variety of academic disciplines. After each camp, my sense of this workshop's immediate and ultimate value to students is strengthened.

The purpose of each workshop is to facilitate cross-cultural awareness among SFMN students so they can develop an understanding and acquire the necessary skill sets to:

- carry out research in Aboriginal communities, and
- obtain knowledge and expertise relevant to achieving sustainable forest management.

An understanding of aboriginal rights and values is fundamental to understanding criteria and indicators initiatives for sustainable forest management and forest certification. The workshop also provides important contextual information for many forest management and policy challenges in Canada.

Broad-based inter-disciplinary training for Network students is one of the cornerstones of participation in National Centre of Excellence (NCE) program. Each NCE must demonstrate this aspect, as one of many, in

how it trains its "Highly Qualified Personnel". Offering its students the opportunity to attend a cross-cultural training workshop is just one of the ways the SFM Network tries to meet this need.

The basic workshop format combines discussions on specific themes and topics that are designed to give students an introduction to aboriginal culture and issues. In the past, these have included aboriginal and treaty rights, recent court decisions regarding the scope of these rights, and the spiritual and cultural values that are important in understanding the relationship of aboriginal people to forests and wildlife.

This year's workshop took place on the Alexander First Nation Reserve in central Alberta. Dr. Marc Stevenson along with Cree Elders Sam and Shirley Shirt led discussions that included the scope of aboriginal and treaty rights and protocols for working in aboriginal communities. In addition, workshops provide a practical hands-on component. This year's students took part in traditional activities that ranged from sweat lodge construction to dry meat preparation. In commenting about these activities and the workshop experience in general, Dr. Stevenson stated, "Even though measurable outcomes may take years to manifest themselves (as students enter the workforce and begin to affect policy and practice), we believe that the knowledge and insights they gain here will enrich and broaden their perspectives and research experiences right now."



Photo Caption (r to l): Network students Ms. Erin McGuigan, Mr. Naotaka Hayashi, Ms. Jeji Varghese and Network staff member, Mr. Bruce Macnab learn how to construct a meat drying and smoking rack in the traditional way on the Alexander Reserve near Morinville, Alberta. In commenting about the experience, Ms. McGuigan said, "Considering that my SFM Network project is just beginning, the timing of this workshop was just perfect for me . . . and having the opportunity to talk directly to Elders and other young Aboriginal women was an integral part of the experience. Their perspectives about their culture will help me move what I am learning directly into the real world."

Towards Sustainable Management of the Boreal Forest

Par Phil Burton, Symbios Research & Restoration, Smithers (Colombie-Britannique)

Le Réseau de gestion durable des forêts et les Presses scientifiques du Conseil national de recherches du Canada sont fiers d'annoncer la publication, en septembre 2003, de l'ouvrage *Towards Sustainable Management of the Boreal Forest* (Vers une gestion durable des forêts).

Cet ouvrage se veut le résumé des travaux de recherche fiables réalisés au cours des sept dernières années (1995 à 2002) par le Réseau de gestion durable des forêts sur la grande forêt du Nord canadien, le biome boréal. On y étudie le sujet sous des angles écologiques et socio-économiques. L'industrie exploite à un taux rapide les forêts boréales autour du pôle. Parallèlement, les organismes de protection de l'environnement voient ces forêts comme une ressource à conserver à tout prix et les peuples autochtones, comme les moteurs de la survie de leur économie et de leur culture. *Towards Sustainable Management of the Boreal Forest* vise à rapprocher nombre de ces intérêts et à trouver un terrain d'entente—pour tracer une voie prudente et viable pour l'avenir.

Publié sous la direction de Phil Burton, Christian Messier, Dan Smith et Vic Adamowicz, l'ouvrage est composé de chapitres signés par 75 des plus grands chercheurs en foresterie, experts-conseils du secteur privé et partenaires du Réseau au Canada. En plus de fournir un résumé des travaux de recherche du Réseau, l'équipe de rédaction de chacun des chapitres passe en revue ce qui se fait de mieux dans le domaine, non seulement au Canada, mais également dans le monde entier. L'équipe d'édition s'attend donc à ce que son ouvrage devienne l'autorité en matière de gestion durable des forêts pendant les nombreuses années à venir.

Si les exemples cités sont tirés essentiellement du contexte du Nord canadien, les défis que présente la

gestion des forêts boréales touchent aussi l'Alaska, la Scandinavie et la Russie, et les lecteurs de ces régions du monde trouveront dans cet ouvrage de nombreux sujets qui les intéresseront. Nombre des principes de durabilité étudiés et évalués valent pour les problèmes de gestion des forêts à l'échelle de la planète (p. ex., la gestion des produits forestiers non ligneux, la participation du public, la réduction des déchets, la protection de la biodiversité, l'amélioration des efficacités, l'habilitation de la collectivité, la lutte contre la pollution, la planification hiérarchique et la gestion adaptative).

L'ouvrage *Towards Sustainable Management of the Boreal Forest* se divise en cinq parties :

Partie 1 : Cette partie, qui porte sur les buts de la gestion durable des forêts, commence par un survol rapide de l'histoire et de l'évolution des pratiques de gestion des forêts pour explorer ensuite les concepts de la durabilité dans le domaine de la foresterie.

Partie 2 : Cette partie aborde la gestion durable des forêts sous un angle socio-économique. On y explique l'incidence de ces forces sur l'évolution récente de la recherche, de la gestion et de l'ingénierie dans le domaine des forêts.

Partie 3 : Dans cette partie qui traite de l'écologie et de la gestion des forêts, les auteurs explorent les procédés et les effets des agents de perturbation naturels et la mesure dans laquelle ils touchent l'exploitation forestière. Cette partie comporte plusieurs chapitres qui étudient de nouvelles façons de mettre au point des plans stratégiques à l'échelle des forêts, des plans tactiques à l'échelle des paysages et des pratiques sylvicoles à l'échelle des peuplements, de même que les progrès accomplis dans l'illustration de ces pratiques grâce au recours à la modélisation mathématique

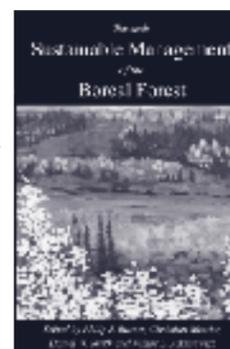
Partie 4 : Dans cette partie, les auteurs traitent des moyens possibles de réduire au minimum les effets de l'utilisation des forêts et de la transformation des fibres, et ils s'attardent aux solutions techniques à retenir face aux matières polluantes générées par l'industrie des pâtes et papiers.

Partie 5 : Cette partie, qui porte sur la mise en oeuvre de pratiques de gestion durable des forêts, met l'emphase sur les divers aspects de la gestion adaptative. On y présente cinq études de cas approfondies et on invite les chercheurs et les praticiens en foresterie à poursuivre leurs recherches pour arriver à des solutions novatrices.

Dans chacun des chapitres, les éléments clés sont mis en évidence grâce à des encadrés faciles à lire. L'ouvrage regorge de photos. Les illustrations et les études de cas descriptives servent à concrétiser les concepts et à démontrer comment ils sont applicables et réalisables dans la gestion des forêts d'aujourd'hui.

Towards Sustainable Management of the Boreal Forest est un ouvrage essentiel pour tous les experts forestiers, les écologistes, les militants communautaires, les représentants gouvernementaux et les cadres de l'industrie, de même que les chercheurs en forêts et en foresterie, du Canada et d'ailleurs dans le monde entier.

Prix suggéré : 69,95 \$
Roxanne Landriault
Commandes de monographies
Presses scientifiques
Conseil national de recherches du Canada
Édifice M-55
Ottawa (Ontario) K1A 0R6
Courriel : Roxanne.Landriault@nrc-cnrc.gc.ca



Les avantages d'une formation générale aux ateliers de sensibilisation sur les différences culturelles du Réseau

Par Bruce Macnab, MSc

En juillet dernier, le Réseau de gestion durable des forêts a donné un atelier de formation pour sensibiliser les étudiants aux questions, valeurs, droits, coutumes et traditions des Autochtones, en particulier en ce qu'ils se rapportent aux forêts, à la foresterie et à la gestion des forêts. Au cours des trois dernières années, le Réseau a offert différentes versions de cet atelier. Jusqu'à présent, 26 étudiants provenant de disciplines académiques de toutes sortes y ont participé. À l'issue de chacun des ateliers, j'apprécie toujours davantage ce que cet atelier représente, dans l'immédiat et pour les années à venir, pour les étudiants.

Les ateliers ont pour objet de sensibiliser les étudiants du Réseau aux différences culturelles, de manière à ce qu'ils puissent arriver à comprendre et acquérir les compétences nécessaires pour :

- Effectuer des travaux de recherche au sein de collectivités autochtones,
- Acquérir des connaissances et des compétences spécialisées pour assurer la gestion durable des forêts.

Il est essentiel d'avoir une bonne connaissance des droits et des valeurs des Autochtones si l'on veut comprendre les critères et les indicateurs utilisés pour la gestion durable des forêts et la certification forestière. L'atelier donne aussi une bonne idée du cadre dans lequel s'insèrent nombre des défis à relever au Canada au chapitre de la gestion des forêts de même que des stratégies à adopter à cet égard.

La formation générale et interdisciplinaire donnée aux étudiants du Réseau constitue l'une des pierres

angulaires de la participation aux programmes des centres nationaux d'excellence. Chacun des centres nationaux d'excellence doit démontrer cet aspect, entre autres choses, dans la manière de former son « personnel hautement qualifié ». C'est en donnant à ses étudiants l'occasion d'assister à un atelier de sensibilisation aux différences culturelles que le Réseau pourra répondre à ce besoin.

À la base, l'atelier se compose d'un volet de discussions sur des thèmes et des sujets précis, qui visent à présenter aux étudiants la culture et les dossiers liés aux Autochtones. Au cours des ateliers précédents, il a été notamment question des droits des Autochtones et des droits issus des traités, des derniers jugements rendus par la cour au sujet de l'étendue de ces droits, de même que des valeurs spirituelles et culturelles à connaître pour arriver à comprendre les liens qui unissent les peuples autochtones à la forêt et à la faune.

Cette année, l'atelier s'est déroulé dans la réserve de la Première nation Alexander, dans le centre de l'Alberta. En compagnie des aînés cris Sam et Shirley Shirt, Marc Stevenson a animé le débat, qui a porté sur les droits des Autochtones et les droits issus des traités de même que sur les protocoles à respecter pour travailler dans les collectivités autochtones. L'atelier comportait aussi un volet pratique. Cette année, les étudiants ont participé à des activités traditionnelles, allant de la construction d'une suerie à la préparation de viandes séchées. Au sujet de ces activités et de son expérience dans le cadre de l'atelier en général, M. Stevenson a tenu les propos suivants : « Même s'il faudra des années avant que les résultats de cet atelier se concrétisent (lorsque les étudiants se

joindront à la population active et commenceront à influencer sur la politique et la pratique), nous sommes d'avis que les connaissances et les idées qu'ils acquièrent dans le cadre de cet atelier enrichiront et élargiront leurs perspectives et leurs travaux de recherche dès aujourd'hui. »



Photos (de droite à gauche) : Des étudiants du Réseau, Mme Erin McGuigan, M. Naotaka Hayashi, Mme Jeji Varghese, et M. Bruce Macnab, employé du Réseau, apprennent comment construire un séchoir et un fumoir à viande à la manière traditionnelle, sur la réserve Alexander, près de Morinville, en Alberta. Voici ce que Mme McGuigan avait à dire au sujet de son expérience : « Si l'on tient compte du fait que ce projet du Réseau n'en est qu'à ses tous débuts, j'ai suivi l'atelier au moment opportun... et mes entretiens avec les aînés et d'autres jeunes femmes autochtones ont été pour moi une partie intégrante de mon expérience. Leur façon de voir leur culture m'aidera à transposer dans la réalité d'aujourd'hui ce que j'apprends ici. »

Slash loading guide improves regeneration of Trembling Aspen, Duck Mountains, Manitoba



by Marvin Abugov, MCS

“At L-P Canada, we are using SFM Network research results to adapt and change our on the ground practices. A good example of this is the research work that Dr. Ken Van Rees and Ms. Sarah Lieffers did for us with respect to aspen regeneration,” states Barry Waito, Area Manager, Louisiana-Pacific Canada Ltd.

Trembling aspen thrives in a broad range of climatic conditions and across the North American continent. In Canada, trembling aspen grows large enough to be commercially important but only in a large band across the prairie provinces. The areas of harvestable wood are broken up into several forest management land use areas, which are managed by different companies. Louisiana-Pacific Canada harvests 900,000 m³ of wood each year from its forest management land area in the Duck Mountain ecoregion of west central Manitoba for use in its oriented strand board mill at Swan River, Manitoba.

As opposed to conifer tree seedlings that need to be planted, trembling aspen regenerates through the root system in a process known as suckering. Extensive aspen sucker production within the first few years of regeneration is essential in order to ensure that a healthy new aspen stand is produced. There are two main factors that control the extent to which the roots will regenerate: crown tree dominance and soil temperature. Once the trees are cut down, crown tree dominance ceases to be a factor. Soil temperature then becomes the fundamental factor controlling aspen regeneration.

On May 1, 1993, Manitoba Natural Resources Forestry Branch put into place a policy that requires tree slash to be spread out in the cutblock. “This policy likely has to do with wanting to ensure that nutrients from the slash are returned to the soil to encourage the growth of the next generation of trees,” comments Lieffers. As a result, these trees must be delimited at the stump and left there. “However,” says Dr. Van Rees, “they may not have taken into account that there is a lot of woody debris from these trees and that it could result in densely packed piles.”

While existing studies indicate the best soil temperature to encourage aspen suckering is 15° C, there were no studies on the impact of distributed slash loads on soil temperature and what those optimum slash loads should be. “So there was a concern raised by LP that the amount of slash left on the ground might be affecting aspen regeneration,” says Dr. Van Rees. “What Sarah and I were asked to do with SFM Network funding was to look at a number of different sites and determine how this might be affecting aspen regeneration as well as soil temperatures.”

The research work was done over three summers and involved two kinds of harvesting situations: a winter scenario and a summer scenario. There were a total of 12 sites: six winter and six summer. “We selected our study sites shortly after the logging crews had left. We looked for those areas that seemed to represent to us low, moderate and high slash loads.”

Using a line intercept method, the researchers counted the number of logs at each plot site and measured their diameters. They developed a calibration curve where they took logs of known diameter and length, dried them and determined their biomass. As a cross check, they used a technique developed by the Canadian Forest Service for surveying cutblocks and determining fire fuel loads. Within each plot, an automatic temperature sensor was installed in the ground. The temperature sensor recorded ground temperature every five minutes throughout the year.

“We learned some interesting things,” says Lieffers. “First, aspen suckers grow in shallow soil so there could be an impact from the overuse of heavy machinery. Second, we learned that moderate slash loads in summer cutblocks and heavy slash loads in winter cutblocks limit aspen sucker growth and production by as much as several weeks during the spring growing period. Indeed, heavy slash loads stop sucker reproduction all together.”

Ultimately, the researchers discovered that:

- less than 200 tonnes/hectare represented a light slash load,
- 200 tonnes/hectare to 400 tonnes/hectare represented a moderate slash load and
- more than 400 tonnes/hectare represented a heavy slash load.

The researchers recommended that harvest operators avoid creating high levels of slash in winter cutblocks and moderate levels of slash in summer cutblocks.

“Given these results, we thought we would create a visual guide to give to the company’s various forest machinery operators,” states Dr. Van Rees. “In this way, they could move the slash around the cutblock more evenly, providing the best chance for aspen regeneration to occur. That is why, when we completed our research, we got up on ladders and took representative photographs of the various slash loads we calibrated.”

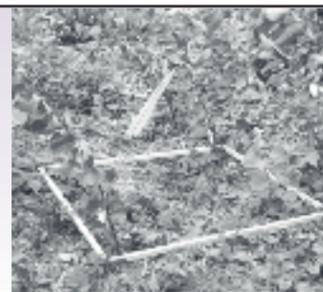
“Our skidder operators have had the guide for a while now,” Waito says. “We see that they are following the guidelines quite rigorously and that bodes well for future aspen regeneration in this region. We are quite pleased with the research that Dr. Van Rees and Ms. Lieffers conducted for us.”

Impact of slash loading on soil temperatures and Aspen regeneration, SFM Network Project Report 2002-6 by Ms. Sarah Lieffers and Dr. Ken Van Rees, May 2002.

This SFM Network internal report is publicly available at this web address: http://sfm-1.biology.ualberta.ca/english/pubs/PDF/PR_2002-6.pdf

In addition to his corporate responsibilities, Mr. Waito is Chair, SFM Network Board of Directors and a 2003 Queen’s Golden Jubilee Medal recipient.

Un guide sur l'empilement des rémanents d'exploitation favorise la régénération du peuplier faux-tremble dans les monts Duck, au Manitoba



Par le directeur conjoint du congrès Peter Duinker, PhD

« Chez L-P Canada, nous nous servons des résultats des travaux de recherche réalisés par le Réseau de gestion durable des forêts pour adapter et pour modifier nos pratiques sur le terrain. Par exemple, les études de M. Ken Van Rees et de Mme Sarah Lieffers nous ont permis d'assurer la régénération du peuplier faux-tremble, » de dire Barry Waito, gestionnaire de secteur, Louisiana-Pacific Canada Ltd.

Sur le continent nord-américain, le peuplier faux-tremble pousse bien dans toutes sortes de conditions climatiques. Au Canada, il devient assez grand pour représenter un intérêt commercial, mais uniquement le long d'une bande qui se trouve dans les provinces des Prairies. Les secteurs exploitables sont répartis selon diverses zones d'utilisation des terres, qui sont gérées par des entreprises différentes. La Louisiana-Pacific Canada récolte l'équivalent de 900 000 m³ de bois chaque année dans sa zone de gestion des forêts, située dans l'écorégion des monts Duck (centre-ouest du Manitoba), qu'elle achemine vers sa scierie de panneaux à copeaux orientés de Swan River, au Manitoba.

Contrairement aux semis de conifères qui doivent être mis en terre, le peuplier faux-tremble se régénère grâce à son système racinaire; ce processus s'appelle le drageonnement.

Le peuplier faux-tremble doit produire une vaste quantité de drageons durant les premières années de sa régénération pour assurer la santé du nouveau peuplement. Deux principaux éléments permettent de déterminer la mesure dans laquelle les racines se régénèrent : les arbres dominants et la température du sol. Une fois que les arbres sont abattus, la dominance n'est plus un facteur; c'est alors que la température du sol devient l'élément fondamental dans la régénération du peuplier faux-tremble.

Le 1er mai 1993, la Direction de la foresterie et des ressources naturelles du Manitoba a adopté une politique selon laquelle les rémanents d'exploitation devaient être étalés sur toute la surface du bloc de coupe. « Cette politique visait fort probablement à faire en sorte que les matières nutritives des rémanents soient retournées dans le sol pour favoriser la croissance de la prochaine génération d'arbres, » explique Lieffers. C'est pourquoi il faut ébrancher ces arbres à la souche et les laisser sur place. Toutefois, ajoute M. Van Rees, il se peut bien que l'on n'ait pas tenu compte de la grande quantité de débris ligneux provenant de ces arbres et du fait qu'il en résulterait des amas denses. »

Si les études actuelles révèlent que le sol doit être à 15°C pour favoriser le plus possible le drageonnement des peupliers faux-trembles, aucune d'entre elles ne traite de l'incidence qu'ont ces amas de rémanents sur la température du sol ni du volume optimal que devrait avoir ces amas. « La LP se préoccupait donc du fait que la quantité de rémanents laissés sur place puisse entraver la régénération des peupliers faux-trembles, déclare M. Van Rees. On nous a donc demandés à Sarah et à moi d'utiliser les fonds accordés par le Réseau de gestion durable des forêts pour étudier plusieurs sites différents et déterminer comment les amas de débris pouvaient influencer sur la régénération du peuplier faux-tremble et sur la température du sol. »

Les travaux de recherche ont été réalisés au cours de trois étés et ont porté sur deux types de situations : la récolte en hiver et la récolte en été. Un total de 12 sites ont été étudiés : six en hiver et six en été. « Nous avons retenu les parcelles à étudier peu de temps après le départ des équipes de bûcherons. Nous avons cherché des endroits qui semblaient comporter des amas de rémanents de petite, moyenne et grande taille. »

Au moyen d'une ligne d'interception, les chercheurs ont compté le nombre de billots dans chacun

des sites et ont mesuré leur diamètre. Pour dégager une courbe d'étalonnage, ils ont fait sécher les billots dont le diamètre et la longueur avaient déjà été mesurés et ont déterminé leur biomasse. En guise de contre-vérification, ils se sont servis d'une technique mise au point par le Service canadien des forêts pour arpenter les blocs de coupe et déterminer la quantité de matières combustibles qui s'y trouvaient. Ils ont installé une sonde de température automatique dans le sol de chacune des parcelles étudiées pour enregistrer la température du sol toutes les cinq minutes pendant toute l'année.

« Nous avons appris des choses fort intéressantes, affirme Lieffers. Tout d'abord, le peuplier faux-tremble pousse dans un sol peu profond, ce qui fait que la surutilisation de machinerie lourde pourrait avoir une incidence sur sa croissance. Nous nous sommes aussi rendu compte que les amas de taille moyenne laissés dans les blocs de coupe en été, et les amas de grande taille en hiver limitent la croissance et la production de drageons de plusieurs semaines durant la période de croissance au printemps. En fait, les amas de grande taille stoppent totalement la reproduction des drageons. »

En bout de ligne, les chercheurs ont constaté que :

- moins de 200 tonnes/hectare représentaient un amas de rémanents de petite taille,
- de 200 tonnes/hectare à 400 tonnes/hectare représentaient un amas de rémanents de taille moyenne;
- plus de 400 tonnes/hectare représentaient un amas de rémanents de grande taille.

Ils ont recommandé que les exploitants d'entreprises de récolte évitent de créer des amas de grande taille en hiver et des amas de taille moyenne en été.

« Étant donné ces résultats, nous avons cru bon de préparer un guide visuel à l'intention des divers exploitants de machinerie forestière de l'entreprise, déclare M. Van Rees. De cette façon, ils pouvaient étaler les rémanents sur la surface du bloc de coupe de façon plus égale, ce qui donnait au peuplier faux-tremble le plus de chances de se régénérer. C'est pourquoi, une fois notre recherche terminée, nous avons grimpé dans des échelles et pris des photos représentatives des divers amas de rémanents que nous avons calibrés. »

« Nos débusqueurs se servent du guide depuis un bon moment maintenant, ajoute Waito. Nous constatons qu'ils appliquent à la lettre les lignes directrices, ce qui augure bien pour la régénération du peuplier faux-tremble dans la région. Nous sommes vraiment satisfaits du travail que M. Van Rees et Mme Lieffers ont réalisé pour nous. »

Incidence des amas de rémanents sur la température du sol et la régénération du peuplier faux-tremble, rapport de projet du Réseau de gestion durable des forêts 2002-6 par Mme Sarah Lieffers et M. Ken Van Rees, mai 2002.

Ce rapport interne du Réseau de gestion durable des forêts est disponible à l'adresse Internet suivante :

http://sfm-1.biology.ualberta.ca/english/pubs/PDF/PR_2002-6.pdf

En plus de ses responsabilités au sein de l'entreprise, M. Waito est aussi président du conseil d'administration du Réseau de gestion durable des forêts, et récipiendaire de la médaille du jubilé d'or de la Reine, 2003.



SFM Network Partners

GRANTING COUNCILS

- Networks of Centres of Excellence / Government of Canada
- Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada (NSERC)
 - Social Sciences and Humanities Research Council of Canada (SSHRC)

PARTNERS

Governments

- Government of Canada (Parks Canada, Ecological Integrity Branch)
- Government of Alberta (Sustainable Resource Development)
- Government of British Columbia (Ministry of Forests)
- Government of Manitoba (Manitoba Conservation)
- Government of Newfoundland and Labrador (Department of Forest Resources and Agrifoods)
- Government of Ontario (Ministry of Natural Resources)
- Gouvernement du Québec (Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs.)
- Government of Yukon (Department of Energy, Mines and Resources)

Industries

- Abitibi-Consolidated Inc.
- Alberta-Pacific Forest Industries Inc.
- Bowater Incorporated
- Canadian Forest Products Ltd.
- Daishowa-Marubeni International Ltd.
- J.D. Irving, Limited
- Louisiana-Pacific Canada Ltd.
- Riverside Forest Products Limited (B.C.) (pending)
- Slocan Forest Products Ltd.
- Tembec Inc.
- Tolko Industries Ltd.
- Weyerhaeuser Company

Other

- Ducks Unlimited Canada

First Nations

- Gwich'in Renewable Resource Board
- Heart Lake First Nation
- Little Red River Cree / Tallcree First Nation
- Moose Cree First Nation

Institutions

- University of Alberta (Host institution)
- Concordia University
- Dalhousie University
- Lakehead University
- McGill University
- Memorial University of Newfoundland
- Ryerson University
- Trent University
- Université de Moncton
- Université de Montréal
- Université de Sherbrooke
- Université du Québec à Chicoutimi
- Université du Québec à Montréal
- Université du Québec à Rimouski
- Université du Québec à Trois-Rivières
- Université Laval
- University of British Columbia
- University of Calgary
- University of Guelph
- University of Lethbridge
- University of Manitoba
- University of New Brunswick
- University of Northern British Columbia
- University of Ottawa
- University of Regina
- University of Saskatchewan
- University of Toronto
- University of Victoria
- University of Waterloo
- University of Western Ontario
- University of Winnipeg

Affiliated Members

- Canadian Forest Service
- Forest Ecosystem Science Cooperative, Inc.
- Forest Engineering Research Institute of Canada (FERIC)
- Lake Abitibi Model Forest
- Manitoba Model Forest
- National Aboriginal Forestry Association



Vision/Mission Statement

Vision

The forests of Canada will maintain their extent, diversity and ecological vitality and be managed in a manner that will provide for the broad social, cultural and economic needs of all Canadians.

Mission

The Sustainable Forest Management Network is a national partnership in research and training excellence. Its mission is to deliver an internationally recognized, interdisciplinary program that undertakes relevant university-based research. It will develop networks of researchers, industry, government and First Nations partners, and offer innovative approaches to knowledge transfer. The Network will train scientists and advanced practitioners to meet the challenges of modern natural resource management.

Vision

Les forêts canadiennes conserveront leur envergure, leur diversité et leur vitalité écologique. Leur gestion sera assurée de manière à répondre à l'ensemble des besoins sociaux, culturels et économiques de tous les Canadiens.

Mission

Le Réseau de gestion durable des forêts est un partenariat national d'excellence en recherche et formation. Le Réseau a pour mission d'exécuter un programme de recherche universitaire interdisciplinaire et reconnu à l'échelle internationale. Il assurera la création de réseaux de partenaires regroupant des chercheurs ainsi que des représentants de l'industrie, des gouvernements et des Premières nations et proposera des approches novatrices pour le transfert des connaissances. Le Réseau assurera la formation de scientifiques et de praticiens chevronnés en vue de relever les enjeux posés par les pratiques modernes de gestion des ressources naturelles.



Partenaires du Réseau GDF

CONSEILS SUBVENTIONNAIRES

- Réseaux de centres d'excellence / Gouvernement du Canada
- Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG)
 - Conseil de recherches en sciences humaines du Canada (CRSH)

PARTENAIRES

Gouvernement

- Gouvernement du Canada (Parcs Canada, Direction de l'intégrité écologique)
- Gouvernement de l'Alberta (Sustainable Resource Development)
- Gouvernement de la Colombie-Britannique (Ministry of Forests)
- Gouvernement du Manitoba (Manitoba Conservation)
- Gouvernement du Terre-Neuve et Labrador (Department of Forest Resources and Agrifoods)
- Gouvernement de l'Ontario (Ministère des Ressources naturelles)
- Gouvernement du Québec (Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs.)
- Gouvernement du Yukon (Department of Energy, Mines and Resources)

Industries

- Abitibi-Consolidated Inc.
- Alberta-Pacific Forest Industries Inc.
- Bowater Incorporated
- Canadian Forest Products Ltd.
- Daishowa-Marubeni International Ltd.
- J.D. Irving, Limited
- Louisiana-Pacific Canada Ltd.
- Riverside Forest Products Limited (B.C.) (à venir)
- Slocan Forest Products Ltd.
- Tembec Inc.
- Tolko Industries Ltd.
- Weyerhaeuser Company

ONG

- Canards Illimités Canada

Premières nations

- Conseil des ressources renouvelables Gwich'in
- Première nation de Heart Lake
- Nation crie de Little Red River / Première nation de Tallcree
- Première nation crie de Moose

Établissements

- Université de l'Alberta (établissement-hôte)
- Université Concordia
- Université Dalhousie
- Université Lakehead
- Université McGill
- Université Memorial du Terre-Neuve et Labrador
- Université Ryerson
- Université Trent
- Université de Moncton
- Université de Montréal
- Université de Sherbrooke
- Université du Québec à Chicoutimi
- Université du Québec à Montréal
- Université du Québec à Rimouski
- Université du Québec à Trois-Rivières
- Université Laval
- Université de la Colombie-Britannique
- Université de Calgary
- Université de Guelph
- Université de Lethbridge
- Université du Manitoba
- Université du Nouveau-Brunswick
- Université de Northern British Columbia
- Université d'Ottawa
- Université de Regina
- Université de Saskatchewan
- Université de Toronto
- Université de Victoria
- Université de Waterloo
- Université Western Ontario
- Université de Winnipeg

Membres associés

- Service canadien des forêts
- Forest Ecosystem Science Cooperative, Inc.
- Institut canadien de recherches en génie forestier
- Forêt modèle du Lac Abitibi
- Forêt modèle du Manitoba
- Association nationale de foresterie autochtone



Sustainable Forest Management Network | Réseau de gestion durable des forêts

Newsletter Production

Communications Manager
Marvin Abugov

Additional Contributor
Estelle Lavoie

Design
Concepts 3

Translation
Translation Bureau, Public Works and Government Services Canada (Alberta, British Columbia & Yukon Region)

Photography
Space Imaging Corporation
Marvin Abugov
NRC Research Press
Dr. Marc Stevenson

Dr. Ken Van Rees,
Louisiana-Pacific Canada Ltd.
Marlow Esau

Contact Us At
Sustainable Forest Management Network
G-208 Biological Sciences Building
University of Alberta
Edmonton, AB T6G 2E9
CANADA

Phone: (780) 492-6659
Fax: (780) 492-8160
E-mail: el2@ualberta.ca
Website: <http://www.ualberta.ca/sfm>
Canadian Publication Mail Agreement No. 1571958

Réalisation

Directeur des Communications
Marvin Abugov

Collaborateur scientifique
Estelle Lavoie

Maquette
Concepts 3

Traduction
Translation Bureau, Public Works and Government Services Canada (Alberta, British Columbia & Yukon Region)

Photographie
Space Imaging Corporation
Marvin Abugov
NRC Research Press

Dr. Marc Stevenson
Dr. Ken Van Rees,
Louisiana-Pacific Canada Ltd.
Marlow Esau

Communiquez avec nous au
Réseau de gestion durable des forêts
G-208 Biological Sciences Building
University of Alberta
Edmonton, AB T6G 2E9
CANADA

Téléphone: (780) 492-6659
Fax: (780) 492-8160
Courriel: el2@ualberta.ca
Site Web: <http://www.ualberta.ca/sfm>
Numéro de convention
Poste-publications canadien: 1571958