Ressources naturelles Canada
Natural Resources Canada

SERVICE CANADIEN DES FORÊTS
La SCIENCE en vedette

Septembre 2014

Inventaire forestier amélioré
Un outil pour un secteur forestier canadien concurrentiel

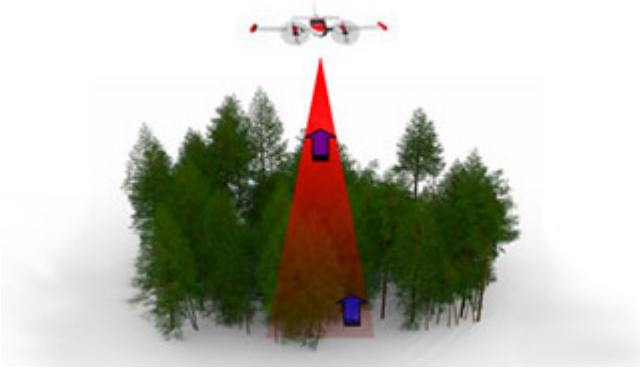
Les ressources forestières du Canada se placent au troisième rang mondial, sont vastes et complexes et jouent un rôle déterminant dans l'économie du pays. Depuis les côtes rocheuses de l'Atlantique jusqu'à celles de la Colombie-Britannique, les gestionnaires forestiers sont appelés à s'assurer que des millions d'hectares de forêts sont exploités de façon durable, en conciliant les valeurs économiques, environnementales et sociales. Pour y parvenir, ils doivent posséder de grandes connaissances, comme : les espèces d'arbres et où ils se trouvent, à quoi peut servir leur bois et comment accéder aux arbres et aux forêts, tout en respectant les autres valeurs qui ressortent de ces dernières. Pour acquérir ces connaissances et les utiliser, les gestionnaires forestiers dressent un inventaire statistique des forêts et des cartes qui caractérisent et décrivent les peuplements. Ils s'appuient sur ces dernières pour planifier l'abattage, prévoir où revouveler la forêt et protéger les zones forestières vulnérables. Les gestionnaires forestiers ont besoin d'un inventaire forestier qui fournit l'information et les outils leur permettant de veiller à ce que la bonne quantité et la bonne sorte de fibre ligneuse soient disponibles au bon endroit au bon moment.

Le Centre canadien sur la fibre de bois (CCFB), du Service canadien des forêts (SCF), collabore depuis un certain temps avec de nombreux partenaires provenant d'autres secteurs gouvernementaux, de l'industrie et du milieu universitaire, en vue de fabriquer un outil appelé Inventaire forestier amélioré (IFA). Ce dernier est une innovation qui allie les nouvelles technologies avec les technologies actuelles, afin de répondre aux besoins des gestionnaires forestiers canadiens en matière de planification.

Le SCF a participé à la mise au point de nombreuses technologies utilisées dans le cadre de l'IFA. Par exemple, c'est le CCFB qui a créé la plateforme intégrée utilisée au moment de l'élaboration de l'IFA, afin de mettre à profit les points forts du SCF en matière de recherche en écologie forestière à long terme, combinés à ceux de la FPInnovations quant à la recherche opérationnelle à court terme.

La recherche et le développement (R et D) s'ingère depuis longtemps dans l'inventaire forestier au Canada. Autrefois, après l'arpentage du terrain à pieds, à dos de cheval ou en canot, les cartes de l'inventaire forestier étaient tracées à la main. Plus tard, la norme est devenue la prise de photos stéréographiques à partir d'un aéronef, en utilisant les placettes au sol comme élément d'appui. Au fil du temps, des variantes écologiques et fondées sur l'écosystème ont été incluses pour élargir l'inventaire, dans le but de gérer non seulement le bois, mais toutes les valeurs forestières. Avec l'arrivée du Système d'information géographique (SIG) dans les années 1980, les cartes ont été informatisées sous forme

> Le gouvernement du Canada a appuyé les efforts pour améliorer la compétitivité du secteur forestier canadien, en vue de créer des emplois et générer de la richesse pour la population canadienne, tout en assurant un aménagement forestier durable. Le rôle du gouvernement fédéral en foresterie, comprend la R et D de produits, comme l'IFA, en collaborant et en formant des partenariats solides avec l'industrie, les provinces et les universités. L'IFA permet également de fournir des données à l'Inventaire forestier national, afin de produire de brèves statistiques servant à élaborer des politiques nationales et internationales. Par ailleurs, l'on peut avoir recours à l'IFA dans le cadre d'autres initiatives de recherche du SCF, soit pour modéliser et vérifier des scénarios au niveau du paysage.



Les systèmes LiDAR aériens saisissent des données 3D des forêts au dessus du couvert forestier.

Le lidar (détection et télémétrie par la lumière) est une technique de télédétection qui consiste à mesurer le temps que prend l'impulsion laser pour frapper un objet et retourner à la source. Généralement, un lecteur laser est placé à bord d'un avion et un satellite GPS peut le localiser avec précision. Les scanneurs de pointe peuvent transmettre et recevoir jusqu'à 500 000 impulsions de lumière laser par seconde, ce qui fourni des données permettant de cartographier les objets réfléchis en trois dimensions. http://www.rncan.gc.ca/forets/inventaire/13426.

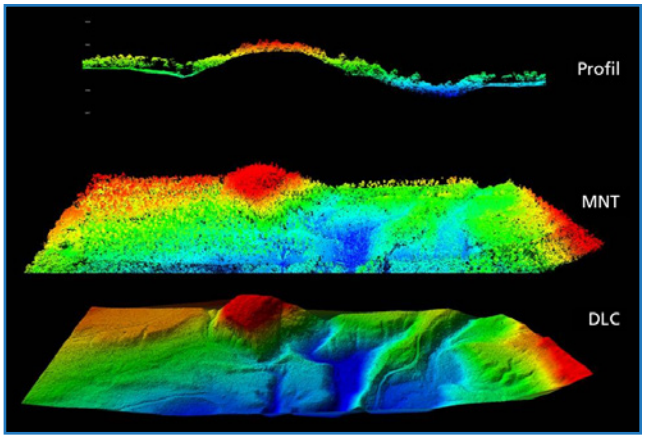
numérique. La science qui sous-tend ces améliorations a toujours été appuyée au gouvernement du Canada.

Dans le cadre de l'IFA, l'on a recours à des lasers aéroportés, c'est-à-dire, le lidar. Grâce à cette dernière, l'on peut obtenir une vue tridimensionnelle informatisée du sol (appelée une cartographie du terrain), et des caractéristiques morphologiques des arbres, y compris leur hauteur et la forme du houppier, qui sont utiles à l'IFA. Des mesures détaillées des arbres des placettes au sol, y compris les caractéristiques internes du bois complètent les éléments utilisés dans le cadre de l'IFA.

Grâce à l'IFA, le gestionnaire forestier reçoit dans son ordinateur un inventaire spatialement complet, ainsi qu'une cartographie topographique détaillée. Il connaît donc exactement quoi se trouve où, et comment s'y rendre, et peut donc planifier un aménagement durable. Tout en ayant le même but, l'IFA est plus efficace, plus vite et devient rapidement plus rentable que les autre méthodes (p. ex., l'arpentage en personne).

Le concept de l'IFA a été testé dans des emplacements partout au Canada. Il s'agissait d'études de cas industriels, lesquels ont confirmé les avantages du concept, révélé des moyens pour l'améliorer et ont également fourni certaines données sur l'économie de coûts et sur les avantages. En Ontario, l'IFA a permis d'économiser 400 000 dollars par année, avec une période de récupération estimative d'à peine deux ans. À Terre-Neuve-et-Labrador, l'on a substituer la plus coûteuse épinette noire (*Picea mariana* [Mill.] BSP) par le moins coûteux sapin baumier (*Abies balsamea* [L.] Mill.) dans le mélange de pâte de l'usine, ce qui a permis d'économiser environ 175 000 dollars par année pour chaque substitution de 1 p. cent. Une économie de 1,7 million de dollars est certainement envisageable pour cette usine à elle seule. L'on estime qu'au Québec, l'économie annuelle pour mesurer les placettes au sol sera de 3 millions de dollars. Il s'agit d'importants avantages économiques pour le secteur forestier, en plus de générer d'intéressantes possibilités d'emploi dans les régions rurales du Canada.

Dans le contexte de l'exploitation forestière et des scieries, la grosseur des arbres et des billes détermine quel équipement utiliser. Le fait d'agencer l'équipement d'abattage ou la configuration de la scierie à la grosseur des arbres et des billes, réduit le coût, puisque l'équipement est plus efficace. L'IFA fournit une estimation fiable de la taille des arbres d'un emplacement donné avant l'exploitation. Les gestionnaires forestiers peuvent avoir recours à cette information pour agencer l'équipement à la grosseur des



Données lidar en couches (DLC). Modèle numérique de terrain (MNT); modèle numérique de surface; profil, une vue combinée de la surface et du terrain. (Murray Woods, Technologies avancées d'inventaire de ressources forestières, Ontario)

arbres et, ainsi, acheminer les billes de diverses tailles à la scierie appropriée. Les entreprises peuvent également utiliser cette information pour prévoir l'investissement en capital à long terme et acheter l'équipement qui s'agence aux arbres à abattre.

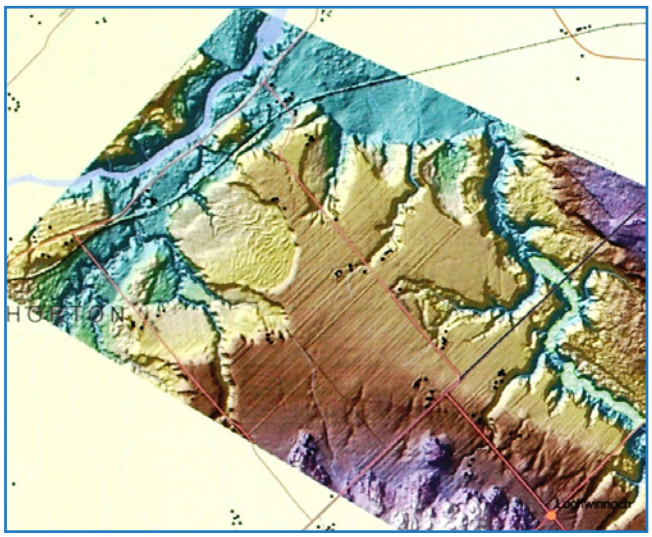
La construction de routes en terrain montagneux est très coûteuse. En principe, les gestionnaires forestiers ont besoin d'une carte topographique précise dans leur SIG pour localiser les routes. Les cartes topographiques offrent une vue en trois dimensions que le SIG peut utiliser pour calculer l'inclinaison d'une route, le rayon d'une courbe, voire l'angle de vision d'un chauffeur de camion. L'IFA fournit les données de base pour tous ces aspects d'une planification routière efficace. Il existe des blocs de forêt en région montagneuse où l'on ne peut construire des routes d'accès. L'IFA peut éliminer ces blocs des régions forestières fonctionnelles et permetre de recalculer les coupes permises. Les cartes topographiques perfectionnées peuvent servir pour modéliser les milieux humides ou d'autres endroits vulnérables. Afin de ne pas compacter le sol ou colmater les voies navigables, les gestionnaires forestiers utilisent cette information pour ne pas procéder à l'abattage estival dans ces lieux et le reportent plutôt à l'hiver.

À l'usine de pâte d'un lieu testé, l'on a eu recours à l'IFA pour modéliser les caractéristiques de la fibre ligneuse par espèce. Dans le procédé de mise en pâte, les billes sont décomposées en leurs cellules ligneuses, lesquelles peuvent avoir des caractéristiques différentes, certaines se prêtant bien à la mise en pâte et d'autres non. Des chercheurs ont découvert des méthodes pour établir un rapport entre les conditions locales et l'environnement qui influent sur la croissance de l'arbre et ses caractéristiques internes qui permettent la mise en pâte. Dans le cadre de l'IFA, l'on tire parti de ces méthodes en ajoutant une couche cartographique des caractéristiques du bois permettant la mise en pâte à la série de cartes qu'utilisent les gestionnaires forestiers. Ceci leur permet d'inclure ces caractéristiques dans leurs plans, de sorte que le bon assortiment de bois brut permettant à l'usine de satisfaire à ses exigences en matière de mise en pâte lui soit acheminé. Le fait de connaître ces caractéristiques au préalable, permet d'exploiter les forêts plus efficacement et de répondre aux demandes des clients.

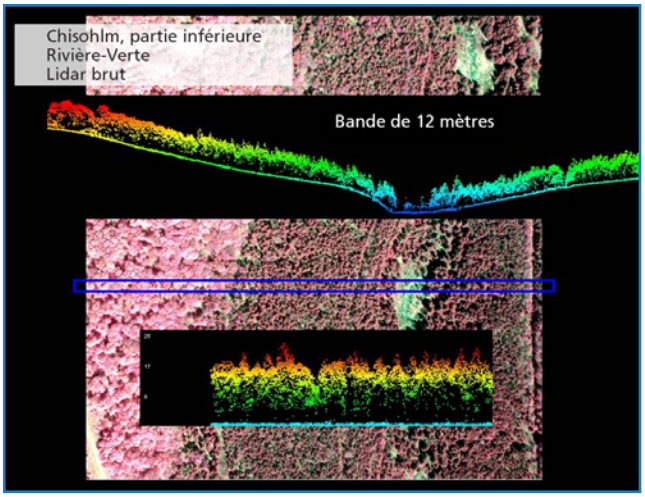
L'IFA offre une plateforme intégrée permettant de planifier les besoins stratégiques, tactiques et opérationnels des gestionnaires forestiers canadiens d'aujourd'hui.

Au Québec, l'on a testé les mesures géométriques détaillées des arbres, en vue de perfectionner des éléments de l'IFA, ce qui a amélioré la fiabilité quant à la façon dont le système traite plusieurs formes ou dimensions d'arbres. Les troncs d'arbres ne sont pas des cylindres ou des cônes uniformes. Les arbres varient grandement dans leur forme naturelle et ce qui est appelé le *défilement* : la diminution de la grosseur de la tige d'un arbre depuis le bas vers le haut. Dans la nature, la variabilité est une bonne chose, puisqu'elle multiplie les possibilités de survie dans un environnement en constante évolution. Lorsque l'on transforme les arbres en produits, comme le bois d'œuvre, une variante inconnue n'est pas souhaitable, car la machinerie et l'usine fonctionnent mieux si elles sont optimisées pour des billes de grosseur et de formes spécifiques. Le fait de connaître d'avance la grosseur et la forme des billes permet d'optimiser la chaîne de transformation, ce qui améliore l'efficacité et réduit les pertes. Dans l'emplacement québécois, les chercheurs ont eu recours à un lidar terrestre et à des scanners de billes pour constater la forme des arbres et déterminer quelles billes pouvaient être coupées. Cette recherche a permis de réduire le coût de l'échantillonnage, tout en fournissant des estimations plus précises sur la variabilité de l'approvisionnement en bois acheminé aux scieries.

L'identification automatique des espèces arborescentes est une partie de l'inventaire forestier qui s'est révélée épineuse. L'automatisation et une plus grande précision sont des améliorations nécessaires par rapport aux méthodes traditionnelles. L'exactitude de l'inventaire de photos aériennes interprétées manuellement pour identifier les espèces d'arbres, peut être inférieure à 70 p. cent. Pour tenter de résoudre ce problème de longue date, l'on a testé un nouveau lidar à longueur d'onde totale. Les résultats semblent prometteurs.



Données lidar superposées sur une carte de base de l'Ontario. Le lidar représente le terrain; la carte de base représente les routes, les édifices (les points noirs), les voies ferrées (lignes pointillées dans le haut, et la rivière Bonnechère (en haut à droite); près de Renfrew, Ontario. (Christina Davis, Ministère des richesses naturelles de l'Ontario)



Données lidar de la région de Rivière-Verte au Nouveau-Brunswick (Technologies avancées d'inventaire de ressources forestières, Ontario)

Toutes les applications de l'IFA ont été développées de concert avec plusieurs partnenaires et collaborateurs, mais elles tiennent sur une même et seule plateforme. Pour faire passer cette technologie du banc d'essai aux usagers, les responsables du CCFB et leurs partenaires se sont déplacés partout au pays pour introduire l'IFA et en expliquer les rouages. Les employés du CCFB se sont joints à ceux de l'Institut forestier du Canada pour organiser une série d'ateliers régionaux, et élaborer des notes d'information sur la façon dont fonctionne l'IFA. Au SCF, l'on a élaboré un guide des bonnes pratiques qui offre aux utilisateurs une démarche étape par étape. Le fait de continuer à transmettre ces connaissances permettra aux utilisateurs d'apprendre comment fonctionne l'IFA dans leur cas particulier.

L'IFA est un outil novateur qui permettra aux gestionnaires forestiers canadiens de prendre de meilleures décisions commerciales, soit de façon intégrée et durable sur le plan écologique. L'IFA fournit de l'information qui n'existait pas auparavant, la collecte de données étant trop coûteuse ou n'étant pas intégrées à un outil utile. Cet outil permet aux gestionnaires forestiers de prendre les bonnes décisions sur la meilleure façon d'utiliser les ressources en bois, tout en protégeant les autres valeurs de la forêt. L'IFA offre une plateforme intégrée permettant de planifier les besoins stratégiques, tactiques et opérationnels des gestionnaires forestiers canadiens d'aujourd'hui.

Le Canada figure parmi les plus grands exportateurs de produits forestiers au monde. Ses produits sont en concurrence dans un marché mondial complexe. Il conservera son rôle de chef de file seulement si son secteur forestier demeure durable, écologique et économique. L'IFA est un autre outil que les gestionnaires forestiers peuvent utiliser pour atteindre ce but. Le SCF demeure au premier rang de l'exploration de la science qui sous-tend un inventaire forestier qui se surpasse, est plus rapide et moins coûteux.

Bibliographie

Ressources naturelles Canada. (2012). Modélisation par lidar terrestre permettant de prévoir la qualité de la fibre de bois dans un inventaire forestier. Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts, Centre canadien sur la fibre de bois, Sault Ste. Marie, Ontario. Faits sur la fibre 010. 2 p. [En ligne]. [http://cfs.nrcan.gc.ca/pubwarehouse/pdfs/33841.pdf] (Consulté en mars 2014).

White, J.C., et autres (2013). Guide des meilleures pratiques pour générer des attributs d'inventaire forestier provenant de données obtenues par balayage laser aéroporté en utilisant une approche par zones, [: rapport FI-X-010] [Victoria, Colombie-Britannique], [accessible en ligne ou en version imprimée en anglais seulement]. Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts, Centre canadien sur la fibre de bois. [En ligne] [http://cfs.nrcan.gc.ca/pubwarehouse/pdfs/34887.pdf] (Consulté en mars 2014).

Woods, M., et autres (2011). « Operational implementation of a LiDAR inventory in Boreal Ontario », For. Chron., vol. 87, no 4, p. 512–528. [En ligne]. [http://pubs.cif-ifc.org/doi/pdf/10.5558/tfc2011-050] (Consulté en mars 2014).

Wulder, M.A., et autres (2008). « The role of LiDAR in sustainable forest management », For. Chron., vol. 84, no 6, p. 807–826. [En ligne]. [http://pubs.cif-ifc.org/doi/pdf/10.5558/tfc84807-6] (Consulté en mars 2014).

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre de Ressources naturelles Canada, 2014

N° de cat. Fo3-2/2-2014F-PDF
ISBN 978-0-660-22097-0