

IMPACT

REVUE DES ACTIVITÉS 2016-2017

ÉNERGIE
ENCOURAGER
LA RECHERCHE
COLLABORATIVE
P. 26

P. 34 BIOPRODUITS
TRANSFORMATION DU
SECTEUR FORESTIER CANADIEN

P. 14 OPÉRATIONS FORESTIÈRES
DÉVELOPPER DES TECHNOLOGIES
POUR AMÉLIORER LA SÉCURITÉ

P. 40 CONSTRUCTION EN BOIS
SOLUTIONS INNOVANTES
ET NOUVELLES PERSPECTIVES



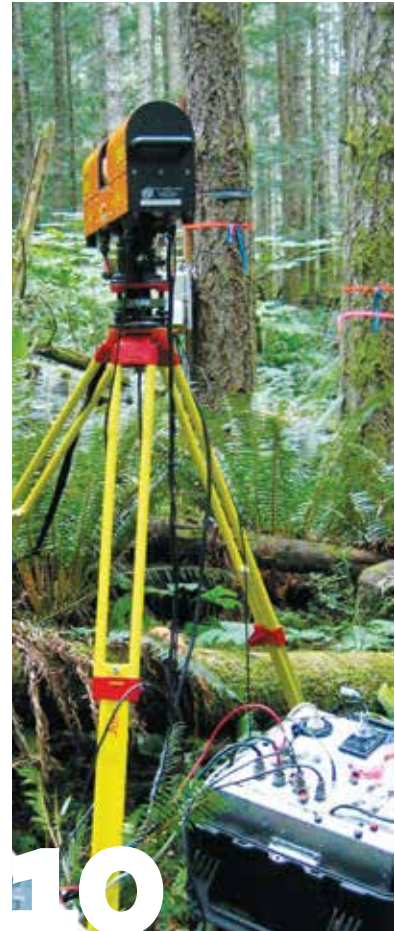
HISTOIRE À SUCCÈS
PORT HAWKESBURY
PAPER
P. 32

TECHNOLOGIES PROPRES
RÉDUIRE LES ÉMISSIONS
DE GAZ À EFFET DE SERRE
P. 46

FORESTERIE 4.0
NOUVELLE INITIATIVE
DE FPINNOVATIONS
P. 11



50



10



26



22



18



14

TABLE DES MATIÈRES



4 - **CORPORATIF**
ŒUVRER À UN FUTUR PASSIONNANT



10 - **TÉLÉDÉTECTION**
RELEVER LES DÉFIS DE LA QUATRIÈME RÉVOLUTION INDUSTRIELLE



14 - **OPÉRATIONS FORESTIÈRES**
DÉVELOPPER DES TECHNOLOGIES POUR AMÉLIORER LA SÉCURITÉ



18 - **TRANSPORT**
RÉDUIRE LE COÛT ET L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DES OPÉRATIONS



22 - **ENVIRONNEMENT**
PROTÉGER LA BIODIVERSITÉ



25 - **ESSAIS SUR LES PAPIERS SANITAIRES**
PERFORMANCE DES ESSAIS SUR LES PAPIERS SANITAIRES : MAINTENANT PLUS FACILES ET PLUS FIABLES



26 - **ÉNERGIE**
ENCOURAGER LA RECHERCHE COLLABORATIVE



32 - **HISTOIRE À SUCCÈS**
PORT HAWKESBURY PAPER



34 - **BIOPRODUITS**
TRANSFORMATION DU SECTEUR FORESTIER CANADIEN



40 - **CONSTRUCTION EN BOIS**
SOLUTIONS INNOVANTES ET NOUVELLES PERSPECTIVES



46 - **TECHNOLOGIES PROPRES**
OBJECTIF : RÉDUIRE LES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE



50 - **SCIERIE**
OPTIMISER CHAQUE ÉTAPE DU PROCESSUS



54 - **PROTECTION DU BOIS**
AIDER L'INDUSTRIE À MAINTENIR ET OUVRIR DE NOUVEAUX MARCHÉS



57 - **REMERCIEMENTS**



34



40



32



46

ŒUVRER À UN FUTUR PASSIONNANT

MESSAGE DU **VICE-PRÉSIDENT EXÉCUTIF**



TREVOR STUTHRIDGE
Vice-président exécutif

Au cours de la dernière année, les équipes de recherche de FPIInnovations ont accompli une quantité phénoménale de travail afin d'aider nos membres et l'industrie forestière canadienne à demeurer à l'avant-garde en matière d'innovation. Les nombreux résultats de recherche mis en œuvre tout au long de l'année et qui sont soulignés dans ce magazine démontrent nos répercussions sur le secteur et la société. À titre d'exemple, les bâtiments de moyenne et grande hauteur font maintenant partie de notre paysage urbain, les filaments de cellulose tirés de la phase 1 de notre programme de recherche sont mis à l'essai dans diverses applications industrielles et de consommation et la télédétection est maintenant fréquemment utilisée à des fins des plus variées.

FPIInnovations peut aussi être fière des initiatives à long terme qui offrent un grand potentiel pour aider l'industrie forestière canadienne à se positionner comme chef de file mondial. L'initiative Foresterie 4.0, lancée récemment, vise à aider le secteur à s'adapter à la prochaine révolution industrielle en facilitant l'interconnexion des machines, des systèmes et des données au sein des sites de production. Pour sa part, l'initiative SM² augmentera les possibilités de valeur ajoutée pour les petites billes dans de nouveaux marchés grâce à des technologies émergentes et à une plateforme de transformation intelligente et agile. De plus, le programme TMP-Bio s'impose comme une technologie dominante du secteur de la bioéconomie et prépare son passage prochain à la phase d'usine pilote.

Tournée vers l'avenir, l'organisation a œuvré avec diligence à la mise en place de son Plan d'action stratégique et de son Modèle d'affaires, qui établissent les priorités stratégiques qui façonneront notre manière de travailler pour renouveler et transformer l'ensemble du secteur forestier. Cette nouvelle approche cible les besoins du marché, la collaboration et l'atténuation des risques sur les procédés, technologies et produits au bénéfice de nos membres et partenaires. Ces efforts obtiennent déjà leurs premiers résultats concrets.

En mettant davantage l'accent sur la collaboration et les partenariats, nous avons lancé de nombreuses initiatives qui englobent un plus grand nombre de parties prenantes, par exemple le Programme de foresterie autochtone. Ce dernier vise à augmenter la capacité des collectivités autochtones à profiter des possibilités émergentes des industries de la foresterie et des produits forestiers. L'un des principaux

objectifs de ce projet consiste à faciliter le développement de partenariats mutuellement bénéfiques entre les collectivités autochtones et l'industrie existante ainsi qu'à améliorer la santé et la compétitivité du secteur forestier canadien et des collectivités dans lesquelles il est appliqué.

De plus, à l'automne 2016, FPIInnovations et l'Université Auburn ont signé un protocole d'entente de cinq ans visant l'introduction et la mise en œuvre de la technologie de blanchiment quasi-neutre de FPIInnovations ainsi que d'autres services techniques auprès de l'industrie des produits forestiers d'Alabama, et éventuellement d'autres États du sud-est des États-Unis. Ce partenariat clé est une preuve de la volonté de FPIInnovations de créer des alliances stratégiques qui mettent en valeur l'expertise de l'organisation au-delà des frontières.

FPIInnovations est toujours à l'affût d'occasions pour permettre à son personnel de recherche et ses partenaires externes d'explorer des idées scientifiques novatrices, des concepts émergents et de nouvelles technologies, et ce, tant dans les secteurs traditionnels que non traditionnels. Afin d'encourager une telle exploration, nous avons mis en œuvre OpenFPI, une plateforme collaborative en ligne qui s'appuie sur la culture d'excellence en matière d'innovation de l'organisation en soutenant les investissements dans notre Moteur d'innovation et la divulgation à tous les employés des étapes préliminaires des concepts de recherche à court terme. Déjà, certains concepts du Moteur d'innovation de l'année dernière ont été intégrés dans notre programme de recherche collaborative ou sont déjà passés aux premières étapes de disponibilité commerciale.

Je suis très heureux des résultats phénoménaux qui ont été réalisés au cours de la dernière année et des défis stimulants à venir pour l'organisation et l'industrie. Soyez assurés que nous continuerons de nous concentrer sur des offres avant-gardistes qui répondent le mieux aux besoins de nos membres, du secteur forestier canadien et de nos plus vastes collectivités axées sur la durabilité. Au nom de tous les employés de FPIInnovations, je vous remercie de votre appui et de votre soutien continu.

FPINNOVATIONS CÉLÈBRE SON 10^E ANNIVERSAIRE

Cette année marque le 10^e anniversaire de FPInnovations et c'est avec une immense fierté que nous faisons le bilan de sa première décennie tout en envisageant l'avenir en toute confiance.



FPInnovations est issue de **la fusion de trois instituts canadiens de recherche partageant des compétences et des objectifs similaires.**

En combinant les forces de Forintek, de FERIC et de Paprican, une structure de recherche unique et améliorée était créée, capable de mieux servir ses membres et de se positionner en tant que chef de file mondial. La mise en commun des compétences en recherche et des ressources financières a aussi réduit les risques d'investissement en R – D pour les membres, tout en offrant de meilleures possibilités de conclure des ententes et partenariats stratégiques avec des collaborateurs.



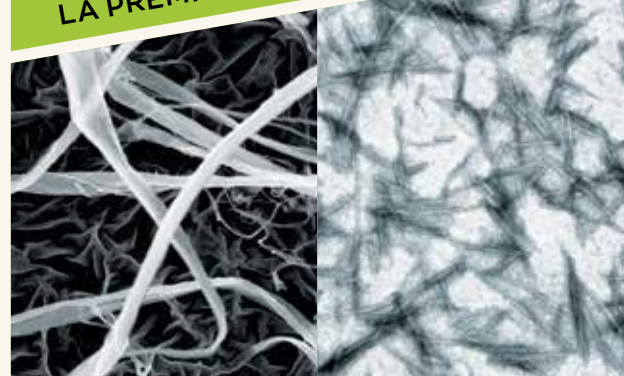
Le Centre canadien sur la fibre de bois (CCFB) s'est ajouté comme **quatrième partie intégrante de la nouvelle entité FPInnovations.**

Le CCFB est un organisme de recherche virtuel créé par le Service canadien des forêts de Ressources naturelles Canada pour apporter connaissances, outils et expertise à l'échelle de la forêt aux programmes de recherche intégrés de FPInnovations. Depuis, FPInnovations et le CCFB ont travaillé étroitement en vue d'offrir des solutions qui couvrent l'ensemble de la chaîne de valeur de la forêt, du génome de l'arbre aux produits de consommation finaux.

L'ORIGINE

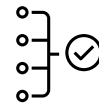


LA PREMIÈRE DÉCENNIE





- Au cours des dix dernières années, FPInnovations a développé des **solutions innovantes** pour aider l'industrie forestière canadienne à se démarquer et à demeurer concurrentielle à l'échelle internationale. Nous avons connu de nombreux succès et avons mis au point des plateformes novatrices pour aider les membres à progresser et à demeurer à la fine pointe de la technologie. Nous sommes fiers des nombreux succès de recherche qui sont passés du laboratoire à l'usine pilote, par exemple :
- La **lignine** a maintenant atteint l'échelle de production commerciale, alors que le système LignoForce^{MC} devrait produire jusqu'à 30 tonnes par jour pour utilisation dans une grande variété d'applications.
- Le succès de la **construction de bâtiments en bois de moyenne et de grande hauteur** est maintenant bien visible dans les nombreux exemples que l'on retrouve dans le paysage urbain.
- **CelluForce**, une coentreprise produisant de la cellulose nanocristalline (CNC), compte maintenant de nombreux joueurs internationaux dans ses rangs.
- Les **entreprises forestières** élaborent de meilleurs plans stratégiques et opérationnels en matière d'approvisionnement en bois grâce à des outils d'inventaire forestier faisant appel à des technologies comme LiDAR.
- **L'usine de démonstration de filaments de cellulose (FC)**, mise sur pied en collaboration avec une entreprise membre, est maintenant opérationnelle et produit 5 tonnes par jour de FC de grande qualité.



Aujourd'hui, FPInnovations consolide les fondements de sa **nouvelle stratégie d'affaires** par des priorités qui établiront la capacité de l'organisme à être chef de file mondial en matière d'innovation :

- Culture d'excellence en innovation
- Compétitivité et pérennité
- Façonner l'avenir
- Accélérer l'innovation et les partenariats.



À l'aube de sa deuxième décennie, FPInnovations a acquis une réputation d'excellence qui lui permet de rallier des partenaires et des collaborateurs à l'échelle mondiale. **Nous nous tournons vers l'avenir avec grande confiance** en nos capacités à atteindre nos objectifs avec autant de succès qu'au cours de la première décennie.



LE FUTUR





BARBARA BELL, *Spécialiste du soutien à l'innovation*;
VICTOR PADILLA, *Chercheur*; et
NEVILLE STEAD, *Spécialiste du soutien à l'innovation*

Un nombre toujours croissant d'employés de FPIInnovations soumettent des idées originales qui repoussent les limites de la pensée innovatrice grâce à une compétition organisée à l'échelle de l'entreprise : **le Défi Découverte**.

« La compétition encourage les gens à sortir des sentiers battus en offrant un environnement collaboratif qui permet d'explorer des idées non conventionnelles ne faisant pas partie des courants de recherche réguliers », explique Barbara Bell, spécialiste du soutien à l'innovation.

Une version à plus petite échelle de la compétition a été mise à l'essai il y a quatre ans; le projet a connu un tel succès qu'il a été étendu à toute l'organisation. En 2016-2017, 25 idées ont été présentées et un jury composé de pairs a sélectionné six gagnants qui ont reçu 40 000 \$ chacun pour financer leur recherche préliminaire. Des six propositions gagnantes, cinq ont reçu du financement supplémentaire pour poursuivre le développement.

La compétition utilise maintenant une plateforme collaborative nommée OpenFPI qui s'appuie sur la culture d'innovation de l'organisation en permettant à tous les employés de voir les propositions et d'y apporter leurs idées et commentaires. « La plateforme donne aux employés la chance d'en apprendre plus sur les initiatives de recherche et de collaborer en partageant de l'information », affirme Mme Bell.

Le Défi Découverte alimentera le moteur d'innovation, une initiative plus vaste qui offre du financement aux projets scientifiques d'échelles et de portées diverses.

LE DÉFI DÉCOUVERTE, UN INCITATIF À SORTIR DES SENTIERS BATTUS

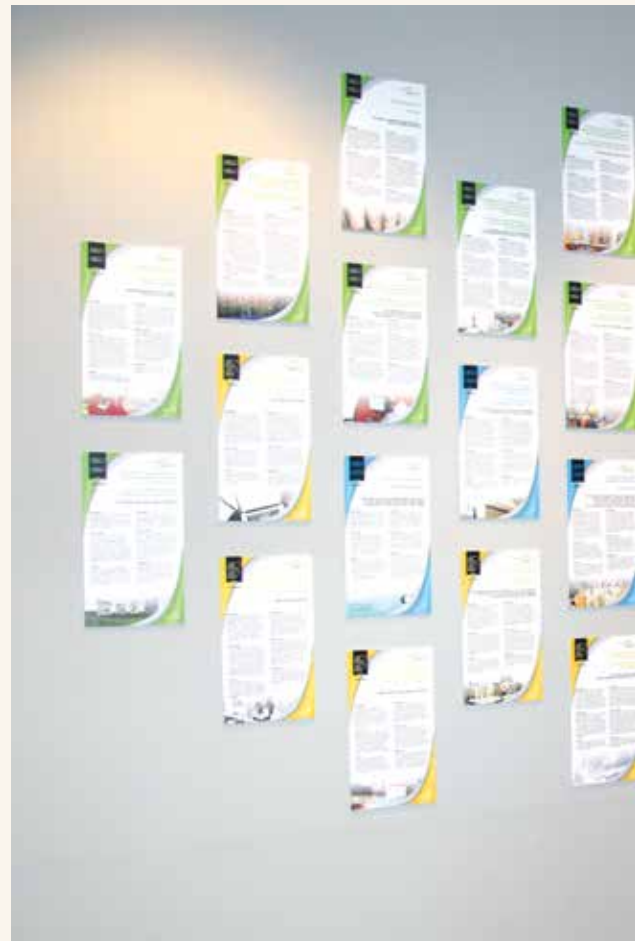


PROGRAMME RECONNAISSANCE DE L'INNOVATION

ET LES GAGNANTS SONT ...

Les employés de FPIInnovations vivent et respirent au rythme de l'innovation. Leurs passions et talents exceptionnels sont reconnus dans le cadre d'une compétition annuelle durant laquelle un jury composé d'employés de FPIInnovations sélectionne les innovations de l'année dans différentes catégories. Les innovations gagnantes doivent être uniques, avoir été mises en œuvre et apporter une valeur monétaire, opérationnelle et compétitive.

À l'annonce des plus récents gagnants, FPIInnovations a également souligné le travail accompli depuis sa création en 2007 par une rétrospective qui incluait plus d'une centaine d'innovations.



Trois gagnants ont été sélectionnés parmi les 24 propositions reçues pour les innovations de l'année 2016 :

SCIENCE ET TECHNOLOGIE

Production et utilisation de lignine kraft LignoForce - maintenant une réalité commerciale

Tom Browne, Jim Kwasny, Yanyan Chen, Kirsten Maki, Barry Clare Freeborn, Michael Paleologou, Martin Feng, Ernest Palus, Peter Holt-Hindle, Pak-Yan Wong, Zeen Huang, Alain Gagné, Lamfeddal Kouisni

Dispositions relatives au CLT dans la norme canadienne de conception en bois

Mohammad Mohammad, Christian Dagenais, Marjan Popovski, Erol Karacabeyli, Lin Hu, Ciprian Pirvu, Sylvain Gagnon, Chun Ni

PRATIQUES D'AFFAIRES ET EXCELLENCE ORGANISATIONNELLE

Un espion dans la cabine : des caméras GoPro pour améliorer l'efficacité et la sécurité

Jean-Philippe Gaudreau, Matt Thiel, Brent McPhee

POUR EN APPRENDRE DAVANTAGE AU SUJET DE CES INNOVATIONS EXCITANTES, CONSULTEZ LES VIDÉOS DES INNOVATIONS DE L'ANNÉE 2016 SUR LA CHAÎNE YOUTUBE DE FPINNOVATIONS.

RESPONSABILITÉ ENVIRONNEMENTALE ET SOCIALE

En phase avec le Plan d'action stratégique de FPinnovations, le comité de responsabilité environnementale et sociale élabore des initiatives visant à réduire l'impact environnemental de l'organisation, par exemple en améliorant l'efficacité de la consommation d'eau et d'énergie, en augmentant le taux de recyclage et en minimisant les émissions de gaz à effet de serre.

Il recherche constamment des moyens d'améliorer la diversité des genres et des cultures en milieu de travail, puisque l'intégration des différences est un élément fondamental de la marche des affaires chez FPinnovations.

Le comité se rencontre sur une base régulière pour planifier les projets liés à la responsabilité sociale et environnementale, incluant l'établissement des bases, la définition des objectifs cibles et la mise en place de nouvelles initiatives destinées à améliorer la diversité de même que la prise de conscience et la performance en matière d'environnement.

Cette année, le comité a identifié et recueilli des données de base et communiquera les progrès accomplis dans une publication à venir d'IMPACT.

SM² RÉINVENTER LA TRANSFORMATION DU BOIS ET FAVORISER LA DIVERSIFICATION DES PRODUITS ET DES COPRODUITS

FPinnovations a récemment lancé l'initiative SM², qui vise à favoriser l'émergence d'un nouveau paradigme visant à stimuler la transformation accrue de billes de petite dimension en nouveaux produits et coproduits.

L'initiative SM² facilitera l'accès à de nouveaux marchés par le biais de technologies émergentes et d'une plateforme de transformation agile et intelligente.

SERGE CONSTANTINEAU
Directeur

Les mesures qui ont été mises en place devraient permettre aux entreprises membres une récupération accrue du bois d'œuvre, une réduction du volume des coproduits et une réduction des coûts de conversion unitaire, en plus d'aider à accroître les revenus des produits dans les marchés non traditionnels.

Par l'entremise de SM², FPinnovations souhaite accélérer l'accès à la recherche et au développement ainsi qu'à l'innovation appliquée.





RELEVER LES DÉFIS DE LA

QUATRIÈME RÉVOLUTION INDUSTRIELLE



FORESTERIE 4.0

LA NOUVELLE INITIATIVE DE FPINNOVATIONS POUR RENFORCER LE SECTEUR FORESTIER CANADIEN

La connectivité des sites éloignés, l'automatisation et les mégadonnées font partie des nouveaux défis auxquels le secteur forestier est confronté avec l'arrivée de la quatrième révolution industrielle, aussi appelée Industrie 4.0. Ces défis sont caractérisés par l'interconnexion des machines et des systèmes au sein des sites de production et entre eux.

Afin d'aider le secteur forestier canadien à se positionner comme chef de file dans cette révolution technologique, FPInnovations lance Foresterie 4.0, une initiative visant à permettre à la partie en amont de la chaîne de valeur forestière de tirer pleinement partie de l'agilité et de la puissance de la quatrième révolution industrielle.

« En lançant Foresterie 4.0, FPInnovations espère faire progresser la chaîne d'approvisionnement forestière vers les normes d'Industrie 4.0 en matière de réactivité aux besoins du marché, d'agilité et de connectivité », affirme Francis Charette, gestionnaire de recherche associé au sein du groupe Modélisation et aide à la décision de FPInnovations. « L'introduction de nouvelles technologies sera plus attrayante pour la prochaine génération de travailleurs, tout en permettant de remédier à la pénurie actuelle de main-d'œuvre qualifiée dans le secteur. »

L'initiative comprend les quatre thèmes suivants :

L'ENVIRONNEMENT RÉEL vise à développer les données fondamentales sur lesquelles appuyer la surveillance, l'analyse et la prise de décisions le long de la chaîne d'approvisionnement. Ce thème se consacre au développement de technologies et de la science nécessaires pour alimenter la chaîne de valeur. L'information recueillie dans le cadre de ce thème doit s'adapter de manière dynamique à la chaîne d'approvisionnement afin d'offrir des processus répondant à la demande de l'utilisateur.

L'INTERNET DE LA FORÊT est fondé sur la communication en temps réel, l'échange de mégadonnées et l'assemblage de technologies. Il vise à élaborer et mettre en œuvre des systèmes de communication dans les activités relatives aux ressources qui permettront d'appliquer les normes d'Industrie 4.0.

LES SYSTÈMES AVANCÉS D'APPROVISIONNEMENT ciblent particulièrement le développement et la mise en œuvre de l'équipement, du matériel, des logiciels et des modèles de prochaine génération qui permettront aux entreprises forestières de mener leurs activités conformément aux normes d'Industrie 4.0 tout en étant automatisées, connectées et accessibles en temps réel.

L'OPTIMISATION DÉCISIONNELLE ciblera le développement de connaissances et de méthodes permettant de transformer les données brutes et semi-transformées en intelligence capable d'alimenter les systèmes de gestion et les processus de la chaîne d'approvisionnement en fonction d'une optimisation puissante et de modèles de simulation.



FRANCIS CHARETTE
Gestionnaire de recherche associé

« L'introduction de nouvelles technologies sera plus attrayante pour la prochaine génération de travailleurs. »



DES SOLUTIONS DE TÉLÉDÉTECTION ACCÉLÉRÉES POUR **UNE GESTION GLOBALE ET DE GRANDE VALEUR DES RESSOURCES FORESTIÈRES**

La portée géographique et l'intégralité de l'inventaire des ressources forestières, des dénombrements d'essences et de la distribution des volumes de bois par qualité et par dimension devraient être modifiées par les relevés effectués à l'aide de la technologie de télédétection. C'est ce qu'affirment les fournisseurs de solutions de télédétection qui participent au défi technologique accéléré lancé dans le cadre du programme « Défi d'inventaire forestier ARCTIC » et parrainé conjointement par FPIInnovations et le Foresight Cleantech Accelerator Centre. Foresight est un organisme sans but lucratif qui aide les entreprises de technologies propres à commercialiser leurs produits.

l'industrie forestière de la Colombie-Britannique et créer des emplois de qualité dans le secteur de la haute technologie pour développer et soutenir cette technologie.

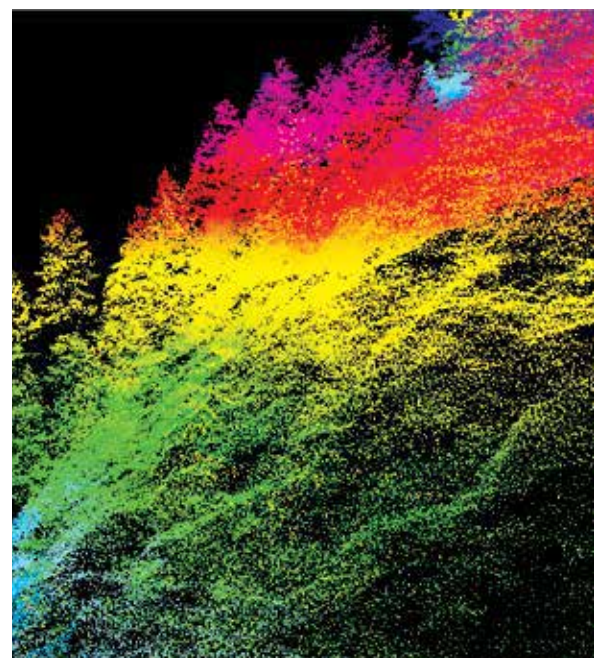
Quinze entreprises ont répondu au défi, et trois d'entre elles ont été identifiées comme possédant des technologies prêtes à être mises à l'essai. Deux d'entre elles sont canadiennes alors que l'autre est une coopérative canado-finnoise. Le modèle du défi devrait permettre de transférer ces solutions au marché et donner de la valeur au secteur forestier de la Colombie-Britannique, selon M. Tsui.

Actuellement, les trois technologies sont en cours d'essai dans les régions intérieure et côtière de la Colombie-Britannique. Plus tard en 2017, un finaliste sera sélectionné et le programme passera à une mise en œuvre à plus grande échelle qui se terminera à la fin de 2018.

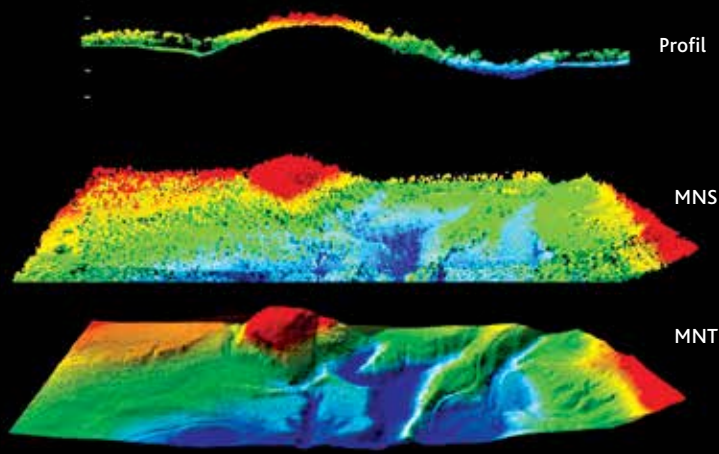


OLIVIER TSUI
Chercheur

Olivier Tsui, chercheur en télédétection chez FPIInnovations, explique les objectifs et les avantages du programme : « Les entreprises forestières de C.-B. y gagneront un accès à des données de télédétection de grande valeur pour prendre de meilleures décisions de gestion des ressources forestières et de planification des infrastructures, par exemple pour déterminer à quel endroit construire des routes de manière rentable tout en protégeant l'environnement. Les données permettront principalement d'établir un inventaire des arbres, de leur taille, de leur volume et de leur essence. Le plus gros défi consiste à étudier la qualité et la dimension du bois, par exemple la classe de la bille, des propriétés qui n'ont jamais été largement étudiées jusqu'à maintenant. Les données seront aussi utilisées par les entreprises forestières afin de définir et d'accéder à certaines sources de fibres qui pourraient avoir une grande valeur dans le futur. » Les études démontrent que l'amélioration de la qualité et de la fréquence de la saisie des données à l'aide de solutions de télédétection pourrait entraîner des économies allant jusqu'à 100 millions \$ par année pour



Les données de télédétection permettent de prendre de meilleures décisions sur la gestion des ressources forestières et de la planification des infrastructures.



« FPIinnovations possède l'expertise requise en matière d'efficacité de la machinerie de récolte pour démontrer les économies possibles lorsque les données sur la taille des arbres ont été recueillies par télédétection. »

Cartes de télédétection à plusieurs couches affichant une vue latérale du terrain et du profil de la canopée par modélisation numérique de surface (MNS) de la canopée et modélisation numérique de terrain (MNT).

FPIINNOVATIONS:

UN PONT VERS LA MISE EN ŒUVRE DE LA TÉLÉDÉTECTION FORESTIÈRE

La gestion de la ressource forestière canadienne se complexifie constamment. En plus de protéger les habitats et les écosystèmes forestiers, il faut maintenant aussi respecter les normes de certification, s'assurer de suivre des pratiques exemplaires, répondre aux attentes du public et fournir un inventaire forestier à l'appui d'une gestion durable des forêts. Mener un tel mandat est maintenant possible grâce à la télédétection et à la cartographie des ressources forestières. Le programme AWARE, acronyme tiré de l'anglais « *Assessment of Wood Attributes from Remote Sensing* » (Évaluation des attributs du bois par télédétection), rassemble des chercheurs universitaires, des organismes gouvernementaux du domaine forestier, des membres de l'industrie des produits forestiers ainsi que FPIinnovations. « Pour prendre des décisions complexes qui permettront d'optimiser la logistique des affaires et de répondre aux exigences liées à l'écosystème, nous devons pouvoir nous appuyer sur ces outils de télédétection et de gestion des données », explique Steve D'Eon, spécialiste de l'échange de connaissances au Centre canadien sur la fibre de bois. « FPIinnovations joue un rôle important dans le transfert de ces technologies des activités de recherche à l'industrie forestière », ajoute-t-il.

Les données tirées de quatre sites de recherche de base en Alberta, en Ontario, au Nouveau-Brunswick et à Terre-Neuve sont utilisées par des entreprises

forestières pour planifier de manière rentable les chemins forestiers et traverses de cours d'eau et pour bien choisir à l'avance l'équipement de récolte approprié en fonction de la pente du terrain. L'identification par télédétection de la taille des billes peut être employée pour la répartition du bon équipement, l'optimisation des lignes de sciage ou la planification d'achat de nouvel équipement. Des attributs du bois comme sa densité sont associés aux besoins du processus de mise en pâte. De plus, on a démontré qu'un inventaire précis s'avère un moyen de réduire les coûts de transport.

M. D'Eon explique que FPIinnovations a agi comme partenaire pour assurer le transfert concret de la technologie vers les opérations forestières. « Voilà son point fort : faire le lien avec l'industrie. À titre d'exemple, FPIinnovations possède l'expertise requise en matière d'efficacité de la machinerie de récolte pour démontrer les économies possibles lorsque les données sur la taille des arbres ont été recueillies par télédétection. Ces deux éléments combinés permettent les économies considérables. »

Le programme AWARE, d'une durée de cinq ans, en est actuellement à sa troisième année. Plus tard cette année, des ateliers seront organisés pour promouvoir auprès de l'industrie forestière une utilisation encore plus grande de ces outils technologiques à l'échelle du pays.



DENIS CORMIER
Directeur de recherche



DÉVELOPPER DES TECHNOLOGIES POUR
AMÉLIORER
LA SÉCURITÉ

PROGRESSION DE L'INITIATIVE
SUR LES PENTES FORTES :

UNE ANNÉE DE TRANSFORMATION POUR LES ACTIVITÉS EN TERRAIN ABRUPT EN COLOMBIE-BRITANNIQUE

Dans l'Ouest du Canada, les terrains abrupts sont une source importante de fibre difficilement accessible. La récolte du bois dans des pentes abruptes représente des défis importants en matière de sécurité et de coûts. Afin d'identifier des solutions et d'améliorer la viabilité générale de ce type de récolte, FPInnovations lançait en 2015 une initiative de cinq ans pour les pentes abruptes qui a suscité l'engagement de membres de l'industrie, de divers organismes gouvernementaux fédéraux et de la Colombie-Britannique, de manufacturiers et de distributeurs d'équipement ainsi que d'autres parties prenantes.

Depuis son lancement, FPInnovations a contribué à l'atteinte d'avantages concrets en matière de sécurité, de coûts et de disponibilité de la fibre pour ses membres de Colombie-Britannique. La deuxième année de l'initiative visait à promouvoir l'introduction, en C.-B., d'équipement au sol activé par treuil. Avec cette approche, les machines sont fixées à un point d'ancrage à l'aide d'un câble en acier. Puisque les travailleurs sont en sécurité dans la cabine, l'équipement actionné par le treuil peut remplacer la descente manuelle. « Cette technologie a été utilisée de manière sécuritaire en Europe, en Nouvelle-Zélande et dans plusieurs autres endroits », affirme le chercheur Dzhamal Amishev. FPInnovations a travaillé avec WorkSafe BC et des fournisseurs d'équipement pour démontrer la faisabilité de la technologie dans les conditions de la Colombie-Britannique et a organisé des ateliers présentant des experts internationaux et des utilisateurs de cette technologie. FPInnovations a aussi produit des vidéos et effectué des présentations dans des événements ciblés, en plus de collaborer avec le ministère des Forêts, des Terres et des Ressources naturelles pour quantifier les gains en matière de disponibilité de la fibre et les préoccupations quant à l'impact environnemental.

« Le nombre de systèmes actionnés par treuil en Colombie-Britannique a réellement explosé. En seulement deux ans, la province est passée d'une seule à près de 50 machines en place », affirme M. Amishev. FPInnovations a effectué un examen de la technologie qui couvre tous les systèmes actuellement utilisés et qui met en évidence les avantages et désavantages pour les acheteurs potentiels ainsi que des études sur le terrain des premières unités mises en œuvre en C.-B. « Nous offrons aussi du soutien aux manufacturiers d'équipement locaux afin de créer et de commercialiser le premier système national actionné par treuil de la Colombie-Britannique, adapté aux conditions de la région », ajoute M. Amishev.

Durant l'année à venir, l'initiative pour les pentes fortes continuera de se concentrer sur la sécurité à travers le développement des meilleures pratiques de gestion.

DZHAMAL AMISHEV
Chercheur

FPINNOVATIONS À DEMO International 2016

L'automne dernier, FPinnovations a participé activement à la conférence DEMO International à Vancouver en Colombie-Britannique et à la 13^e édition du DEMO International Equipment Show à Maple Ridge, Colombie-Britannique, qui se classe parmi les plus vastes et les plus importantes expositions d'équipement forestier en Amérique du Nord en plus d'être l'événement phare du Forum canadien des opérations forestières.

« DEMO a été une excellente occasion pour FPinnovations de présenter certaines de ses solutions novatrices aux représentants du secteur forestier et aux membres du public qui ont participé à cette exposition et visité notre kiosque riche en contenu », explique Jean-François Gingras, directeur de recherche au sein du groupe Opérations forestières. « À l'aide d'affiches et de bannières disposées un peu partout sur le site, nous avons aussi mis en évidence certains de nos projets de recherche comme l'initiative sur les pentes fortes et les nombreux partenariats que nous avons établis avec des équipementiers. »

Avec plus de 7 300 visiteurs du Canada et d'autres pays comme la Nouvelle-Zélande, la Finlande et le Brésil, cette exposition de trois jours sur la foresterie présentait les plus récentes technologies pour tous les aspects des opérations forestières.

L'exposition était précédée de la conférence DEMO International, intitulée Le secteur forestier du Canada – s'adapter à une nouvelle réalité. Elle a offert aux quelque 350 délégués un programme complet de plus de 60 présentations techniques, y compris cinq présentations durant lesquelles des chercheurs de FPinnovations ont expliqué en quoi l'adoption de nouvelles technologies, des meilleures pratiques et des innovations est primordiale pour assurer la réussite et le caractère concurrentiel du secteur forestier.

« L'exposition et la conférence DEMO ont été d'excellentes occasions pratiques pour nos chercheurs de partager leurs connaissances avec des gens de différents milieux. Ce fut une chance unique pour le personnel de FPinnovations de rencontrer des équipementiers, des entrepreneurs et des représentants de l'industrie qui sont tous collaborateurs ou bénéficiaires de nos recherches », conclut Dominik Röser, directeur de recherche au sein du groupe Opérations forestières. « Les liens que nous avons créés nous aideront à bâtir des relations et à contribuer à la livraison réussie de la recherche et des innovations dans le futur. »

FPinnovations attend avec impatience la prochaine édition de DEMO International qui aura lieu en 2020 dans un endroit qui n'est pas encore déterminé.



Du groupe des Opérations forestières (de gauche à droite): Philippe Meek, Jean-François Gingras, Jean-Philippe Gaudreau, Martin Castonguay, Sylvain Volpé, Matthew Thiel, Vincent Roy, David Belyea, Jean Plamondon, Luc Desrochers, Brian Boswell, Caroline Ventézou, Craig Evans, Cameron Rittich



IL N'Y A PAS DE FUMÉE SANS FEU...

ACCROÎTRE L'EXPERTISE EN MATIÈRE DE FEUX DE FORÊT AU CANADA

RAY AULT
Gestionnaire de recherche

Au Canada, les feux de forêt continuent de causer de lourds dommages sur les écosystèmes, la santé et la sécurité des collectivités et sur l'économie. Des événements extrêmes comme l'incendie majeur de Fort McMurray, en Alberta, illustrent bien les conséquences dévastatrices pour l'humain, l'environnement et l'économie. « Alors que les incendies de forêt deviennent de plus en plus fréquents, imposants et coûteux, FPInnovations travaille à mettre en place à travers le Canada l'expertise unique de lutte contre les feux que nous avons développée en Alberta. Les autres provinces démontrent beaucoup d'intérêt pour ce que nous faisons », affirme le directeur de recherche Dominik Röser.

FPInnovations possède le seul programme de recherche sur les opérations de lutte contre les feux de forêt au Canada ayant des liens directs avec les agences de protection et les activités sur le front. « Cette position unique reflète nos relations de longue date avec les institutions, notre leadership reconnu dans les opérations de lutte contre les feux de forêt, notre participation à la formation et notre réputation de livrer des résultats ouvrant la porte aux changements et aux améliorations. »

L'une des principales stratégies d'atténuation des feux de forêt recommandées par FireSmart^{MC} Canada est la gestion

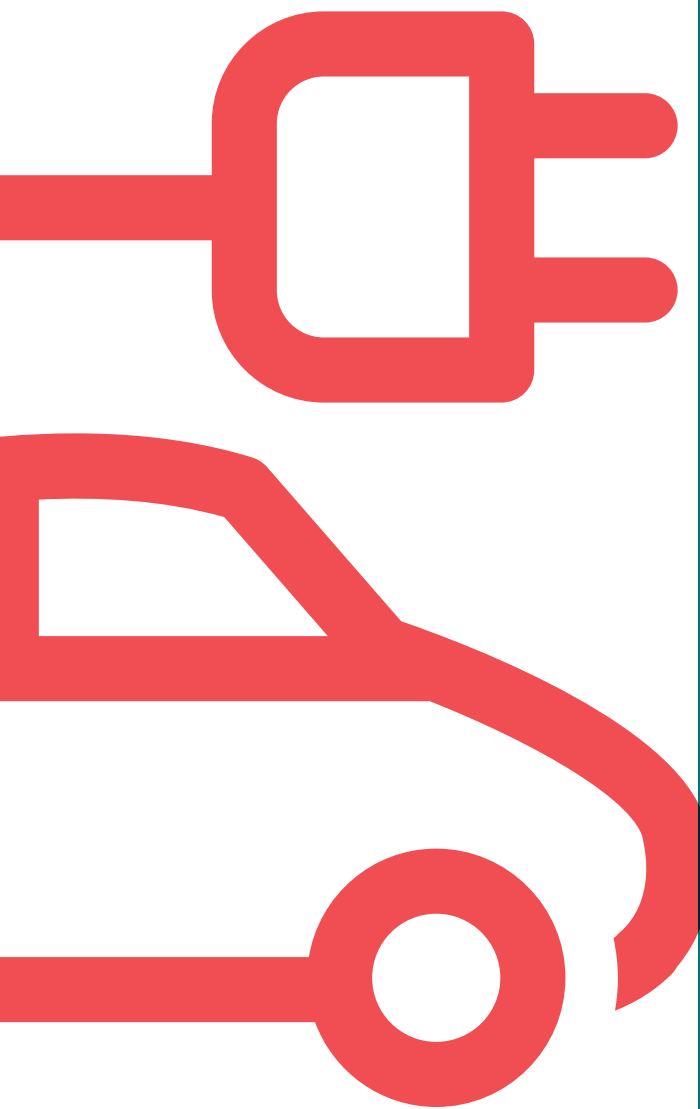
des combustibles forestiers, selon laquelle des traitements par brûlage sont appliqués pour modifier le comportement du feu et permettre des opérations d'extinction d'incendie plus sécuritaires et efficaces. « En Alberta, nos recherches sur les opérations de lutte contre les feux de forêt visent essentiellement la protection des collectivités. Notre travail avec Alberta Agriculture and Forestry nous permet de tester différents traitements de combustibles au sol dans les conditions les plus extrêmes afin d'établir leur efficacité », affirme le gestionnaire de recherche Ray Ault. « Nos recherches permettent d'identifier les meilleures approches pour permettre aux collectivités d'investir dans les traitements les plus efficaces. »

Les études menées dans la zone de recherche FireSmart de Red Earth Creek, en Alberta, et dans les Territoires du Nord-Ouest sont des exemples du type de protection des collectivités auxquels FPInnovations participe. En plus d'étudier le comportement du feu à l'aide de traitements par paillis, FPInnovations a conçu une torche qui a été utilisée pour allumer des feux, offrant ainsi un outil plus efficace et plus sécuritaire pour les opérations de brûlage des débris de récolte. « Ces études et technologies permettent aux collectivités d'élaborer de meilleures stratégies à l'étape de planification afin d'accroître leur protection », explique M. Ault.



RÉDUIRE

LE COÛT ET L'IMPACT
ENVIRONNEMENTAL
DES OPÉRATIONS



GRUPE PIT

FRANCHIT DE NOUVELLES FRONTIÈRES

Depuis sa création en 2008, le Groupe PIT de FPIInnovations a offert des solutions technologiques et de l'assistance personnalisées aux gestionnaires de flottes qui souhaitent réduire les coûts et l'impact environnemental de leurs activités ainsi qu'améliorer leur sécurité opérationnelle. Cette année, le groupe a franchi de grandes étapes dans le domaine des écotecnologies novatrices et a renforcé sa présence sur le marché américain.

Navette électrique pour les passagers de YYC

Le Groupe PIT a réuni des partenaires québécois – PRECICAD, KARGO, l'Institut du véhicule innovant et Deutschman Design – pour concevoir et fabriquer des navettes électriques pour l'Aéroport international de Calgary (YYC). Les spécifications mentionnaient une navette « signature », c'est-à-dire conçue sur mesure et totalement personnalisée pour le transport des passagers entre les gares de l'aéroport YYC nouvellement agrandi. En octobre 2016, après 30 mois d'efforts soutenus, FPIInnovations et ses partenaires ont livré 20 navettes compactes à la fine pointe ne produisant aucune émission. YYC a construit un parcours intérieur dédié entre les terminaux pour assurer le transport des passagers en correspondance qui passent par l'aéroport. Ce projet démontre de manière exceptionnelle comment FPIInnovations s'inscrit comme une plaque tournante majeure de l'industrie du transport.



YVES PROVENCHER
Directeur de programme

BOUCLER LA BOUCLE DE L'INNOVATION :

Mener les véhicules électriques vers le secteur forestier

Voici un bel exemple de partage des connaissances : FPInnovations prend l'expérience acquise dans le cadre du projet de navettes électriques d'aéroport et la transpose au secteur forestier. Le Groupe PIT a conclu une entente avec un partenaire stratégique afin d'appuyer le développement d'un camion de classe 8 entièrement électrique. L'équipe prévoit que le véhicule sera prêt pour des essais sur autoroute au milieu de l'année 2018.

Incursion dans le marché américain

Les premiers pas de Groupe PIT pour accéder au marché américain ont été très satisfaisants. Grâce à l'adhésion courante de six transporteurs des États-Unis, ce qui représente près de 20 000 camions, Groupe PIT a augmenté de manière importante sa présence dans ce pays. Les activités démontrant la valeur et l'expertise de l'équipe ont joué un rôle essentiel dans sa réussite.

CAMPAGNE D'ESSAI D'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

Les succès du Groupe PIT en territoire américain ont convaincu plusieurs fabricants d'équipement d'origine pour camions, représentant diverses combinaisons de tracteurs et de groupes motopropulseurs fournis par de nombreux manufacturiers, d'effectuer une campagne d'essai unique aux installations de camionnage de U.S. Xpress, où les unités précommerciales ont été testées. Grâce aux résultats de première main et aux connaissances acquises, des spécifications améliorées ont déjà été développées, ce qui représente un important avantage concurrentiel.

REVUE ÉNERGÉTIQUE DE FLOTTE

La plus récente offre de Groupe PIT, la revue énergétique de flotte, contribue aussi à son accès au marché américain en comprenant mieux les besoins du marché tout en démontrant l'expertise de Groupe PIT et ses résultats d'essai de première qualité. En collaboration avec Dwayne Haug, un expert renommé de l'industrie, l'équipe effectue des analyses complètes de l'équipement et des méthodes d'entretien inclus dans les opérations du transporteur. Les entreprises de transport se voient remettre un plan d'action leur indiquant les meilleures pratiques dans leurs activités et des recommandations pour renforcer leurs flottes.

« Le fait qu'un transporteur majeur comme U.S. Xpress joigne les rangs de Groupe PIT, et ce, immédiatement après que nous ayons fait des essais à leurs installations démontre la précieuse contribution que nous pouvons apporter à tous types de flottes de l'industrie nord-américaine du transport. »

DES MODIFICATIONS À LA POLITIQUE DE POIDS HIVERNAL DU NOUVEAU-BRUNSWICK POURRAIENT **PROLONGER DE DEUX SEMAINES LE TRANSPORT D'HIVER**

Pendant plusieurs années, le début et la fin de la saison du transport hivernal de billes étaient clairement définis par des cycles de gel et de dégel prévisibles. Aujourd'hui, avec l'incidence du réchauffement planétaire, les dates limites ont changé et sont incertaines, ce qui entraîne des effets majeurs sur les coûts de transport du bois. Les chercheurs du groupe Routes et infrastructures de FPInnovations ont travaillé avec les ministères des Transports du Manitoba, de l'Alberta et du Nouveau-Brunswick pour concevoir des programmes de charges saisonnières mieux adaptés aux changements climatiques.

En 2013, le ministère des Transports et de l'Infrastructure du Nouveau-Brunswick avait mis en œuvre un programme de transport hivernal des billes comprenant un seuil de début et une augmentation du poids relativement conservateurs. En 2016, à l'aide des données de surveillance routière du ministère des Transports, FPInnovations a effectué une analyse de la chaussée et les résultats ont démontré que les charges hivernales pouvaient débuter plus tôt et que l'augmentation des charges pouvait être plus importante, pourvu que cette dernière ne compromette pas la sécurité du camion ou la durée de vie des ponts. En réponse à cette analyse, le ministère des Transports annonçait récemment un changement dans sa politique en ce qui concerne le seuil de profondeur de gel, qui passera de 1 m à 0,85 m. Ces dernières années, le transport hivernal a duré de six à huit semaines dans la partie nord de la province et seulement deux semaines dans la partie sud. Le récent changement de politique devrait offrir jusqu'à deux semaines supplémentaires de transport hivernal dans toutes les régions du Nouveau-Brunswick.

« Le secteur forestier du Nouveau-Brunswick avait estimé que le transport de charges utiles plus élevées durant l'hiver pouvait lui faire économiser jusqu'à un million de dollars par année. »



ALLAN BRADLEY
Gestionnaire de recherche associé

Selon la modélisation et les résultats d'essais de FPInnovations, des profondeurs de gel moins élevées et des charges de camions plus importantes pourraient être utilisées sans compromettre l'intégrité de la chaussée. Le modèle de performance de la chaussée gelée de FPInnovations a été étalonné avec les données de résistance du sol des essais en laboratoire de la Ville d'Edmonton et les données de réaction de la chaussée d'essais de chaussée de l'Université Laval.

Le programme de poids hivernal a permis aux entreprises forestières du Nouveau-Brunswick de réaliser d'importantes économies. Allan Bradley, gestionnaire de recherche associé de FPInnovations, a affirmé : « Le secteur forestier du Nouveau-Brunswick avait estimé que le transport de charges utiles plus élevées durant l'hiver pouvait lui faire économiser jusqu'à un million de dollars par année. Des économies supplémentaires s'ajouteront grâce au prolongement de la saison du transport hivernal et à la réduction du transport de bois au printemps et en été. De plus, le prolongement du transport hivernal peut permettre aux scieries d'éviter la pénurie de billes lorsque le printemps est précoce. »



PROTÉGER LA BIODIVERSITÉ

FUSIONNER LES ROUTES D'ACCÈS AUX RESSOURCES AUX MILIEUX HUMIDES

UTILISATIONS
PRATIQUES QUI
SOUTIENNENT
L'INDUSTRIE ET
L'ENVIRONNEMENT

Les milieux humides sont des parties intégrantes des paysages forestiers en raison de leurs nombreuses fonctions écologiques vitales et de leur rôle clé dans la régulation de l'hydrologie forestière locale et régionale. Les routes d'accès aux ressources passent souvent par les milieux humides, ce qui représente des défis environnementaux et fonctionnels. La santé et la fonction hydrologique continue des passages en milieux humides sont en train de devenir une source d'inquiétude croissante pour l'industrie forestière canadienne, les autres industries du secteur primaire, les gouvernements et les groupes voués à la conservation.

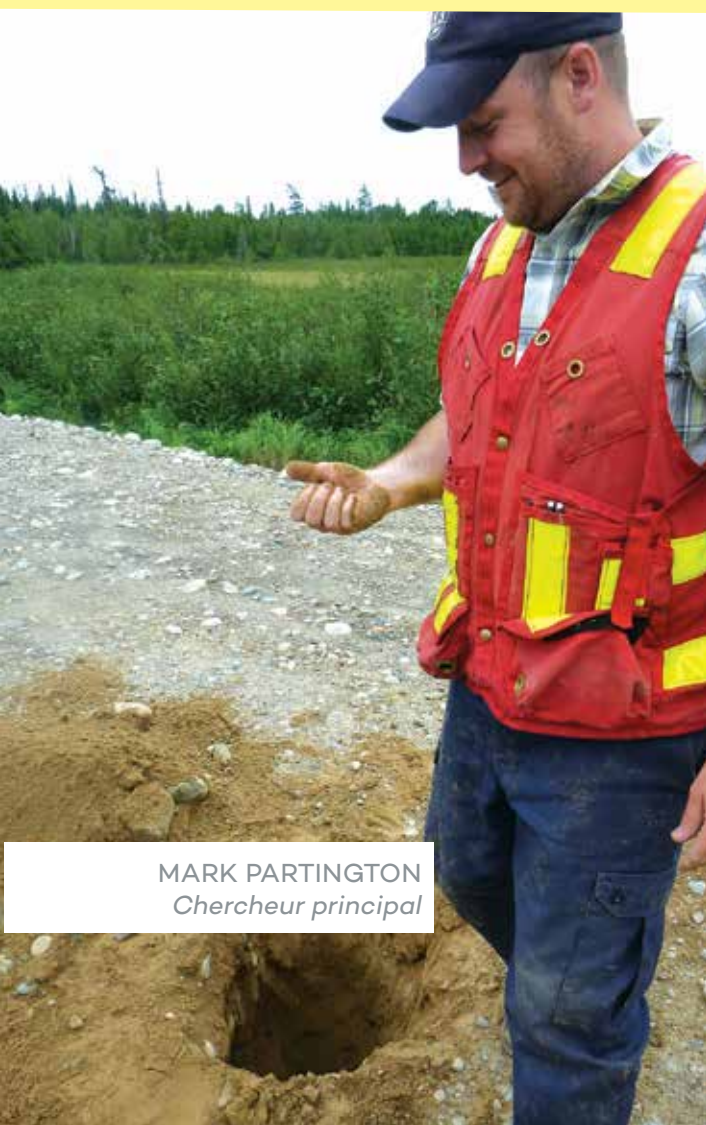
« Bien que ce soit le scénario de planification préféré, éviter les milieux humides n'est souvent pas réaliste en raison de l'immensité de ces environnements sur le territoire », explique Mark Partington, chercheur principal chez FPInnovations. Clayton Gillies, aussi chercheur principal chez FPInnovations, affirme : « Une route peut être située et construite de manière à minimiser l'impact sur les milieux humides tout en répondant aux exigences opérationnelles, économiques et de sécurité. Il est devenu évident qu'un guide des applications pratiques était nécessaire. »

Pour relever ces défis, FPInnovations et Canards Illimités Canada ont réuni leurs forces pour élaborer le Guide sur les routes d'accès et les milieux humides : un guide sur la planification, la construction et l'entretien. Financé par Ressources naturelles Canada et le programme de subventions en partenariat pour la conservation et la communauté de la Sustainable Forestry Initiative, ce document complet est le premier en son genre à l'échelle nationale et fournit un champ d'application vaste qui traite de la valeur environnementale des milieux humides et des défis opérationnels que représente la gestion des routes d'accès aux ressources dans ces conditions. Ce guide pratique contient des renseignements sur le développement et la mise en œuvre des meilleures pratiques de gestion de l'industrie pour la construction de routes rentables, tout en atténuant les impacts écologiques que certaines activités peuvent avoir sur les milieux humides.

Les partenaires et le comité d'évaluation du projet sont composés de 11 représentants de l'industrie et des gouvernements provinciaux à travers le Canada, ce qui a permis de créer un guide répondant aux besoins de ces deux parties prenantes. En tant que publication novatrice, le Guide sur les routes d'accès et les milieux humides : un guide sur la planification, la construction et l'entretien, aide à influencer et à guider les politiques provinciales avant qu'elles soient élaborées. Sa grande popularité et sa distribution nationale ont aussi mené à une adoption extraordinaire de certaines mesures par l'industrie, mais aussi par les gouvernement fédéral et provinciaux ainsi que les experts-conseils, les organismes non gouvernementaux et même les audiences américaines.



CLAYTON GILLIES
Chercheur principal



MARK PARTINGTON
Chercheur principal

PERTURBATEURS ENDOCRINIENS

RÉDUIRE L'IMPACT DES EFFLUENTS DE FABRICATION DES PÂTES SUR LA REPRODUCTION DES POISSONS

En 1992, le gouvernement fédéral a présenté le Règlement sur les effluents des fabriques de pâtes et papiers pour protéger les poissons, leur habitat et la santé des humains en régissant le dépôt de substances nuisibles provenant des effluents des usines de pâtes et papiers. Ce règlement stipulait que les usines devaient effectuer une étude de suivi des effets sur l'environnement (ESEE) aux trois ans pour établir les effets sur les poissons et leur habitat. « Après trois cycles de l'ESEE, une évaluation nationale a découvert que les poissons en aval des usines de pâtes avaient de plus petites gonades et de plus gros foies, indiquant ainsi une perturbation endocrinienne. Bien que les effets sur la reproduction des poissons aient été bien documentés, peu de progrès ont été réalisés quant aux causes et aux solutions potentielles », affirme Pierre Martel, chercheur principal chez FPIInnovations. Dans le quatrième cycle de l'ESEE, le gouvernement a autorisé certaines usines à travailler en partenariat avec des chercheurs de FPIInnovations, d'Environnement Canada et des universités canadiennes pour tenter de trouver une solution. L'étude multi-organisations vise à découvrir comment avoir un impact minimal ou nul sur la reproduction des poissons.

FPIInnovations a créé un essai en laboratoire à court terme (12 jours vs. 28 jours précédemment) pour examiner la production d'œufs des ménés à grosse tête et il s'est avéré un bon outil pour prévoir la perturbation endocrinienne environnementale. Cette version d'essai simplifiée a permis de tester de façon efficace et rapide plus de 80 effluents provenant de 20 usines à travers le Canada. À l'aide du test de demande biochimique en oxygène (DBO_5) de cinq jours, les chercheurs ont été en mesure de faire un lien entre des niveaux élevés de charges organiques dans l'eau usée et les effets sur la reproduction des poissons. En ce qui concerne les usines de pâte mécaniques et de pâte kraft, il a été démontré que les effluents contenant moins de 20 mg/l de DBO_5 avaient le plus grand potentiel de n'avoir aucun effet sur la production d'œufs des poissons.

« La bonne nouvelle est que les systèmes de traitement biologiques existants fonctionnent avec un grand niveau d'efficacité et que plusieurs d'entre eux réduisent de manière constante la DBO_5 à des niveaux inférieurs à 20 mg/L », affirme M. Martel. « Les ingénieurs peuvent maintenant apporter des améliorations importantes à la qualité des effluents et à l'environnement en contrôlant la charge organique dans le système de traitement biologique, et ce, en modifiant ou en investissant très peu dans de nouveaux équipements. Les découvertes de l'étude ont permis de comprendre en profondeur le problème, ce qui représente un grand pas vers la solution. »



TATYANA YURCHUK
Technicienne principale

MARIA RICCI
Technicienne principale

PIERRE MARTEL
Chercheur principal





PERFORMANCE DES ESSAIS SUR LES PAPIERS SANITAIRES: MAINTENANT PLUS FACILES ET PLUS FIABLES



TONY MANFRED
Technicien principal

FPIinnovations a lancé trois nouveaux outils uniques et entièrement automatisés qui améliorent la vitesse, l'efficacité et la fiabilité des mesures de performance et du contrôle de la qualité dans la fabrication de produits faits de papiers sanitaires.

Chaque marque de papiers sanitaires tente de se démarquer en fonction d'attributs de performance tels que la douceur, l'absorption d'eau et la résistance, tout en minimisant le poussierage et le peluchage. Pour respecter les promesses de la marque, il est nécessaire d'effectuer des mesures quantitatives et rapides qui correspondent aux perceptions des clients et améliorent le contrôle de la qualité durant la production.

Actuellement offerts aux membres de FPIinnovations, les trois nouveaux outils permettent d'évaluer la performance du produit en quelques minutes seulement. Ils comprennent une unité automatisée d'essai d'absorption d'eau fondée sur la norme ISO 12625-8, un outil d'essai de résistance à la friction humide pour les papiers essuie-tout et un outil d'essai de poussierage et de peluchage pour papiers sanitaires. « En éliminant le recours aux essais manuels à forte intensité de main-d'œuvre, les manufacturiers de papiers sanitaires peuvent s'assurer d'un meilleur contrôle de la qualité et peuvent déterminer des moyens rentables d'accroître la performance », affirme Xuejun Zou, directeur de recherche du programme Papier, emballage et produits de consommation.

L'outil d'essai d'absorption d'eau, suffisamment robuste pour être utilisé dans un environnement d'usine ou dans un laboratoire, mesure la capacité totale d'absorption, le temps d'absorption, la rétention d'eau et le taux d'absorption. Il est offert avec un écran tactile et une clé USB pour exporter les données vers une feuille de calcul. L'outil d'essai de résistance à la friction humide mesure la résistance du matériau humide, tandis que l'outil d'essai de poussierage et de peluchage évalue le potentiel de poussierage et de peluchage en simulant les usages finaux. Un logiciel amélioré d'analyse d'images a été créé pour quantifier les mesures pouvant être utilisées pour le contrôle de la qualité ainsi que pour soutenir le développement du produit et le suivi des effets des changements de procédés.

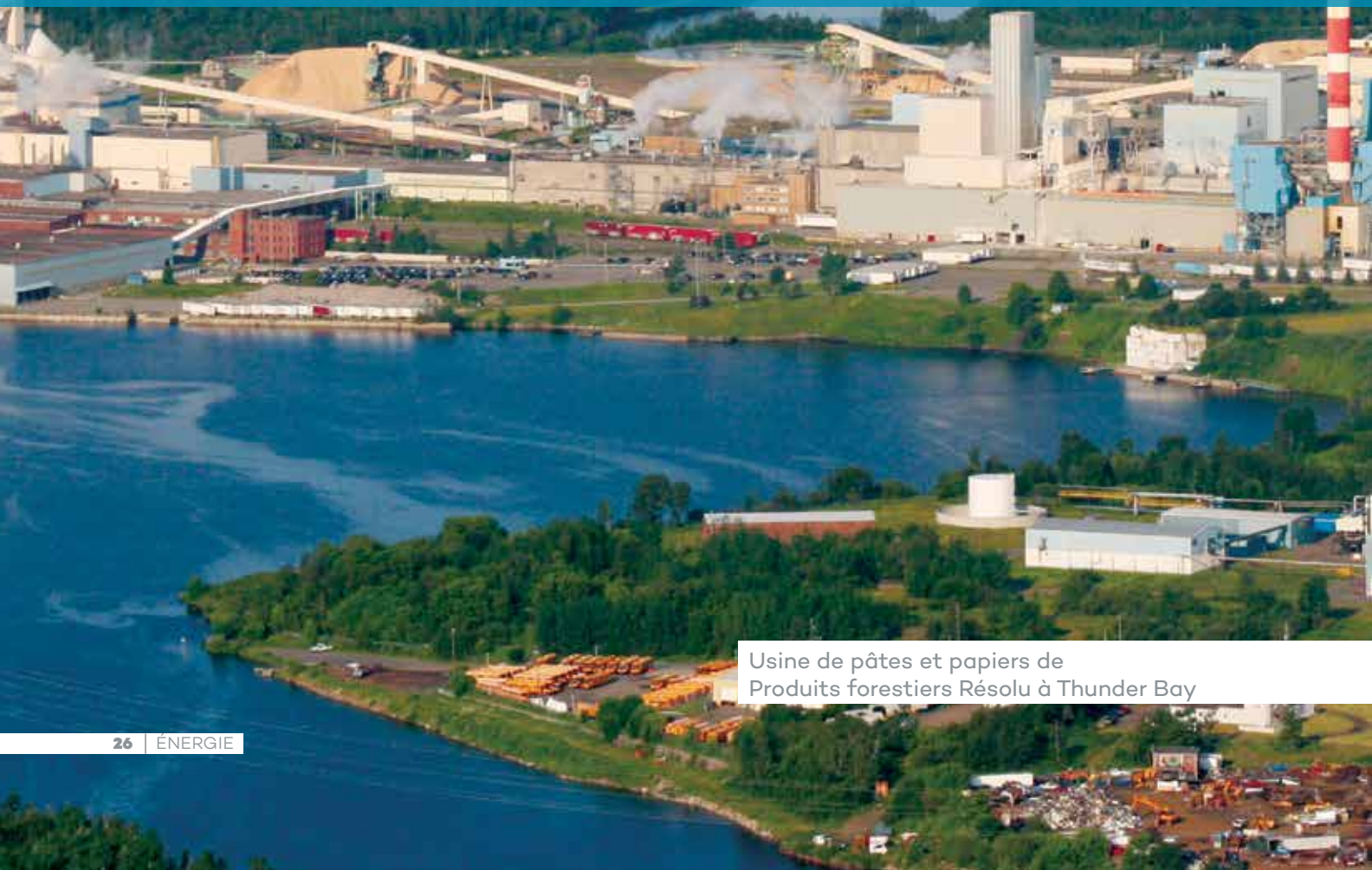
Les commentaires des membres ayant installé ces unités dans leurs usines sont positifs. « Les usines de papiers sanitaires affirment que ces nouveaux outils les aident à améliorer la performance des papiers sanitaires. L'outil d'essai de poussierage et peluchage des papiers sanitaires a aidé un membre à faire la promotion de sa pâte commerciale auprès d'importants producteurs de papiers sanitaires qui avaient besoin d'améliorer le bouffant et la douceur de leurs produits tout en minimisant le poussierage et le peluchage », ajoute M. Zou.



RAFIK ALLEM, *Gestionnaire de recherche* ; SYLVIE AURIOL, *Technicienne principale* ;
JIMMY JONG, *Gestionnaire de recherche* ; TONY MANFRED, *Technicien principal* ;
ARLENE KINGSLAND, *Technicienne principale* ; et XUEJUN ZOU, *Directeur de recherche*



ENCOURAGER LA RECHERCHE COLLABORATIVE



Usine de pâtes et papiers de
Produits forestiers Résolu à Thunder Bay

TRANSITION VERS UNE BIOÉCONOMIE

INTÉGRATION DES PROCÉDÉS ET GESTION DE L'ÉNERGIE DANS LES USINES CANADIENNES DE PÂTES ET PAPIERS



ENRIQUE MATEOS-ESPEJEL
Chercheur

La transition vers une nouvelle bioéconomie n'est pas une tâche facile. Toutefois, le partenariat de FPInnovations avec CanmetÉNERGIE aide l'industrie forestière à relever le défi. L'équipe a examiné l'utilisation de l'énergie dans 13 usines de pâtes et papiers à l'échelle du Canada afin d'accroître l'efficacité et de réduire la consommation d'énergie fossile. L'optimisation des usines et la réduction du gaspillage d'énergie minimisent l'impact environnemental de ces dernières et augmentent leur résultat net en réduisant le coût du carburant et en augmentant les profits liés à la production d'énergie.

L'expertise complémentaire de FPInnovations et de CanmetÉNERGIE a apporté une valeur importante aux usines de pâtes et papiers grâce à l'utilisation d'une méthodologie d'intégration des procédés, une approche holistique qui permet d'évaluer la consommation et la production d'énergie dans l'ensemble de l'usine. Combinés à l'examen de l'exploitation des services publics dans le but de mieux utiliser les biocombustibles et de mettre en œuvre des solutions de récupération de la chaleur, les rapports complets sur l'énergie qu'a reçus chaque usine comprenaient cinq à dix nouveaux projets possibles, dont plusieurs ont été adoptés. Les rapports ont identifié des améliorations à court terme pour mise en œuvre immédiate ainsi que des activités à moyen et long termes qui nécessitent un plus grand investissement en capital. Globalement, des solutions rentables pour réduire les coûts en énergie de 45 millions \$ par année ont été recommandées aux usines partenaires.

VALEUR ÉCOLOGIQUE : TRANSFORMER LES ÉTUDES EN SUCCÈS

PRODUCTION D'ÉNERGIE VERTE

Une usine de papier kraft a vu sa stratégie de production d'énergie électrique améliorée grâce à une compréhension approfondie du fonctionnement de sa centrale électrique, de son contrat d'électricité, du coût réel de l'énergie et de la limitation de ses procédés. Le résultat : plus de 10 millions \$ en revenus supplémentaires provenant de la production d'énergie électrique.

RÉCUPÉRATION DE CHALEUR

Une analyse complète des réseaux d'hydroélectricité utilisés dans un procédé PTM a amené la modification des systèmes de récupération de chaleur existants pour le chauffage de l'eau. Grâce à des coûts en capitaux minimes, l'usine a effectué des économies de 600 000 \$ en vapeur.

EFFICACITÉ HYDROÉLECTRIQUE

En tenant compte des contraintes en matière d'énergie et d'équipement, une usine de papier kraft a amélioré ses stratégies pour la production d'eau chaude. Un investissement en capital minimal lui a permis de réduire les débordements d'eau chaude et les injections de vapeur, ce qui a entraîné des économies d'un million de dollars par année en vapeur.

Globalement, des solutions rentables pour réduire les coûts en énergie de 45 millions\$ par année ont été recommandées aux usines partenaires.

« La collaboration continue entre CanmetÉNERGIE et FPInnovations a grandement modifié la façon de voir la production et la consommation d'énergie des usines canadiennes de pâtes et papiers », affirme Enrique Mateos-Espejel, chercheur chez FPInnovations. « Les stratégies et technologies novatrices découlant des études se sont avérées extrêmement rentables pour les usines concernées, rapprochant ainsi l'industrie d'une nouvelle bioéconomie. » Serge Bédard, gestionnaire de projet principal chez CanmetÉNERGIE, ajoute : « En plus de réduire la consommation d'énergie et d'augmenter la production électrique de l'usine, les mesures recommandées sont efficaces pour développer un plan à court, moyen et long termes pour réduire les émissions de gaz à effet de serre. L'approche permet aussi d'améliorer les stratégies d'exploitation des usines, d'en faciliter l'évaluation et de mettre en œuvre des bioraffineries intégrées au sein des usines existantes. »



LA NAISSANCE D'UNE **BIORAFFINERIE DE NOUVELLE GÉNÉRATION**

Fort de l'appui d'une équipe solide constituée de FPIInnovations, de CanmetÉNERGIE, de l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR), de l'École polytechnique, du consortium de recherche FORAC, du gouvernement du Québec et du gouvernement fédéral, l'objectif de Bioénergie La Tuque (BELT) consiste à concevoir une bioraffinerie avant-gardiste pour la production de diesel renouvelable à partir de résidus de l'exploitation forestière.

À La Tuque, dans le centre-nord du Québec, Bioénergie La Tuque (BELT) fait des avancées révolutionnaires pour ouvrir la voie au développement du secteur de la bioénergie. Fort de l'appui d'une équipe solide constituée de FPIInnovations, de CanmetÉNERGIE, de l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR), de l'École polytechnique, du consortium de recherche FORAC, du gouvernement du Québec et du gouvernement fédéral, son objectif consiste à concevoir une bioraffinerie avant-gardiste pour la production de diesel renouvelable à partir de résidus de l'exploitation forestière.

Le diesel renouvelable a été identifié comme le carburant de choix pour compenser l'augmentation des émissions de carbone du domaine du transport, à un moment où les véhicules lourds longue distance et les applications industrielles stationnaires ont grandement besoin de solutions de rechange aux carburants fossiles et disposent de moins d'options que les véhicules automobiles et camions légers. Actuellement, le biodiesel est produit à partir de graisses et d'huiles usées,

une matière première dont l'approvisionnement est limité et insuffisant pour répondre à la demande mondiale croissante. Le diesel renouvelable fait de résidus forestiers est en position idéale pour compléter les sources actuelles de biodiesel. Le choix des résidus de l'exploitation forestière comme source de biomasse pour la production de carburant est motivé par une réduction du gaspillage et de la sous-utilisation des ressources, permettant d'éviter des conséquences néfastes sur les opérations forestières de la région. L'équipe du projet continuera d'évaluer la faisabilité de convertir les matières résiduelles tirées de l'exploitation forestière pour une production annuelle prévue de 200 millions de litres et plus de carburant.

Le projet BELT, étalé sur deux ans, vise à déterminer la viabilité des technologies de conversion de biomasse en carburant et à proposer trois avenues possibles pour produire du diesel renouvelable dans un délai accéléré. Actuellement au cœur de la première phase, l'équipe est en train de réaliser une évaluation exhaustive de la faisabilité technique et économique du projet. Cela inclut de confirmer la disponibilité de la biomasse à un prix concurrentiel, de cibler les goulots technologiques dans les processus les plus prometteurs et d'établir un niveau de risque technique et économique acceptable. La deuxième phase, réalisée en collaboration avec les équipes de recherche de FPIInnovations, CanmetÉNERGIE–Ottawa, CanmetÉNERGIE–Varenes, l'UQTR et l'École polytechnique, sera axée sur l'évaluation détaillée des technologies identifiées à la première phase. La phase finale du projet consistera en la construction d'une usine de démonstration à La Tuque pour remédier aux risques techniques ciblés pendant l'évaluation préalable.

Le projet BELT est un témoignage éloquent de l'innovation qui a cours, alors que l'industrie et les gouvernements se tournent vers la bioéconomie. « Conçu pour contribuer de façon significative à la réduction de l'intensité carbone des carburants utilisés en transport au Québec et au Canada, le projet BELT change la donne. On entendra assurément parler de La Tuque dans le milieu de la bioéconomie », se réjouit Douglas Singbeil, directeur de recherche du groupe Ingénierie des procédés de FPIInnovations. « Par l'utilisation des résidus tirés des forêts exploitées de manière durable, cette initiative est en parfaite adéquation avec la vision de FPIInnovations, à savoir un monde où les produits issus des forêts canadiennes contribuent à tous les aspects de notre quotidien. »

LA TUQUE : UN SITE PILOTE MODÈLE

Avec son économie locale et ses infrastructures centrées sur la foresterie, La Tuque constitue le banc d'essai idéal pour des installations pilotes de bioraffinage. Les résidus forestiers sont disponibles en quantité suffisante pour justifier une usine de taille commerciale. En outre, l'accès à un port en eau profonde par lien ferroviaire direct et à des services techniques en raison de sa proximité d'une région métropolitaine importante contribuent aussi à faire de La Tuque un lieu d'essai attrayant.

En remplaçant les carburants non renouvelables dans le transport par une énergie verte, on prévoit réduire les émissions de dioxyde de carbone de 575 000 tonnes par année. L'économie régionale de La Tuque en bénéficiera aussi par la création attendue de près de 500 emplois directs et indirects.

Neste, le plus gros producteur de biodiesel au monde, a déjà annoncé publiquement son intérêt envers l'évaluation technologique et les composants de R – D du projet BELT. Ce projet phare rassemble expertise, connaissances, technologies et compétences et permettra à FPIInnovations de reproduire ces technologies de diesel renouvelable ailleurs au Canada, ce qui maximisera les retombées positives sur les émissions de carbone.



Chercheurs et employés des organisations participantes sont réunis pour célébrer le lancement du projet BELT le 7 septembre 2016 à La Tuque.

INITIATIVE DU CENTRE D'INNOVATION
DE LA NOUVELLE-ÉCOSSE

UNIR LES FORCES ET LES COMPÉTENCES

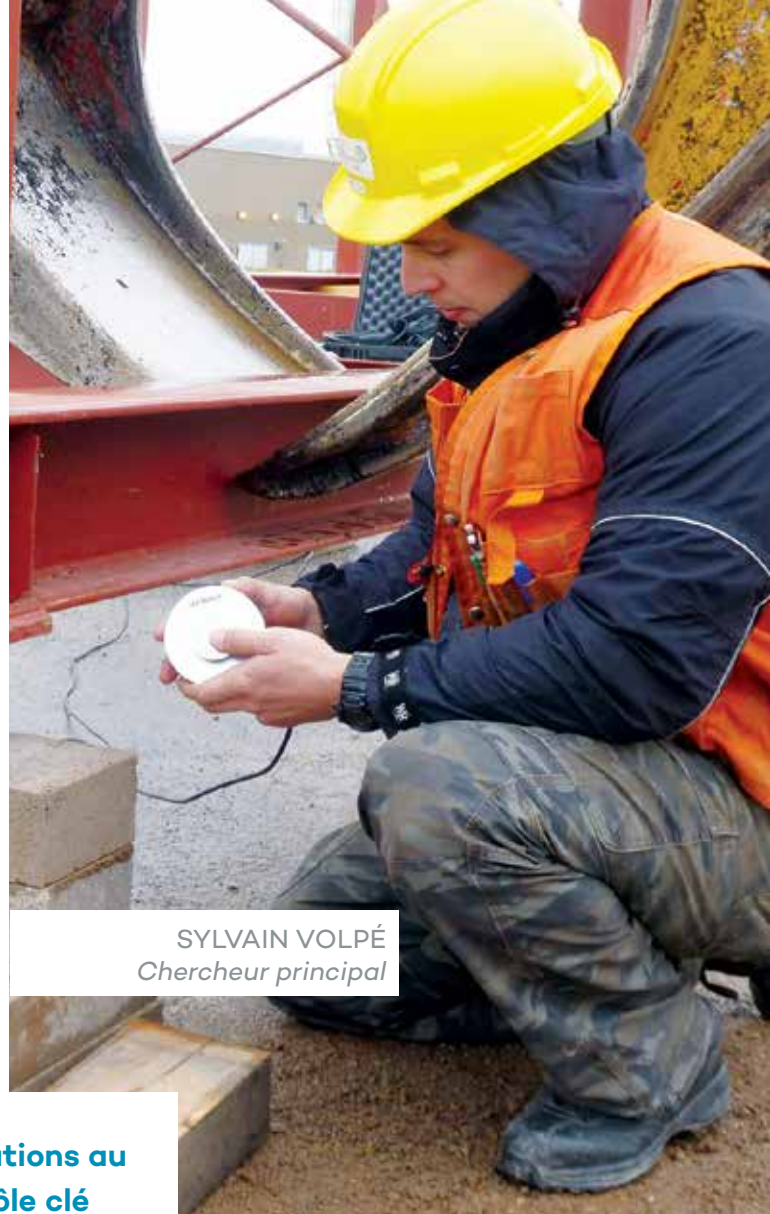


La province de la Nouvelle-Écosse a entrepris un vaste programme pour évaluer sa capacité à intégrer la bioéconomie mondiale avec l'élaboration d'un projet basé sur le secteur des bioressources renouvelables. De concert avec d'autres partenaires et parties prenantes, FPInnovations a joué un rôle actif dans le travail effectué durant la première année d'existence du centre d'innovation de la Nouvelle-Écosse (2015-2016) et est déjà bien engagée dans la deuxième année.

Au cours de la première année de l'initiative, quatre projets techniques importants ont été réalisés. L'un de ceux-ci consistait à évaluer la disponibilité d'un volume suffisant de matières premières de biomasse provenant de sources forestières, agricoles ou municipales pour alimenter une bioraffinerie commerciale. Selon Sylvain Volpé, chercheur au sein du groupe d'approvisionnement en fibre de FPInnovations ayant supervisé le projet, « La vision du centre d'innovation de la Nouvelle-Écosse est de développer et d'élargir les possibilités dans l'économie émergente des bioressources à faible émission de carbone et pour ce faire, l'expertise de FPInnovations a été essentielle pour obtenir des résultats crédibles. » L'étude a permis d'établir les coûts et la disponibilité des matières premières pour sept emplacements à travers la province. Les résultats ont démontré que chacun des sept emplacements disposerait de suffisamment de matières premières provenant d'une variété de sources pour alimenter une bioraffinerie commerciale à un prix comparable à celui des territoires voisins.

Les coûts et la disponibilité des matières premières ont été analysés à partir de différentes perspectives. Par exemple, une analyse de l'infrastructure du camionnage a permis de formuler plusieurs recommandations comme des améliorations en matière de configuration, un processus de reclassement des routes amélioré et accéléré et une meilleure adoption des technologies de camionnage dans l'industrie. Toutefois, les coûts du transport étant des éléments très importants pour déterminer l'efficacité de la chaîne d'approvisionnement, plusieurs recommandations ont été faites aux autorités provinciales en ce qui concerne le poids et les dimensions des charges ainsi que les limites réglementaires. Dans le cadre du thème de l'amélioration de la chaîne d'approvisionnement, un outil de modélisation dynamique sur mesure a été développé pour évaluer les effets relatifs des changements structurels dans l'industrie par rapport à l'affectation des fibres et aux coûts d'approvisionnement.

Une analyse des processus de planification opérationnelle a également été effectuée. De tels processus peuvent avoir un effet important sur les coûts de récolte et sur l'efficacité de fonctionnement, particulièrement en Nouvelle-Écosse où les blocs de coupe petits et dispersés sont fréquents en raison de la grande proportion de terres privées. Les occasions d'amélioration comprennent l'utilisation d'indicateurs de rendement clés, l'augmentation des délais d'approvisionnement et l'amélioration de l'exactitude des données d'inventaire. Les chercheurs ont aussi créé une stratégie pour les entrepreneurs en récolte du bois visant à améliorer la compétitivité de la Nouvelle-Écosse et ce, dans le domaine des compétences en affaires, de l'utilisation des technologies et de la connaissance de l'équipement. Des initiatives de formation et des évaluations comparatives ont aussi été incluses dans cette étude.



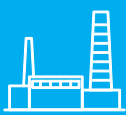
SYLVAIN VOLPÉ
Chercheur principal

« Les conclusions obtenues par FPInnovations au cours de la première année ont joué un rôle clé pour établir la base d'une bioéconomie émergente en Nouvelle-Écosse. »

Une partie de la recherche effectuée consistait à évaluer quel bioproduit pourrait remplacer le carburant à base de pétrole pour la demande dans les domaines maritime et du chauffage en Nouvelle-Écosse et à établir le profil de la chaîne d'approvisionnement utilisée pour permettre leur accès au marché. Les résultats ont révélé que les volumes potentiels se comparent de manière favorable aux résultats des bioraffineries existantes et proposées.

« Les conclusions obtenues par FPInnovations au cours de la première année ont joué un rôle clé pour établir la base d'une bioéconomie émergente en Nouvelle-Écosse », affirme Sylvain Volpé. Des travaux supplémentaires sont en cours et les chercheurs regardent maintenant de plus près l'amélioration des chaînes d'approvisionnement pour les transports et les infrastructures, les marchés potentiels et les options de fabrication pour le bois lamellé-croisé et lamellé-collé dans les provinces de l'Atlantique ainsi que les effets d'une politique de bioénergie sur le cycle de vie des gaz à effet de serre.





ÉCONOMIES DE 1,5 MILLION

**de dollars par année
pour Port Hawkesbury Paper
par l'amélioration et
l'optimisation des procédés**



Port Hawkesbury Paper, une usine de papier surcalandré de première qualité de la Nouvelle-Écosse ayant une production de 350 000 tonnes métriques par année, a demandé à FPIInnovations de l'aider à développer et améliorer la performance et la rentabilité des opérations de pâtes thermomécaniques (PTM) et papiers de son usine. Bevan Lock, gestionnaire de la production de pâte, explique : « Nous avons besoin de la profondeur et de la rigueur d'un groupe de recherche et développement fort. FPIInnovations avait offert au propriétaire précédent un excellent soutien technique et une relation de travail solide. » Grâce à cette ancienne relation bien établie et au statut actuel de membre de FPIInnovations détenu depuis le changement de propriétaire en 2012, le personnel de l'usine a élaboré un plan avec FPIInnovations.

Les récents projets comprenaient la réduction du coût énergétique de l'usine de PTM, un examen global de la consommation d'énergie à l'échelle de l'entreprise, un projet d'évaluation permettant d'identifier et de mettre en œuvre des projets écoénergétiques ainsi que l'amélioration du procédé de déshydratation des boues d'effluent pour atteindre un contenu en solide toujours plus élevé et économiser sur le coût du polymère. Les économies totales résultant de la réussite de ces projets représentent environ 1,5 million \$ par année. Le rendement du capital investi pour tous les projets a nécessité moins d'un an et le délai de récupération pour la déshydratation des boues a été de moins de quatre mois.

Les trois projets ont nécessité un grand travail d'équipe entre FPIInnovations et le personnel de l'usine. M. Lock affirme : « Ce fut un plaisir de travailler avec eux. La communication était bonne et leur enthousiasme pour l'industrie canadienne des pâtes et papiers était contagieux. Leurs actions reflétaient nos priorités. »

Une autre usine canadienne qui souhaitait apporter des améliorations rentables à ses procédés, l'Alberta Newsprint Company (ANC) de Whitecourt en Alberta, est récemment devenue membre de FPIInnovations. Mike Putzke, directeur d'usine chez ANC, déclare : « FPIInnovations nous a offert une bonne proposition de valeur. Ils possèdent le talent et l'expertise pour générer des économies qui compensent pour les frais d'adhésion et qui offrent un bon rendement du capital investi. » Les projets cibles sont présentement évalués par FPIInnovations et l'équipe de l'usine.

Selon des études en usine pilote et une analyse détaillée des fibres réalisées par FPIInnovations, des changements ont été recommandés et mis en œuvre dans le procédé de manipulation des rejets de PTM. L'élimination permanente du tamisage des rejets a été une étape très importante. L'élimination de l'énergie nécessaire pour faire fonctionner les moteurs des tamis et réduire les charges de moteur du raffineur de déchets a permis de réaliser des économies annuelles de 750 000 \$ sans aucun effet négatif sur les propriétés de la pâte ou le fonctionnement de la machine à papier.



MARK FRITH
Directeur de recherche

Le projet d'évaluation de l'énergie a nécessité de FPIInnovations une simulation du transfert de chaleur et de masse dans toute l'usine. Cette analyse et sa mise en œuvre ont permis d'effectuer des économies en vapeur de 350 000 \$ dans la partie humide de la machine à papier et dans les opérations de calandrage. On s'attend à ce qu'un projet de suivi nécessitant la conversion des échangeurs de chaleur existants permette de réaliser des économies similaires.

Le système d'acidification de la boue d'effluent de FPIInnovations a augmenté et stabilisé le contenu en solide de la boue déshydratée afin de s'assurer qu'elle était propice à l'allumage avec des déchets de bois dans une chaudière de biomasse qui alimente une turbine à condensation appartenant à Nova Scotia Power. La dose de polymère a grandement diminué alors que le contenu en solide déshydraté se situe maintenant constamment au-delà du minimum de 30 % exigé par Nova Scotia Power. Ces modifications permettent d'éviter des coûts d'enfouissement et de faire des économies annuelles d'environ 360 000 \$.





Une équipe composée d'employés de FPinnovations et Kruger Biomaterials a travaillé au développement de filaments de cellulose de haute qualité.

TRANSFORMATION DU **SECTEUR FORESTIER CANADIEN**

PREMIÈRE PHASE DU PROJET SUR
LES FILAMENTS DE CELLULOSE :

D'EXCELLENTS RÉSULTATS SUR LESQUELS S'APPUYER!

XUJUN HUA

Gestionnaire de recherche associé et inventeur principal qui est à l'origine du travail visant à développer des produits et des procédés à base de filaments de cellulose.



En 2013, FPIInnovations lançait un projet de trois ans sur les filaments de cellulose (FC) avec Kruger Biomaterials Inc., entreprise nouvellement créée, afin de développer de nouveaux matériaux à partir de fibre ligneuse et de les utiliser dans différentes applications traditionnelles et non traditionnelles. Trois ans plus tard, il est temps de faire le point. . . et les résultats sont renversants!

Les FC, matériau écologique extrait de la fibre de pâte de bois, possèdent des propriétés uniques qui en font un agent renforçant exceptionnel pour une grande variété de produits. Les FC sont obtenus par pelage mécanique, un procédé qui ne requiert l'utilisation d'aucun produit chimique ou enzyme et qui ne produit pas d'effluents, les rendant ainsi écologiques et bien adaptés à l'industrie forestière canadienne.

« Les filaments de cellulose obtenus à l'aide de ce procédé ont des caractéristiques uniques, incluant un rapport de longueur élevé, une grande surface de contact et un haut potentiel de liaison, » explique Norayr Gurnagul, gestionnaire de recherche au sein du groupe Composites de fibres avancés. « Il a été démontré qu'ils sont d'excellents agents renforçants et qu'ils augmentent grandement la résistance à l'état humide ou sec des papiers-mouchoirs, des essuie-tout, du papier d'impression, du papier d'écriture et des papiers de spécialité. »

La composition d'une équipe d'employés de FPIInnovations et de Kruger Biomaterials, combinée à des investissements majeurs de Kruger Inc., ont permis la conception, la construction et le démarrage d'une usine de démonstration à Trois-Rivières (Québec). « La collaboration entre les membres de l'équipe a été absolument parfaite, » confirme Michelle Ricard, gestionnaire du projet. « Tous les membres ont travaillé sans relâche pour respecter le délai de livraison de six mois et les

« Les filaments de cellulose obtenus à l'aide de ce procédé ont des caractéristiques uniques, incluant un rapport de longueur élevé, une grande surface de contact et un haut potentiel de liaison. »

résultats parlent d'eux-mêmes. » Depuis son lancement en juin 2014, l'usine est passée d'une capacité de production d'une tonne par semaine à une capacité de cinq tonnes par jour de FC de grande qualité et est en mesure de produire jusqu'à 15 tonnes par jour.

Applications dans l'industrie des pâtes et papiers

La production de grandes quantités de FC a permis la réalisation de nombreux essais pilotes ou en laboratoire destinés à valider le potentiel des FC dans l'amélioration des propriétés des produits de papier. Par exemple, les recherches ont démontré que l'ajout de FC dans la composition de fabrication du papier augmente l'uniformité de résistance du papier tout en réduisant le peluchage et le poussierage du papier et des papiers-mouchoirs. Les chercheurs tentent maintenant de minimiser la quantité de FC requise pour obtenir ces avantages.

Des études en laboratoire ont aussi été effectuées afin d'optimiser la composition de fabrication d'un emballage flexible utilisant les FC comme agent renforçant. Les essais préliminaires ont démontré que les produits répondaient aux principaux critères de classe, et que le papier serait bientôt converti dans une usine de transformation commerciale.

Applications dans les secteurs non traditionnels

De nombreuses applications ont aussi été mises à l'essai dans les secteurs non traditionnels, incluant l'ajout de FC dans des produits agricoles améliorés. Les chercheurs ont aussi évalué une possible application des FC dans des produits spécialisés comme les couches filtrantes.

Un autre important résultat a été obtenu lorsque des essais initiaux en laboratoire effectués par FPIInnovations ont démontré le potentiel de l'ajout de FC dans les panneaux de fibres de faible densité par voie humide pour améliorer la résistance du panneau, réduire sa densité et améliorer sa résistance à la chaleur. Les résultats ont prouvé que l'application des FC permettrait la production en usine de panneaux isolants de résistance équivalente, mais dotés d'une densité inférieure et d'une plus grande résistance à la chaleur.

Prochaines étapes : toujours plus loin avec la chimie verte

Les résultats obtenus durant la première phase de développement des FC ont dépassé les attentes de FPIInnovations et de Kruger Biomaterials. Maintenant que la phase 1 est terminée, les deux organisations cherchent à garder une longueur d'avance sur la concurrence mondiale et l'équipe de recherche poursuit son travail avec de nouvelles approches qui miseront sur ces réalisations. Les prochains objectifs visent à optimiser certaines applications spécifiques et à développer des filières d'applications dans d'autres secteurs de l'industrie, ce qui permettrait d'accélérer l'introduction de technologies ciblées ayant atteint un niveau élevé de préparation.

On estime que plus de 90 % des revenus des usines de pâtes et papiers proviennent encore des produits traditionnels. Grâce à des collaborations comme celle avec Kruger Biomaterials, FPIInnovations espère renverser la vapeur en aidant l'industrie à tirer profit des FC et autres nanomatériaux, ainsi qu'en ciblant une augmentation des revenus dans des secteurs traditionnels et non traditionnels.

RÉSULTATS DU PROJET SUR LES FC

Le projet de trois ans sur les FC a produit d'excellents résultats, qui sont résumés ci-dessous :

- 1 Usine de démonstration de FC, incluant la conception, la construction et le démarrage
- 2 Démarrages d'entreprises durant l'année 1 du projet
- 167 Essais pilotes ou en laboratoire
- 64+ Essais commerciaux
- 17 Nouveaux produits dans le secteur des pâtes et papiers
- 16+ Applications novatrices dans une grande variété de secteurs industriels incluant l'agriculture, l'alimentation, l'émulsion, la filtration, l'automobile et la construction
- 19 Demandes de brevets
- 500 Tonnes de FC produites industriellement

CELLUFORCE ET FIBRIA : UN PARTENARIAT GAGNANT

En novembre 2016, CelluForce annonçait la conclusion d'une entente de partenariat stratégique avec l'entreprise forestière brésilienne Fibria Celulose, plus grand producteur de pâte d'eucalyptus au monde. En vertu de l'entente, les deux entreprises ont accepté de développer conjointement des applications supplémentaires de cellulose nanocristalline (CNC) pour une variété d'usages industriels et manufacturiers. D'un point de vue commercial, Fibria a aussi obtenu le droit exclusif de fabriquer et de vendre la CelluForce NCC^{MC} sur le marché sud-américain.

Par le biais d'un investissement de 5,3 millions \$ CA, Fibria rejoint maintenant Domtar, Schlumberger et FPIInnovations en tant qu'actionnaire stratégique de l'entreprise. Cet investissement permet de pousser l'optimisation du procédé de la NCC de CelluForce et d'accélérer le développement des applications.

Ce partenariat, en plus de confirmer la position de CelluForce à titre de chef de file mondial, est un bon exemple d'un produit mené du laboratoire à la commercialisation. Cette alliance démontre également la capacité de FPIInnovations à créer des alliances stratégiques qui attirent l'attention et les investissements internationaux.

Lors de sa dissolution, ArboraNano a donné à FPIInnovations le mandat d'élaborer un programme de recherche fondamentale pour mieux comprendre les lacunes technologiques.

LE DÉFI DE LA NANOCCELLULOSE

ArboraNano, le Réseau des nanoproduits de la forêt canadienne, a complété son mandat avec plus de 25 projets de recherche présentant des résultats prometteurs. Toutefois, ces projets ont aussi permis de déceler plusieurs défis technologiques communs devant être surmontés pour exploiter le plein potentiel des nanomatériaux tirés de la fibre ligneuse.

Lors de sa dissolution, ArboraNano a donné à FPIInnovations le mandat d'élaborer un programme de recherche fondamentale pour mieux comprendre ces lacunes technologiques. Une invitation pour participer à une compétition d'innovation ouverte fondée sur les six problèmes communs ayant été identifiés a donc été lancée aux universités.

Le comité scientifique a sélectionné sept projets parmi plus de 40 propositions soumises. Cinq de ces projets, portant sur des sujets comme la dispersion de la cellulose nanocristalline (CNC) en milieu aqueux, la modification de surface des CNC et l'étude de la stabilité thermique des CNC et des filaments de cellulose (FC), sont en cours, les deux autres devant débiter sous peu. Grâce au soutien du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG), de Prima Québec, des Centres de l'excellence de l'Ontario et d'InnoTech Alberta ainsi qu'aux contributions en nature de FPIInnovations et de CelluForce, le financement de démarrage d'ArboraNano a permis de maximiser une initiative importante dans la recherche sur la nanocellulose.

AJOUTER SON GRAIN...

DE SUCRE AU MARCHÉ DES BIOPRODUITS

La demande pour les bioproduits

La demande pour les bioproduits faits de ressources renouvelables et récoltés selon une approche durable est en plein essor. En raison de la controverse entourant la production de sucres issus de sources alimentaires comme le maïs, la betterave et la canne à sucre, le marché affiche un intérêt marqué pour les sucres de nouvelle génération (désignés sous l'appellation « sucres 2G ») obtenus à partir de sources non alimentaires de biomasse récoltée de façon durable. Le Canada, avec plus de 40 % des forêts certifiées du monde, occupe une position unique en termes d'approvisionnement en bois et résidus de bois comme matière première d'intérêt pour répondre à cette demande de manière plus écoresponsable, sans répercussions négatives sur l'approvisionnement alimentaire.

ZHIRUN YUAN
Gestionnaire de recherche

Puisque la demande pour les pâtes et papiers est en ralentissement en Amérique du Nord, FPIinnovations a sauté sur l'occasion non seulement de fournir le marché des bioproduits, mais encore de redonner un souffle de vie à l'industrie des pâtes et papiers en exploitant des installations inutilisées afin de créer une source de revenus additionnelle et de nouveaux emplois. L'équipe de recherche de FPIinnovations travaille actuellement au procédé TMP-Bio, qui permet de transformer le bois feuillu en un flux de sucres mixtes et de lignine hydrolysée (lignine-H), qui sera à son tour utilisée pour développer des bioproduits de grande valeur.

La technologie TMP-Bio

Les connaissances approfondies de l'équipe sur le procédé et l'équipement lui ont permis de développer un procédé modifié de PCTM/PTM (pâte chimico-thermomécanique/thermomécanique), associé à une hydrolyse enzymatique, pour la production de sucres 2G et de lignine-H. Ce procédé, appelé TMP-Bio, est unique en son genre, particulièrement quant au traitement de la biomasse, qui combine un traitement chimique doux et un raffinage mécanique à basse température, produisant des flux de sucre clair et de lignine-H de grande qualité.

Jusqu'à maintenant, la technologie TMP-Bio a été validée en laboratoire et en projets pilotes de petite échelle. Actuellement,

l'installation de FPIinnovations à Pointe-Claire, au Québec, produit une à deux tonnes de sucre par année. L'usine pilote de grande envergure proposée, qui sera construite dans les installations de FPIinnovations hébergées chez Produits forestiers Résolu à Thunder Bay, en Ontario, posséderait une capacité nominale permettant de traiter 100 tonnes métriques de biomasse par an. Les objectifs visés par ce projet consistent à atténuer le risque des étapes subséquentes de mise à l'échelle et de commercialisation :

- en comprenant bien le comportement des unités de traitement clés conçues pour la production commerciale, afin de permettre la conception et la construction efficaces de plus grandes unités;
- en fournissant un plus large spectre d'échantillons aux utilisateurs finaux potentiels, non seulement pour confirmer les besoins du marché, mais aussi pour rassurer les clients potentiels quant au fait que le produit issu d'une éventuelle usine commerciale se comportera selon les attentes; et
- en suscitant l'intérêt à construire une usine commerciale et en fournissant de la rétroaction à la communauté de recherche et développement qui soutient la commercialisation.

Valeur du procédé TMP-Bio

Les sucres 2G produits seront transformés par les entreprises en produits chimiques intermédiaires, le plus souvent en acide lactique ou succinique. Ces produits chimiques plateforme seront ensuite transformés en une vaste gamme de produits comme le polyuréthane, la peinture, le plastique, le textile, les cosmétiques et les produits de soins personnels.

Contrairement aux flux de sucre, la lignine-H peut être utilisée directement comme biomatériau, une utilisation récente dont les applications sont présentement développées en laboratoire. Comme pour tout autre procédé de bioraffinage de la biomasse lignocellulosique, la faisabilité économique du TMP-Bio est essentiellement tributaire de la découverte et du développement de produits et applications de lignine de grande valeur.



Une fois la mise à l'échelle réalisée, le potentiel du marché pourrait se traduire par des ventes totalisant 1,6 milliard \$ par année pour les bioproduits plate-forme, avec un maximum cumulatif de 2,5 milliards \$ en vente d'équipement au cours des 13 prochaines années. Cela ouvrirait la voie à une production à grande échelle de bioproduits tirés des ressources forestières canadiennes certifiées, ce qui permettrait à l'industrie forestière d'accéder aux nouveaux marchés en pleine croissance des bioproduits et représenterait un débouché économique majeur pour le pays. « TMP-Bio représente une technologie transformatrice qui contribue à la bioéconomie », se réjouit Zhirun Yuan, directeur de recherche du groupe Bioraffinage. « De plus, il contribue à rétablir la santé financière du secteur forestier canadien en générant des produits diversifiés et en créant de nouvelles sources de revenu, ce qui donnera un nouveau souffle aux villes dotées d'usines et aux installations de transformation de pâtes et papiers inexploitées, en plus de mettre à profit des essences de bois sous-utilisées. »

Travailler ensemble à bâtir la bioéconomie

Maître d'œuvre du développement de cette technologie, FPInnovations conclut actuellement des ententes avec des partenaires de consortium qui seront les premiers à commercialiser la technologie et à fournir l'équipement à l'échelle commerciale.

Dans la foulée de cette bioéconomie mondiale florissante, les bioproduits comme les sucres 2G et la lignine-H gagnent rapidement en importance dans ce marché à la recherche de solutions non fossiles et non alimentaires. Les forêts canadiennes constituent une abondante source de biomasse, une matière qui présente de nombreuses possibilités pour des applications de bioproduits, produits biochimiques et biomatériaux. Ce potentiel de croissance considérable et la taille du marché projeté pour ces bioproduits créent une période extrêmement stimulante pour le secteur forestier canadien et les acteurs clés du milieu.



MARTIN FENG
Chercheur principal

NOUVELLE TECHNOLOGIE D'ADHÉSIF À BASE DE LIGNINE : UNE SOLUTION DE NOUVELLE GÉNÉRATION POUR LES MANUFACTURIERS DE CONTREPLAQUÉ DE RÉSINEUX

Les manufacturiers de contreplaqué peuvent générer des avantages économiques et environnementaux en utilisant la lignine, le deuxième biomatériau le plus abondant au monde. FPInnovations a découvert une nouvelle façon de l'utiliser pour réduire de manière importante les coûts en résine commerciale pour les manufacturiers, tout en réduisant les émissions de formaldéhyde durant la production de contreplaqué et en créant des produits de panneau plus écologiques.

La résine phénol-formaldéhyde (PF) d'origine fossile est fréquemment utilisée comme adhésif dans la production de contreplaqué. Le procédé LignoForce^{MC} de FPInnovations peut produire deux types de produits de lignine kraft : un solide sous forme d'acide et une solution aqueuse sous forme de sodium. « Les propriétés uniques de la lignine sous forme de sodium, incluant son hydrosolubilité élevée, en font un substitut partiel idéal à la résine PF commerciale plus coûteuse », affirme le chercheur Martin Feng. « Les fortes odeurs traditionnellement produites par les technologies de lignine traditionnelles sont aussi grandement réduites. »

Utilisant des formulations de colle développées pour les essais de production dans une usine de contreplaqué de Colombie-Britannique, les chercheurs ont commencé par un taux de substitution du PF de 10 %, pour ensuite passer à 15 % et à 20 %. « Nous avons démontré que la solution aqueuse de lignine sous forme de sodium pouvait remplacer jusqu'à 20 % de la résine FP commerciale sur la base de substitution à parts égales de solides sans avoir d'effet négatif sur la qualité ou la productivité des panneaux », explique M. Feng. « La substitution est simple : on retire une quantité de résine FP et on la remplace par une quantité équivalente de la solution aqueuse de lignine dans la même chaîne de production. Il est rare de pouvoir mettre en œuvre une nouvelle technologie à l'échelle industrielle sans qu'un investissement en capital pour du nouvel équipement ou d'autres changements soit requis. »

Puisque la résine PF coûte environ 2 000 \$/tonne comparativement à environ 750 \$/tonne pour la lignine sur une base solide, une usine de contreplaqué de taille moyenne pourrait économiser plus de 500 000 \$ par année en coûts de résine en la substituant à 20 % par de la lignine. Des demandes de brevets ont été déposées aux États-Unis, au Canada et ailleurs dans le monde. « Plus vous substituez de résine, plus les avantages économiques et environnementaux sont importants », affirme M. Feng. « Ces avantages peuvent être multipliés à l'échelle de l'industrie du contreplaqué. La même technologie peut être utilisée dans la production de panneaux OSB, de panneaux de fibres à densité moyenne (MDF) et de panneaux de particules. D'autres applications de la lignine dans la production du contreplaqué et des panneaux MDF ont été planifiées dans un futur rapproché. »



SOLUTIONS
INNOVANTES ET
NOUVELLES
PERSPECTIVES

BÂTIMENTS EN BOIS DE GRANDE HAUTEUR : BÂTIR SUR LES CONNAISSANCES ACQUISES

Au cours des dernières années, la construction de bâtiments en bois de grande hauteur a connu un essor considérable à l'échelle du globe et le Canada figure parmi les chefs de file de cette tendance très prometteuse. Cette croissance est en grande partie attribuable à l'apparition de nouveaux produits du bois et de techniques de construction des plus avant-gardistes.

Les projets de recherche de FPInnovations, réalisés en collaboration avec ses membres et partenaires, ont démonté les caractéristiques de performance et les avantages environnementaux élevés du bois, et ont donné lieu au développement de normes de conception pour la construction de bâtiments de moyenne et de grande hauteur. « Maintenant que des bâtiments en bois de plus grande hauteur apparaissent dans notre paysage urbain, nos chercheurs sont en mesure de recueillir des données concrètes sur le terrain, directement sur le site de construction », indique Sylvain Gagnon, directeur de recherche associé au sein du programme Systèmes de construction avancés de FPInnovations.

FPInnovations a bénéficié de l'apparition de nombreux bâtiments en bois de moyenne et grande hauteur au Canada pour effectuer des essais non destructifs in situ. Parmi ceux-ci figurent l'édifice CSN Fondation, construit à Québec en 2009, le Wood Innovation Design Centre de Prince-George, construit en 2015 et, plus récemment, les bâtiments UBC Brock Commons de Vancouver et Arbora de Montréal. Ces bâtiments ont permis aux chercheurs et techniciens du groupe Systèmes de construction avancés d'affiner leurs méthodes de calcul en y ajoutant des mesures précises prises à partir de bâtiments réels en bois.

La réponse dynamique aux charges latérales, une mesure importante pour les bâtiments en bois de grande hauteur, a été évaluée sur chacun des quatre bâtiments, puis utilisée pour créer des modèles d'analyse dynamique permettant d'évaluer les fréquences naturelles de ce type de bâtiment. Ces mesures, plus particulièrement celles recueillies sur le bâtiment Brock Commons de 18 étages, seront particulièrement importantes pour mieux comprendre les modes de vibration des bâtiments. Une importante étude de

FPInnovations a bénéficié de l'apparition de nombreux bâtiments en bois de moyenne et grande hauteur au Canada pour effectuer des essais non destructifs in situ.



SYLVAIN GAGNON
Gestionnaire de recherche associé

cinq ans a également été mise en place sur le bâtiment Aurora de huit étages, pour mesurer l'excitation aux charges latérales de vent et acquérir de nouvelles données in situ. Depuis sa construction, des mesures du mouvement vertical ont aussi été prises sur le bâtiment hybride en bois et béton de six étages CSN Fondation, afin d'évaluer l'incidence des forces indésirables sur le système de construction.

Ces mesures ont également été recueillies pour établir si le bâtiment se comportait comme prévu et, au besoin, recommander des améliorations incrémentielles. Ces essais visaient de nombreux aspects dont l'isolation aux bruits, les vibrations de plancher, le comportement dynamique en réponse aux charges latérales, le mouvement vertical (retrait différentiel), la performance de l'enveloppe de bâtiment, le mouillage de la charpente et la sécurité incendie en cours de construction.

FPIinnovations entend poursuivre la prise de mesures sur le terrain et se réjouit d'ailleurs de la construction à Québec du bâtiment Origine, une structure massive en bois de 12 étages construite sur un podium d'un étage en béton, ce qui permettra de fournir de nouvelles données.

FPIinnovations entend poursuivre la prise de mesures sur le terrain et se réjouit d'ailleurs de la construction à Québec du bâtiment Origine, une structure massive en bois de 12 étages construite sur un podium d'un étage en béton, ce qui permettra de fournir de nouvelles données. « Ultiment, on espère que ces nouvelles données contribueront

à accroître l'acceptation de tels bâtiments dans le paysage canadien et serviront à améliorer la conception des bâtiments en bois de grande hauteur », précise M. Gagnon.



PANNEAUX MULTIFONCTIONNELS EN PARTICULES DE BOIS : UNE SOLUTION ÉCOÉNERGÉTIQUE NOVATRICE POUR LA CONSTRUCTION DE BÂTIMENTS

La construction d'un bâtiment nécessite une grande quantité d'énergie. Des estimations indiquent que la construction, l'exploitation et la démolition de bâtiments représentent 40 % de la consommation énergétique mondiale totale. Avec la mise en application de nouveaux codes énergétiques pour les bâtiments en Amérique du Nord, FPIinnovations a élaboré une excellente solution pour améliorer l'efficacité énergétique de la construction en bois.

« Pour que le marché soit réceptif, les solutions ne doivent pas être diamétralement opposées aux pratiques courantes de construction. Elles doivent également être viables sur les plans technique et économique, en plus de pouvoir être mises en œuvre dans des délais relativement courts », explique le gestionnaire de recherche Bob Knudson. « Conséquemment, nous avons cherché des solutions fondées sur l'utilisation de la fibre de bois et qui soient conformes aux pratiques actuelles de construction en bois en Amérique du Nord. »

Après cinq années de recherche et développement, les panneaux multifonctionnels—de minces panneaux de grandes particules orientées ou de contreplaqué laminés à une âme isolante rigide en fibre de bois—ont répondu à tous les critères de succès. Afin de mesurer la performance de ces panneaux, FPIinnovations a construit deux bâtiments de démonstration dans des villes où le climat difficile se répercute sur l'efficacité d'un produit, incidemment Edmonton et Vancouver. En plus de la compatibilité, de la résistance structurale et de l'isolation



thermique, ces panneaux recyclables et réutilisables sont dotés d'autres attributs importants, notamment la résistance au feu et l'isolation au bruit. Ils offrent également un potentiel d'économies substantielles en argent et en temps. « Les panneaux multifonctionnels peuvent être installés à un coût d'assemblage de 11 \$ à 12 \$ par pied carré. Ils coûtent de 6 % à 7 % moins cher que la solution de rechange, soit l'installation subséquente d'un isolant extérieur de polystyrène extrudé, en plus de permettre d'économiser jusqu'à une demi-journée de travail par bâtiment, tout en obtenant le même niveau d'isolation », explique M. Knudson.

La prochaine étape pour l'acceptation complète est en cours. « Nous travaillons de concert avec d'éminents architectes et constructeurs pour promouvoir l'utilisation des panneaux multifonctionnels et autres produits d'isolation en fibre de bois dans des projets de construction majeurs au Québec, en Ontario, dans les Prairies et en Colombie-Britannique. Susciter l'intérêt envers ces produits constitue une étape importante vers leur commercialisation », ajoute M. Knudson. « L'accueil que nous avons reçu dépassait nos attentes; on peut envisager de voir cette solution appliquée dans près de 16 bâtiments au cours de la prochaine année. »



BOB KNUDSON
Gestionnaire de recherche



DENSIFICATION DES LAMES DE PLANCHER EN BOIS FEUILLU : **UNE SOLUTION PROMETTEUSE POUR LES MANUFACTURIERS DE PLANCHER EN BOIS**

Les manufacturiers canadiens de revêtements de plancher cherchent continuellement de nouveaux débouchés pour leurs produits. Cependant, dans le domaine des revêtements de plancher commerciaux, les essences canadiennes sont en concurrence avec des essences tropicales beaucoup plus denses alors que les architectes recherchent des revêtements en bois plus résistants à l'usure. La plupart des procédés actuels pour augmenter la dureté de surface des produits de bois utilisent un procédé discontinu, par lots, qui nécessite une imprégnation sous vide et à pression avec des monomères, qui sont des molécules se liant entre elles pour former un polymère. Bien que cette approche permette d'augmenter la dureté de surface de manière significative, l'utilisation de ces technologies est très limitée en raison du coût élevé et de la faible rapidité des procédés par lots.

FPIinnovations a mis au point une nouvelle approche plus rapide pour produire des lames de plancher densifiées à l'aide d'un procédé de densification en continu. « Nous avons développé cette approche pour répondre aux besoins de l'industrie des revêtements de bois de plancher qui souhaite intégrer le procédé de densification à leur ligne de production », affirme le chercheur Jean-François Bouffard. Lors d'essais utilisant des lamelles de surface de 4 mm en érable, les chercheurs ont élaboré un procédé de densification en continu utilisant une polymérisation rapide et des résines à faible teneur en composés organiques

volatils. Ce procédé unique combine résine, préparation de surface, méthodes d'imprégnation et technologies de polymérisation.

« Les essais en laboratoire ont démontré qu'une amélioration de plus de 75 % de la dureté Brinell des lamelles de surface de 4 mm en érable pouvait être obtenue en moins de cinq minutes à l'aide du procédé en continu, ce qui comprend l'imprégnation sur toute l'épaisseur », ajoute M. Bouffard. « Il existe également un potentiel pour réduire davantage le temps de traitement et nous travaillons actuellement sur cet aspect. Cette approche pourrait réduire l'impact environnemental en remplaçant les bois durs tropicaux par des essences locales. Elle présente aussi un potentiel de pénétration et d'expansion du marché des revêtements de bois de plancher feuillu dans les applications commerciales, où une plus grande circulation crée un besoin pour des surfaces plus denses et résistantes. Chaque gain de 1 % des parts de marché du secteur des revêtements de bois de plancher représente des ventes potentielles de 200 millions \$. »

Maintenant que les essais en laboratoire sont terminés, FPIinnovations se prépare pour des essais précommerciaux avec les manufacturiers d'équipement de manière à produire un prototype de laboratoire qui permettra aux chercheurs d'évaluer le procédé de densification en continu dans une démonstration sur une ligne de production.



JEAN-FRANÇOIS BOUFFARD
Chercheur principal

LES POSSIBILITÉS DU BOIS MASSIF

Un important changement s'est produit au Canada et aux États-Unis dans le domaine de la construction résidentielle, où la tendance est passée de la construction de résidences isolées de faible hauteur à des constructions multifamiliales et à des immeubles de plus grande hauteur. Puisque ces bâtiments sont souvent faits de béton et d'autres matériaux de construction, cette tendance a entraîné une baisse de la demande en bois dans la construction résidentielle. L'élaboration de solutions de construction pour répondre aux changements de ce marché est essentielle pour réduire, voire inverser la baisse de la demande en bois. Les modèles du marché de la construction produits par le groupe Veille économique de FPIInnovations ont été créés pour trouver les meilleurs moyens d'augmenter la demande.

La construction d'une maison multifamiliale ne nécessite que le tiers du bois utilisé pour une maison unifamiliale isolée. Au cours de la dernière décennie, les immeubles en copropriété et appartements multifamiliaux ont gagné 20 % des parts de marché au Canada et 13 % aux États-Unis. Parallèlement, les villes canadiennes et américaines continuent de se densifier, faisant constamment augmenter la proportion de constructions multifamiliales plus hautes que la limite de six étages actuellement autorisée pour les constructions en bois dans la plupart des codes du bâtiment. Pour une année moyenne, cela signifie une diminution de deux milliards de pieds-planche pour le marché nord-américain.

Les chercheurs du groupe Veille économique considèrent deux avenues importantes pour combler l'écart et générer la croissance dans la vente de bois, à savoir la construction en bois de moyenne et grande hauteur et la construction non résidentielle de faible hauteur. Concrètement, certaines des solutions évaluées par le modèle de FPIInnovations consistent à convertir certains bâtiments de cinq ou six étages en constructions massives en bois, à développer les systèmes de construction en bois massif et les codes pour construire au-delà des niveaux actuellement acceptés et à consolider les parts de marché pour les bâtiments non résidentiels de faible hauteur en gros bâtiments en bois massif. Ces scénarios ont le potentiel d'augmenter la demande de trois milliards de pieds-planche ou plus.

Les équipes de FPIInnovations poursuivent leur travail pour démontrer la performance exceptionnelle de la construction en bois massif et pour promouvoir l'utilisation du bois comme matériau de choix dans la construction non résidentielle de moyenne et grande hauteur.



DAVE FELL
Gestionnaire de recherche

MODÉLISER LE MARCHÉ CHINOIS DE LA CONSTRUCTION

Certains changements récents dans l'environnement de la construction en Chine ouvrent la voie à d'excellentes possibilités pour l'industrie canadienne et les parties prenantes chinoises.

En 2017, le code de la construction de la Chine autorisera l'érection de bâtiments en bois pouvant atteindre cinq étages, plutôt que la limite actuelle de trois étages. Cette classe de hauteur dans la construction résidentielle de Chine représente une importante ouverture de marché, pouvant atteindre 10 à 18 milliards de pieds-planche de demande pour le bois, en considérant que le marché passe entièrement au bois. De plus, afin de promouvoir la construction rapide et de grande qualité, le gouvernement chinois a établi à 40 % son objectif de constructions préfabriquées d'ici 2022. Comme le bois se prête bien à la préfabrication, cette situation ouvre la voie aux experts canadiens pour qu'ils partagent leurs connaissances et, ultimement, augmentent la demande pour le bois.

Un autre objectif important du passage sur cinq ans vers la construction en bois dans le pays est la cible de réduction du carbone. Les chercheurs du groupe Veille économique de FPIInnovations ont créé un modèle de construction chinois pour soutenir les efforts de développement du marché canadien et aider les responsables des politiques chinoises à envisager le rôle du bois dans l'atteinte de ces objectifs. Selon leur modèle initial, une augmentation de 5 % des parts du marché de la construction d'un à six étages en Chine pourrait représenter une demande de 18 milliards de pieds-planche de bois d'œuvre, ce qui équivaudrait à séquestrer l'équivalent de 22 millions de tonnes de CO₂ en plus d'éviter la production de 32 millions de tonnes de CO₂ comparativement aux autres matériaux de construction. Ceci équivaut à retirer 16,5 millions de voitures des routes de Chine pendant un an.

Pour accroître sa précision et sa crédibilité auprès des parties prenantes de Chine, FPIInnovations, en collaboration avec Forestry Innovation Investment et Produits de bois canadiens, ses partenaires canadiens en Chine, se fonde actuellement sur ce modèle initial avec la coopération des chercheurs chinois et des agences gouvernementales. On estime que ces mesures augmenteront la demande pour le bois canadien dans le secteur de la construction en Chine et qu'elles ouvriront la voie à de futures collaborations fructueuses.



OBJECTIF
RÉDUIRE
LES ÉMISSIONS
DE GAZ À EFFET
DE SERRE

STRATÉGIE D'INNOVATION EN TECHNOLOGIES PROPRES

RENFORCER LE SECTEUR FORESTIER DE LA COLOMBIE-BRITANNIQUE PAR L'INNOVATION ET LE PARTENARIAT



TIM CALDECOTT
Gestionnaire provincial

Le riche secteur forestier de la Colombie-Britannique est un pilier de l'économie des ressources naturelles depuis des générations. Appuyant le leadership mondial du Canada en matière de certification forestière et de fabrication de produits forestiers, la Colombie-Britannique possède un avantage inhérent dans ce marché. Toutefois, les avantages traditionnels ne lui permettront pas à eux seuls de conserver cette position dans le futur.

Le gouvernement de la Colombie-Britannique, en partenariat avec FPInnovations, a lancé la Stratégie d'innovation en technologies propres pour le secteur forestier de la Colombie-Britannique afin de relever les défis auxquels le secteur est confronté. Pour cette première stratégie provinciale formelle à laquelle participe FPInnovations, l'objectif vise à maximiser la valeur de la ressource forestière de la province tout en identifiant et commercialisant des innovations de pointe—des innovations essentielles à la viabilité économique améliorée, à la durabilité environnementale et au soutien technique aux collectivités et aux autochtones.

La stratégie est alignée avec le Plan d'action stratégique de FPInnovations, qui cible les programmes de R-D de portée nationale tout en se concentrant sur des priorités et livraisons à l'échelle régionale. Par conséquent, FPInnovations joue un rôle clé dans l'exécution de la stratégie en agissant comme plaque tournante de l'innovation et du mécanisme de livraison pour la R-D.

Le secteur forestier a déjà commencé à récolter les fruits de cet esprit d'innovation favorisé par la stratégie.

Innovations nationales qui profitent à l'économie locale et à une plus large échelle provinciale

La mise au point de camions grumiers à neuf essieux permet d'augmenter de 16 % la capacité de charge utile par rapport à la configuration conventionnelle à huit essieux. Le secteur pourra profiter d'économies importantes ainsi que d'une réduction des gaz à effet de serre et d'une sécurité accrue.

Initiative sur les pentes fortes

Cette initiative, menée par FPInnovations, tire profit d'un important mais complexe bassin de fibre dans l'Ouest canadien. Par le biais d'activités, d'un plan de R-D et grâce à la participation de parties prenantes de l'industrie, l'initiative vise à accroître la sécurité des travailleurs, à maximiser les marges d'exploitation de la récolte en pentes fortes et à améliorer l'accès à une fibre économique et durable. L'initiative, qui en est à sa troisième année, a déjà permis l'acquisition de 25 nouveaux appareils, et on planifie l'acquisition de 20 autres.

« Les plus grandes innovations sont souvent le résultat de solides collaborations. Réunir des chercheurs, les collègues, les universités, les gouvernements, l'industrie, les collectivités et les partenaires autochtones au sein d'un même cadre de durabilité et de croissance économique assurera une prospérité au secteur forestier à l'échelle de la Colombie-Britannique et offrira des avantages pendant encore longtemps. »
Pierre Lapointe, Président et chef de la direction

FPInnovations – Défi ARCTIC pour le secteur forestier

Le programme ARCTIC réunit l'industrie, des entrepreneurs et le secteur public afin d'identifier et de financer des solutions novatrices aux défis auxquels le secteur des ressources est confronté. Plus de 250 000 \$ ont été attribués pour accélérer le développement de technologies de télédétection qui procurent des données d'inventaire forestier rapides et précises à des coûts beaucoup moins élevés que ce qui est possible actuellement, tout en réduisant l'impact environnemental et en étant potentiellement bénéfiques pour les économies locales.

Le secteur forestier est prêt pour cette prochaine phase d'innovation et il est maintenant temps de lancer un effort concerté pour atteindre les résultats ciblés. La Stratégie d'innovation en technologies propres pour le secteur forestier de la Colombie-Britannique démontre bien cet état d'esprit, alors qu'elle met à profit un modèle de partenariat combinant les ressources et les intérêts publics et commerciaux. Les économies d'échelle développées par la stratégie accéléreront l'innovation en matière de commercialisation et optimiseront la valeur des parties prenantes tout en conservant, voire renforçant le secteur forestier de la Colombie-Britannique.



CAMERON RITTICH
Chercheur principal



PETITS CHANGEMENTS : GRANDS RÉSULTATS

L'AIDE APPORTÉE AUX OPÉRATEURS FORESTIERS PERMET DE RÉDUIRE LES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE

Dans les régions éloignées de la Colombie-Britannique, FPInnovations a travaillé d'arrache-pied avec les opérateurs forestiers pour effectuer des essais rigoureux sur les abatteuses-façonneuses et autre équipement lourd de construction dans le cadre de leurs opérations quotidiennes sur le terrain. L'objectif : trouver les technologies, les pratiques commerciales et les pratiques d'opération des machines hors route idéales pour réduire la consommation de carburant et, ultimement, diminuer les émissions de gaz à effet de serre de 5 % à 10 %.

Tirant profit d'une plus vaste initiative provinciale, FPInnovations a collaboré avec l'industrie forestière et le gouvernement provincial pour élaborer SmartOperator Forestry, une activité de formation où les opérateurs peuvent apprendre comment améliorer l'exploitation et la sélection de leurs machines. Pour atteindre cet objectif, FPInnovations a d'abord développé la science en appui aux leçons en classe.

À ce jour, les essais sur le terrain ont démontré que les excavatrices utilisées en mode économie plutôt qu'en mode puissance permettaient d'obtenir une réduction de la consommation de carburant pouvant atteindre 20 %. Le débardage des billes en pente descendante réduit l'intensité énergétique d'une débrousseuse de l'ordre de 47 % par rapport au transport en pente ascendante, alors que les abatteuses-groupeuses équipées de dents tranchantes réduisent l'intensité énergétique de 13 % par rapport à celles dont les dents sont émoussées. Ce sont seulement quelques exemples des moyens utilisés par FPInnovations pour quantifier l'intensité énergétique

de l'équipement de récolte et de construction de routes ainsi que pour établir un modèle d'empreinte carbone précis pour les opérations de récolte au Canada.

Cameron Rittich, chercheur au sein du groupe Transport et énergie, souligne : « L'identification de ces valeurs aidera aussi les entreprises à comprendre que l'application de petites modifications opérationnelles et une connaissance à jour des principes d'entretien réduiront les coûts à long terme, tout en contribuant activement aux objectifs de leadership de la Colombie-Britannique en matière de climat. » C'est un scénario gagnant-gagnant qui présente de nombreux avantages :

- amélioration de l'efficacité opérationnelle
- augmentation du temps de fonctionnement de l'équipement
- diminution de la consommation de carburant
- réduction des émissions de gaz à effet de serre
- amélioration de la qualité de l'air
- amélioration de la performance des machines existantes
- meilleures connaissances au moment de sélectionner de nouvelles machines.

L'équipe espère offrir l'approche SmartOperator Forestry—une structure composée d'une étude comparative des flottes, de formations opérationnelles et d'un suivi—d'ici le début de 2018. Actuellement, l'emphase est mise sur le secteur forestier de la Colombie-Britannique, mais FPInnovations prévoit que le programme sera déployé, à l'échelle du Canada, à d'autres secteurs utilisant des machines hors route comme l'exploitation minière, l'exploration pétrolière et gazière, la construction lourde et l'agriculture.





CONSTRUCTION DE BÂTIMENTS VERTS : **AMÉLIORER L'ENVELOPPE POUR COMBATTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES**

LOUIS POLIQUIN
Directeur de recherche

Il est largement reconnu que l'utilisation de matériaux en bois dans le domaine de la construction est un moyen d'atténuation des changements climatiques. L'utilisation de matériaux biosourcés fabriqués à partir de bois ou de fibre ligneuse comme substituts aux produits comme le ciment et l'acier, qui nécessitent plus d'énergie pour la fabrication, s'est avérée efficace dans la réduction des gaz à effet de serre (GES). Les politiques adoptées dans le Wood First Act de la Colombie-Britannique et la Charte du bois du Québec encouragent l'utilisation de ces matériaux dans la construction de bâtiments.

« Au Canada, les bâtiments génèrent environ 30 % des émissions de GES, qui proviennent principalement de la combustion à des fins de chauffage des combustibles fossiles », affirme le directeur de recherche Louis Poliquin. « Ce calcul ne comprend toutefois pas l'énergie intrinsèque, c'est-à-dire l'énergie nécessaire à la fabrication des matériaux utilisés pour construire des bâtiments. » Les exigences de plus en plus élevées en matière de rendement énergétique des bâtiments ont toutefois amplifié l'importance accordée à l'énergie intrinsèque. Une étude récente sur les bâtiments commerciaux à très faible consommation énergétique a démontré que, lorsqu'ils sont dotés d'un chauffage à l'électricité, l'énergie intrinsèque peut représenter de 75 % à 80 % de l'énergie totale requise pendant la durée de vie du bâtiment. De nombreux produits d'isolation sont à base de pétrole ou non recyclables, et de plus en plus de matériaux sont interdits dans les sites d'enfouissement.

« Ces facteurs, ajoutés aux initiatives en matière de changements climatiques du gouvernement fédéral pour appuyer les technologies propres, créent des conditions gagnantes permettant à FPInnovations d'entrer en jeu et d'ouvrir la voie au développement de solutions pour des bâtiments plus verts », ajoute M. Poliquin. « Nous avons mis au point une vaste stratégie pour réduire l'empreinte totale des GES des bâtiments grâce à des solutions novatrices à base de bois. Cela inclut des propositions de changements aux codes, des matériaux de construction novateurs, des systèmes de construction hautement écoénergétiques et d'autres sources d'énergies vertes, dont l'énergie passive. Le projet CelluWall de FPInnovations en est un exemple prometteur. Entièrement fabriqué de composants à base de cellulose, ce mur permet de construire des bâtiments écoénergétiques, rentables et à faible empreinte carbone. Pour ceux qui recyclent les matériaux de construction, un mur entièrement à base de bois, c'est la réalisation d'un rêve. »

SCIERIE



OPTIMISER CHAQUE ÉTAPE DU PROCESSUS

VÉRIFICATIONS DE LA ROTATION DES BILLES : OFFRIR UNE VALEUR QUANTIFIABLE AUX USINES

Afin de maximiser la reprise du secteur du bois d'œuvre, les scieries doivent pouvoir compter sur une rotation précise des billes et des opérations de rotation exemptes de problèmes. Grâce à ses études élargies de vérification de la rotation des billes, FPIinnovations aide les usines à trouver les erreurs et les problèmes qui affectent la valeur et le volume tirés des billes.

La majorité des scieries nord-américaines utilisent des tourne-billes automatisés ou des systèmes à alimentation simple ou double capables de numériser les billes, déterminer les solutions de sciage optimales ainsi que rouler et positionner les billes pour le sciage et la mise en copeaux. FPIinnovations utilise sa solution logicielle pour analyser les systèmes à alimentation double. « Bien que nous ne puissions pas utiliser le logiciel pour les systèmes à alimentation simple, nous avons une solution axée sur la vision pour eux », affirme John White, spécialiste du soutien à l'innovation chez FPIinnovations.

La plupart des tourne-billes affichent un écart-type de plus de 20° et une erreur de rotation moyenne se situant généralement à plus de 14°. « Notre analyse peut quantifier et identifier les sources possibles de ces écarts. Puisque de plus en plus d'usines améliorent leurs tourne-billes par l'ajout de systèmes de correction de la rotation, on peut facilement assumer que cette vérification n'est plus nécessaire. Toutefois, notre analyse de certains appareils mis à niveau prouve le contraire puisque nous avons trouvé certains problèmes de performance du système », explique M. White. « Nous avons aussi quantifié l'amélioration que cette mise à niveau peut offrir. Généralement, elle permet seulement de rectifier les petites erreurs de rotation, mais pour en tirer le maximum d'avantages, vous devez posséder le meilleur tourne-billes et la meilleure performance de contrôle possibles. Autrement, sa pleine valeur n'est pas atteinte. Le travail de FPIinnovations a aussi poussé les fournisseurs à améliorer leurs produits, ce qui représente un avantage indirect pour l'industrie. »

L'année dernière, FPIinnovations a mené huit études pour ses membres, y compris cinq études de deuxième analyse pour évaluer les améliorations obtenues par les membres. « Les possibilités d'amélioration que nous avons identifiées concernaient généralement des changements faciles à mettre en œuvre dans les paramètres de l'optimiseur du tourne-billes. Les autres améliorations étaient plutôt liées à des problèmes mécaniques ou de contrôle et celles-ci peuvent être plus difficiles à mettre en œuvre ou à corriger. Bien que la valeur potentielle moyenne établie était de 3,5 %, une valeur de mise en œuvre de plus de 20 millions \$ a été obtenue à ce jour à l'échelle du Canada », soulignait M. White.



JOHN WHITE
Spécialiste du soutien à l'innovation

L'année dernière, FPIinnovations a mené huit études pour ses membres, y compris cinq études de deuxième analyse pour évaluer les améliorations obtenues par les membres.

ACCROÎTRE LES REVENUS POTENTIELS

TIRÉS DU SAPIN SUBALPIN ET DU SAPIN BAUMIER PAR UNE MEILLEURE GESTION DES POCHEs DE BOIS HUMIDE



LUIZ OLIVEIRA
Gestionnaire de recherche

Les « poches de bois humide » qui rendent le sapin subalpin (principalement dans l'ouest du Canada) et le sapin baumier (principalement dans l'est du Canada) difficile à sécher, constituent un problème auquel les producteurs de bois d'œuvre doivent faire face depuis bien des années. Ces deux espèces contiennent des « poches » à teneur élevée en humidité. Toutefois, au cours des dernières années, la proportion de sapin subalpin dans le groupe ÉPS (épinette, pin, sapin) a fortement augmenté en Colombie-Britannique comme substitut au pin, infesté par le dendroctone du pin ponderosa. Il en résulte des temps de séchage nettement plus longs et des variations beaucoup plus fortes de la teneur en humidité du produit final. Cela produit un pourcentage plus élevé de bois encore humide à la fin du séchage qui doit habituellement être déclassé en catégorie économie. À l'opposé, un surséchage du bois augmente également le risque de développer des défauts de séchage, comme le gauchissement, qui nuit au classement du bois et réduit la productivité du planeur. L'augmentation de coûts que l'industrie doit assumer peut être importante. On estime que ces poches de bois humide pourraient entraîner des coûts supplémentaires allant de 600,000 \$ à 1,300,000 \$, en fonction du volume annuel de sapin subalpin et sapin baumier produit.

Pour contrer ce problème, FPIinnovations a lancé un projet visant à étudier et établir les caractéristiques de séchage du bois touché par les poches humides, et à élaborer des stratégies appropriées de triage et de séchage pour atténuer ce problème et réduire les conséquences sur la qualité du produit final. Les chercheurs ont déterminé des taux de séchage du bois avec ou sans poches humides selon divers programmes de séchage, ce qui a permis de mieux comprendre la façon dont le bois normal et le bois avec poches humide sèchent. Les résultats préliminaires de cette étude tendent à démontrer le potentiel d'utiliser les relations de densité à l'état vert pour trier le bois d'œuvre avec ou sans poches humides, et de les sécher en lots séparés selon un programme de séchage adapté.

La compréhension des mécanismes de séchage facilite le passage à la prochaine phase du projet, qui évaluera les options pour repérer et trier les poches de bois humide, incluant des technologies de mesure pour quantifier et déterminer l'emplacement des zones d'humidité. Après le tri du bois comportant des poches humides, des stratégies de séchage, par exemple une étape de pré-séchage ou une combinaison de technologies de séchage, pourraient être élaborées afin d'utiliser des programmes de séchage flexibles permettant d'accroître la productivité et la qualité du produit final.

LA GESTION DES
COURS À BOIS A UNE

GRANDE

INCIDENCE SUR LES RÉSULTATS

Un service de FPInnovations qui intègre la technologie de géolocalisation aide les opérateurs de cours à bois à améliorer l'efficacité de la machinerie et à réaliser d'importantes économies.

« Les opérateurs de cours à bois ne possèdent généralement pas les outils requis pour surveiller l'utilisation de leurs machines, ce qui permet difficilement de déterminer s'ils utilisent le bon complément de machines, si ces machines suivent les meilleures routes dans la cour et si elles fonctionnent à leur pleine capacité », affirme Catalin Ristea, gestionnaire de recherche du groupe Modélisation et aide à la décision. « Nous avons élaboré une méthode qui permet de répondre à ces questions. »

Cette méthode requiert de doter les machines des cours à bois, y compris les chargeuses de billes, les empileuses, les chargeuses de copeaux et les chariots élévateurs à fourche, d'appareils GPS qui suivent leurs mouvements et recueillent certaines données comme le temps d'utilisation des machines ou leur temps au ralenti ainsi que les déplacements chargés ou déchargés. FPInnovations analyse les données GPS recueillies sur les machines de la cour durant une certaine période de temps et les combine aux observations sur le site et aux audits de la cour afin d'élaborer des recommandations permettant aux clients de réduire leurs coûts d'exploitation. « Nous offrons des recommandations sur mesure pour chaque situation », fait remarquer M. Ristea.

En fonction du client, les recommandations pourraient inclure des possibilités d'améliorer l'utilisation des machines et les temps de déplacement chargés, de réduire les longues périodes de temps au ralenti, de déterminer si les compléments de machines existants conviennent bien à une cour en particulier et d'éliminer des machines de secours coûteuses et inutiles.

FPInnovations a déployé ce service dans plus de 10 cours à bois et, pour chaque utilisation, nous avons identifié des économies potentielles pouvant représenter des dizaines, voire des centaines de milliers de dollars.

Les opérateurs de cours qui suivent nos recommandations ont noté des résultats. De nombreux clients ont mentionné qu'ils avaient fait des économies nettes allant de 100 000 \$ à 200 000 \$ par année après avoir mis en œuvre certaines des recommandations de FPInnovations.



CATALIN RISTEA
Gestionnaire de recherche



**AIDER L'INDUSTRIE
À MAINTENIR ET
OUVRIR DE
NOUVEAUX
MARCHÉS**



NORME SUR LE TRANSPORT INTERNATIONAL DES PRODUITS DE BOIS GARDER LES FORÊTS EN SANTÉ ET CONSERVER UN FORT MARCHÉ D'EXPORTATION DES PRODUITS FORESTIERS



ADNAN UZUNOVIC
Chercheur principal

Les organismes nuisibles envahissants représentent une menace sérieuse pour les forêts du Canada et de partout dans le monde. Bien que cette inquiétude semble souvent moins importante que d'autres sujets relatifs au secteur forestier, elle demeure un problème majeur devant être réglé. Plusieurs parasites des forêts se sont répandus par l'entremise d'emballages de bois et d'autres produits du bois et ont des conséquences sur la santé des forêts et leurs nombreuses fonctions, y compris sur l'économie forestière.

L'effondrement potentiel des marchés d'exportation du secteur forestier est une véritable préoccupation. De manière similaire aux impacts économiques de la maladie de la vache folle, des problèmes d'organismes nuisibles au Canada peuvent faire en sorte qu'un autre pays décide d'interrompre l'achat de produits forestiers canadiens, fermant ainsi le marché en entier. Toutefois, grâce à des données scientifiques, des traitements et des mesures préventives pour les produits du bois qui transportent différents parasites, les effets néfastes peuvent être atténués.

Au cours des 11 dernières années, une nouvelle norme visant à faciliter le commerce dans l'industrie et à réduire le déplacement mondial des organismes nuisibles a été développée. Des experts de FPInnovations, de l'Agence canadienne d'inspection des aliments et du Service canadien des forêts ont joué un rôle clé pour faire avancer le concept

et ont travaillé en collaboration avec l'International Forest Quarantine Research Group ainsi que d'autres chercheurs et régulateurs dans un processus consultatif transfrontalier afin de fournir des éléments scientifiques pertinents et un consensus final par rapport à la norme. En avril 2017, la Commission des mesures phytosanitaires, un organisme dirigeant de la Convention internationale pour la protection des végétaux basée au sein de l'Organisation des Nations

Unies pour l'alimentation et l'agriculture, a formellement adopté la *Norme sur le transport international des produits de bois*.

Plutôt que d'offrir une solution normative à laquelle les pays peuvent adhérer, l'objectif de cette norme est d'offrir une ligne directrice et une approche commune aux pays afin qu'ils élaborent leurs propres politiques nationales. Elle vise aussi à faciliter les négociations commerciales avec d'autres pays. La nécessité d'une telle norme est primordiale pour que les forêts canadiennes et du monde entier restent en santé et le secteur forestier en dépend. « La norme permettra d'effectuer des transactions sécuritaires et d'éviter l'utilisation de mesures précipitées injustifiables qui font obstacle au commerce », affirme Adnan Uzunovic, chercheur principal chez FPInnovations. « Elle aidera l'industrie à prévenir la perte de marchés, à conserver les marchés existants et à ouvrir de nouveaux marchés pour des produits différents. »

La *Norme sur le transport international des produits de bois* poursuivra son évolution et sa progression au fil du temps. D'autres normes qui feront partie de cette dernière sont en cours de développement. De plus, de la recherche et des cueillettes de données supplémentaires s'effectuent actuellement pour combler les lacunes en matière de connaissances ainsi que pour en apprendre davantage sur les réalités de la mise en œuvre.



LE MÉTABARCODING GÉNÉTIQUE : PROLONGER LA VIE DES PRODUITS DU BOIS

L'ADN, connu depuis longtemps comme le modèle codé de la vie, est dorénavant utilisé pour créer des outils scientifiques à la fine pointe pour un nombre toujours croissant d'applications. Aujourd'hui, FPIinnovations utilise une approche de *métabarcoding* génétique pour lutter contre la biodégradation du bois.

Il existe de nombreux produits de préservation du bois, chacun possédant ses propres avantages et inconvénients. Les produits de préservation à base de carbone qui utilisent des biocides sans métaux plutôt que des ingrédients inorganiques comme le cuivre pour protéger le bois sont des solutions de rechange durables qui sont actuellement restreintes aux utilisations au-dessus du sol. L'utilisation à plus grande échelle de ces produits est limitée par leur faible performance lorsqu'ils sont en contact avec le sol, ce qui minimise leur attrait commercial.

FPIinnovations a décidé d'améliorer la performance au contact du sol des produits de préservation à base de carbone en identifiant les microorganismes du sol qui sont tolérants à ces



STACEY KUS
Technicienne

produits ou qui les détournent. Après une période d'incubation lors d'essais en contact avec le sol, l'équipe de recherche a extrait et séquencé l'ADN des communautés bactériennes et fongiques associées au bois traité aux produits de préservation à base de carbone et l'a comparé à celui d'un traitement de bois supérieur à base de cuivre. Les séquences d'ADN générées ont été séparées et utilisées comme code à barres pour identifier les organismes individuels présents dans un échantillon. Les organismes trouvés dans le bois traité aux produits de préservation à base de carbone et non dans les échantillons traités avec des produits à base de cuivre fournissent un aperçu des organismes qui pourraient être responsables de la dégradation de ces produits.

Le *métabarcoding* génétique aidera à identifier les agents responsables de la biodégradation du bois, ce qui favorisera le développement de technologies de protection du bois qui sont plus efficaces tout en ayant un impact environnemental réduit. « La maximisation de la vie utile des produits du bois grâce aux produits de préservation à base de carbone améliorera la compétitivité de ces produits sur le marché », a expliqué Rod Stirling, chercheur principal du groupe de protection du bois. « Par ailleurs, augmenter la durée de vie des produits du bois aidera à lutter contre les changements climatiques en séquestrant le carbone dans le bois le plus longtemps possible. »

Innovation de prochaine génération à son meilleur, le *métabarcoding* génétique est une méthode rapide et efficace pour identifier les organismes qui tolèrent ou détournent les produits de préservation. FPIinnovations poursuivra son travail avec les membres fournisseurs pour identifier de nouveaux organismes actifs contre les champignons et les bactéries et cherchera des moyens de les contrôler. L'objectif est d'offrir aux membres l'accès à des outils de pointe qui accéléreront le développement de technologies de protection du bois plus efficaces et durables.



ROD STIRLING
Chercheur principal

REMERCIEMENTS



Au nom de l'équipe de direction et du conseil d'administration, nous souhaitons exprimer notre gratitude aux membres et aux partenaires, ainsi qu'aux collèges, universités, communautés et associations qui ont travaillé avec FPInnovations, pour leur soutien inestimable cette année.

Nous remercions particulièrement les partenaires des gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux de FPInnovations pour leur engagement continu envers l'innovation et la transformation du secteur forestier.

Nous exprimons également nos sincères remerciements aux employés de FPInnovations. Ils travaillent assidûment à définir comment l'organisation fonctionnera dans le futur. Il est inspirant de voir le dévouement et l'effort que chacun d'eux apporte. L'avenir de FPInnovations est entre de bonnes mains.

570 BOUL. ST-JEAN, POINTE-CLAIRE, QUÉBEC H9R 3J9 CANADA
fpinnovations.ca

Production : service des communications de FPInnovations • Conception graphique : creation-samarkand.com
MD Le nom, les marques et les logos de FPInnovations sont des marques de commerce déposées de FPInnovations
Imprimé au Canada

