



Innofibre: L'innovation depuis plus de 25 ans



Collaborateurs à la rédaction:

Marie-Claude Boileau Jean-Patrice Lamothe
Marc-André Déry Gaston Michaud
Martin Dubé Jean Paradis
Sylvain Duquette Mario Parenteau
Tarik Jabrane Raymond-Robert Tremblay
Jean-Philippe Jacques Nathalie Bourdeau
Mohamed Jebri Julien Bley

Production: Les Éditions du Joyeux-Drille,
Marc-Olivier Arcand, Isabelle Gagnon

Éditeur: Les Éditions Forestière inc.

1175, avenue de Lavigerie, bur. 203

Québec QC G1V 4P1

Tél.: 418 877-4583 | Téléc.: 418 877-6449

www.lemondeforestier.ca

Ventes publicitaires: Roger Robitaille

Impression: Hebdo-Litho

Tirage: 18 000 exemplaires

SOMMAIRE

Les 25 ans d'Innofibre: l'histoire de réalisations exceptionnelles	3
Innofibre, 25 ans de collaboration, de partenariat: encore plus pour l'avenir	4
Un créneau de recherche prometteur chez Innofibre: les membranes filtrantes de cellulose	5
L'assistance technique: support et services aux entreprises innovantes	7
La biologie moléculaire au secours des biocarburants	8
Oser une formation d'avant-garde!	9
La Coop fédérée: leader dans l'approvisionnement en biomasse agricole et forestière	12
Le traitement des matières cellulodiques chez Innofibre	13
Partenariat BRQ - Innofibre: mission, faire des flèches de tout bois	14
Des produits en fibres thermomoulées pour l'emballage alimentaire et industriel	15
Applications multiples des produits de la pyrolyse	17
Le fractionnement de la biomasse pour des produits biosourcés	18
Des papiers bioactifs pour la détection ou le contrôle d'agents pathogènes	20
Amélioration des papiers à base de pâte thermomécanique	21
Valorisation de biomasse humide par liquéfaction hydrothermale	22



VILLE DE
LA TUQUE

❖ *Fière partenaire de vos projets*

❖ *Leader dans le dossier
de la biomasse et
de la bioénergie au Québec*

Patrice Bergeron, ing.f.
Directeur forestier et diversification économique

Ville de La Tuque
819 523-8200 poste 2697
pbergeron@ville.latuque.qc.ca



*Chez nous,
la forêt
on s'y
connait!*



De gauche à droite: Mario Parenteau, directeur d'Innofibre, Raymond-Robert Tremblay, directeur général du Cégep de Trois-Rivières, Nadia Ghazzali, rectrice de l'Université du Québec à Trois-Rivières et Sylvain Robert, directeur du Centre de recherche sur les matériaux lignocellulosiques.

LES 25 ANS D'INNOFIBRE :

l'histoire de réalisations exceptionnelles



RAYMOND-ROBERT TREMBLAY

Directeur général du Cégep de Trois-Rivières

Lors de sa première année d'existence le Centre spécialisé en pâtes et papiers du Cégep de Trois-Rivières, a réalisé un chiffre d'affaires de 433 637 \$, l'an dernier, c'était 2 210 020 \$. En 1989-1990, il y travaillait 6 personnes à temps complet et 6 à temps partiel, qui ont réalisé 22 projets, en 2013-2014, c'était 20 personnes, qui ont réalisé 17 projets d'envergure et 131 mandats. Entre les deux, que de changements et de bouleversements!

Déjà reconnu en 1991 dans le secteur de l'économie verte, comme on disait à l'époque, pour son usine de désencrage et de récupération, aujourd'hui Innofibre, centre d'innovation des produits cellulosiques, s'oriente vers les bios et nanotechnologies! Chef de file dans divers domaines reliés à l'avenir de l'industrie de la fibre cellulosique, notre centre collégial de transfert de technologie n'a jamais dévié de sa mission. Cette histoire c'est d'abord celle d'une équipe dotée d'une expertise unique et tournée vers l'in-

novation et les besoins de l'industrie. Depuis 25 ans, comme on disait alors, la recherche appliquée et l'assistance technique, la formation adaptée, l'animation et l'information sont au cœur des préoccupations de cette équipe et de ses leaders. En 1991, c'était Pierre Lavoie, aujourd'hui, Mario Parenteau : des leaders visionnaires qui veulent toujours demeurer à la fine pointe des équipements et des processus les plus avant-gardistes, chacun pour son époque.

Une vision toujours réactualisée,

comme en fait foi celle présentée et adoptée au Conseil d'administration du Cégep en février dernier : « Innofibre vise à être le premier choix pour un accès fiable à un laboratoire spécialisé et à une usine pilote unique. L'équipe mise sur son expertise, son dynamisme et ses relations à long terme avec ses clients et partenaires pour demeurer un centre d'excellence engagé dans le succès de leurs projets d'innovation. » Ça ne manque pas d'ambition, comme le Cégep lui-même! Félicitations et longue vie à Innofibre!



MARIO PARENTEAU

Directeur d'Innofibre

INNOFIBRE, 25 ANS DE COLLABORATION ET DE PARTENARIAT

Encore plus pour l'avenir

Innofibre contribue à la diversification des procédés et des produits celluloseux depuis plus de 25 ans. La nouvelle appellation, plus dynamique, reflète bien l'élargissement du domaine des travaux, qui ne se limite pas seulement au domaine des pâtes et papiers. L'équipe ne délaisse pas pour autant ses origines en tant que Centre spécialisé en pâtes et papiers. Innofibre se veut même un digne héritier de l'Institut de papeterie du Québec, créé en 1923, et perpétue une tradition de plus de 90 ans d'accompagnement de l'industrie dans ses développements et sa diversification par l'innovation.

Les articles présentés dans ce cahier spécial démontrent plusieurs réalisations innovantes, réalisées couramment par l'équipe d'Innofibre avec ses collaborateurs et partenaires. Innofibre maintient également son appui au département d'enseignement pour la promotion du programme « Procédés et valo-

risation ». Des ateliers offerts avec l'Association forestière Vallée du St-Maurice et d'autres organismes de promotion de la science visent à sensibiliser les jeunes au développement durable et aux technologies respectueuses de l'environnement. Les collaborations se retrouvent dans la grande majorité des projets.

La Chaire de recherche industrielle en environnement et biotechnologie (CRIEB) du professeur Simon Barnabé est le groupe qui réalise le plus grand nombre de projets en collaboration avec Innofibre. Parmi les autres groupes et départements de l'UQTR, Innofibre compte sur la Chaire de recherche industrielle sur la bioéconomie et la bioénergie régionale et sur plusieurs chercheurs du Centre de recherche sur les matériaux lignocellulosiques (CRML).

Quatre chercheurs d'Innofibre sont membres du Regroupement stratégique « CRMR – Centre de recherche sur les matériaux renouvelables » : Université Laval,

UQTR, UQAT, UQAC et SEREX. Innofibre fait partie de l'Alliance stratégique sur la transformation thermochimique de la biomasse avec les CCTT : SEREX, CTRI et Biopierre et de l'Alliance stratégique sur les produits celluloseux bioactifs pour l'emballage avec les CCTT : CNETE et ITEGA.

Bien sûr, Innofibre entretient de nombreux partenariats avec les entreprises. Cela permet d'unir les forces d'Innofibre à celles des gens capables d'assurer le succès commercial du transfert de technologie. C'est à ce moment que les projets de développement de produits ou de procédés deviennent vraiment des innovations.



BRQ
9248-4427 Québec Inc.
Fibre & Broyure inc.

Entreprise de recyclage et de valorisation de déchets de bois basée à Trois-Rivières. Ligne de conditionnement à la fine pointe de la technologie. Traitement d'un très grand volume annuellement (100000 Tonnes métriques). Visant le zéro déchet à la sortie. Fabricant de broyure de bois, de litière animale, de carbone fibreux et bientôt d'une nouvelle gamme de produits à haute valeur ajoutée.

BRQ fibre et broyure inc.
8850, boulevard Parent,
Trois-Rivières, Qc G9A 5E1
T 819.693.9797
F 819.693.9222
info@brq.ca





Félicitations à toute l'équipe d'Innofibre pour ces 25 ans de collaboration avec le milieu et l'industrie forestière !



JEAN PARADIS

Ingénieur de recherche

Les membranes filtrantes de cellulose

Fort de plusieurs années de recherche dans la fabrication de membranes de cellulose pour le compte de l'industrie de la ventilation, Innofibre a entrepris d'approfondir un axe de recherche portant sur les membranes filtrantes.

La filtration membranaire est une technique de séparation qui est connue depuis très longtemps, mais dont les développements récents suscitent un intérêt croissant. Elle intervient dans de nombreuses applications car elle présente une bonne sélectivité, tout en étant économe en énergie. Ses applications sont multiples : elles couvrent autant les techniques de séparation (osmose inverse, pervaporation) que les techniques de purification de l'eau et de l'air. Dans un

monde où la qualité de l'air et de l'eau devient un enjeu de premier plan, la filtration par membranes est certainement destinée à un avenir prometteur. Actuellement, environ 90% des membranes destinées à la micro-filtration ou à l'ultrafiltration sont fabriquées de matière organique. Parmi ces dernières, les membranes de cellulose sont très populaires, car elles sont peu dispendieuses à produire et ont des capacités filtrantes (dimensions des pores) très variées.

Considérant l'expertise acquise au fil du temps et le support de plusieurs chercheurs reconnus de l'UQTR dont messieurs Bruno Chabot et François Brouillette, Innofibre, qui œuvre maintenant dans plusieurs regroupements de recherche comme le Centre de recherche sur les matériaux renouvelables (CRM), possède aussi toutes les ressources nécessaires pour mener à terme ce type de recherche. Les équipements à l'échelle pilote dont dispose Innofibre peuvent certainement faire saliver d'envie toutes les organisations du même domaine dans les grands centres urbains du Canada, des États-Unis et même d'Europe.

La machine à papier d'Innofibre: un appareil unique et indispensable

Lorsque vient le temps de valider des concepts développés en laboratoire, l'utilisation d'équipements pilotes, représentatifs de ceux utilisés dans les installations industrielles, représente un atout clé pour un transfert technologique réussi. C'est précisément ce que propose Innofibre avec sa machine à papier expérimentale. En effet, Innofibre dispose d'une machine polyvalente opérant entre 200 et 1000 m/min (60 km/h) et pouvant produire un papier très mince (20 g/m²) ou un carton très épais (300 g/

Suite à la page 6



Enrouleuse et scrutateur de la machine à papier



Sécherie avant la fermeture des portes



AGRICOLE INSTITUTIONNEL MUNICIPAL COMMERCIAL INDUSTRIEL

Sonic s'implique dans le chauffage à la biomasse !

Sonic ajoute à sa gamme de produits actuels la technologie de chauffage à la biomasse Blue Flame Stoker™ et le système aux granules et micro-chips ESIM-KWB.

Quelques avantages :

- Diminution des coûts de chauffage entre 40-75 %
- Automatisation complète qui facilite l'utilisation
- Système de nettoyage et déchargement automatisé
- Réduction des gaz à effet de serre



108710-12-14

biomasse.sonic@lacoop.coop | 1 800 207-6642 | www.sonic.coop

m2). Cette polyvalence est assurée par trois sections de sécherie modulaires composées de 28 cylindres sécheurs de 1,5 mètre de diamètre. La présence d'une sécherie conventionnelle est un élément distinctif que l'on retrouve sur peu de machines pilotes à travers le monde. Non seulement la sécherie soumet aux fibres les mêmes contraintes que celles rencontrées sur les machines industrielles, mais elle permet également de produire un papier sec pouvant être analysé au cours de sa fabrication. À cet effet, la machine d'Innofibre est particulièrement bien équipée avec son scrutateur Honeywell DaVinci. Les 8 capteurs (grammage, humidité, épaisseur, % cendre, blancheur, opacité, couleur, lustre 2 côtés), qui le composent et qui analysent le papier produit de façon continue tout au long de la production, en font l'appareil du genre le plus complet en Amérique. Les bobines mères d'un diamètre de 2 mètres peuvent être transformées par la bobineuse d'Innofibre pour fabriquer des bobines plus petites. Ces bobines peuvent être expédiées chez le client pour être transformées en produit final. Bien sûr, l'historique de fabrication de chaque bobine est conservé pour une traçabilité maximum. Dans certains cas, des petites productions de 5 à 20 tonnes peuvent être réalisées afin de permettre de vérifier que le produit correspond bien aux spécifications attendues par le client avant de procéder à la mise à l'échelle complète de la production.

L'information : le nerf de la guerre en R et D

« Être capable de produire un excellent papier, c'est une chose. Être capable de savoir précisément de quelle manière il a été produit en est une autre ». C'est exactement ce que le personnel d'Innofibre avait en tête lorsque furent implantés le système de contrôle distribué (DCS) et le système d'archivage de données (système PI d'OSIsoft). Pour la machine à papier seulement, plus de 360 boucles de contrôle permettent d'ajuster les paramètres critiques de la machine à papier. Que ce soit un débit, une pression, une température ou une ouverture de valve, tous les éléments associés à ces boucles de contrôle sont enregistrés à la seconde dans une gigantesque base de données. À la fin d'une journée typique, ces milliers de données peuvent être remises au

client sous forme d'un fichier (Microsoft Excel ou autres) très facile à consulter. La majorité des graphiques des tendances (trend) des principales variables comme le grammage, l'humidité de la feuille, le débit de pâte, la pression de vapeur de chaque section de sécherie sont instantanément générés et sont inclus avec les données. Y a-t-il un phénomène qui s'est produit sur la machine qui ne se retrouve pas dans ces données? 10 caméras hautes vitesses synchronisées, pos-

tées aux endroits névralgiques de la machine, peuvent aider à répondre à la question. Ces caméras enregistrent tout ce qui se passe sur une base continue. Des extraits de ces vidéos, tout comme l'intégralité des enregistrements sont disponibles pour nos clients. Le visionnement au ralenti de ces images font qu'aucun phénomène ne peut passer inaperçu.

Comme on a pu le voir, Innofibre dispose d'une installation extraordinaire

pour faire le développement de nouvelles membranes filtrantes. Il compte aussi sur l'apport de son personnel expérimenté et de ses précieux collaborateurs pour développer une toute nouvelle génération de membranes filtrantes faites de cellulose seule ou de cellulose réticulée donnant à l'ensemble de la membrane des propriétés uniques. Déjà, les premiers contacts établis avec le milieu industriel confirment que ces nouveaux produits sont attendus avec impatience.



**NOUS AVONS
LA FIBRE DE
L'INNOVATION**

Chez Domtar, nous sommes toujours tournés vers l'avenir. Nous cherchons toujours à améliorer les choses et nous travaillons ensemble à atteindre ce but. Nous consacrons notre ingéniosité et notre créativité à notre réussite à long terme. C'est inscrit dans notre fibre.

domtar.com



L'ASSISTANCE
TECHNIQUE :

Support et services aux entreprises innovantes



SYLVAIN DUQUETTE

Ing., M.Env.

L'industrie bénéficie d'un atout majeur d'Innofibre par l'expertise analytique de son équipe et par un service rapide et fiable pour des mesures de toutes sortes. En effet, les membres de l'équipe d'Innofibre possèdent une solide expertise qui leur permet de satisfaire aux exigences de ses clients en matière de services analytiques. Que ces exigences soient reliées au contrôle de la qualité et du procédé, à la résolution de problèmes de production, à l'optimisation du procédé, à l'identification de contaminants ou à l'essai de nouveaux produits, l'expertise de l'équipe est ainsi mise à profit pour que les clients d'Innofibre puissent développer des solutions efficaces.

Les différents services analytiques offerts par Innofibre couvrent la gamme des essais physiques et optiques, la chimie analytique, l'imprimabilité, la microscopie, l'analyse d'images, sans compter les collaborations fréquentes et les efforts mis dans l'élaboration de nouvelles procédures d'analyse. Le personnel d'Innofibre n'hésite pas à se déplacer chez ses clients afin de participer à des essais ou de procéder à l'échantillonnage sur site.

De plus, le parc d'instruments de mesure d'Innofibre peut trouver un complément chez ses collaborateurs d'autres CCTT et des universités. Innofibre dispose d'appareils de mesure pour la caractérisation du bois, des pâtes, des papiers, des cartons, des liquides de procédé et des effluents en plus d'appareils d'analyses chimiques sophistiqués, notamment GC/MS

avec module de pyrolyse, chromatographe ionique, système d'extraction accélérée par solvant, analyseur de sucres cellulotiques, etc.

Des appareils de laboratoire sont disponibles pour la fabrication de pâte chimique, l'hydrolyse de la biomasse, le recyclage et désencrage et le traitement de surface, comme la coucheuse de laboratoire CLC 7000. Les essais sont effectués selon les normes en vigueur dans l'industrie : ATPPC, TAPPI, ISO, etc.

En définitive, Innofibre assure à ses clients un service rapide, des résultats fiables et précis et la confidentialité des travaux. La fiabilité des résultats est assurée par un personnel hautement qualifié, par le suivi régulier des appareils de mesure et par la participation à plusieurs programmes de monitoring des instruments.

TotalVision™

WEBVISION + WEBINSPECTOR



**Résoudre les causes des casses
et identifier les défauts**

Optimiser l'efficacité de la machine

Améliorer la qualité du papier



Des solutions 'sur mesure' pour l'inspection de la feuille et le suivi de votre procédé. Un soutien technique en français disponible 24/7. Représentant commercial pour le Québec:

Patrick Gélinais, Glenco Products, 819-609-7841

paper tech

Papertech Inc. 245 Fell Ave., North Vancouver BC V7P 2K1, Canada
Phone +1.604.990.1600 • Fax +1.604.990.1606 • info@papertech.ca

www.papertech.ca



MARC-ANDRÉ DÉRY

Ph. D.

La biologie moléculaire au secours des biocarburants

La forte progression des populations mondiales entraîne des préoccupations grandissantes quant à la demande en énergie et en la disponibilité restreinte des ressources naturelles. En effet, les quantités de carburant fossile sont limitées et le renouvellement naturel de cette ressource exige des millions d'années, ce qui est incontestablement trop long pour subvenir aux besoins des générations futures. De plus, la combustion des carburants fossiles contribue grandement à la production de gaz à effet de serre (GES). Le rôle des GES sur les changements climatiques observés depuis quelques années n'est plus à discuter, il importe plutôt dorénavant de trouver des solutions durables qui permettent de maintenir un environnement adéquat tout en assurant la survie des populations existantes et à venir.

Récemment, un intérêt nouveau s'est développé envers les microalgues. En effet, ces dernières constituent dorénavant la matière première pour l'obtention d'un biocarburant dit de 3^e génération. Quant aux possibilités et aux avan-

tages des microalgues dans ce domaine, ils sont nombreux. D'abord, les microalgues sont cultivées dans des bassins, des photobioréacteurs ou puisées à même leur environnement marin naturel. Ces caractéristiques font en sorte que les

terres arables ne sont plus utilisées à des fins de production de biocarburant, un changement majeur comparativement aux biocarburants dit de 1^{ère} génération. D'ailleurs, les microalgues ne nécessitent pas non plus d'eau propre pour croître; plusieurs espèces trouvent les nutriments et un environnement adéquat dans des eaux usées. Ensuite, les rendements estimés de production de biodiésel, comparativement aux biocarburants de 1^{ère} génération, sont de 8 à 24 fois supérieurs pour une même surface de culture comparativement à la récolte d'huile la plus productive, soit l'huile de palme. Certaines souches de microalgues sont en mesure de produire de grandes quantités de lipides ou de sucres, pouvant être convertis ensuite en biodiésel ou en bioéthanol respectivement, c'est-à-dire typiquement des quantités avoisinantes de 45% du poids sec total. En raison de cette forte productivité, les microalgues sont considérées comme étant la seule ressource ayant le

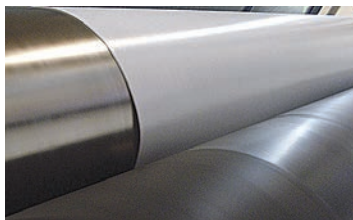
potentiel de remplacer les carburants fossiles aux États-Unis, le plus grand marché mondial de consommation de pétrole. Toutefois, des contraintes subsistent au niveau des coûts d'obtention de ces biocarburants dits de 3^e génération. Puisque les microalgues se cultivent dans un environnement liquide et qu'elles possèdent une paroi cellulaire robuste, les procédés de récolte, d'extraction et de purification des produits d'intérêts sont, entre autres, coûteux.

Depuis 2012, Innofibre a intégré au sein de son équipe un expert en biologie cellulaire et moléculaire. En effet, le Dr. Marc-André Déry, enseignant au département de Biologie du Cégep de Trois-Rivières, détient un Doctorat en biologie cellulaire et moléculaire. Récemment, deux subventions de recherche totalisant plus de 145 000\$ ont été obtenues par le Dr. Déry afin de mener un projet de recherche orienté vers le domaine des microalgues intitulé « Fragilisation de la paroi algale dans une approche combinant l'hydrolyse enzymatique et l'utilisation d'équipements papetiers



JUSQU'À 120 POUCES DE LARGE ET +

**COUCHAGES, COULEURS ET
ENDUITS SPÉCIAUX**



**COUCHAGE 100% ET FLEXO
AVEC BASE D'EAU ET AUTRES**

**450-836-3846 #33
WWW.PAPCCT.COM
PROULEAU@PAPCCT.COM**

Suite à la page 9



». La première subvention provient du Fonds de recherche du Québec : nature et technologies (FRQNT) tandis que la seconde subvention provient du Programme d'aide à la recherche et au transfert (PART). Ce projet consiste donc en la mise au point d'un système d'expression inductible favorisant la rupture des microalgues par la combinaison d'une approche enzymatique et mécanique à la fragilisation des parois algales. Plus précisément, le but est de développer un système inductible permettant l'expression d'une enzyme qui fragilise la paroi algale afin d'associer ensuite ce traitement enzymatique au travail mécanique de rupture des parois réalisé à l'aide d'équipements papetiers. Cette approche innovatrice permettrait de diminuer fortement les coûts associés aux procédés d'extraction des composés organiques de valeur chez les microalgues et, ainsi, lever un frein important au développement des biocarburants. Pour atteindre cet objectif, il sera nécessaire, entre autres, d'induire l'expression d'enzymes clés par des manipulations expérimentales relevant de la biologie moléculaire. En effet, les travaux de recherche actuels visent à libérer les molécules organiques produites par les microalgues et la modification génétique de ces organismes offre de nouvelles perspectives quant aux avenues possibles permettant l'obtention de bio-ingrédients à faible coût. Innofibre constitue donc un environnement de recherche privilégié pour ce type de projet novateur en raison des équipements papetiers présents au sein de ce centre. En effet, certaines problématiques rencontrées lors des procédés de récolte, d'extraction et de purification des produits d'intérêts d'origine algale sont très similaires aux problèmes rencontrés dans le domaine des pâtes et papiers. De plus, la synergie des équipes d'experts en place (biologiste, ingénieur chimique, ingénieur mécanique, technicien des pâtes et papiers, technicien de laboratoire biomédical) favorise également une concertation des effectifs et contribue donc grandement à la réussite de ce projet.



JEAN-PATRICE LAMOTHE

Coordonnateur du programme « Procédés et valorisation »

Oser une formation d'avant-garde!

C'est un défi risqué que d'oser se démarquer des programmes traditionnels de formation en s'ouvrant à des technologies encore en émergence... Le programme « Procédés et valorisation » est le fruit de cette métamorphose ambitieuse. Il intègre des activités scientifiques et technologiques en pleine mutation tels les microalgues, le bioraffinage et la valorisation thermochimique de la matière végétale.

Les résidus de l'exploitation forestière, de la production agricole et de la production maraîchère recèlent une richesse importante. Il est possible de transformer cette masse de matières biologiques (biomasse) en matières utiles autres que des papiers, cartons et des 2 x 4. L'intérêt de faire des nouveaux produits d'origine biologique (biosourcés) est de s'approvisionner à partir de matières renouvelables en plus de réduire la consommation d'énergie requise pour synthétiser ces produits. La demande pour les matériaux biosourcés et l'essor des microalgues commencent à s'affirmer sur le continent européen. Le défi audacieux est de baser le renouvellement du programme sur une éventuelle émergence de ces concepts. Ce choix est judicieux puisque déjà des entreprises voient le jour tant au Québec que partout au Canada et que chez nos voisins du Sud. Le nouveau programme est le premier du genre et le seul au Québec à être totalement axé sur la valorisation de la biomasse forestière, agricole et maraîchère par les voies thermiques, mécaniques, chimiques et biochimiques (enzymatiques). L'essentiel de la formation pratique se déroule dans l'usine pilote d'Innofibre, entièrement automatisée, opérée au moyen d'un système de contrôle distribué. Ainsi, l'étudiant est solidement outillé pour occuper des postes d'opération au sein des entreprises de la région. Plusieurs entreprises, qui comptent s'installer dans le parc industriel de Bécancour, ont manifesté leur intérêt pour cette formation. Le programme répond à la formation d'un personnel qualifié

pour assumer les opérations dans un contexte de procédés chimiques industriels. Il n'y a aucune autre formation comparable de proposée en Mauricie.

Par ailleurs, des entreprises comme Cascades, Norampac, Fortress et Rocktenn recherchent un personnel technique qualifié pour soutenir les activités courantes et collaborer au développement de nouveaux produits. Les papiers « bioactifs », les produits en fibres thermoformées et les applications de films fonctionnels par extrusions seront les technologies utilisées dans une multitude de nouveaux produits papetiers. Aussi, les papiers et cartons offrent plusieurs avantages sur les produits homologues fabriqués en matières plastiques.

Et les technologies de demain !

La conscientisation de la population aux problèmes environnementaux gagne en ampleur chaque jour. Les entreprises et les clients se tournent de plus en plus vers des produits et des procédés plus respectueux de l'environnement. La biomasse sera transformée par fermentation ou par traitement enzymatique pour produire des combustibles (éthanol, butanol), des additifs alimentaires (xylitol), pharmaceutiques, cosmétiques et nutraceutiques (polyphénols et antioxydants) à partir des plantes. Depuis sa création, l'homme se nourrit et se soigne avec les plantes. Après un siècle de médecine moderne, le retour aux sources gagne en intérêt. C'est pour mieux comprendre les vertus des plantes et aussi éveiller les étudiants

à des carrières scientifiques prometteuses que des nouveaux cours sur la biochimie des végétaux, la chimie analytique, la valorisation des extractibles de la biomasse ont été élaborés. L'étudiant peut accéder à de nombreuses formations à l'université et poursuivre ses études dans des disciplines comme : génie chimique et mécanique, biochimie, chimie, transformation du bois, etc. De plus, l'étudiant se distingue avec des connaissances sur l'opération des procédés, la santé et la sécurité au travail, l'instrumentation et le contrôle des procédés, la chimie analytique, la biochimie, les essais des matériaux, une plus grande habileté manuelle, une attitude ouverte sur le milieu industriel et jusqu'à six mois d'expérience pratique grâce aux deux stages réalisés selon la formule alternance travail-études (ATE).

En matière de formation, il faut préparer l'avenir; le programme sort des sentiers battus car il est résolument axé sur les défis technologiques en émergence. L'apprentissage pratique est un cheminement qui permet d'expérimenter et ainsi de faire des choix plus éclairés, des choix qui respectent nos préférences. Le programme « Procédés et valorisation » est une formation polyvalente qui donne accès aux opérations et au travail technique sans restreindre l'accès aux études universitaires. Actuellement, le programme est à nouveau en mode amélioration. On y apporte une nouvelle structure « par modules ». Chacun des modules mène à une attestation d'études spécifique à un niveau d'emploi et l'ensemble des modules mène à un diplôme d'études collégiales (DEC). Ce programme technique vous permettra de découvrir de nouveaux champs d'intérêt ou de confirmer vos préférences. C'est l'intention qui est transmise dans l'expression « valoriser votre potentiel ».



ÉCOUTE TES PASSIONS



40 PROGRAMMES Tournés vers l'AVENIR

L'ESPACE DE TES AMBITIONS

Nos programmes PRÉUNIVERSITAIRES

Sciences de la nature (2 profils)

Sciences pures et appliquées
Sciences de la santé

Sciences de la nature/Musique Double Dég

Sciences informatiques et mathématiques

Sciences humaines (3 profils)

Administration
Individu
Monde

Sciences humaines/Arts visuels Double Dég

Sciences humaines/Musique Double Dég

Arts, lettres et communication (3 profils)

Littérature, arts et cinéma
Langues
Théâtre et créations médias

Musique (2 profils)

Jazz-pop | - Création musicale - Performance
Classique | - Chant et spectacle

Arts visuels

Sciences, lettres et arts

Histoire et civilisation

TECHNIQUES

Hygiène dentaire

Diététique

Soins infirmiers

Architecture

Génie civil

Mécanique du bâtiment

Génie industriel

Génie mécanique (2 options)

Conception
Fabrication

Maintenance industrielle

Électronique (2 options)

Ordinateurs et réseaux
Télécommunications

Électronique industrielle

Génie métallurgique (3 options)

Procédés de transformation
Fabrication mécanosoudée
Contrôle des matériaux

Techniques policières

Travail social

Documentation

Logistique du transport

DEC-Bac en logistique

Techniques de comptabilité et de gestion

DEC-Bac en sciences comptables

Gestion de commerces

DEC-Bac en marketing

Informatique

Informatique de gestion

DEC-Bac en informatique

Design d'intérieur

cegeptr.qc.ca

/cegeptr

#cegeptr

819 376-1721, poste 2131 | infoprogram@cegeptr.qc.ca

COLLABORATIONS MAJEURES – INNOFIBRE

INNOFIBRE ET LE CRMR: UNE COLLABORATION INNOVATRICE

Le Centre de recherche sur les matériaux renouvelables (CRMR) a pour but de soutenir la recherche et la formation pour une utilisation responsable de la ressource forestière et lignocellulosique afin de répondre aux besoins actuels et futurs de notre société en tenant compte des enjeux environnementaux et économiques. Le CRMR est un regroupement de plus de 40 chercheurs universitaires, collégiaux, industriels et gouvernementaux, financé par le programme « Regroupements stratégiques » du Fonds de recherche du Québec – Nature et technologies (FRQNT). Il est constitué de chercheurs de l'Université Laval, de l'Université du Québec à Trois-Rivières, de l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue, de l'Université du Québec à Chicoutimi et de deux Centres collégiaux de transfert de technologie (CCTT), le SEREX affilié au Cégep de Rimouski et Inno fibre du Cégep de Trois-Rivières. À ce noyau, se greffent des chercheurs industriels et gouvernementaux. Inno fibre compte quatre chercheurs membres parmi les chercheurs réguliers du CRMR. Ils travaillent en étroite collaboration avec plusieurs chercheurs du CRMR dans le but de développer de nouvelles applications commerciales innovantes à partir du bois dans une perspective de développement durable.



CENTRE DE RECHERCHE
SUR LES MATÉRIAUX
RENOUVELABLES



LA CHAIRE DE RECHERCHE INDUSTRIELLE EN ENVIRONNEMENT ET BIOTECHNOLOGIE

La Chaire de recherche industrielle en environnement et biotechnologie (CRIEB) est une équipe de recherche du Centre de recherche sur les matériaux lignocellulosiques (CRML) de l'UQTR, qui bénéficie grandement de la synergie université-collège-industrie avec Inno fibre. Depuis 2008, la CRIEB cumule près de 3M\$ en subventions et contrats, entretient plus d'une vingtaine de collaborations et d'une trentaine de partenariats, et dirige une équipe d'environ 20 étudiants et professionnels. Le succès de la CRIEB est principalement dû à sa relation étroite avec Inno fibre.

Le partage de ressources accélère les recherches industrielles de la CRIEB et assure leur transfert technologique auprès des PME et des grandes entreprises. Avec leurs réseaux respectifs, la CRIEB et Inno fibre parviennent à piloter des projets majeurs couvrant tous les éléments de la chaîne de valeur des matériaux et produits biosourcés. La CRIEB et Inno fibre travaillent également de concert pour trouver de nouvelles utilisations aux équipements papetiers et ainsi revitaliser des infrastructures et des expertises locales. Ensemble, ils contribuent au développement des régions ressources et contribuent à la relance des économies régionales en diversifiant les produits issus de la biomasse. Les deux équipes ont d'ailleurs mis de l'avant une approche de bioraffinage à l'échelle communautaire qui consiste à renforcer une grappe éco-industrielle en région en intégrant la valorisation de biomasses locales aux activités de la grappe. De cette façon, la CRIEB et Inno fibre apportent à leurs partenaires des solutions imprégnées d'aspects de durabilité socio-économique qui sont essentielles à la réalisation des projets.



RÉSEAU D'EXPERTISE ET DE DÉVELOPPEMENT EN CONVERSION THERMOCHIMIQUE DE LA BIOMASSE

Face aux enjeux énergétiques et de la réduction des gaz à effet de serre, Inno fibre s'est associé à Biopterre, au CTRI et au SEREX pour former, en novembre 2014, le Réseau d'expertise et de développement en conversion thermochimique de la biomasse. La mission de cette alliance stratégique consiste à faciliter l'innovation et le transfert technologique dans la filière de la conversion thermochimique de la biomasse au Québec.

Pour accomplir cette mission, les quatre CCTT mettent en synergie leurs expertises et leurs infrastructures tout en proposant une offre de services plus élargie aux industriels du Québec. En effet, le Réseau vise à mettre à profit son expertise et son savoir-faire sur la biomasse lignocellulosique dans le domaine de la combustion, de la densification énergétique (granules ou bûches énergétiques), de la torréfaction, de la pyrolyse rapide et de la carbonisation.

Par ses actions, le Réseau accélère l'essor de cette filière afin d'accroître l'impact économique et l'autonomie énergétique des régions.



ALLIANCE STRATÉGIQUE SUR LES PRODUITS CELLULOSIQUES BIOACTIFS POUR L'EMBALLAGE

Inno fibre, CNETE et ITEGA ont identifié le développement de produits cellulose bioactifs pour l'emballage comme un axe stratégique de leurs missions respectives, pour aider les entreprises à développer et commercialiser des produits innovants et à grande valeur ajoutée. Le regroupement des trois CCTT permet de développer la fonctionnalité de produits cellulose utilisés en emballages alimentaires pour détecter, contrôler ou détruire des agents pathogènes présents dans les aliments.

En effet, les contaminations alimentaires sont en constante augmentation à travers le monde et particulièrement dans les sociétés industrialisées.

La collaboration entre les trois CCTT a un impact significatif sur l'évolution des trois centres. Elle facilite l'accès, le partage d'information et l'identification de projets multi-centres ou de projets structurants associés à un ou plusieurs partenaires industriels.

Pour contribuer à toutes les étapes de développement de produits cellulose bioactifs pour l'emballage, la complémentarité des travaux effectués dans les trois CCTT est extraordinaire. L'Alliance couvre l'ensemble des champs pluridisciplinaires indispensables au transfert technologique auprès des entreprises par le biais de projets structurants. L'Alliance dispose ainsi d'un parc d'équipements de laboratoire et d'échelle pilote uniques au Québec dans le domaine des produits cellulose bioactifs pour l'emballage.



Institut de technologie des emballages
et du génie alimentaire

La Coop fédérée: leader dans l'approvisionnement en biomasse agricole et forestière

MARIE-CLAUDE BOILEAU

Il existe au Québec un énorme potentiel pour la biomasse. Il y a quelques années, La Coop fédérée a décidé de se positionner comme un leader et un acteur incontournable dans l'approvisionnement en biomasse agricole et forestière tant au Québec qu'au Canada. Deux avenues sont priorisées par l'organisation pour la valorisation de la biomasse : la biocombustion et le bioraffinage.

« On est conscient qu'il y a de grands volumes de biomasse forestière disponibles au Québec dans les différentes régions où nous sommes présents. Pour chacune des coopératives membres de La Coop fédérée, nous avons analysé le potentiel pour voir de quelle façon nous pourrions valoriser cette biomasse », informe Cyrille Néron, directeur principal Innovation et croissance à La Coop fédérée. Parmi les possibilités d'exploitation, deux volets ont été considérés. Dans un premier temps, on estime qu'il faut utiliser la biomasse pour la combustion. « La valorisation thermique est intéressante à court terme pour créer de la valeur, afin de remplacer des énergies fossiles comme le mazout lourd et le mazout léger ainsi que le propane qui sont, non seulement plus coûteux, mais aussi plus polluants », dit M. Néron. La deuxième option est le bioraffinage. « C'est un volet qui demande un niveau technologique plus avancé où l'on peut valoriser tous les types de biomasse pour en faire des bioproduits industriels. Le bioraffinage consiste essentiellement à fractionner la biomasse via des procédés biochimiques ou thermo-chimiques afin de valoriser ses différentes composantes en bioproduits à valeur ajoutée tels que des biocarburants de deuxième génération (c.-à-d. cellulose), des biomatériaux et des produits chimiques biosourcés », explique Patrick Girouard, coordonnateur énergies renouvelables et bioproduits à La Coop fédérée.

Si la combustion de la biomasse pour remplacer le chauffage au mazout est prioritaire, La Coop fédérée travaille aussi ardemment à démarrer des usines de bioraffinerie. Elle

en a visité quelques-unes en Europe et aux États-Unis. Il s'agit d'un secteur d'activité en émergence. Deux usines d'éthanol cellulosique ont été lancées l'automne dernier chez nos voisins du Sud ainsi que deux autres au Brésil. Selon Patrick Girouard, elles vont meubler le paysage américain et canadien à court ou moyen terme. Ces usines serviront aussi de plateformes pour la production de biomolécules à haute valeur ajoutée destinées à l'industrie chimique, en remplacement des molécules dérivées du pétrole. Selon M. Néron, ces projets n'entreraient pas en compétition avec l'exportation de biomasse, puisqu'on ne ciblerait que les biomasses forestières dites résiduelles qui sont de manières générales plus économiques. Il faut aussi mentionner que dans tous les cas, ces futurs projets de bioraffinage devront être supportés par des analyses de cycles de vie rigoureuses appuyant leurs durabilités sur le plan environnemental, social et économique.

Approvisionnement :

Puisque ces bioraffineries sont assez coûteuses, la sécurité d'approvisionnement est l'élément essentiel numéro un, car la biomasse doit être disponible 12 mois par année. D'après les évaluations de La Coop fédérée, ce besoin de sécuriser l'approvisionnement serait facilité en combinant la biomasse agricole et forestière. « On croit que l'avenir des régions passe par une valorisation conjointe de la biomasse agricole et forestière. Si elle est seulement forestière, il risque d'y avoir des problèmes d'approvisionnement avec certaines biomasses résiduelles et vice-versa. Dans nos modèles, on a vu qu'il y avait de belles perspectives d'appro-

visionnement à longueur d'année en combinant les biomasses forestières avec celles de sources agricoles », soutient M. Néron.

Celui-ci est convaincu que de tels projets donneraient un coup de pouce pour l'industrie forestière. « Il est clair que si on veut améliorer les chances de voir des bioraffineries s'implanter chez nous, la complémentarité forestière et agricole peut devenir un enjeu important. Cepen-

LA COOP FÉDÉRÉE EST TRÈS FIER D'AVOIR CONCLU UNE ENTENTE DE TROIS ANS AVEC INNOFIBRE DE TROIS-RIVIÈRES EN MARS 2014, POUR EFFECTUER UNE SÉRIE DE TESTS DE COMBUSTION ET D'ÉMISSION ATMOSPHÉRIQUE GÉNÉRALEMENT COÛTEUX À RÉALISER.

dant, ce sont des industries qui ne se parlent pas beaucoup », note-t-il.

Partenariat avec Innofibre :

La Coop fédérée est très fier d'avoir conclu une entente de trois ans avec Innofibre de Trois-Rivières en mars 2014, pour effectuer une série de tests de combustion et d'émission atmosphérique généralement coûteux à réaliser. Grâce à ce partenariat, Innofibre a fait l'acquisition d'une chaudière multicom bustibles de marque Blue Flame reconnue pour être facilement modulable. Louis Beauchemin, coordonnateur de la filière biomasse pour Énergies Sonic (une marque de commerce de La Coop fédérée), explique que normalement, les chaudières sont vendues avec une seule chambre de combustion munie d'un multicyclone pour filtrer les particules fines et ainsi respecter les normes environnementales. Or, pour la biomasse agricole, la réglementation est différente. Il est alors nécessaire d'avoir deux chambres de

combustion si nous voulons utiliser les biomasses sans densification pour des systèmes de moins de 3 MW.

Ce laboratoire unique au Québec a été installé par Innofibre sur le site de BRQ Fibre et Broyure à Trois-Rivières depuis quelques mois. Outre un système de combustion à deux chambres, on y retrouve notamment deux systèmes différents d'épuration des gaz, soit un multicyclone et un système à filtration à manche (baghouse system). « Un des objectifs est d'effectuer des tests visant à savoir si l'on peut brûler certaines biomasses agricoles comme le bois avec une seule chambre de combustion sans densification tout en respectant les normes », indique M. Beauchemin. Précisons que les normes du ministère de l'Environnement pour la biomasse agricole sont plus sévères que pour la biomasse forestière. « Ces doubles normes environnementales compliquent considérablement la valorisation énergétique de la biomasse agricole au Québec », mentionne-t-il. Selon Cyrille Néron, le Québec devrait regarder du côté du Danemark où plus de 1.5 million de tonnes métriques de biomasses agricoles résiduelles (ex : paille de céréales) sont valorisées chaque année en tenant compte de tous les aspects d'un développement durable.

En plus des biomasses agricoles, plusieurs autres types de biomasses forestières feront également l'objet de tests d'émissions. L'équipe d'experts d'Innofibre évaluera une foule de critères tels que les procédés, le conditionnement, les paramètres des équipements, etc.

Pour La Coop fédérée, l'importance de la valorisation de la biomasse au Québec, qu'elle passe par le bioraffinage et/ou par la biocombustion, est qu'elle puisse réellement créer de la valeur en région dans un respect de l'environnement et de manière durable. Une chose est sûre, ce ne sont pas les projets qui manquent pour le service de l'innovation et croissance de La Coop fédérée !

Le traitement des matières cellulósiques chez Innofibre

GASTON MICHAUD

Ingénieur de recherche

Grâce à ses installations pilotes, Innofibre est en mesure de réaliser une multitude de projets diversifiés. Celles-ci constituent un véritable banc d'essai qui permet d'évaluer des matières premières, des procédés entiers ou partiels, des prototypes d'équipement et des produits finis. Les équipements qu'on y retrouve peuvent servir dans un contexte papetier plus traditionnel, mais aussi dans un contexte de bioraffinage et de bioénergie.

Le pilotage pour réduire les risques

Le service de pilotage offert par Innofibre permet à ses clients de réduire et de mieux maîtriser les risques associés à l'implantation de nouvelles technologies. Les coûts inhérents à des risques mal circonscrits peuvent s'avérer très coûteux de telle façon qu'ils peuvent nuire à la rentabilité d'un projet. Avec des essais pilotes bien ciblés, il est possible de déterminer les consommations de matières premières et d'énergie, les conditions d'opération optimales et les propriétés des produits finis. Ces données sont archivées tout au long des essais et elles deviennent alors disponibles pour être évaluées sous différents angles afin d'en tirer le plus d'informations utiles à la prise de décisions. Ainsi, un industriel peut mettre à l'échelle un projet innovant de façon à réduire les risques technologiques et financiers. En voici quelques exemples...

Validation de procédés

Un industriel veut valider l'utilisation d'équipements papetiers pour hydrolyser du bois feuillu pour en retirer des composés chimiques d'intérêt. Des copeaux ont été traités thermiquement et chimiquement puis ont été défibrés. La pâte grossière résultante a été pressée. Les fractions solides et liquides ont pu être caractérisées afin de déterminer les composés chimiques présents. Cela a permis à l'industriel de réaliser sa validation.

Reconfiguration de procédés

Une entreprise veut implanter une

stratégie de fractionnement de sa pâte thermomécanique dans son usine de fabrication de pâte. Cette modification vise à diminuer les coûts de production tout en maintenant ou en améliorant la qualité du produit fini. Il s'agit d'un changement qui impliquerait un investissement très important de capitaux. Plusieurs essais pilotes ont été réalisés à partir des copeaux et de la pâte grossière provenant de l'usine. Ces essais ont permis de tester des configurations différentes de procédé. Avec les données et les informations recueillies, l'industriel a été à même de sélectionner la meilleure configuration à implanter dans l'usine en question.

Développement de nouveaux équipements

Un équipementier veut proposer à sa clientèle un nouvel équipement. Il serait excessivement hasardeux de construire un prototype de grande nature et de le mettre à l'épreuve dans une usine où il est difficile, voire impossible, de décider des conditions d'opération. Un prototype de cette taille coûte trop cher à construire et représente un risque financier trop important. Cet équipementier a préféré installer un prototype de taille pilote dans l'infrastructure d'Innofibre. Ce prototype est opéré dans des conditions pleinement contrôlées. Des essais sont réalisés avec différentes matières premières afin de déterminer les performances de cette machine. Selon les performances obtenues, des modifications sont effectuées afin d'améliorer le concept. Ces essais permettent à l'équipementier



de régler des problèmes de conception qui auraient pu représenter des coûts très importants s'il s'agissait d'une machine de taille industrielle.

Recyclabilité de cartons hydrofuges

Un fabricant d'enduits veut utiliser ceux-ci pour remplacer la cire qui sert à recouvrir les boîtes de carton hydrofuge. Il veut s'assurer que les cartons hydrofuges sur lesquels se retrouveront ces enduits pourront répondre à une norme reconnue de recyclabilité et de repulpabilité. L'atteinte de cette norme représente une condition importante pour la mise en marché de ces enduits. Des essais pilotes ont donc été réalisés pour remettre le carton en pâte selon un procédé de recyclage normalisé. Des comparaisons sont effectuées entre la pâte recyclée contenant le carton enduit et celle qui n'en contient pas. On s'intéresse aux effets de l'enduit sur la résistance et l'apparence de la pâte recyclée ainsi qu'aux dépôts qu'il pourrait générer sur les équipements. Ces informations sont primordiales pour ce fabricant et ses clients.

Modification de l'approvisionnement en bois

Un producteur sait que la composition de son approvisionnement de copeaux de bois changera dans les mois à venir. Vraisemblablement, ce changement de composition aura des effets sur la qualité de sa pâte et de son produit fini. Afin de savoir à quoi s'attendre, des essais comparatifs de mise en pâte ont été effectués avec des compositions différentes de copeaux. Les données comparatives

obtenues permettront à cette entreprise de prendre les bonnes actions dans la conduite de son procédé de mise en pâte au fur et à mesure que la composition de son approvisionnement sera modifiée.

Nouvelle production et investissement

Des investisseurs veulent acquérir une usine qui est fermée depuis plusieurs mois. Basés sur les équipements disponibles dans l'usine, ces industriels veulent déterminer si un nouveau produit pourrait y être fabriqué avec un approvisionnement en bois totalement différent. Des essais de mise en pâte ont donc été réalisés en usine pilote. Les pâtes obtenues ont été caractérisées et comparées en fonction du nouveau produit fini. Les résultats obtenus ont permis d'intéresser d'autres partenaires au projet et de poursuivre les démarches de financement.

Pour des projets d'innovation convaincants

Dans un contexte où les capitaux sont difficiles à obtenir et où on se doit de convaincre les différents partenaires potentiels de s'impliquer dans un projet d'innovation, il est nécessaire de réduire les risques inhérents. Pour y arriver, Innofibre met à la disposition de sa clientèle une équipe et une infrastructure pilote de premier plan. Cette dernière est en constante évolution comme en font foi les nouveaux équipements qui s'y ajoutent. Innofibre offre à sa clientèle des services pertinents dans une infrastructure polyvalente et flexible qui permet de répondre à des besoins diversifiés.

Mission: faire des flèches de tout bois!

MOHAMED JEBRI

Ing. jr., chargé de projets

Le secteur du recyclage des déchets issus de la construction, la rénovation et la démolition (CRD) fait du surplace, dans un contexte où le marché est resté longtemps confiné dans une course échevelée de volume, sans trop s'attarder sur le développement de nouveaux débouchés. Le report inavoué du bannissement de l'enfouissement du bois, pourtant prévu d'entrer en vigueur en 2014, corrobore le constat. Pendant que les clients traditionnels (et historiques) de la filière énergétique en font leurs choux gras. D'abord pour la facilité d'accès à une grande quantité de combustibles alternatifs bon marché, compte tenu de la fluctuation constante du cours des énergies fossiles, mais aussi du fait de l'absence de standards qualitatifs clairement définis à même de distinguer le bon grain de l'ivraie, en matière de biomasse résiduelle destinée à la cogénération.

Conséquemment, l'essor de l'industrie de recyclage du bois de CRD devient tributaire de l'ouverture de nouvelles perspectives

de commercialisation visant des niches moins usitées, basées sur les attributs du produit et régies par de vrais critères d'admis-

sibilité normés plutôt que sur de simples barèmes de volumes écoulés. En d'autres termes, le recyclage du bois ne gagnera ses lettres de noblesse que lorsque sa valeur marchande, après gradation, ne devienne supérieure à son coût de récupération à l'état brut, imposé comme barrière à l'entrée. À défaut de voir émerger l'application de cette logique, tout autre scénario de mise en marché mettrait les acteurs de l'industrie de CRD en concurrence déloyale avec les sites d'enfouissement technique.

Le modèle BRQ

Dans la foulée, BRQ Fibre et Broyure entend ramer à contre-courant; en marge des sentiers battus. Depuis son quartier général de Trois-Rivières, l'équipe au gouvernail de sa direction re-

fuse de se laisser dérouter au gré des vents dominants. À l'heure où partout dans la province on pense que l'avenir est dans le recyclage, chez BRQ, on ose croire, au risque de choquer, que cette idée fait déjà partie du passé, tandis que le présent et le futur portent plutôt un autre nom : «la valorisation».

L'entreprise s'est dotée de l'attirail technologique, l'expertise scientifique et la structure administrative pour le prouver. Lancée dans une conquête tous azimuts de diversification de marchés, BRQ commercialise à présent 70% de ses produits dans des filières à forte valeur ajoutée. Sa clientèle se décline en plusieurs catégories à l'instar des fabricants de panneaux agglomérés, de granules

Suite à la page 15

CHRISTIAN TOUZIN
GAETAN PICHÉ
FÉLIX LEFRANÇOIS.

Félicitations pour vos 25 ans dans le domaine de la recherche.

Vous pouvez toujours compter sur notre équipe dans le développement de projets de recherche qui impliquent de la haute technologie spécifique à votre industrie.



INTECH
ÉLECTRIQUE 2014 INC.

2750, rue Sidbec Nord
Trois-Rivières Ouest
G8Z 4E1
Tél. 819.378.8923
Télec.:819.372.1594

INTECH-ELECTRIQUE@CGOCABLE.CA



énergétiques ou encore des fermes d'élevage de vaches laitières pour n'en citer que les plus frénétiques sur le carnet de commandes.

BRQ est aussi synonyme de zéro déchet. Hormis ses bons vieux bacs de recyclage bleu et brun, l'entreprise ne renvoie aucune matière aux sites d'enfouissement. Les intrants sont en effet préalablement triés et séparés, en fonction de leur nature, de manière à ce que chaque produit soit facilement placé selon le besoin des clients. Par ailleurs, à travers un projet de réduction d'émission des gaz à effet de serre (GES) financé par le Bureau de l'efficacité et de l'innovation énergétiques (BEIE), BRQ a modernisé, automatisé et converti à l'électricité son infrastructure de production augmentant au passage sa capacité de traitement à 100 mille tonnes par année.

BRQ - Innofibre : Une autre dimension de la R&D

Les chemins de BRQ et Innofibre se sont incidemment croisés en 2012, quand le centre collégial cherchait alors un fournisseur de broyats recyclés pouvant servir d'ingrédient pour la fabrication du biochar à partir d'une unité pilote de torréfaction. Les deux entités se sont accompagnées depuis, dans le cadre d'autres travaux de recherche, d'analyse et de transfert de connaissances. Résultat: Plusieurs projets dans les cartons!

Et le tandem compte pas moins de cinq produits en développement, composés presque exclusivement de bois recyclé. Des ébauches sont esquissées, des orientations sont tracées et une constellation de Centres collégiaux de transfert de technologie (CCTT) y sont greffés. Avec le concours du Consortium de recherche et innovations en bioprocédés industriels au Québec (CRIBIQ) en collaboration avec d'autres partenaires industriels, non moins renommés, comme La Coop fédérée, Graymont et DuPont Canada, une plateforme d'échange d'expertises fut ainsi créée. En point de mire, l'introduction d'une nouvelle gamme de produits (litière végétale, palettes moulées, fertilisants organiques, ensemencement hydraulique, etc.) est entièrement inscrite dans la ligne directrice des 3RV (réduction à la source, réemploi, recyclage, valorisation).

À ce titre, Innofibre fait office de pôle de recherche donnant accès à une pléiade de compétences scientifiques hautement qualifiées et des laboratoires équipés de technologies de pointe, rendant possible la simulation de procédés à l'étape de développement avant la mise en application à l'échelle industrielle. La vaste connaissance du bois, par ce qui était anciennement le Centre spécialisé en pâtes et papiers, le prédispose également à réaliser la caractérisation physico-chimique, de façon périodique, des produits de BRQ à des fins de contrôle de la qualité. «C'est dire à quel point on n'est jamais mieux servis à BRQ que par Innofibre» constate, souriant, Marc Tremblay, directeur général de BRQ.

Des produits en fibres thermomoulées pour l'emballage alimentaire et industriel

TARIK JABRANE

Ph.D., Ing.

Les produits en fibres thermomoulées sont des emballages tridimensionnels et des articles de service alimentaire fabriqués par transformation d'une suspension fibreuse en produits unitaires dans des moules à toile. Ces produits existent déjà, mais ce sont les problématiques environnementales qui y pointent aujourd'hui les projecteurs. L'augmentation du coût du polystyrène expansé d'origine fossile couplée à la recyclabilité de la pâte moulée rend celle-ci le choix le plus intelligent vis-à-vis de l'environnement. Les produits en fibres thermomoulées sont recyclables, compostables et fabriqués à partir d'une ressource naturelle renouvelable.

Expertise en technologie de thermomoulage de fibres

Grâce à ses installations pilotes, Innofibre est en mesure de réaliser une multitude de projets de développement d'emballages alimentaires ou d'emballages de protection biodégradables et/ou recyclables fabriqués à partir d'une matière première renouvelable. Innofibre contribue à répondre aux besoins criants en matière d'innovation du secteur des ressources naturelles de la Mauricie, notamment par la valorisation de différents types de matières premières lignocellulosiques renouvelables en différents produits d'emballages alimentaires ou de protection innovants ayant des propriétés de barrière, de rigidité et de lissé de surface similaires aux emballages en mousse de polystyrène, tout en étant biodégradables et recyclables. L'utilisation accrue de matières premières renouvelables pour fabriquer des produits respectueux de l'environnement est un besoin majeur pour les grandes, moyennes et petites entreprises, non seulement de la région, mais à travers le Canada. Ces petites entreprises contribuent aux retombées économiques locales et régionales et cherchent à innover pour conserver une longueur d'avance dans un marché de plus en plus globalisé. Tandis que l'écrasante majorité des emballages en pâte thermomoulée utilisés au Canada est importée de Chine, Innofibre apporte des réponses scientifiques et techniques aux défis de fabrication locale de ces emballages en région. La technologie de thermomoulage de fibres répond aux besoins de valorisation des matières premières lignocellulosiques exprimés par de nombreuses organisations locales et régionales.

Contexte réglementaire de développement durable

Innofibre conduit des projets de recherche et de développement qui répondent aux besoins d'innovation de partenaires industriels majeurs et qui s'inscrivent souvent dans un contexte réglementaire de développement durable. Depuis le 1er janvier 2013, les entreprises locales ou régionales qui génèrent des contenants, emballages et imprimés (CEI) au Québec doivent assumer 100% des coûts associés à la collecte sélective des matières qu'elles produisent ou distribuent. Il s'agit du plus haut taux de redevance en Amérique du Nord. Pour des entreprises qui utilisent des contenants en mousse de polystyrène, cette «taxe» est un incitatif à prendre en compte ainsi que les impacts environnementaux, sociaux et économiques qu'engendre l'emballage alimentaire en mousse de polystyrène à sa fin de vie. La mousse de polystyrène est un matériau d'emballage populaire à cause de sa légèreté (faible coût de transport) et son bon rapport qualité/prix. Cependant, l'impact environnemental de la mousse de polystyrène est très important. D'une très faible valeur sur le marché de la récupération, les déchets en mousse de polystyrène trouvent difficilement preneur. Les équipements de compactage sont très dispendieux et non rentables. Au Canada, l'unique recycleur de styromousse (situé en Ontario) a fermé ses portes en 2010. Constitués de 98% d'air, mais difficilement compressibles, les déchets en mousse de polystyrène sont volumineux, donc dispendieux à transporter vers les lieux d'éli-

Suite à la page 16



Suite de la page 15

mination et prennent beaucoup de place dans les sites d'enfouissement. Leur coût d'enfouissement est très élevé et leur durée de vie presque éternelle.

Exemples de projets de recherche appliquée

Innofibre réalise des projets de recherche appliquée qui couvrent toute la chaîne de valeur des produits d'emballages en pâte thermomoulée dont voici quelques exemples.

Un équipementier veut augmenter la productivité, l'efficacité énergétique et la précision de ses machines de thermomoulage de pâte. Des plans expérimentaux ont été concrétisés à l'échelle pilote. Des relations jusqu'alors méconnues entre les spécifications et propriétés des fibres, et les variables du procédé de thermomoulage, ont été élucidées. Cela a permis à l'équipementier d'identifier de manière économique des problèmes de conception dont la résolution permettra de mieux répondre aux besoins d'un investisseur qui veut acquérir une machine de thermomoulage de fibres pour valoriser de manière rentable sa matière première résiduelle.

Un producteur d'emballages en fibres thermomoulées veut améliorer les propriétés barrières, de rigidité, de densité et de produc-

tivité de ses produits. Des plans expérimentaux ont été réalisés à l'échelle pilote. Des influences significatives ont été identifiées entre la formulation de la matière première, les variables du procédé de thermomoulage et les propriétés physiques des produits thermomoulés. Avec les données et les informations recueillies, l'industriel a été à même de sélectionner la meilleure configuration à implanter dans l'usine en question et ainsi augmenter la compétitivité de l'entreprise face à un marché d'importation de plus en plus concurrentiel.

Un fabricant de matière première cellulosique veut développer son marché auprès de producteurs d'emballages en pâte thermomoulée. Il veut s'assurer que les propriétés physiques des produits thermomoulés se retrouveront significativement améliorées. L'atteinte de cet avantage compétitif est une condition importante pour la mise en marché de cette matière première. Des essais pilotes ont donc été mis à exécution pour évaluer les propriétés physiques de résistance, durabilité et légèreté des produits de fibres thermomoulées.

Des comparaisons sont effectuées entre plusieurs formulations de matières premières cellulosiques. On s'intéresse aux effets de cette matière première sur la qualité, coût et productivité du produit et du procédé de fabrication. Ces informations sont primordiales pour ce fabricant et ses clients.

Un fabricant de charges minérales veut développer son marché auprès de producteurs d'em-

ballages en pâte thermomoulée. Il veut quantifier les avantages significatifs de l'incorporation de charges minérales sur l'efficacité énergétique du procédé (ré-

duction du temps de séchage) et d'augmentation des propriétés barrières des emballages thermomoulés. Plusieurs essais pilotes ont été faits à partir de différents types de charges minérales. Les effets combinés des propriétés des fibres et des variables du procédé de thermomoulage ont été étudiés. Ces essais ont permis de tester plusieurs scénarios de formulation. Avec les résultats obtenus, l'industriel peut proposer à ses clients des solutions mieux adaptées à leurs besoins.

Un utilisateur d'emballages ali-

mentaires en pâte thermomoulée a un besoin de remplacement de ses barquettes en mousse de polystyrène par des barquettes en pâte thermomoulée biodégradables et/ou recyclables ayant des propriétés barrières et de lissé de surface. Des essais pilotes ont donc été exécutés à partir de différents types de fibres, d'additifs et de conditions opératoires. L'influence des propriétés des fibres, des additifs et des paramètres du procédé sur les propriétés physiques des barquettes a été étudiée. Les produits fabriqués ont été testés en conditions industrielles réelles. Les résultats obtenus ont permis de définir précisément les propriétés physiques recherchées en matière d'innovation.

Des investisseurs veulent acquérir une nouvelle unité de fabrication d'emballages en pâte thermomoulée. Ces entrepreneurs veulent déterminer la faisabilité technicoéconomique pour un marché de niche bien identifié avec un approvisionnement en matière première totalement différent. Des essais de mise en pâte et de fabrication de prototypes de produits ont été réalisés en usine pilote. Les pâtes et produits finis ont été caractérisés en fonction du traitement de la matière première. Les résultats obtenus ont permis d'intéresser d'autres partenaires au projet et de poursuivre les démarches de financement.

INNOFIBRE RÉALISE DES PROJETS DE RECHERCHE APPLIQUÉE QUI COUVRENT TOUTE LA CHAÎNE DE VALEUR DES PRODUITS D'EMBALLAGES EN PÂTE THERMOMOULÉE

Applications multiples des produits de la pyrolyse

JEAN-PHILIPPE JACQUES et MARTIN DUBÉ

Ing., M. Sc.

Ph. D.

Depuis plusieurs années, les régions forestières sont victimes d'un exode de la part de leurs citoyens en raison du manque d'emplois et d'opportunités. La fermeture de grandes entreprises forestières causée par la situation économique difficile entraîne à sa suite la fermeture de plusieurs PME locales, accentuant ainsi le choc économique.

Le secteur des pâtes et papiers est aussi durement touché; les pays émergents produisant de la pâte à faible coût et la consommation de papier diminuant d'année en année à cause des publications électroniques. Dans ce contexte, les procédés de bioraffinage de la biomasse forestière ont un rôle important à jouer pour arrêter la dévitalisation des régions et permettre une relance économique.

Les procédés de pyrolyse se prêtent particulièrement bien au traitement de la biomasse forestière résiduelle (branches, écorces et autres résidus de coupe). La pyrolyse consiste à chauffer et à décomposer la biomasse dans un environnement sans ou avec peu d'oxygène à une température d'opération pouvant varier entre 250°C et 650°C. Les produits ainsi créés se trouvent sous formes gazeuses, liquides et solides. La pyrolyse est exothermique, c'est-à-dire que les gaz créés lors de la décomposition peuvent être réutilisés dans le procédé. La fraction liquide provenant de la décomposition est une bio-huile riche en matière organique alors que la partie solide est appelée biocharbon ou biochar. Les fractions respectives de bio-huile et de biocharbon peuvent être contrôlées par les conditions d'opérations. Des températures élevées et des temps de résidence courts (pyrolyse rapide) augmentent la proportion de bio-huile alors que des températures plus basses (entre 250°C et 400°C) et des temps de résidence longs permettent d'obtenir une fraction plus élevée de biocharbon. On parlera alors de pyrolyse lente ou encore de torréfaction.

Pyrolyse rapide

La bio-huile produite lors de la pyrolyse rapide est très instable et contient une forte proportion d'eau. Elle peut cependant être directement utilisée comme combustible en conjonction avec du mazout ou des huiles à chauffage. Il est cependant plus avantageux de faire un second traitement de la bio-huile pour la stabiliser et en tirer une foule de produits chimiques ou encore d'utiliser la bio-huile comme intrant dans une unité de gazéification. Ce second traitement pourrait être une hydrogénation en vue de la production de biodiesel, une séparation pour obtenir du glycol, de l'acide acétique et du furfural, ou encore un craquage secondaire pour l'obtention d'hydrogène... Ces valorisations de la bio-huile permettent d'utiliser le plein potentiel de la pyrolyse en tant que procédé de

densification énergétique.

En effet, l'utilisation de la biomasse, particulièrement de la biomasse résiduelle, se heurte rapidement à des problèmes logistiques. Le transport de résidus forestiers ou agricoles de faible densité vers une unité de traitement centralisée entraîne des coûts qui en limitent rapidement les possibilités d'exploitation. Un ensemble d'unités de pyrolyse mobiles effectuant une première transformation sur place des résidus en une bio-huile de forte densité énergétique et massive, suivie du transport de la bio-huile pour un traitement subséquent permet de résoudre ce problème logistique et d'ainsi exploiter pleinement un territoire donné.

L'UQTR fera sous peu l'acquisition d'une telle unité de pyrolyse mobile. D'une capacité de 2.5 tonnes/jour, cette unité sera située dans les locaux

de l'école forestière de La Tuque et sera utilisée pour valider les aspects technico-économiques de l'exploitation de la biomasse forestière résiduelle sur l'ensemble du territoire de l'agglomération de La Tuque.

Torréfaction

Le biocharbon peut être utilisé directement comme combustible mais aussi dans les matériaux composites, pour l'amendement de sols en agriculture, pour le traitement et la purification de l'air et de l'eau par l'intermédiaire du charbon activé et en métallurgie comme produit de remplacement du coke. Un projet est en cours chez Innofibre pour la conversion de résidus maraîchers et de bois recyclé en biochar pour l'amendement du sol en utilisant la

Suite à la page 18

TABLEAU 1 : CARACTÉRISTIQUES DE CERTAINS COMBUSTIBLES

	Bois	Granules de bois	Granules torréfiées	Charbon de bois	Charbon
Taux d'humidité (%)	30 - 45	7 - 10	1 - 5	1-5	10-15
Pouvoir calorifique (MJ/kg)	9 - 12	15 - 16	20 - 24	30-32	23-28
Densité énergétique (GJ/m3)	2.0 - 3.0	7.5 - 10.4	15.0 - 18.7	6.0-6.4	18.4-23.8

technologie de torréfaction. Les effets bénéfiques potentiels du biochar dans le sol sont multiples : séquestration du carbone, ajustements du pH des sols acides (<7), rétention des oligo-nutriments, rétention d'eau, réduction de la perte de nutriments au lessivage et amélioration des propriétés physiques du sol. Le biochar ne peut pas être appliqué à toutes les cultures et tous les sols. Son application est favorable pour de petites cultures à valeurs ajoutées comme les cultures maraîchères, les pépinières, etc. Ses effets bénéfiques varient également en fonction du type de sol et du climat. Le biochar n'est pas en compétition avec la matière organique, mais bien complémentaire. Contrairement à certains lisiers et fumiers, le biochar ne contient pas de pathogènes susceptibles d'envahir des cultures. Les pathogènes qui peuvent se trouver dans la matière première de fabrication sont détruits lors de la torréfaction. Son taux d'application varie entre 5 et 20 tonnes par hectare, en fonction des sols. Bien que les effets bénéfiques du biochar soient reconnus dans les sols tropicaux, ses effets sont peu connus sur les terres québécoises. Un second projet en partenariat avec une entreprise de la région, consiste à produire du biocharbon à partir de bois recyclé. Le biocharbon peut constituer une énergie de remplacement des copeaux de bois, des granules, du mazout léger et lourd. L'avantage principal du biocharbon est sa densification énergétique et la diminution des émissions de gaz à effet de serre lors de la combustion. Sa densité énergétique est de l'ordre de 14-15 GJ/m³ comparativement de 3 GJ/m³ pour le bois. Les propriétés recherchées pour un biocharbon sont une haute teneur en carbone et un pouvoir calorifique élevé. Comme vous pouvez le constater dans le tableau 1, les granules torréfiées ont un meilleur pouvoir calorifique que le bois et les granules de bois. Elles sont aussi plus hydrophobes, c'est-à-dire qu'elles peuvent mieux résister à l'absorption d'eau qu'une granule de bois.

Un autre projet de bioraffinage chez Innofibre est la fabrication de charbon activé. De nos jours, le charbon activé remplace les produits chimiques qui sont utilisés par certaines villes pour purifier l'eau potable. Un bon exemple de filtration de l'eau potable est le filtre à eau domestique à cartouche qui contient du charbon activé. Une autre application du charbon activé est le traitement de l'air. Certains filtres à air sont faits à base de charbon activé pour capter les mauvaises odeurs des procédés industriels. C'est un marché qui est en développement au Québec tant au niveau de l'utilisation que de la fabrication.

Le bioraffinage industriel est une voie incontournable pour stimuler l'économie régionale ayant de la biomasse résiduelle à porter de main. Les produits de torréfaction sont multiples, les opportunités d'affaires sont présentes et l'expertise nécessaire à l'implantation de ces technologies émergentes est développée. De plus, les technologies propres ont la cote ces temps-ci, le financement et le capital de risques sont aussi disponibles. L'équipe d'Innofibre a la chance de travailler en partenariat avec des entrepreneurs ambitieux et visionnaires afin de développer le domaine du bioraffinage.

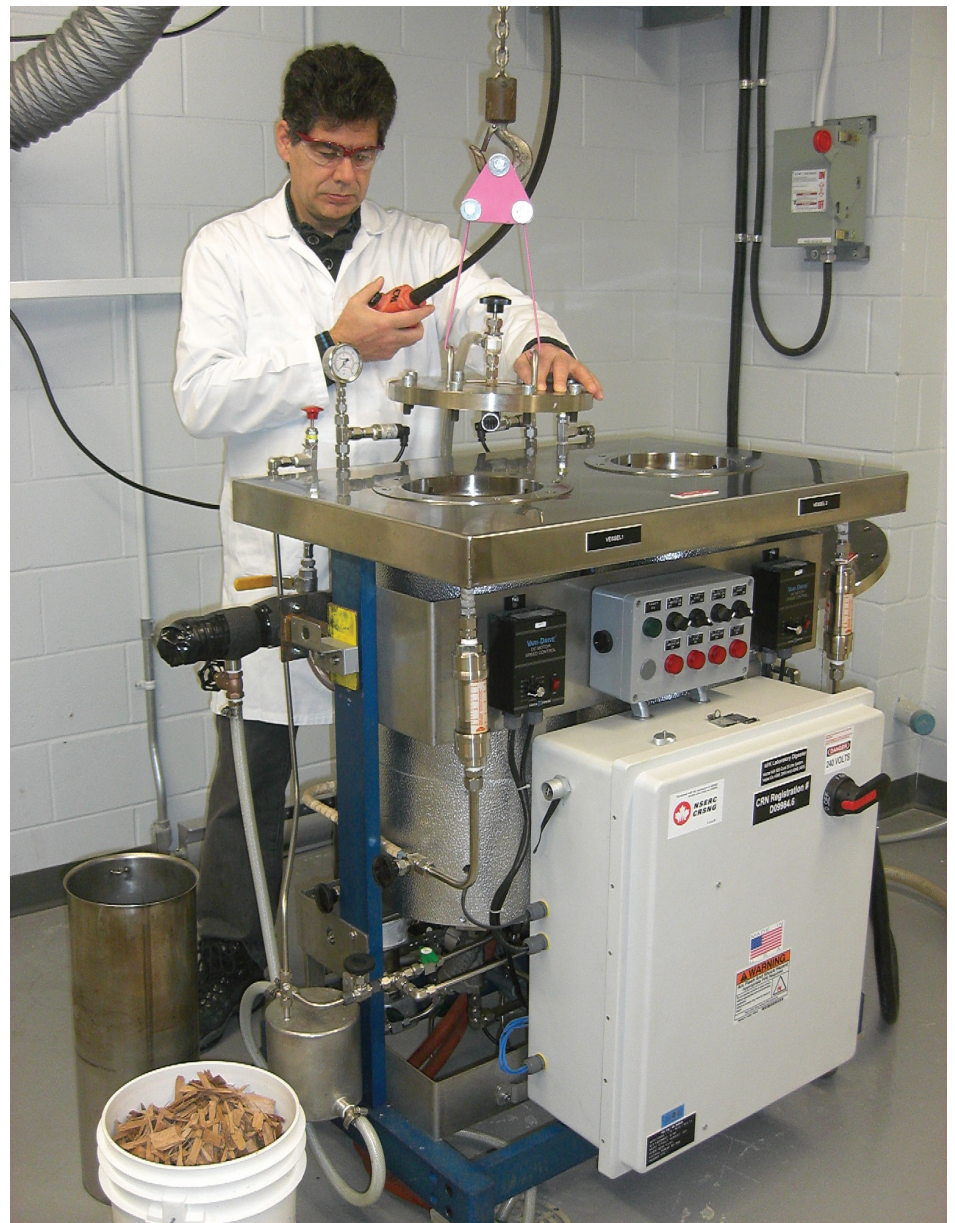
Le fractionnement de la biomasse pour des produits biosourcés

JEAN-PATRICE LAMOTHE et MARTIN DUBÉ

M. Sc. A.

Ph.D.

Les résidus de l'exploitation forestière, de la production agricole et de la production maraîchère recèlent une richesse importante. Cette masse de matières biologiques (biomasse) est composée de cellulose, d'hémicelluloses et de lignine, tout comme les plantes entières. Il est possible d'utiliser ces composantes chimiques et de les transformer en matières utiles, un peu à l'image de ce qui est fait avec le pétrole. L'intérêt pour les molécules d'origine biologique (biosourcées) ne se limite pas à réduire la dépendance face au pétrole. Elle tire comme avantage de s'approvisionner à partir de matières renouvelables.



Les molécules biosourcées étant issues de la nature, il faut parfois moins d'énergie pour les isoler que pour les synthétiser à partir de gaz naturel, de pétrole ou de charbon. Aussi, les plantes fixent le CO₂ de l'air lors de la photosynthèse contribuant à la réduction des GES (gaz à effet de serre). Le fractionnement de la biomasse possède d'autres avantages significatifs par rapport à la voie pétrochimique; cette démarche permet de valoriser des résidus. Cette valorisation est réalisée sans compromettre les autres utilisations de ces matières et sans sacrifier l'alimentation humaine ou animale. Finalement, la vocation des terres forestières et agricoles ne serait pas altérée. Le fractionnement est l'étape de traitement par laquelle ces composantes de la matière sont séparées sélectivement les unes des autres.

Fractionner la biomasse pour en faire quoi ?

Il est possible de transformer la cellulose par un traitement enzymatique, par fermentation ou par traitement chimique. Ainsi la cellulose peut être transformée en alcool (éthanol, méthanol, butanol), mais aussi en une multitude de composés comme l'acide lactique, acide succinique, le sorbitol et même de l'isoprène. L'éthanol et le butanol sont des combustibles que l'on peut ajouter à l'essence et ainsi réduire l'exploitation du pétrole. L'acide lactique est transformé en un plastique parfaitement compostable : l'acide polylactique ou PLA. Le PLA remplace avantageusement le polystyrène condensé qui n'est pas compostable et n'est toujours pas recyclable au Québec. Quant à l'isoprène, il entre dans la synthèse du caoutchouc des pneus de nos voitures.

Les hémicelluloses sont une combinaison de sucres divers. Le xylose, un de ces sucres, est facilement transformé en xylitol. C'est le produit utilisé pour édulcorer les gommages à mâcher « sans sucre ». Certaines hémicelluloses sont aussi utilisables pour l'alimen-

tation animale. Les hémicelluloses peuvent également être fermentées pour la production d'alcools, d'acides organiques ou encore pour la synthèse de certaines matières plastiques.

La lignine possède une structure chimique complexe et est utilisée pour la production de colles, de résines, d'isolants et de dispersants. On utilisait la lignine et les lignosulfonates dans plus d'une centaine d'applications au début des années 1970. C'est en raison de la grande disponibilité du pétrole et de son coût minime que la lignine a été remplacée dans de nombreuses applications.

Le fractionnement thermochimique

Le traitement de ces matières (biomasse) à une température modérée et en présence d'un réactif chimique approprié (acide, alcali, oxydant ou réducteur) permet de procéder à un fractionnement par étape. Les hémicelluloses sont facilement libérées par un traitement en milieu légèrement acide. La cellulose, plus résistante, est obtenue par un traitement plus intense. Quant à la lignine, un traitement alcalin est plus efficace pour la dissoudre. C'est ce dernier type de traitement qui est utilisé pour la production de la pâte à papier à partir du bois (procédé kraft). Chez InnoFibre, les appareils de laboratoire utilisés pour réaliser ce traitement permettent de traiter de 300 g à 2000 g de matière à la fois. Un troisième appareil, un réacteur de 0,7 m³, est utilisé pour les essais à l'échelle pilote. Ces appareils sont utilisés par l'industrie papetière à la grandeur de la planète. Ils sont capables de traiter plusieurs centaines de tonnes de matière par jour. L'utilisation de ces appareils permettrait de changer la vocation de quelques usines sans avoir à mettre au point de nouveaux équipements.

Le fractionnement par extrudeuse à double-vis

Il est aussi possible de fractionner et de séparer la biomasse par extrusion, une technologie déjà lar-

gement utilisée dans la production de plastiques ainsi que d'aliments préparés tels que les céréales. La biomasse est injectée dans une extrudeuse à double-vis co-rotatives et soumise à un ensemble de traitements physico-chimiques. Dans le cas le plus simple, les pressions et forces de cisaillements couplées développées dans l'extrudeuse permettent de briser la structure fibreuse et d'en faciliter l'accès aux produits chimiques ou aux enzymes visant à traiter sélectivement une des composantes de la fibre. Une séquence de traitements plus complexes, incluant l'apport de produits chimiques (produits acides, alcalins ou liquides ioniques) permet aussi d'extraire et de séparer sélectivement lignine, hémicelluloses et cellulose en vue d'une valorisation subséquente. Les caractéristiques de l'extrusion réactive sont une faible demande en eau et en énergie ainsi qu'une grande flexibilité quant au type de biomasse (résidus agricoles de maïs, copeaux et farine de bois, plantes annuelles...). Ces travaux

sont effectués en étroite collaboration avec le professeur Simon Barnabé, titulaire de la Chaire de recherche industrielle en environnement et biotechnologie (CRIEB) de l'UQTR.

La biomasse, c'est à prendre au sérieux !

Les conséquences des changements climatiques ont provoqué une prise de conscience à l'échelle planétaire. La réduction de l'empreinte de carbone, l'utilisation de molécules biosourcées et le recours à la chimie verte sont des alternatives qui peuvent changer l'impact des activités humaines. De nombreuses entreprises (BASF, Arkema, DuPont, Novamont, Mitsubishi, Toyota, Cargill, Bio Amber, Enerkem, etc.) sont passées à l'action et dominent la voie. Des enzymes plus performantes et plus économiques sont maintenant accessibles. L'utilisation efficiente de la biomasse ne sera pas qu'une mode verte. C'est une solution pour adapter des procédés en vue d'un développement durable.

AIREX

ÉNERGIE

FIER PARTENAIRE D'INNOFIBRE !

INNOFIBRE dispose maintenant d'une unité de torréfaction de biomasse **CARBONFX** d'Airex Énergie.

L'équipe de chercheurs chevronnés d'InnoFibre est ainsi disponible pour appuyer les entreprises innovantes du Québec qui désirent développer de nouveaux bioproduits et biocarburants

- Fibre de bois torréfié, pour la production de biocomposites
- Biocharbon, pour la combustion dans les chaudières et les fours rotatifs à ciment
- Biochar, pour l'amendement des sols et pour le traitement des sols contaminés
- Charbon activé, pour la filtration de l'air et de l'eau et pour le captage des métaux lourds



Des papiers **bioactifs** pour la **détection** ou le **contrôle** d'agents pathogènes

TARIK JABRANE

Ph.D., Ing.

Un papier bioactif est un papier pouvant détecter, capturer et/ou désactiver des agents pathogènes présents dans l'air, l'eau ou les aliments. Grâce à ses équipements pilotes de traitement de surface, de couchage par extrusion ou à base aqueuse et son expertise pluridisciplinaire en sciences de la vie, des matériaux et de la surface, Innofibre réalise une multitude de projets de développement de produits celluloseux bioactifs pour diverses applications médicales, alimentaires, environnementales ou criminalistiques.

De l'échelle pilote jusqu'au transfert technologique

Un fabricant d'emballage alimentaire veut démontrer la faisabilité de fabrication industrielle, c'est-à-dire à grande échelle, d'un nouvel emballage alimentaire papier bioactif pour le contrôle de bactéries pathogènes.

Des travaux à l'échelle pilote ont permis la première mondiale de production de papier bioactif sur la machine de traitement de surface d'Innofibre. La commercialisation de nouveaux papiers bioactifs à grande valeur ajoutée est susceptible de créer de nouveaux emplois qualifiés, qui nécessitent des compétences en génie des matériaux et en biologie, transformer l'image de l'industrie auprès du grand public et réduire l'impact des agents pathogènes sur la santé.

Les travaux à l'échelle pilote ont permis d'étudier et d'optimiser les paramètres influençant l'efficacité des papiers bioactifs : choix des agents bioactifs, propriétés barrières et de porosité du papier, formulation de la sauge de couchage bioactive, disposition et concentration des agents bioactifs sur le papier, etc. et valider les différentes stratégies de fabrication de papier bioactif dans les conditions de cisaillement et de séchage rencontrées lors des procédés conventionnels de fabrication et de transformation. Ces travaux ont permis de

développer les protocoles opératoires nécessaires à la mesure de la bioactivité des papiers traités et ont montré : i) la faisabilité de fabrication de papiers bioactifs pour le contrôle de bactéries pathogènes, ii) qu'il est possible de sélectionner des paramètres opératoires d'impression et de couchage pour fabriquer des papiers bioactifs, iii) que les agents bioactifs résistent bien aux contraintes opératoires et iv) qu'il est possible de conserver/maintenir la bioactivité des papiers fabriqués.

Les projets de développement de papiers et emballages barrières à propriétés bioactives peuvent facilement et efficacement franchir l'étape du transfert technologique pour la fabrication de nouveaux produits sur les équipements industriels existant chez l'entreprise, en nécessitant peu d'investissements. Ceci est assuré par la particularité de l'usine pilote d'Innofibre d'utiliser des procédés généralement reconnus et maîtrisés par l'industrie, soit le couchage de barrières aqueuses par barre rotative ou par lame rigide ainsi que l'application de polymères par le procédé d'extrusion généralement utilisé pour les contenants alimentaires.

Applications diversifiées et alliances stratégiques

Le papier pH à base d'un agent bioactif extrait d'un champignon

permet d'évaluer instantanément l'état de santé à travers l'équilibre acido-basique. Par exemple, le test de grossesse est une méthode de chromatographie à base d'anticorps, permettant de détecter en deux minutes une hormone présente dans l'urine et produite au cours de la grossesse. Le test de dépistage des infections vaginales permet de différencier plusieurs types d'infections. Les lingettes pour toilette intime permettent d'éliminer les bactéries qui causent des odeurs. Pour les applications de contrôle des virus présents dans l'air, les masques respiratoires et les emballages stériles existent, mais ceux-ci fonctionnent selon un mode de barrière passive. Par contre, les papiers bioactifs peuvent interagir avec les agents pathogènes et réduire leur impact sur la santé et l'environnement.

Innofibre collabore avec des chercheurs mondialement reconnus dans leurs domaines d'expertise, avec le réseau pancanadien CRSNG Sentinel Bioactive Paper Network, avec des instituts de recherche et des universités canadiennes, avec des centres collégiaux de transfert de technologie ainsi qu'avec des entreprises pour la définition de nouvelles applications de papier bioactif. Les projets en collaboration incluent le développement d'agents bioactifs, la fabrication à grande échelle d'agents bioactifs et le développement de cocktail d'agents bioactifs contre des bactéries pathogènes.

Usine pilote de traitement de surface

Innofibre possède une machine de traitement de surface unique au Canada qui permet de fabriquer des emballages alimentaires

qui incorporent des barrières de protection essentielles à la conservation des aliments contre l'eau, l'huile, la graisse, les gaz et l'humidité.

Ce qui rend cette usine pilote unique est sa capacité à appliquer des barrières protectrices en combinant les technologies de couchage autant à base aqueuse que par extrusion de plastique : l'équipement pilote permet d'ajouter en une seule étape une première barrière aqueuse, avant de compléter la protection requise par extrusion d'une deuxième barrière polymérique et vice-versa. Cela permet de créer plusieurs barrières protectrices ayant de multiples fonctions. Le procédé n'étant pas limité à seulement deux applications, plusieurs couches de barrières, autant aqueuses que de type polymérique, peuvent être appliquées pour une flexibilité de développement unique, alors que généralement la technologie rencontrée est de type aqueux ou par extrusion, mais rarement la combinaison des deux.

Le développement de papiers bioactifs peut être réalisé par couchage à lame ou par couchage à barre sur une coucheuse de laboratoire CLC-7000 dont la vitesse peut varier entre 100 à 2200 m/min. Le transfert technologique peut être poursuivi sur l'unité pilote par couchage à lame, couchage à barre ou enduction à rouleau gravé, après que la première couche barrière ait été appliquée sur le substrat cellulosique. Cette unité pilote permet de fabriquer des bobines de 1000 mm de diamètre et de 400-660 mm de laize, à des vitesses allant jusqu'à 360 m/min. Des conditions idéales pour la fabrication de prototypes industriels.

Amélioration des papiers à base de pâte **thermomécanique** (PTM) à partir de cellulose **micro** et **nano fibrillée**

PRÉSENTATION FAITE DURANT PAPERWEEK CANADA 2015

Au cours de la conférence annuelle de l'industrie canadienne des pâtes et papiers PaperWeek Canada 2015, une équipe de chercheurs constituée de Fabrice Roussière¹, Mohamed Ali Charfeddine², Jean Paradis³, Michel Schenker⁴, Patrick Gane⁴ et Patrice J. Mangin² a présenté le résultat de leur recherche intitulé : « *Upgrading Thermo Mechanical Pulp with Micro-Nano Fibrillated Cellulose at Pilot Scale* ». Cette présentation démontrait qu'il est possible d'améliorer les papiers à base de pâte thermomécanique (PTM) avec de la cellulose micro-nano fibrillée (CMNF). Cette recherche a été réalisée dans un moment particulièrement bien choisi. En effet, le Québec est un producteur majeur de PTM qui est employée principalement dans la fabrication du papier journal. La demande pour ce produit subit un recul d'année en année alors que la demande générale pour les produits

d'emballage ne cesse de croître. Il était donc naturel de se demander quel pourrait être le traitement qui pourrait être administré au papier à base de PTM pour permettre son utilisation dans les produits d'emballage. Une réponse intéressante pourrait venir de l'utilisation combinée de PTM et de cellulose micro-nano fibrillée.

Connue pour ses propriétés structurantes du matelas fibreux, la CMNF possède des fibrilles à mi-chemin entre la taille micro (1×10^{-6} m) et nano (1×10^{-9} m). L'effet de la cellulose fibrillée a été largement étudié lorsqu'elle est combinée à la pâte chimique, mais beaucoup moins lorsqu'il s'agit de pâte mécanique. La CMNF a été fournie par Omya. Elle a été produite par un procédé de broyage comportant des fibres d'eucalyptus blanchies et du carbonate de calcium broyé (Ground Calcium Carbonate - GCC).

Après quelques étapes en laboratoire, l'équipe de recherche a entrepris ses travaux directement à l'échelle pilote à l'aide de la machine à papier expérimentale d'Innofibre. La stratégie employée est très innovante puisqu'elle fait appel à un couchage rideau (curtain coating) sur la table de formation du Fourdrinier, alors que la feuille est encore à l'état humide. Cette technique d'application a comme principal avantage de favoriser une rétention maximale de la CMNF à la surface du papier. L'appareil employé pour faire cette application est l'Hydra-SizerTM fabriqué par la compagnie GL&V. Au cours des essais, cet appareil a été déplacé à trois endroits spécifiques pour juger de l'effet de pénétration de la CMNF sur les propriétés du papier produit. Les meilleurs résultats ont été obtenus lorsque l'Hydra-Sizer a été positionné après le formeur supérieur, avant les boîtes aspirantes de haut vide. Aucun

problème dans le procédé en aval de l'application de la CMNF n'a été rencontré. Toute l'eau additionnelle amenée par l'Hydra-Sizer à la fin de la table de formation est facilement éliminée par les boîtes aspirantes de la machine à papier.

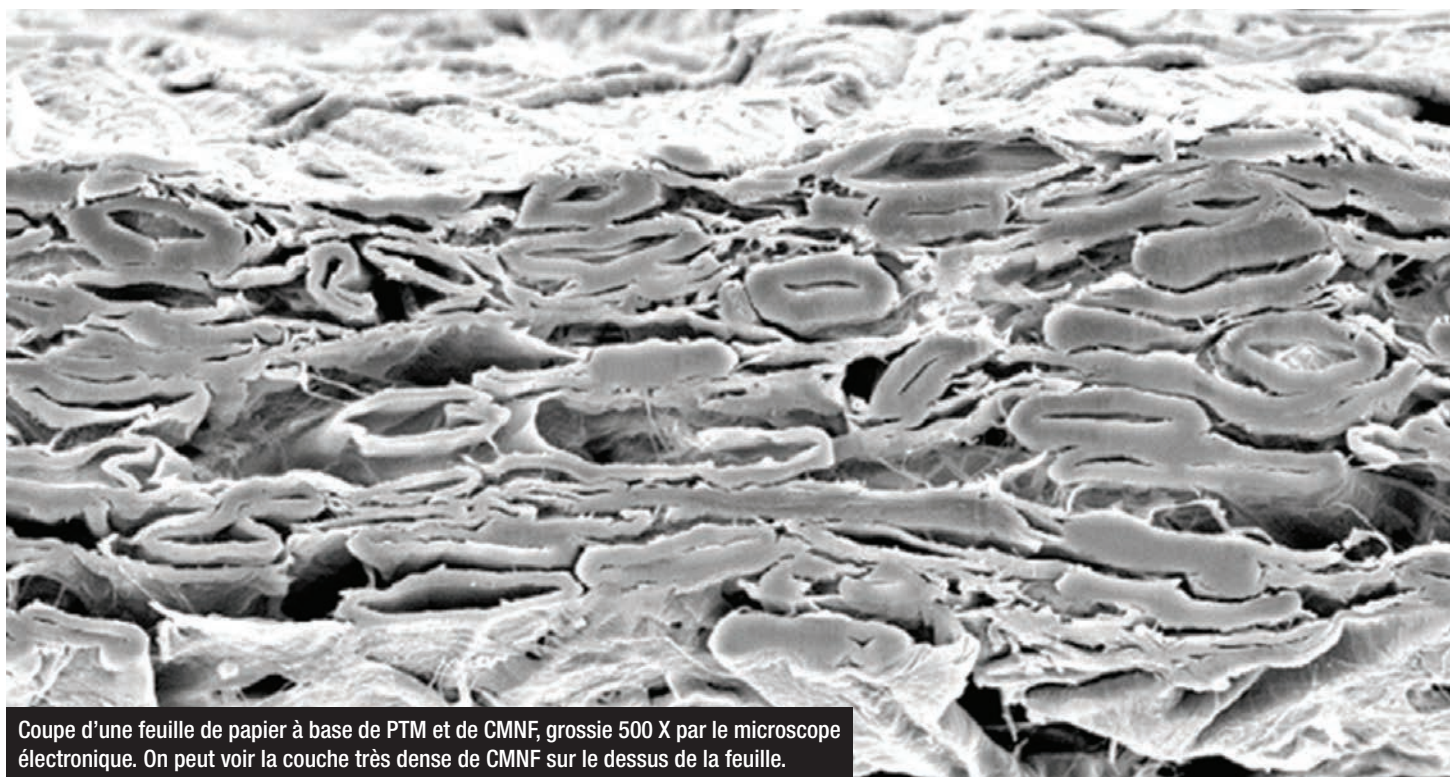
Parmi les résultats présentés, il a été constaté que, lorsque la CMNF est appliquée comme couchage, il n'y avait pas de séparation distincte entre la PTM et la couche de CMNF. L'ajout de CMNF diminue fortement la perméabilité à l'air de la feuille. Il a été également démontré que le papier structuré fait de PTM et de CMNF présente une amélioration significative de la résistance à la flexion.

¹ UQTR maintenant pour FPInnovation

² UQTR

³ Innofibre

⁴ Omya



Coupe d'une feuille de papier à base de PTM et de CMNF, grossie 500 X par le microscope électronique. On peut voir la couche très dense de CMNF sur le dessus de la feuille.

Valorisation de biomasse humide par liquéfaction hydrothermale

NATHALIE BOURDEAU ET JULIEN BLEY

Chargés de projet

De la biomasse au carburant

L'utilisation de la biomasse pour la production d'énergie représente une alternative très intéressante pour remplacer les ressources fossiles. Comme souligné par le Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN), « elle permet de réutiliser les déchets, d'éviter des coûts d'enfouissement et, par le fait même, la contamination des sols et de la nappe phréatique ». La biomasse est actuellement la seule forme d'énergie non traditionnelle utilisée à grande échelle au Québec, sous forme de combustion. Le MERN a aussi identifié d'autres technologies prometteuses comme la gazéification, la pyrolyse et la conversion en biocarburant. En plus de ces dernières, une autre alternative serait possible. La liquéfaction hydrothermale (LHT), comme la pyrolyse, est un procédé de conversion thermochimique de la biomasse. Elle s'opère à des températures plus basses (280°C-370°C) mais à des pressions plus élevées (5-25 MPa). Sous les conditions de la liquéfaction hydrothermale, l'eau, ou un autre solvant, est amenée à l'état supercritique. La biomasse se décompose et se fragmente alors en molécules instables et réactives qui se repolymérisent en composés huileux de poids moléculaires variés.

La liquéfaction hydrothermale génère 4 fractions : huile, solide, phase aqueuse et gazeuse. Le pouvoir calorifique (PCS) supérieur de la bio-huile brute produite est environ deux fois plus élevé que celui de la combustion directe de la biomasse. L'énergie est ainsi concentrée dans la bio-huile, réduisant le coût de transport par rapport à une combustion directe de la biomasse. De plus, suite à un hydrotraitement, cette bio-huile peut être utilisée comme biocarburant de substitution aux com-

bustibles fossiles.

L'avantage de la liquéfaction hydrothermale, comparativement à d'autres types de conversion thermochimique, réside dans le fait qu'elle ne requiert pas de séchage de la biomasse puisqu'elle s'effectue en condition liquide. Or, les coûts de séchage de la biomasse sont un frein économique dans de nombreux projets de valorisation de la biomasse en bioénergie, biocarburant ou bioproduits. De plus, le PCS de l'huile produite par LHT serait supérieur à celle de la pyrolyse.



Valorisation de biomasses résiduelles

Forte de son expertise dans le traitement de divers type de biomasse, l'équipe d'Innofibre a entrepris de développer l'application de la liquéfaction hydrothermale pour la valorisation de biomasses résiduelles. Un réacteur de laboratoire a été adapté à cette fin et des équipements pilotes qui permettront de réaliser des essais à plus grande échelle, seront bientôt acquis et installés chez Innofibre. Des collaborations avec ses nombreux partenaires permettront également de développer toute étape de raffinage subséquent sur la bio-huile selon la nature du procédé envisagé. Le contexte actuel nécessite que des efforts de recherche soient investis dans la conversion de nos résidus en énergie et/ou produits. Par exemple, suite à l'annonce de

la politique québécoise de la gestion de matières résiduelles prescrivant pour 2020 le bannissement de la matière organique de l'enfouissement, diverses solutions ont été envisagées. Plusieurs projets de compostage et de biométhanisation ont vu le jour au Québec. La LHT constituera une alternative intéressante comme complément à la biométhanisation, que ce soit directement sur les matières organiques ou encore sur

les digestats.

Les boues papetières sont un autre exemple de biomasse résiduelle pouvant être valorisée par la LHT. Elles font d'ailleurs partie des matières organiques qui ne pourront plus être enfouies en 2020 et elles représentent 28% des matières organiques générées au Québec. Bien qu'une part soit valorisée en énergie par combustion ou en matière résiduelle fertilisante, il reste que 32% des 1,25 M de tonnes produites annuellement au Québec, soit 400 000 tonnes, étaient encore enfouies en 2011.

La biomasse agricole constitue une autre source ayant un potentiel de conversion par LHT. Par exemple, sur les 991 000 hectares de terres en culture au Québec en 2014, 42% était dédié au maïs. Les résidus non utilisables pour l'alimentation ou les surplus de

Types de conversions thermochimiques		État de la biomasse	
		Humide	Sec
Produits primaires	Solide	Carbonisation hydrothermale	Torréfaction
	Liquide	Liquéfaction hydrothermale	Pyrolyse
	Gaz	Gazéification hydrothermale	Gazéification

l'amendement des sols (tiges, rafles, feuilles) constituent une source importante de biomasse pouvant être valorisée.

Finalement, la production de microalgues pour l'obtention de biocarburant de 3^e génération et de produits biosourcés a bénéficié de grandes avancées technologiques dans les dernières années. Les microalgues deviendront l'une des plus importantes sources de biomasse pour la production de biocarburant et la LHT est l'une des technologies les plus prometteuses pour leur conversion en biocarburant et en molécules à haute valeur ajoutée.

Molécules plateforme pour la chimie verte

Bien que la tendance du prix du pétrole soit à la baisse et que les biocarburants sont peu compétitifs pour l'instant, il ne faut pas cesser les recherches pour les énergies vertes. Le développement de la LHT permettra de produire un combustible de substitution aux combustibles fossiles, mais aussi

des molécules vertes pouvant être utilisées dans l'industrie chimique. Par exemple, les bio-huiles produites à partir de biomasse peuvent contenir des phénols. Les phénols sont grandement utilisés, entre autres, comme agents adhésifs et liants pour la production de plastifiant, d'isolant et de résines. Des études ont aussi identifié dans la phase aqueuse du 1-méthyl-2-pyrrolidone, une molécule utilisée entre autres comme agent de nettoyage dans l'industrie des métaux et comme solvant de réaction ou formulation en chimie.

Les molécules plateformes sont des coproduits intéressants et dans certains cas, dû à leur haute valeur, ils deviennent les principaux produits et le biocarburant devient le coproduit. Cependant, la composition de la bio-huile et sa qualité varient grandement selon la biomasse d'origine. Il devient donc essentiel d'étudier la composition des fractions de la LHT spécifique à chaque biomasse pour identifier les potentiels coproduits à valeur ajoutée, ce que réalise l'équipe l'Innofibre.



C'est dans un bassin pilote installé chez Innofibre qu'un groupe de la CRIEB (UQTR) cultive des microalgues à des fins énergétiques dans des eaux usées industrielles. D'un volume de 10 000L, ce bassin permet de produire une grande quantité de biomasse pour que l'équipe d'Innofibre puisse ensuite tester différents procédés de récolte. C'est qu'une fois cultivée, les microalgues

doivent être récoltées et les huiles doivent être extraites afin de les transformer en biocarburant. La récolte est une étape charnière dans le procédé afin d'assurer la rentabilité d'une telle production. Innofibre adapte des méthodes traditionnelles du domaine des pâtes et papiers à cette fin, ce qui permet de donner une deuxième vie à certains équipements papetiers.



A man with curly brown hair, wearing safety glasses and a white t-shirt with a graphic, is smiling. He is standing in a paper mill, with large rolls of paper visible in the background.

L'INNOVATION, ON LA MET SUR PAPIER

DEPUIS PLUS DE 110 ANS

Tournée vers l'avenir depuis sa fondation en 1904, la société Kruger innove sans cesse afin d'offrir des produits de qualité supérieure au meilleur coût possible, tout en assurant une gestion optimale des ressources.

www.kruger.com

DE NATURE ENGAGÉE

