



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada



LA RECHERCHE AU CENTRE
DE FORESTIERIE DES LAURENTIDES
DE RESSOURCES NATURELLES CANADA

La biomasse forestière



Canada

Mention de source

De haut en bas et de gauche à droite

Page 1

J. Morissette (RNCan)

Page 2

N. Kinnard (Rédaction Belle Plume)

Page 3

N. Kinnard (Rédaction Belle Plume)

Page 4

R. Gal (RNCan)

Page 5

A. Beaudoin, P. Bernier, L. Guindon et P. Villemaire (RNCan)

Page 6

J. Morissette (RNCan) / J. Morissette (RNCan) / L. De Grandpré (RNCan)

Page 7

J. Morissette (RNCan)

Page 8

J. Morissette (RNCan)

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

Numéro de catalogue version (papier) : Fo114-13/3-2014

ISBN version (papier) : 978-1-100-54702-2

Numéro de catalogue version (PDF) : Fo114-13/3-2014F-PDF

ISBN version (PDF) : 978-0-660-21904-2

• Le contenu de cette publication ou de ce produit peut être reproduit en tout ou en partie, et par quelque moyen que ce soit, sous réserve que la reproduction soit effectuée uniquement à des fins personnelles ou publiques mais non commerciales, sans frais ni autre permission, à moins d'avis contraire.

• On demande seulement :

- de faire preuve de diligence raisonnable en assurant l'exactitude du matériel reproduit;
- d'indiquer le titre complet du matériel reproduit et l'organisation qui en est l'auteur;
- d'indiquer que la reproduction est une copie d'un document officiel publié par Ressources naturelles Canada (RNCan) et que la reproduction n'a pas été faite en association avec RNCan ni avec l'appui de celui-ci.

• La reproduction et la distribution à des fins commerciales est interdite, sauf avec la permission écrite de RNCan.

Pour de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec RNCan à droitdauteur.copyright@rncan-nrcan.gc.ca.

Des exemplaires supplémentaires sont disponibles à l'adresse suivante :

Ressources naturelles Canada
Service canadien des forêts
Centre de foresterie des Laurentides
1055, rue du P.E.P.S.
C.P. 10380, Succ. Sainte-Foy
Québec (Québec) G1V 4C7

Téléphone : 418-648-5789
Télécopieur : 418-648-3354
Site Web : mcan.gc.ca/forets

Cette publication est disponible sans frais en format PDF sur le site des Publications du Service canadien des forêts : <http://scf.mcan.gc.ca/publications>.





La biomasse forestière

DE LA BIOMASSE À LA BIOÉCONOMIE

L'attrait pour la biomasse forestière, cette matière organique dont regorgent les forêts canadiennes, est en forte progression depuis quelques années. Cela s'explique par le fait qu'elle constitue la base de la bioénergie, des biocarburants et d'autres bioproduits qui nous permettraient de réduire notre dépendance à l'égard des combustibles fossiles. L'utilisation de la biomasse forestière se trouve donc au cœur d'une bioéconomie mondiale en plein essor.

Afin de soutenir les gouvernements dans leur stratégie de valorisation de la biomasse forestière, des chercheurs du Centre de foresterie des Laurentides du Service canadien des forêts (SCF-CFL) ont entrepris des travaux de recherche intégrant un éventail de thèmes reliés à la ressource, dont la quantification, la caractérisation, la cartographie et l'exploitation durable.

« Notre force réside dans le fait que nous avons un programme de recherche multidisciplinaire qui couvre l'ensemble de la chaîne de valeur et qui intègre un partenariat avec des experts des milieux gouvernementaux, universitaires et industriels. »

- Vincent Roy, directeur de recherche, écosystèmes forestiers

Le terme « biomasse forestière » désigne en théorie tout le matériel biologique provenant des arbres et des plantes. Il inclut les troncs, les branches, l'écorce, les aiguilles, les feuilles, la cime, les souches et les racines. Par contre, en pratique, la biomasse forestière désigne les arbres ou les parties d'arbres qui ne sont pas utilisés par les industries traditionnelles de transformation du bois (sciage, déroulage et pâtes et papiers). On parle alors de biomasse résiduelle provenant de la récolte forestière.

LA BIOMASSE FORESTIÈRE, UN ENGOUEMENT JUSTIFIÉ?

Au début des années 1970, la crise du pétrole et l'augmentation drastique du prix des énergies fossiles ont fait que nous nous sommes engagés dans une quête vers des ressources énergétiques renouvelables. Les résidus forestiers inutilisés se sont rapidement imposés comme une solution de rechange intéressante.

Depuis ce temps, la demande croissante en énergie à l'échelle mondiale, la diminution des réserves de pétrole, la flambée des coûts associés aux types d'énergie existants, le changement climatique et la crise forestière sont autant de raisons qui expliquent l'engouement croissant envers la biomasse forestière. Longtemps considérée comme un simple déchet forestier et industriel, elle est maintenant devenue un attrait économique et écologique.

En effet, la récolte et la vente de biomasse et de bioproduits pourraient constituer une nouvelle source de revenus pour l'industrie forestière qui cherche à diversifier ses marchés. De plus, l'utilisation de la biomasse forestière pour produire de l'énergie pourrait favoriser la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Une énergie renouvelable

Au Canada, l'industrie des pâtes et papiers profite déjà de la biomasse forestière sous forme de résidus industriels. Ceux-ci sont utilisés pour répondre à près de 62 % des besoins énergétiques de ce secteur. Cette biomasse sert principalement à alimenter des chaufferies industrielles et des centrales de cogénération produisant de l'électricité et de la chaleur.

Cette production bioénergétique permet de diversifier l'utilisation des produits forestiers, de réduire les coûts d'énergie et d'accroître la volonté du secteur forestier à diminuer ses émissions de gaz à effet de serre.

La biomasse est considérée comme une ressource énergétique renouvelable et durable. Elle est donc une solution de rechange intéressante aux énergies fossiles. Au Canada, avec la géothermie et l'énergie solaire, la biomasse forestière représente aujourd'hui 7 % de la consommation totale d'énergie des secteurs résidentiel, commercial et industriel.



Se chauffer avec la biomasse forestière

Plusieurs projets de petites chaufferies alimentées à la biomasse forestière ont vu le jour dernièrement au Québec, car la technologie pour convertir la biomasse en chaleur est simple et hautement efficace. Ainsi, l'hôpital d'Amqui et le centre hospitalier de Mont-Joli (région du Bas-Saint-Laurent, Québec) se chauffent aux copeaux de bois issus en majorité de résidus de coupe. Les initiatives de ce genre favorisent la réduction des émissions de gaz à effet de serre et la création d'emplois locaux. Il s'agit là de bons exemples de valorisation de la biomasse forestière.



Une source de bioproduits

La biomasse peut être transformée sous différentes formes. On retrouve :

- des combustibles solides comme les bûches écologiques, les granules de bois et les copeaux, pour une utilisation dans les poêles résidentiels et les chaufferies institutionnelles;
- des biocarburants comme l'éthanol cellulosique;
- des bioproduits chimiques industriels, dont des dérivés de lignine pouvant remplacer en partie ou en totalité les colles à base de pétrole dans les produits de bois lamellés-collés;
- des produits pharmaceutiques et d'hygiène personnelle; et
- des textiles.

D'où provient la biomasse forestière?

Au Canada, la biomasse forestière résiduelle disponible pour la bioéconomie provient essentiellement de quatre sources.

1- Biomasse primaire	Sous-produits provenant de l'aménagement traditionnel des forêts : <ul style="list-style-type: none">• résidus de coupe commerciale (cimes, branches ou arbres non commerciaux)• arbres et branches éliminés lors des coupes d'éclaircie, du débroussaillage ou de l'élagage• arbres affectés par des perturbations naturelles (feux, épidémies d'insectes et chablis)
2- Biomasse secondaire	Sous-produits provenant de procédés industriels : <ul style="list-style-type: none">• écorces• sciures de bois• rabotures• copeaux• liqueur noire (liquide de cuisson issu de la fabrication des pâtes et papiers)
3- Biomasse tertiaire	Déchets de travaux de construction et de rénovation Rebuts d'opérations de démolition
4- Biomasse quaternaire	Arbres issus de plantations en courtes rotations (ligniculture)

UNE RESSOURCE ABONDANTE ET DISPONIBLE

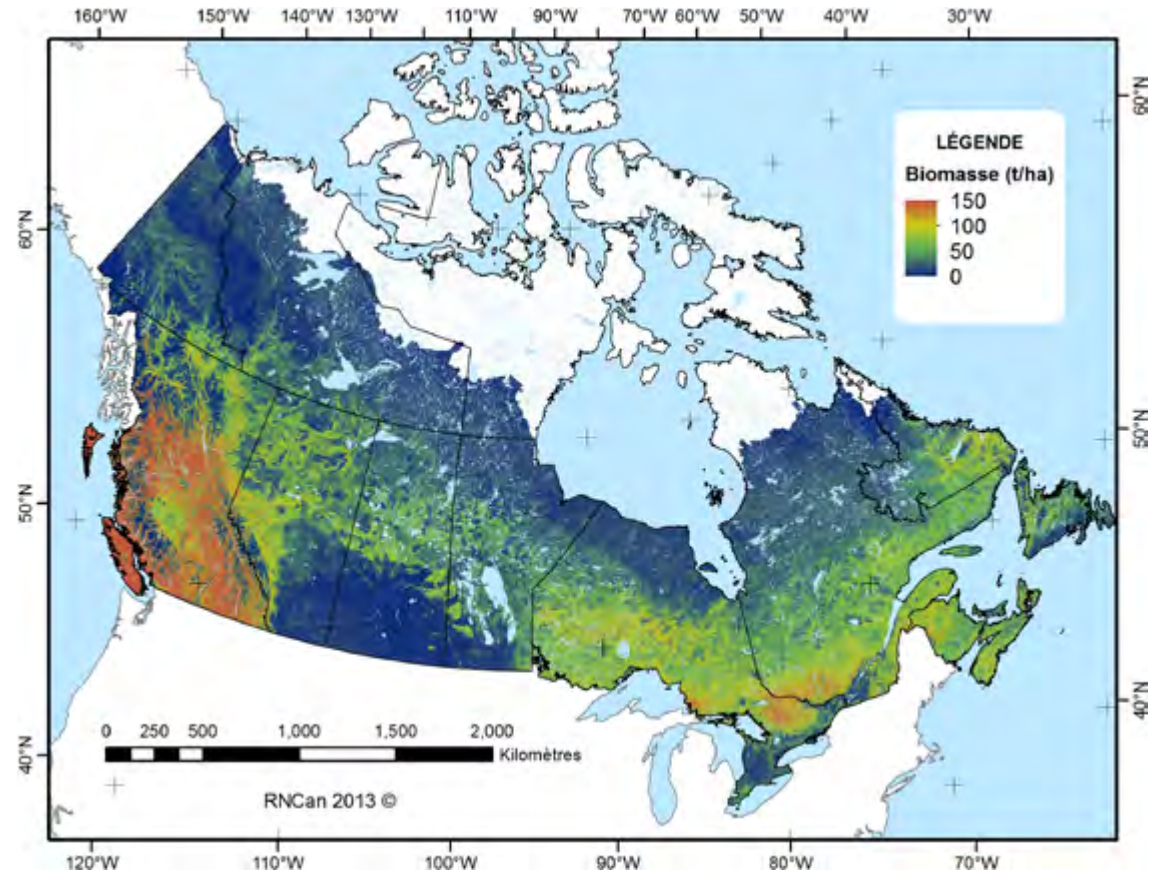
Le Canada bénéficie d'un grand potentiel en biomasse forestière. En effet, le territoire forestier représente 10 % de la superficie des forêts mondiales. Quelle est la quantité de biomasse disponible pour développer la filière bioénergétique? À quel endroit se trouve-t-elle?

Au Canada, les volumes de biomasse secondaire qui se trouvent dans les usines sont assez faciles à estimer. Ces volumes alimentent déjà plusieurs usines de fabrication de granules principalement destinées à l'exportation. Dans certaines régions (particulièrement dans l'est du Canada), ils sont presque entièrement utilisés soit dans la fabrication de produits forestiers comme la pâte à papier et les panneaux de particules, soit dans la production d'énergie pour les usines. Le développement de la bioéconomie dans les années à venir repose donc en partie sur un approvisionnement en biomasse issue directement de la forêt. Estimer la quantité de cette source de biomasse est toutefois un processus assez complexe.

Pour répondre à cette préoccupation, des chercheurs du SCF-CFL ont développé des outils de calcul pour estimer, à l'échelle de l'arbre et du peuplement forestier, les quantités de biomasse par composants d'arbres (tronc, branche, écorce et feuille) et par espèce. Cette information est ensuite utilisée pour définir le potentiel du peuplement pour la production de produits forestiers traditionnels ou non traditionnels, comme la biomasse destinée à des fins énergétiques. En utilisant des bases de données contenant les niveaux de concentration en éléments nutritifs, ces outils de calculs permettent aussi de réaliser des bilans du carbone et des bilans nutritifs selon différents modes de récolte, afin d'évaluer la durabilité environnementale des pratiques d'approvisionnement en biomasse. Ces outils, valables pour les espèces dominantes de la forêt canadienne, sont disponibles en ligne à l'adresse : <https://apps-scf-cfs.rncan.gc.ca/calc/fr/calculateur-calculator>.

Biomasse à la carte

Une équipe de chercheurs du SCF-CFL travaille présentement à intégrer ces données de biomasse dans une nouvelle série de cartes présentant les propriétés forestières à l'échelle nationale. Ces cartes donnent, entre autres, la composition, la hauteur, l'âge des peuplements ainsi qu'une très bonne idée des quantités de biomasse disponibles pour un territoire donné. La carte de base réalisée en 2001 offre une résolution moyenne de 6,25 ha (pixels de 250 m x 250 m), permettant de répondre aux besoins d'analyse stratégique à des échelles régionales ou nationales. Les chercheurs utilisent les données d'échantillonnage de l'Inventaire forestier national qui couvre 1 % du territoire canadien et développent des méthodes de spatialisation à partir d'images de télédétection (MODIS 250) pour couvrir le reste du territoire (99 %).



Cette carte est en cours d'actualisation pour 2011 avec des images LANDSAT. À terme, elle sera réalisée à une résolution plus fine de 0,09 ha (pixels de 30 m x 30 m) afin d'augmenter la précision de la cartographie de la biomasse disponible à l'échelle du peuplement.

Des chercheurs du SCF-CFL travaillent également à développer des méthodes de suivi annuel de la biomasse forestière, notamment à l'aide de la surveillance par satellites.

« Nos cartes permettent de faire bien plus qu'un simple inventaire de la biomasse forestière. Nous évaluons leur utilisation pour tester les modalités de récolte et pour mesurer la contribution de cette matière organique à la chaîne de valeur forestière. »

- André Beaudoin, chercheur scientifique



Planter de la biomasse

La culture intensive en courtes rotations, une forme relativement récente de ligniculture, s'est considérablement développée en Amérique du Nord et en Europe ces 20 dernières années. Elle se caractérise par une haute densité de plantation, une récolte selon des cycles allant de 3 à 25 ans et une forte densité des rejets de souche après coupe. Les essences à croissance rapide, comme le saule et le peuplier hybride, sont favorisées dans le but de fournir un approvisionnement important de biomasse sur une courte période.

Des projets de recherche en cours au SCF-CFL visent à améliorer notre niveau de connaissances sur les cultures en courtes rotations utilisées à des fins de production d'énergie. Des chercheurs évaluent notamment des moyens d'optimiser l'espacement entre les arbres afin d'augmenter la production de biomasse à l'hectare. Ils étudient également l'incidence de la composition des plantations sur leur rendement en biomasse.

Au feu!

Le bois mort non récupéré à la suite de perturbations naturelles constitue une autre importante source potentielle de biomasse forestière au Canada. Quelques années après le passage des feux de forêt et des épidémies d'insectes, les arbres morts ne peuvent souvent servir à aucun autre usage parce qu'ils sont de trop faible qualité pour les produits traditionnels du bois.

Des scientifiques du SCF-CFL cherchent à quantifier la biomasse disponible dans ces situations en utilisant notamment des cartes chronologiques de coupes de récupération et de suivis des perturbations



naturelles. Mesurer le potentiel de la biomasse disponible après des perturbations s'avère toutefois difficile à réaliser en raison du caractère imprévisible des feux de forêt et des épidémies d'insectes. Par ailleurs, la récolte de cette biomasse représente elle aussi des défis, dont le développement d'un réseau routier afin d'avoir accès à la ressource.

Enfin, le bois brûlé a une fonction écologique importante en forêt, car il fournit un habitat et une source d'alimentation aux insectes. On peut donc se demander quel sera l'impact de la récolte des arbres morts sur les sites affectés par les feux, les chablis ou les épidémies. Les chercheurs du SCF-CFL et les industriels coopèrent aux projets qui se penchent sur ces aspects afin de fournir les bases scientifiques aux lignes directrices que les gestionnaires établiront pour encadrer la récolte durable de la biomasse issue des perturbations.

« L'utilisation du bois de perturbation comme source de biomasse pour la bioénergie pourrait être une des forces de la bioéconomie au Canada. Ce sont d'ailleurs les arbres attaqués par le dendroctone du pin ponderosa, un insecte ravageur des forêts de pin de l'Ouest canadien, qui ont contribué à donner naissance à l'industrie des granules de bois en Colombie-Britannique. »

- Evelyne Thiffault, chercheuse scientifique



EXPLOITER DE FAÇON DURABLE...

Dès que la biomasse forestière s'est imposée comme une solution de rechange intéressante aux combustibles fossiles, la communauté scientifique s'est vu confier le mandat d'évaluer l'impact possible de l'exploitation de la biomasse forestière. Des chercheurs du SCF-CFL ont notamment participé au programme ENFOR *Energy from the Forest* en 1978 pour développer des outils capables de définir les niveaux acceptables et durables de prélèvement de matière organique et de nutriments. Au cours des dernières années, ils ont établi des dispositifs permanents de suivi pour évaluer les effets de la récolte de la biomasse sur l'environnement.

Des scientifiques du SCF-CFL, en collaboration avec des chercheurs européens, notamment de l'Allemagne et des Pays-Bas, ont fait une analyse approfondie des connaissances et des incertitudes liées aux risques environnementaux que présente la récolte de la biomasse à des fins énergétiques en forêt boréale et en forêt tempérée. L'étude portait sur trois types de récolte de la biomasse : résidus de coupe, bois récupérés après une perturbation naturelle et bois rond. Ils ont démontré que l'utilisation de la biomasse forestière à des fins énergétiques n'est généralement pas problématique.

Au Québec, des chercheurs universitaires et gouvernementaux collectent des données scientifiques pour alimenter la conception de lignes directrices adaptées aux différentes conditions forestières canadiennes. Le développement d'indicateurs performants et crédibles vise à assurer une récolte durable de la biomasse et à aider le Canada à pénétrer les marchés internationaux de la biomasse solide et de biocarburants liquides.



« La récolte de la biomasse forestière doit être faite de manière à assurer le maintien de la biodiversité et de la productivité des forêts, ainsi que la protection des sols forestiers et de la qualité de l'eau. »

- Pierre Bernier, chercheur scientifique

... pour protéger la productivité des sols

La biomasse agit comme un véritable engrais pour les forêts, en fournissant du matériel organique et des éléments nutritifs indispensables à la croissance des végétaux. Des travaux de recherche tentent de prédire les effets de la récolte de la biomasse sur la productivité des sites, notamment à l'aide de dispositifs expérimentaux de suivis en forêt et de modèles intégrant les bilans nutritionnels.

Des chercheurs du SCF-CFL, de l'Université du Québec à Montréal et de l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue ont mis au point un modèle qui évalue annuellement les effets d'un bilan négatif en nutriments découlant d'une diminution de la biomasse, en fonction de la méthode de récolte utilisée, et ce, pour les cinq essences d'arbres les plus importantes de la forêt boréale. Selon cette étude, la récolte par arbre entier entraîne un plus grand déficit en nutriments que la récolte des troncs seulement, mais cette perte varie de manière importante en fonction de l'essence.

D'autres travaux réalisés au SCF-CFL montrent par ailleurs que les sites pauvres en matières organique et minérale sont extrêmement sensibles au prélèvement de la biomasse et au risque de perte de productivité. C'est notamment le cas des peuplements de pins gris situés sur des sols sableux et secs. Selon les chercheurs, il est nécessaire d'adapter la récolte de la biomasse en fonction de la fertilité du site. Par exemple, l'utilisation de la texture du sol comme indicateur de sensibilité constitue une option intéressante et facile à utiliser.

« Il a été démontré que la récolte encadrée de biomasse a généralement peu d'impact sur les sols de la plupart des sites. »

- David Paré, chercheur scientifique

... pour maintenir la biodiversité

Les moisissures, les arthropodes (incluant les insectes) et les bactéries colonisent la litière de nos forêts. Ce petit peuple des sols rend de grands services à l'écosystème en dégradant la matière organique et en assurant la circulation des nutriments.

En prélevant de la biomasse forestière, ces organismes sont privés d'une source potentielle de nourriture et de gîte. À long terme, certaines espèces peuvent même décliner, tout particulièrement celles qui sont responsables du recyclage des nutriments. Conséquemment, la croissance des arbres pourrait souffrir d'une litière moins riche en éléments nutritifs.

Quelle quantité de biomasse pouvons-nous récolter sans perturber la biodiversité? Pour répondre à cette question, des chercheurs du SCF-CFL étudient certaines espèces de coléoptères qui, en raison de leur sensibilité aux changements dans la composition et la structure des sols, sont reconnues comme étant de bons indicateurs des perturbations forestières. Un projet de recherche en cours à la forêt Montmorency permet aux chercheurs d'analyser la biodiversité sur une période de plusieurs années, selon le site et la méthode de récolte de la biomasse. L'équipe de recherche travaille en collaboration avec des écologistes, des taxonomistes, des statisticiens, des spécialistes des sols et des biologistes moléculaires pour identifier notamment les meilleures espèces indicatrices pour différents seuils de biodiversité.

« Il est important de faire des études à long terme, dans différents types d'écosystèmes, afin de bien cerner les effets de la récolte de la biomasse sur la biodiversité de la faune de la litière forestière. »

- Jan Klimaszewski, chercheur scientifique

DETTE DE CARBONE?

Un projet de bioénergie réalisé à partir de la biomasse forestière est-il nécessairement carboneutre? À efficacité égale et par unité d'énergie produite, les émissions de CO₂ sont plus élevées pour la biomasse forestière que pour les combustibles fossiles. En effet, la matière organique contient moins d'énergie par unité de carbone que les produits pétroliers et le gaz naturel.

Cependant, comparativement aux combustibles fossiles, la biomasse peut « rembourser » cette émission de gaz à effet de serre lorsqu'elle provient d'un aménagement durable des forêts. En effet, les arbres repoussent et reprennent leur rôle de séquestration du carbone. Par ailleurs, s'ils ne sont pas utilisés, les résidus de coupe et les déchets industriels finissent de toute façon par se décomposer naturellement et émettre du CO₂.

Une fois la dette de CO₂ remboursée, le bénéfice pour l'atmosphère s'accroît par la suite d'année en année. L'enjeu est de savoir quand il se manifestera et quelle sera son ampleur. Pour répondre à cette question, des chercheurs du SCF-CFL ont analysé les données provenant d'un réseau canadien de tours d'observation mesurant en continu les échanges de CO₂ entre l'écosystème forestier et l'atmosphère. Ils ont estimé le temps de remboursement du surplus d'émissions selon la source de biomasse. Ce temps sera relativement court pour des forêts à croissance rapide dans lesquelles les arbres reprennent vite leur rôle de séquestration du carbone. Même chose si la bioénergie est produite à partir de résidus de coupe.

Temps de remboursement de la dette de carbone selon les sources de biomasse

Moins de 10 ans – résidus postconsommation, résidus industriels, résidus de coupe qui se décomposent rapidement et biomasse issue des plantations de courte rotation.

Entre 10 à 20 ans – bois récupéré à la suite de perturbations naturelles, souches et tiges de bon diamètre d'essences non commerciales laissées sur les parterres de coupe.

Plusieurs décennies – arbres verts sur pied.



D'autres projets sont en cours au SCF-CFL afin de mieux comprendre le processus de remboursement de la dette de carbone. Le but ultime est de déterminer ce que pourrait être une utilisation judicieuse de la biomasse comme source d'énergie renouvelable afin de générer le maximum de bénéfices environnementaux.

UNE FILIÈRE À DÉVELOPPER

La communauté scientifique cumule les connaissances sur la biomasse forestière et sa récolte depuis de nombreuses années. Plusieurs défis restent toutefois à relever afin d'assurer la durabilité de la bioéconomie, d'appuyer sa réputation environnementale sur des bases scientifiques et ainsi lui assurer un accès aux marchés. Parmi ces défis figurent les éléments suivants :

- L'accès à différentes sources d'approvisionnement de biomasse est primordial pour que les projets de bioénergie prennent leur essor et puissent favoriser l'autonomie énergétique des régions.
- Les chercheurs doivent raffiner les indicateurs scientifiques de récolte de la biomasse et étudier les effets de cette récolte sur des périodes de 5, 10 et 15 ans.
- Les technologies ne sont pas encore au rendez-vous pour bien valoriser la biomasse.
- La chaîne d'approvisionnement de la biomasse forestière nécessite la mise en place d'un nouveau réseau de partenaires et une nouvelle mentalité pour exploiter ce qui était considéré, jusqu'à récemment, comme des déchets.
- La recherche en écologie doit intégrer les aspects d'organisations sociales et de gouvernance pour la certification environnementale durable, ainsi que le volet technique de la conversion de l'énergie.

« La recherche sur la biomasse demande l'intégration des activités scientifiques de chercheurs de plusieurs spécialités. »

- Louis De Grandpré, chercheur scientifique