

FILIÈRE D'ÉNERGIE RENOUVELABLE

L'ÉNERGIE DE LA BIOMASSE



 Hydro
Québec

L'ÉNERGIE DE LA MATIÈRE



ÉNERGIE DE LA BIOMASSE :
ÉNERGIE TIRÉE DE LA MATIÈRE ORGANIQUE D'ORIGINE VÉGÉTALE OU ANIMALE QUI, AU MOYEN DE DIVERS PROCÉDÉS, EST TRANSFORMÉE NOTAMMENT EN ÉLECTRICITÉ.

ÉTAT DE LA SITUATION

Selon le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, la part de la biomasse dans la production mondiale d'énergie primaire (n'ayant subi aucune transformation) en 2008 s'élève à 10,2 %. D'après l'Agence internationale de l'énergie, c'est la filière d'énergie renouvelable qui progressera le plus à l'horizon 2030. Elle pourrait même fournir 30 % de l'énergie consommée dans le monde d'ici 2050.

Au Canada, environ 4,4 % de l'énergie primaire consommée provient de la biomasse. Il s'agit de la deuxième source d'énergie renouvelable, après l'énergie hydraulique.

Au Québec, la biomasse forestière est la catégorie de matière organique le plus souvent valorisée, en raison de la grande disponibilité de la ressource et de la maturité du procédé utilisé.



En couverture : Entreposage de biomasse forestière.

Ci-contre : Transport de biomasse forestière.

POTENTIEL DE LA BIOMASSE

En 2009, la biomasse exploitée dans le monde représente une énergie primaire de 27,5 EJ/an (7 639 TWh/an). Elle sert surtout à produire de la chaleur, mais génère néanmoins 158 TWh/an d'électricité. Le Canada occupe le 7^e rang parmi les 20 pays dont la [production d'énergie primaire et d'électricité](#) à partir de la biomasse forestière est la plus élevée dans le monde.

En 2011, au Québec, le potentiel de la [biomasse forestière, agroalimentaire et urbaine](#) est estimé à 19,5 millions de tonnes de matière sèche. Cela équivaut à une énergie thermique brute de 334 PJ/an (93 TWh/an). Au total, 42 % de cette énergie est déjà mise en valeur. La biomasse forestière est la catégorie la plus valorisée où seuls les résidus de coupe recèlent toujours un important potentiel à exploiter. Quant à la biomasse agroalimentaire et urbaine, elle ne fait pas encore l'objet d'une valorisation énergétique intensive, à l'exception des huiles de friture.

RENDEMENT ET COÛTS

Dans une centrale de cogénération (électricité et vapeur) à la biomasse forestière, de 30 à 35 % de l'énergie de la biomasse solide (cycle vapeur) peut être convertie en électricité. En utilisant à diverses fins la chaleur produite, le rendement total peut dépasser 80 %.

Sur la période 1999-2009 au Québec, les [coûts d'investissement de la biomasse forestière](#) sont beaucoup moins élevés et plus stables que ceux du mazout. Par ailleurs, le coût des équipements requis pour cette technologie est légèrement supérieur aux coûts des technologies comparables utilisant

POUR EN SAVOIR D'AVANTAGE

- [Catégories de biomasse au Québec](#)
- [Procédés de valorisation énergétique](#)
- [Exploitation de la biomasse forestière – 2009](#)
- [Potentiel de la biomasse du Québec](#)
- [Comparaison des prix](#)
- [Changements climatiques et qualité de l'air](#)
- [Analyse du cycle de vie](#)
- [Écosystèmes et biodiversité](#)
- [Santé et qualité de vie](#)
- [Aménagement du territoire](#)
- [Économie régionale](#)
- [Acceptabilité sociale](#)

des énergies fossiles. La raison: la densité énergétique de la biomasse étant moindre que celle des combustibles fossiles, il faut, pour produire un même volume d'électricité, de plus grandes quantités de matière et donc des équipements plus imposants.

La valorisation de la biomasse agroalimentaire et urbaine serait intéressante notamment sur le plan des coûts d'enfouissement évités, surtout qu'ils ont beaucoup augmenté ces dernières années.

AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS

- Coûts d'investissement de la biomasse forestière relativement faibles et stables.
- Source d'énergie continue, contrairement à l'éolien ou au solaire photovoltaïque.
- Densité énergétique moindre que celle des combustibles fossiles.
- Exploitation à grande échelle coûteuse, en raison de la dispersion de la ressource sur le territoire.



Entreposage de biomasse forestière.

- Nécessité d'implanter les centrales de cogénération à la biomasse près de la ressource ou près des lignes de transport d'électricité.
- Complexité de la valorisation de la biomasse urbaine, notamment en raison de la diversité des déchets. Nécessite des activités de triage, l'utilisation de différentes technologies de traitement, etc.

DÉVELOPPEMENT DURABLE

Voici les principaux enjeux associés à la production d'électricité à partir de la biomasse forestière :

- Valorisation de déchets de bois industriels qui autrement seraient enfouis.
- Perte de biodiversité et appauvrissement des sols, si une quantité insuffisante de résidus de coupe sont laissés sur place.
- Émission de contaminants atmosphériques lors de la combustion et du transport de la biomasse (augmentation du transport routier pour les résidus de coupe).
- Impacts reliés à l'entreposage de la biomasse : lixiviation de contaminants, nuisances visuelle et olfactive.
- Production de résidus ultimes (par exemple, cendres de bois) parfois difficiles à valoriser, en raison de la présence de métaux.

Note : Il n'est pas question ici des enjeux associés à la production, à partir de la biomasse agroalimentaire et urbaine, de biocarburants destinés au secteur des transports.

UNE RESSOURCE DURABLE

Catégories de biomasse au Québec

Au Québec, la biomasse ayant un fort potentiel énergétique se répartit en trois catégories: forestière, agroalimentaire et urbaine. La biomasse forestière, la ressource la plus répandue, présente encore un bon potentiel de développement pour ce qui est des résidus de coupe.

- **Biomasse forestière** – bois de chauffage, résidus de la transformation du bois (écorces, sciures et rabotures, éboulures, délignures, boues des stations d'épuration des eaux des papetières) et résidus de coupe (branches, aiguilles, feuilles, souches, cimes)
 - Pour favoriser le développement de la biomasse forestière à des fins de production d'énergie, il importe d'avoir une garantie d'approvisionnement de la matière qui dépend actuellement de la récolte de bois rond des bénéficiaires de contrats d'approvisionnement et d'aménagement forestier.
- **Biomasse agroalimentaire** – cultures, résidus végétaux et animaux de la production agricole et résidus de l'industrie de la transformation agroalimentaire
 - Le rendement des cultures ou du fourrage pour les élevages dépend de plusieurs facteurs: le climat, la qualité des sols, les espèces cultivées ainsi que les apports d'eau et d'engrais. Les pays nordiques présentant des conditions moins favorables que les pays tropicaux, leur productivité serait moindre.

- Les productions des cultures ou des élevages et celle des denrées alimentaires destinées à la production d'énergie seraient en forte compétition. Une demande accrue de biomasse aurait un effet direct sur les coûts d'approvisionnement et sur la disponibilité des matières premières requises pour la production de cette ressource.

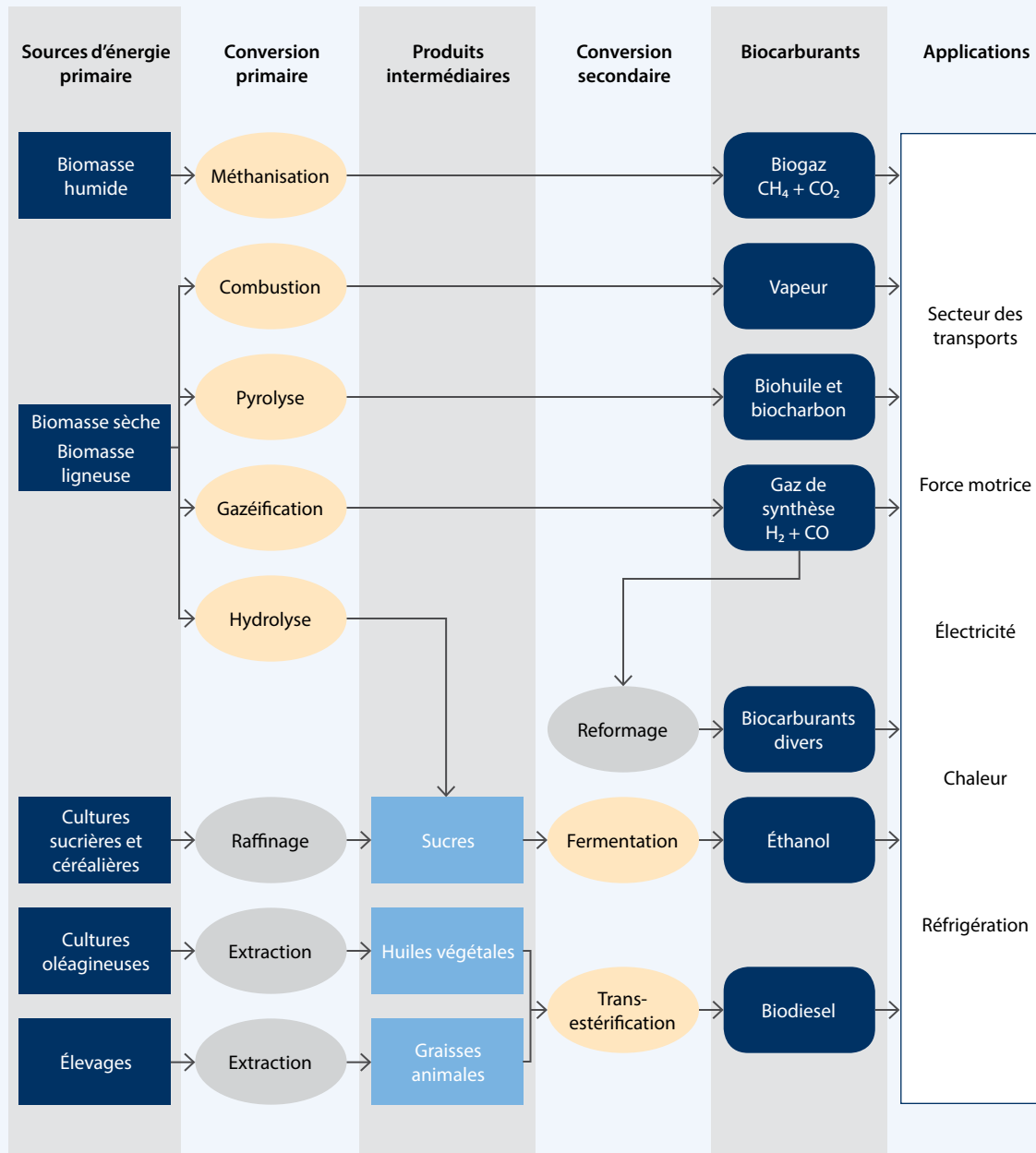
- **Biomasse urbaine** – boues des stations d'épuration des eaux usées municipales et déchets organiques putrescibles provenant des secteurs résidentiel, municipal, commercial et institutionnel

- Les technologies de transformation de la biomasse urbaine font toujours l'objet d'efforts de recherche d'une plus grande efficacité. Pour favoriser l'acceptabilité sociale de la présence de centrales de cogénération en milieu urbain, il faudra mener des rencontres d'information et de consultation auprès des populations concernées.

Procédés de valorisation énergétique

Il existe divers procédés de valorisation énergétique de la biomasse, selon la catégorie de la ressource et l'usage recherché. Au Québec, la combustion de la biomasse solide est une pratique largement utilisée; la biométhanisation et la gazéification seraient intéressantes à développer.

ÉNERGIE DE LA BIOMASSE ET APPLICATIONS



➤ **Combustion de la biomasse solide** – La combustion est le processus thermo-chimique destiné à produire directement de la chaleur. La biomasse ligneuse est formée de résidus forestiers ou agroalimentaires : écorces, branches, paille, sciures, granules de bois, etc. Elle est utilisée comme combustible pour alimenter une chaudière, un générateur d'air chaud ou un four à bois. Ainsi, cette énergie primaire sert à obtenir de l'eau chaude, de l'air chaud ou de la vapeur. La vapeur est entre autres utilisée pour produire de l'électricité.

Au Québec, des entreprises et des centres hospitaliers produisent avec de la biomasse une énergie qu'ils utilisent pour leurs propres besoins énergétiques ou qu'ils vendent à un tiers.

➤ **Biométhanisation** – La biométhanisation est un procédé de stabilisation des matières organiques par fermentation en absence d'oxygène. Le biogaz obtenu est composé de méthane et de gaz carbonique, et peut contenir des traces d'autres gaz selon la nature du substrat employé. Il peut être produit dans un bioréacteur – temps de rétention de 1 à 50 jours. Il peut aussi être extrait des cellules de sites d'enfouissement – formation sur une période de 10 à 40 ans. Ce gaz combustible est utilisé pour produire de la chaleur et/ou de l'électricité.

Au Québec, certaines entreprises produisent du biogaz pour satisfaire leurs propres besoins en énergie. Des stations d'épuration des eaux usées municipales et des sites d'enfouissement équipés d'unités produisent également de l'électricité.

- **Gazéification** – La gazéification est un procédé de fabrication de gaz combustibles par réaction de combustibles solides ou liquides avec un agent de gazéification, par exemple de l'air ou de l'oxygène, à la pression atmosphérique. La biomasse est transformée en totalité ou en partie, surtout sous l'action de la chaleur, pour produire un gaz combustible. Celui-ci est formé principalement d'hydrogène et de monoxyde de carbone, comportant des quantités minimales de méthane, de CO₂ et de goudrons. La gazéification est réalisée par voie sèche dans un gazogène ou par voie humide dans un digesteur.

Le gaz combustible peut alimenter une chaudière pour la production de vapeur et une génératrice ou une turbine pour la production d'électricité. Il peut servir à la cogénération. Il peut aussi être utilisé comme matière première

dans un procédé chimique de reformage pour produire des biocarburants liquides.

Au Québec, il n'existe aucune usine de gazéification de la biomasse.

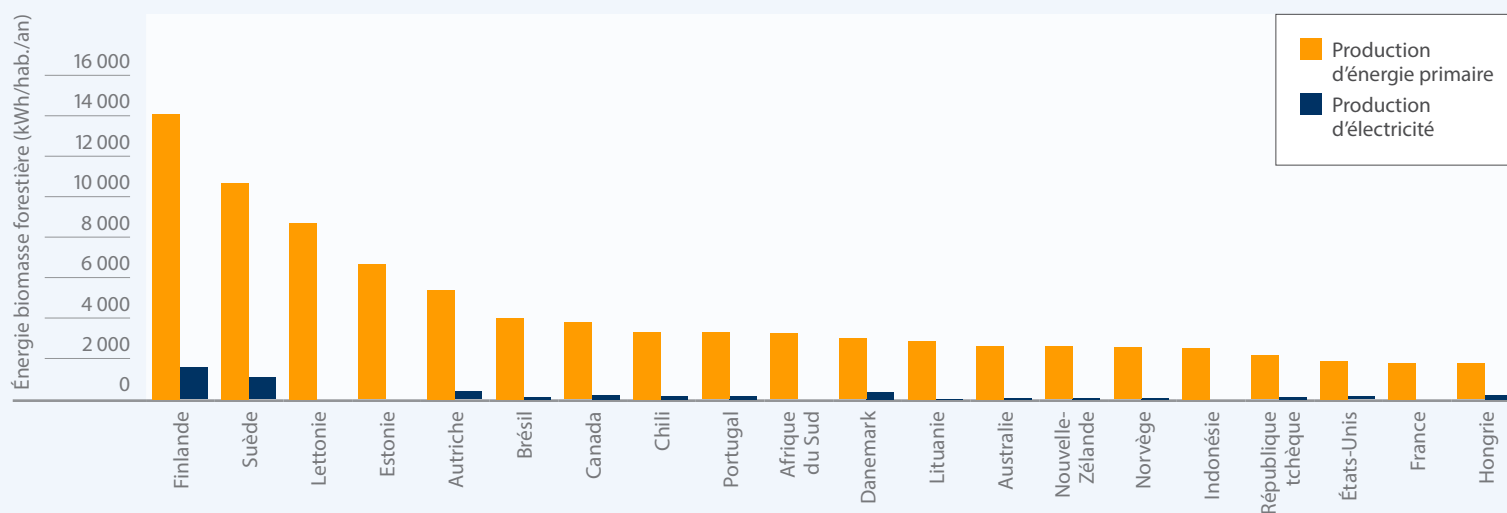
Exploitation de la biomasse forestière – 2009

- Production d'énergie primaire¹: 7 660 TWh_{th}/an (27 576 PJ/an)
- Production d'électricité: 158 TWh_e/an

1. Énergie primaire: énergie présente dans les ressources naturelles et qui n'a fait l'objet d'aucune conversion ou transformation anthropique.

Note: Indice th: énergie ou puissance thermique. Indice e: énergie ou puissance électrique.

PRODUCTION D'ÉNERGIE PRIMAIRE ET D'ÉLECTRICITÉ DANS LE MONDE – 2009



Potentiel de la biomasse du Québec

POTENTIEL DE LA BIOMASSE DU QUÉBEC – 2011

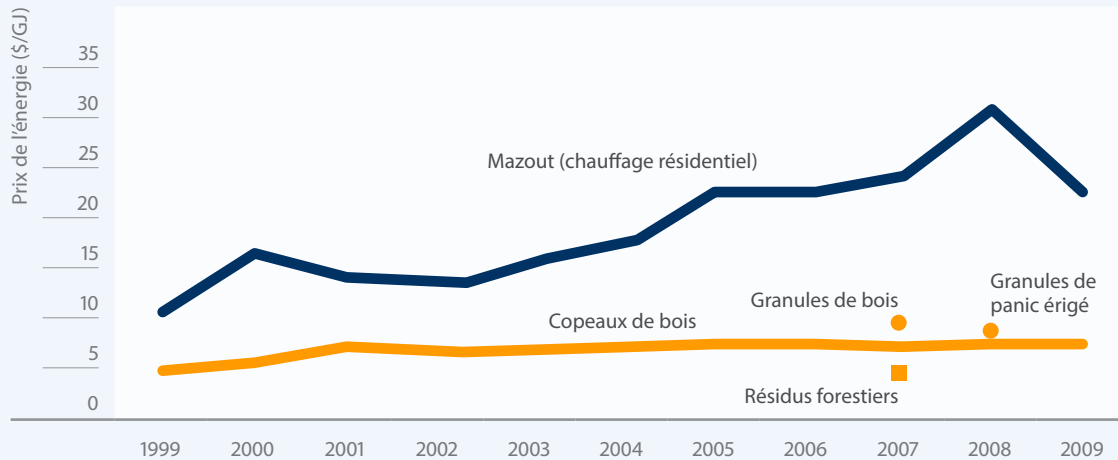
BIOMASSE	POTENTIEL TOTAL BRUT		POTENTIEL DÉJÀ EXPLOITÉ	
	QUANTITÉ (tms/an)	ÉNERGIE (PJ _{th} /an)	QUANTITÉ (tms/an)	ÉNERGIE ¹ (PJ _{th} /an)
Biomasse forestière				
Bois de chauffage (résidentiel)	2 771 850	52,00	2 771 850	52,00 (100 %)
Résidus de transformation du bois	2 380 000	44,96	2 107 000	39,84 (89 %)
Résidus de coupe	4 430 000	83,95	0	0 (0 %)
Résidus de pâtes et papiers	915 172	15,63	560 910	9,93 (63 %)
Liqueur résiduaire	3 018 750	37,10	3 018 750	37,10 (100 %)
Biomasse agroalimentaire				
Résidus de culture céréalière	1 835 940	30,77	0	0 (0 %)
Cultures énergétiques de plantes pérennes ²	868 000	14,79	0	0 (0 %)
Lisiers d'animaux d'élevage	2 069 659	32,12	0	0 (0 %)
Cadavres d'animaux	7 803	0,20	0	0 (0 %)
Résidus d'abattoirs	160 935	3,88	0	0 (0 %)
Huiles de friture	60 000	2,21	29 500	1,09 (15 %)
Lactosérum	81 600	1,10	820	0,011 (1 %)
Biomasse urbaine				
Boues de stations d'épuration des eaux usées municipales	223 796	2,66	n. d.	n. d. n. d.
Résidus domestiques putrescibles	669 665	12,24	0	0 (0 %)
Total	19 493 177	333,63	8 468 050	139,63 (42 %)

Note : tms/an : tonne métrique sèche par année – tma/an (aussi utilisé) : tonne métrique anhydre par année. Dans l'industrie forestière, les expressions « séché au four » (anhydre) et « séché à l'air » (± 8 % d'humidité) sont également employées. Indice th : énergie ou puissance thermique.

1. Les pourcentages entre parenthèses indiquent la proportion de la biomasse déjà exploitée par rapport au potentiel d'utilisation.
2. Cultivées sur les bandes riveraines et des terres marginales.

Comparaison des prix

COMPARAISON DES PRIX DE LA BIOMASSE FORESTIÈRE ET DU MAZOUT AU QUÉBEC



Note : Au prix de la biomasse, il faut ajouter le coût du transport.

Changements climatiques et qualité de l'air

Les émissions atmosphériques, toutes technologies de production d'énergie confondues, constituent un des principaux impacts environnementaux de la filière de la biomasse. Mis à part les besoins en énergie pour récolter, transporter et transformer la matière première, la production d'énergie à partir de la biomasse permet l'évitement d'à peu près autant d'émissions de gaz à effet de serre que la combustion d'énergies fossiles en génère. Le CO₂ produit ultimement n'ajoute rien à l'effet de serre puisqu'il est lui-même issu du CO₂ contenu dans

l'atmosphère. Au contraire, le CO₂ produit par la combustion d'énergies fossiles et rejeté dans l'atmosphère contribue à l'effet de serre, puisqu'il est issu du carbone des matières fossiles extraites de l'écorce terrestre.

Les émissions atmosphériques font l'objet de règlements édictés par diverses instances, qui encadrent l'utilisation de la biomasse. Pour le chauffage au bois par exemple, la Ville de Montréal interdit l'installation d'un foyer ou d'un poêle à bois non certifiés et consommant d'autres combustibles que les granules de bois, le gaz naturel et le propane. La Communauté métropolitaine de Montréal, pour sa part, autorise l'usage du bois vierge seulement.

Analyse du cycle de vie

Sur la base du cycle de vie, les impacts environnementaux de la filière de la biomasse sont en général légèrement supérieurs à ceux des autres filières d'énergie renouvelable, mais nettement inférieurs à ceux des filières thermiques à combustibles fossiles. Au final, ils sont moindres en raison du rendement supérieur de la production combinée de chaleur et d'électricité et de la valorisation des déchets de bois industriels, qui autrement seraient enfouis.

Rapport complet de la [Comparaison des filières de production d'électricité et des bouquets d'énergie électrique](#).

Écosystèmes et biodiversité

La récolte de la biomasse sur les parterres de coupe doit être encadrée afin de permettre 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.

Les résidus de coupe jouent un rôle important dans les écosystèmes forestiers. Comme de l'engrais, ils contribuent à l'enrichissement des sols ou à la régularisation de l'acidité. Leur retrait à des fins énergétiques pourrait avoir un impact appréciable sur le renouvellement des peuplements forestiers sensibles, comme le pin gris sur sable grossier.

Santé et qualité de vie

La combustion de la biomasse forestière peut nuire à la santé, en raison de la formation de smog due aux émissions de particules fines dans l'atmosphère. La combustion de la biomasse urbaine, pour sa part, peut générer des émissions de métaux et autres polluants susceptibles de nuire aussi à la santé ainsi qu'à l'environnement.

L'exploitation locale ou régionale de la biomasse entraîne une diminution du transport de matière première. Les impacts sur la santé et sur l'environnement en sont réduits d'autant.

Aménagement du territoire

Les activités de valorisation énergétique requièrent la mise en place d'infrastructures qui peuvent s'intégrer facilement dans des zones industrielles. Leur présence entraîne tout de même une augmentation du trafic routier. La valorisation de la biomasse, qui autrement serait enfouie, permet d'éviter l'aménagement de nouveaux sites d'enfouissement.

Économie régionale

La valorisation de la biomasse représente des économies importantes, éliminant la destruction ou l'enfouissement de

quantités de matières résiduelles. L'existence de cette filière sert à assurer l'approvisionnement en énergie thermique et électrique et à renforcer la sécurité énergétique. L'énergie supplémentaire vendue à un tiers ou à un distributeur local représente une nouvelle source de revenu contribuant à la survie à long terme de l'entreprise.

Au Québec, étant donné la dispersion de la ressource sur tout le territoire, les retombées économiques locales sont importantes. L'aménagement d'usines de traitement de la biomasse et de centrales de cogénération à la biomasse stimule le développement régional. En effet, la mise sur pied d'une filière de la biomasse favorise la création d'emplois, la formation d'expertises et le maintien en région d'une main-d'œuvre qualifiée.

Acceptabilité sociale

Divers facteurs favorisent l'acceptabilité sociale des projets de valorisation énergétique de la biomasse. Par exemple :

- Les effets bénéfiques pour la collectivité de la réduction des déchets et des impacts environnementaux associés.
- L'exploitation selon les règles de l'art des usines de traitement de la biomasse et des centrales de cogénération à la biomasse.

RÉFÉRENCES

1. EurObserv'ER. 2010. **Baromètre biogaz – Biogaz Barometer**. *Le journal des énergies renouvelables*, vol. 200. p. 104-119.
2. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. **Sources d'énergie renouvelable et atténuation du changement climatique**. (En ligne). 2011. http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srren/srren_report_fr.pdf. Document consulté le 10 novembre 2014.
3. Lefebvre, J.-F., Moreau, N., Théorêt, J. 2010. **Énergies renouvelables – Mythes et obstacles**. Montréal : Coédition Multimondes et GRAME. 190 p.
4. Manitoba Hydro. **La bioénergie**. (En ligne). Sans date. https://www.hydro.mb.ca/francais/environnement/energy_sources/bioenergy.shtml. Site consulté le 10 novembre 2014.
5. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation. (En ligne). 2008. **Évaluation du potentiel de la filière des granules combustibles fabriqués à partir de cultures pérennes**. 40 p. et annexes. http://www.agrireseau.qc.ca/energie/documents/Evaluation_granules.pdf. Document consulté le 10 novembre 2014.
6. Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec. **Prix des produits pétroliers**. (En ligne). 2012. <http://www.mern.gouv.qc.ca/energie/statistiques/statistiques-energie-prix-petroliers.jsp>. Site consulté le 10 novembre 2014.
7. Observ'ER. **Worldwide Electricity Production from Renewable Energy Sources**. (En ligne). 2013. <http://www.energies-renouvelables.org/observ-er/html/inventaire/Eng/methode.asp>. Site consulté le 10 novembre 2014.
8. Ordre des ingénieurs forestiers du Québec. **L'utilisation de la biomasse forestière à des fins énergétiques au Québec : analyse et constats**. (En ligne). 2012. http://www.oifq.com/pdf/communiqués/2012/rapport-oifq_analyse_constats_biomasse_mars_2012.pdf. Document consulté le 10 novembre 2014.
9. Parent, B. (En ligne). 2009. **Ressources et industries forestières. Portrait statistique – Édition 2010**. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune. 498 p. <https://www.mffp.gouv.qc.ca/forets/connaissances/connaissances-statistiques-anterieures.jsp>. Document consulté le 10 novembre 2014.
10. Ressources naturelles Canada. **À propos de l'énergie renouvelable**. (En ligne). <http://www.rncan.gc.ca/energie/renouvelable-electricite/7296>. Site consulté le 10 novembre 2014.
11. Roche Ingénieurs-conseils. (En ligne). 2008. **Étude de pré faisabilité – Chaufferies institutionnelles à la biomasse forestière**. Rapport présenté au Québec Wood Export Bureau. 102 p. http://www.agrireseau.qc.ca/energie/documents/QWEB-Chaufferies_centrales-Rapport_final_04-07-20081.pdf. Document consulté le 10 novembre 2014.
12. The Gaia Project. **Electricity Generation: Biomass**. (En ligne). 2014. <http://www.thegaiaproject.ca/wp-content/uploads/2012/08/biomass.pdf>. Document consulté le 10 novembre 2014.

Reproduction autorisée
avec mention de la source

Dépôt légal – 4^e trimestre 2014
Bibliothèque et Archives nationales
du Québec
ISBN : 978-2-550-72003-4
2014G351-1