



Lutte contre  
les changements  
climatiques

# BIOMASSE FORESTIÈRE DOCUMENT DE SYNTHÈSE

L'engouement qui existe actuellement autour du domaine des bioénergies et son rapide développement s'expliquent par la volonté de plusieurs pays de réduire leur dépendance aux combustibles fossiles et de diminuer les émissions de gaz à effet de serre (GES) qui découlent de leur utilisation. Dans cette perspective, l'emploi de la biomasse forestière pour la production de chaleur, en remplacement des combustibles fossiles, représente une avenue intéressante (voir l'encadré **Changements climatiques**, page suivante). En effet, les émissions de GES sur l'ensemble du cycle de vie de cette filière sont grandement inférieures à celles des sources fossiles d'énergie, notamment grâce à la capacité des végétaux de capter une bonne partie du carbone émis lors de leur combustion.<sup>[39]</sup>

Cette filière alternative de production de chaleur s'appuie sur différentes étapes techniques, de la récolte de la ressource jusqu'à son utilisation. Le présent document de synthèse présente les étapes techniques de la chaîne d'approvisionnement et survole différents enjeux de développement durable auxquelles elles sont reliées. Les enjeux sont décrits plus en détails dans trois fiches de sensibilisation, publiées dans le cadre du projet *Biomasse forestière et climat: communautés en action*<sup>[41][42][43]</sup>, ainsi que dans le guide *La récolte de biomasse forestière : saines pratiques et enjeux écologiques dans la forêt boréale canadienne*.<sup>[73]</sup>



Récolte



Séchage



Traitement



Transport



Entreposage



Distribution



Combustion



Gestion cendres

Un résumé des bonnes pratiques à mettre en place afin de minimiser les impacts environnementaux et sociaux négatifs de la filière, tout en maximisant ses retombées économiques pour les communautés locales, fait également partie de ce document de synthèse.



Lac-Bouchette.

© Wikimedia Commons, Mikaël Dumais

## Changements climatiques

L'augmentation de la concentration des gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère, comme le dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ), le méthane ( $\text{CH}_4$ ) et le protoxyde d'azote ( $\text{N}_2\text{O}$ ), est l'un des facteurs qui explique le réchauffement climatique actuel. L'utilisation d'énergies fossiles pour la production de chaleur et d'électricité, ainsi que pour le transport, est certainement l'une des sources anthropiques de GES les plus importantes. L'emploi de biomasse forestière pour la production de chaleur, en remplacement de ces énergies fossiles, représente donc une avenue intéressante pour lutter contre les changements climatiques. En effet, alors que le carbone contenu dans les combustibles fossiles provient de réserves séquestrées dans le sous-sol terrestre depuis des millions d'années, celui de la biomasse forestière fait partie d'un cycle naturel d'échange entre l'atmosphère et les plantes. Ainsi, à long terme, la quantité de carbone émise lors de la combustion de la biomasse est équivalente à celle emmagasinée durant sa croissance.<sup>[39]</sup>

Néanmoins, la filière de la biomasse forestière ne peut pas être considérée comme étant carboneutre, car, sur l'ensemble de son cycle de vie, elle ne récupère pas autant de  $\text{CO}_2$  qu'elle en émet dans l'atmosphère. En effet, une quantité importante de combustibles fossiles est utilisée lors des différentes étapes techniques, notamment pour le fonctionnement de la machinerie et des camions de transport.

# 1. LA CHAÎNE D'APPROVISIONNEMENT

La chaîne d'approvisionnement de la filière de la biomasse forestière se divise en plusieurs étapes techniques. Pour chacune des étapes, le *Résumé des bonnes pratiques de la filière de la combustion de la biomasse forestière pour la production de chaleur* (en pages 10 et 11) propose de bonnes pratiques à respecter.

## 1.1. RÉCOLTE

La biomasse forestière utilisée pour la production de chaleur au sein de la filière est composée de rémanents (branches et cimes, parties d'arbres non commerciaux, rameaux et feuillage) et de résidus des activités de première ou deuxième transformation (écorces, rabotures et sciures). Le bois de déconstruction sans adjuvant, non contaminé et qui n'est pas utilisé dans une approche de hiérarchisation des usages de type 3RVE (réduction à la source, réemploi, recyclage, valorisation et élimination) peut également être une source possible de biomasse.<sup>[53]</sup> Les bois sur pied sont exclus.

La collecte des rémanents est généralement intégrée aux opérations de récolte du bois destiné à la transformation. Lorsqu'un procédé de récolte par arbre entier est appliqué, la biomasse se retrouve directement en bordure de sentier. Dans le cas d'arbres ébranchés, tronçonnés et écimés directement sur le parterre de coupe, la biomasse doit être débardée jusqu'à un chemin forestier.<sup>[25]</sup> Cette tâche est effectuée par un porteur forestier et est souvent intégrée aux opérations de débardage des billes de bois.<sup>[40]</sup> Les résidus des activités de première ou deuxième transformation, dans leur cas, sont collectés directement à l'usine où ils sont traités. Quant au bois de déconstruction admissible, il peut provenir de diverses sources, tels que les écocentres et entreprises spécialisées en démolition.



## 1.2. SÉCHAGE

Le séchage de la biomasse forestière résiduelle s'effectue naturellement en bordure des chemins forestiers, durant la saison estivale. La durée est variable et dépend du moment de la récolte et des besoins spécifiques des consommateurs. Cette étape a pour objectif de réduire la teneur en eau du produit. Cette diminution du taux d'humidité permet de faire augmenter le pouvoir calorifique inférieur par tonne (PCI/tm) et de réduire globalement les coûts de transport de la biomasse.<sup>[40]</sup> L'utilisation d'une bâche adaptée permet d'éviter une reprise d'humidité lors de l'étape de traitement.



## 1.3. TRAITEMENT

Si la biomasse forestière résiduelle est composée de cimes, branches et feuillages, elle doit être fragmentée sur place, car le transport d'un tel type de matériel occasionnerait des coûts trop élevés.<sup>[40]</sup> Cette tâche est généralement effectuée par des déchiqueteuses mécaniques. Les copeaux ainsi produits sont chargés dans des camions afin d'être transportés vers le site d'entreposage et de conditionnement.





## 1.4. TRANSPORT

L'étape du transport correspond au déplacement de la biomasse forestière de son site de récolte/séchage/traitement vers un site d'entreposage et de conditionnement. Des camions munis d'une remorque pour vrac sont généralement utilisés.



## 1.6. ENTREPOSAGE ET CONDITIONNEMENT

L'étape d'entreposage et de conditionnement est la période durant laquelle la biomasse forestière est stockée et conservée dans le respect de bonnes pratiques afin de lui assurer une bonne qualité, avant d'être livrée aux consommateurs.

## 1.5. DENSIFICATION

La densification est une étape optionnelle de la chaîne d'approvisionnement de la filière de la biomasse forestière. En effet, la biomasse peut être utilisée comme combustible sous forme de copeaux, mais également sous forme densifiée (granules, etc.). Cette dernière forme permet de donner une plus grande valeur calorifique au produit, mais implique différentes manipulations (broyage, granulation, etc.) qui font augmenter le coût du combustible. Les granules sont généralement fabriqués à partir des produits conjoints du sciage, comme les sciures ou les rabotures.



Copeaux de biomasse forestière.

© Wikimedia Commons, Lignum Group

Le produit peut être entreposé de différentes manières, tout dépendant de sa quantité, de sa forme (granules, copeaux, etc.) et des installations disponibles. La biomasse forestière peut être placée dans des entrepôts extérieurs, préféablement couverts et bien aérés, afin de la protéger de la détérioration causée par l'humidité et les moisissures. Elle peut également être entreposée dans les locaux d'une usine de granulation après avoir été densifiée. Quant au bois de déconstruction admissible, c'est généralement à cette étape, après avoir été transporté à partir d'un écocentre ou d'un autre site, qu'il est mécaniquement déchiqueté et entreposé.



Rampe de déchargement.

© Jérôme Lévesque

## 1.7. DISTRIBUTION

La distribution de la biomasse forestière se réalise à partir d'un site d'entreposage vers le site où se situent les installations de chauffage. Le produit est habituellement transporté par camion dans une remorque pour vrac, généralement pourvue d'un plancher mobile. La biomasse forestière est ensuite déchargée sur le site de la chaudière du consommateur et est entreposée dans une réserve qui servira à alimenter la chaudière.



## 1.8. COMBUSTION

L'étape de combustion de la biomasse forestière consiste à la brûler dans une chaudière spécialisée afin de produire de la chaleur. Le produit est tout d'abord acheminé de la réserve à la chambre de combustion par gravité, ou au moyen d'un convoyeur à vis sans fin. La biomasse forestière y est ensuite brûlée pour dégager de la chaleur. Les gaz de combustion sont filtrés par le biais de filtres à manche, électrostatiques ou multicyclones avant d'être rejetés dans l'atmosphère.<sup>[77]</sup> Quant aux résidus de combustion, les cendres, elles se déposent sur des grilles fixes ou mobiles dans la chaudière et vont être acheminées et récupérées dans un conteneur.



Ce processus de combustion doit se réaliser autant que possible dans des conditions de température constante et avec une quantité d'air spécifique au calibrage de la chaudière, ce afin de réduire au minimum les émissions de polluants.<sup>[77]</sup> Les paramètres de ce calibrage sont déterminés par les différentes caractéristiques du produit (taux d'humidité, granulométrie, etc.).

## 1.9. GESTION DES CENDRES

La gestion des cendres consiste à manipuler et à disposer d'une manière sécuritaire et respectueuse de l'environnement les résidus de combustion de la biomasse forestière. Afin de minimiser les risques de blessures pour le personnel affecté à leur manutention, une série de bonnes pratiques peut être mise en place, notamment l'obligation du port de gants, de lunettes de sécurité, ainsi que de masques à poussières pour les travailleurs.<sup>[45]</sup> Les cendres de combustion peuvent être valorisées de différentes manières, notamment comme amendement calcique dans les champs ou en milieu forestier.<sup>[27]</sup> Cependant, en raison de leur composition chimique variable et des spécificités de chaque sol, un agronome devrait toujours être consulté avant tout épandage de cendres.<sup>[31]</sup> Bien que plus marginales, d'autres utilisations sont également possibles. Les cendres peuvent ainsi agir comme molluscicide pour les cultures maraîchères, comme matériau de construction pour les routes ou encore comme matériau de terrassement.<sup>[27]</sup>



Combustion.

© Wikimedia Commons

## 2. LES ENJEUX DE DÉVELOPPEMENT DURABLE

Chaque étape technique de la filière de l'utilisation de la biomasse forestière pour la production de chaleur peut avoir des impacts positifs ou négatifs sur différents enjeux de développement durable, tels la santé et le bien-être des populations, la qualité des sols, de l'eau et la biodiversité, la vitalité des communautés et la sécurité des travailleurs. Dans un souci de clarté, ces enjeux étant abordés en détails dans les trois fiches de sensibilisation du projet *Biomasse forestière et climat : communautés en action* et dans le guide *La récolte de biomasse forestière : saines pratiques et enjeux écologiques dans la forêt boréale canadienne*<sup>[73]</sup>, seuls les éléments les plus pertinents de chacun de ces documents seront présentés ici.

Le **Résumé des bonnes pratiques de la filière de la combustion de la biomasse forestière pour la production de chaleur** (en pages 10 et 11) détaille les bonnes pratiques suggérées pour chacun des enjeux.



### 2.1. VITALITÉ DES COMMUNAUTÉS

Le développement de la filière de la biomasse forestière pour la production de chaleur peut générer d'importantes retombées économiques pour les communautés. Tout d'abord, elle permet aux collectivités de réduire leurs dépenses énergétiques en plus de réduire leur dépendance aux combustibles fossiles.<sup>[75]</sup> Elle entraîne également une forte rétention des capitaux, la plupart des investissements réalisés dans le cadre des projets demeurant à l'intérieur des communautés.<sup>[47]</sup> Le développement de la filière de la biomasse forestière stimule aussi le marché de l'emploi local par ses besoins en main-d'œuvre lors des différentes étapes techniques de la chaîne d'approvisionnement.<sup>[10][21][46][75]</sup> Des emplois dans des domaines aussi variés que la construction, le transport, l'industrie forestière, l'ingénierie ou encore l'entretien mécanique, se retrouvent ainsi consolidés. À long terme, selon les exigences du marché, d'autres impacts positifs de la filière sur l'économie des localités sont à prévoir, comme une potentielle implantation d'une usine de granulation ou encore la fabrication de produits associés.



Municipalité de Laverlochère.

© Wikimedia Commons





Cependant, les dépenses liées à la construction et à l'implantation rendues nécessaires par l'installation d'un système de chauffage à la biomasse forestière peuvent freiner le développement de la filière. En effet, les sommes à débourser pour se procurer la chaudière, pour l'excavation et la tuyauterie, ainsi que pour la mise à niveau des bâtiments, sont souvent importantes. Pour plusieurs communautés rurales, ce type de projet peut être difficile à mettre en place sans aide financière. Pour cette raison, la recherche de partenaires financiers ainsi qu'une planification budgétaire rigoureuse doivent être réalisées en amont de tout projet de chauffage à la biomasse agricole. Dans ces conditions, outre les programmes gouvernementaux d'aide financière, la mise sur pied d'un partenariat stratégique avec une institution d'enseignement pourrait être une piste intéressante à explorer.

Afin d'approfondir le sujet, vous pouvez consulter la fiche de sensibilisation n°1, **Biomasse forestière : vitalité des communautés**.<sup>[41]</sup>

## 2.2. SANTÉ

Tout comme les combustibles fossiles, la combustion de biomasse forestière génère des polluants atmosphériques (CO, NOx, etc.). Une exposition prolongée à ces polluants associée à une mauvaise utilisation des équipements pourrait entraîner la toux, l'irritation du nez et de la gorge, une inflammation des poumons, une réduction des fonctions pulmonaires ou des effets cancérogènes.<sup>[4][55]</sup> Néanmoins, le respect du *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère* (RAA; c. Q-2, r.4.1), l'utilisation de technologies de traitement des émissions, ainsi que la mise en place de bonnes pratiques permettent de minimiser ces risques.

Bien que la combustion soit la principale étape pouvant avoir un impact négatif sur la santé des populations, l'entreposage et le conditionnement ainsi que la gestion des cendres ne doivent pas être négligés. En effet, des micro-organismes peuvent se développer dans les piles de biomasse qui ne sont pas conservées dans des conditions adéquates et les travailleurs qui y sont exposés peuvent ressentir des inconforts respiratoires ou encore subir une irritation des yeux.<sup>[5][70][74]</sup> Une manipulation négligente des cendres de combustion peut entraîner des symptômes similaires chez les individus exposés.<sup>[31]</sup> L'adoption d'une série de bonnes pratiques, comme l'obligation de porter des lunettes de sécurité, des gants et des masques à poussières par exemple<sup>[45]</sup>, devrait cependant permettre de minimiser les risques pour les travailleurs.

Afin d'approfondir le sujet, vous pouvez consulter la fiche de sensibilisation n°2, **Biomasse forestière : santé des communautés**.<sup>[42]</sup>



## 2.3. SÉCURITÉ ET BIEN-ÊTRE

La prise en compte des problématiques d'acceptabilité sociale et de sécurité sont des facteurs de réussite importants pour les projets de chauffage à la biomasse forestière. En effet, puisque certaines étapes techniques de la filière peuvent avoir des impacts négatifs sur le milieu de vie des collectivités, la mise en place de mécanismes de consultation et de séances d'information pour les citoyens est fortement recommandée.<sup>[40][46]</sup> Cette manière de faire permet de créer un climat de confiance entre la population et les promoteurs, ainsi que de réduire les risques de frictions entre les différents acteurs. De plus, l'implantation des bonnes pratiques devrait permettre de minimiser les inconforts que pourraient éprouver certains résidents face à une possible augmentation des activités de transport, aux potentielles modifications du paysage ou encore à l'émanation d'odeurs désagréables liée à une mauvaise gestion des réserves de combustible.

La sécurité des travailleurs doit également être assurée pour toutes les étapes techniques de la filière. Pour ce faire, les règlements existants en matière de santé et de sécurité au travail qui s'appliquent aux différentes activités de la chaîne d'approvisionnement, comme le RSSTAF et le RSST par exemple, doivent être respectés. De plus, afin de minimiser les risques d'incidents et de blessures liées à la manutention et à l'entreposage de la biomasse forestière, ainsi que des cendres de combustion, la mise en place de bonnes pratiques est fortement recommandée.

Afin d'approfondir le sujet, vous pouvez consulter la fiche de sensibilisation n°3, **Biomasse forestière : sécurité et bien-être**.<sup>[43]</sup>



## 2.4. QUALITÉ DES SOLS, DE L'EAU ET BIODIVERSITÉ

La récolte de biomasse forestière résiduelle peut avoir différents impacts négatifs et positifs sur la biodiversité, l'eau et les zones riveraines, ainsi que sur la productivité du sol et des peuplements. Le guide *La récolte de biomasse forestière : saines pratiques et enjeux écologiques dans la forêt boréale canadienne* les décrivant en détails, seuls certains d'entre eux seront présentés ici en guise d'exemples.

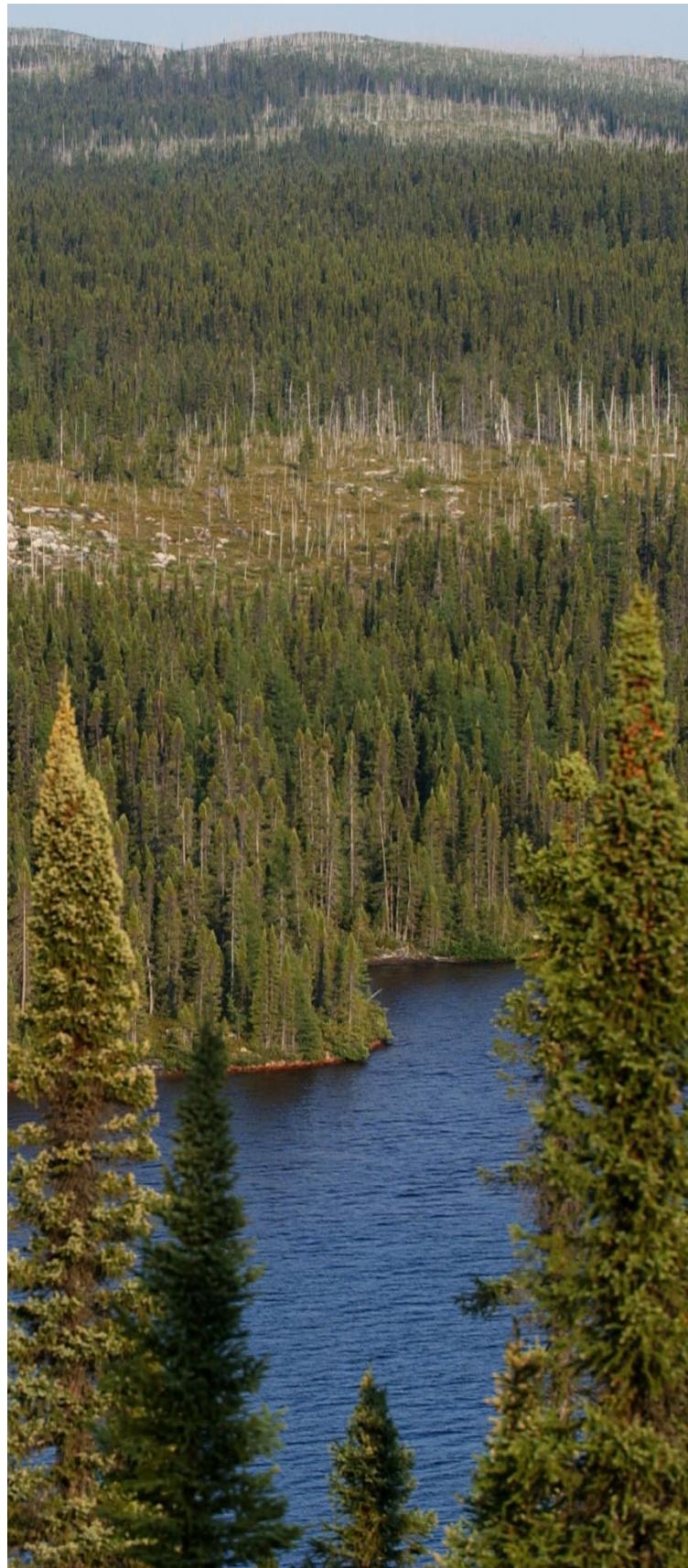
Un prélèvement trop important de résidus pourrait intensifier la vitesse de la perte de biodiversité. Cela pourrait également réduire l'abondance des oiseaux et des invertébrés dans les zones où une plus petite quantité de débris ligneux grossiers au sol et de chicots sur pied est laissée en place. En ce qui concerne les impacts spécifiques liés au prélèvement de résidus de coupe sur les cours d'eau, peu d'études ont été réalisées à ce sujet. Il est cependant possible d'affirmer que ces impacts sont similaires à ceux d'autres régimes forestiers intensifs de récolte forestière. Finalement, le ramassage de résidus peut avoir des effets négatifs sur la croissance des arbres lorsqu'un peuplement a atteint la fermeture de son couvert, ou des effets positifs s'il en est à un stade d'établissement, en y améliorant la survie des semis. Finalement, si la quantité de résidus laissée au sol n'est pas suffisante, la productivité des sols pourrait être affectée.



Bien qu'indirectement, les étapes d'entreposage et de conditionnement, ainsi que de gestion des cendres peuvent avoir des impacts négatifs sur la qualité de sols et de l'eau. En effet, une gestion négligente des réserves de biomasse pourrait entraîner la formation de lixiviat dans certaines piles, et éventuellement contaminer le sol et les cours d'eau avoisinants. Également, une utilisation inadéquate ou abusive des cendres de combustion comme amendement calcique, en agriculture ou en milieu forestier, pourrait affecter négativement la qualité des sols. Il est ainsi fortement recommandé de faire appel à un professionnel compétent, par exemple un agronome, lorsque l'épandage de cendres est envisagé.

L'ensemble des impacts négatifs potentiels de la filière de la combustion de biomasse forestière pour la production de chaleur sur les sols, l'eau et la biodiversité peut cependant être atténué par l'adoption de bonnes pratiques.

Pour approfondir le sujet, vous pouvez consulter le guide intitulé ***La récolte de biomasse forestière: saines pratiques et enjeux écologiques dans la forêt boréale canadienne***.<sup>[73]</sup>



Forêt boréale.

© Wikimedia Commons, Peuple Loup

### 3. LES BONNES PRATIQUES

Plusieurs bonnes pratiques peuvent être mises en place afin de minimiser les impacts négatifs de la filière de la biomasse forestière sur l'environnement et les populations locales, tout en maximisant ses retombées économiques pour les communautés. Ainsi, à chaque étape technique de la chaîne d'approvisionnement, différents gestes peuvent être posés afin de réduire l'incidence sur la qualité des sols et de l'eau, la biodiversité, la santé et le bien-être des citoyens, ainsi que la sécurité de travailleurs.

Décrivées plus en détails dans les fiches de sensibilisation sur les enjeux de développement durable du projet *Biomasse forestière et climat: communautés en action*<sup>[41][42][43]</sup> et dans le guide *La récolte de biomasse forestière: saines pratiques et enjeux écologiques dans la forêt boréale canadienne*,<sup>[73]</sup> les bonnes pratiques proposées sont ici regroupées à l'intérieur d'un tableau récapitulatif et classées par étapes techniques.

Voir le *Résumé des bonnes pratiques de la filière de la combustion de la biomasse forestière pour la production de chaleur*, ci-contre et page suivante.

### RÉSUMÉ DES BONNES PRATIQUES DE LA FILIÈRE

#### RÉCOLTE



#### SÉCHAGE, TRAITEMENT, ENTREPOSAGE ET CONDITIONNEMENT



#### TRANSPORT ET DISTRIBUTION



#### COMBUSTION



#### GESTION DES CENDRES



# RE DE LA COMBUSTION DE LA BIOMASSE FORESTIÈRE POUR LA PRODUCTION DE CHALEUR

- Conserver du bois mort (débris ligneux grossiers, débris ligneux fins, billes et chicots), la couverture morte (humus), ainsi que les souches et les racines sur le site.<sup>[73]</sup>
- Conserver des arbres à vocation faunique (arbres semenciers, arbres vivants, arbres à cavité, etc.).<sup>[73]</sup>
- Conserver une portion des résidus de coupe sur le site et des arbres sur pied.<sup>[73]</sup>
- Éviter les sites qui ont une grande valeur de conservation.<sup>[73]</sup>
- Éviter la récolte près des habitats des espèces menacées et en danger.<sup>[73]</sup>
- Planifier et construire les routes et les jetées avec soin.<sup>[73]</sup>
- Minimiser l'exposition et les perturbations des sols (compactage, orniérage, érosion).<sup>[73]</sup>
- Assurer un retour rapide de la végétation.<sup>[73]</sup>
- Maintenir des zones tampons adjacentes aux cours d'eau.<sup>[73]</sup>
- Sélectionner l'équipement de récolte afin d'éviter de perturber le sol.<sup>[73]</sup>
- Limiter le nombre d'entrées dans un peuplement.<sup>[73]</sup>
  
- Gérer adéquatement la biomasse entreposée afin d'éviter l'augmentation du taux d'humidité et l'apparition de micro-organismes et moisissures.
- Gérer adéquatement la biomasse entreposée :
  - Matériel non traité (résidus de coupe)
    - Former des monticules de taille réduite (maximum 2 mètres de haut par 3 mètres de large).<sup>[5]</sup>
    - Empiler les monticules pour qu'ils soient exposés aux vents dominants et au soleil.<sup>[5]</sup>
    - Recouvrir les monticules de carton renforcé pour protéger contre les intempéries<sup>[5][36]</sup>
  - Matériel traité (copeaux, broyé, etc.)
    - Éviter les gros amas (hauteur maximale de 15 mètres).<sup>[5]</sup>
    - Éviter d'empiler des copeaux contaminés dans des piles de plus de 7,5 mètres et pour une durée maximale de 4 semaines.<sup>[5]</sup>
    - Porter un casque ventilé pour les particules plus petites que 5 microns lorsque de la biomasse contaminée est manipulée.<sup>[5]</sup>
    - Assurer une bonne ventilation du matériel.<sup>[74]</sup>
    - Effectuer une vérification de la température des piles de biomasse régulièrement.
    - Éviter de mélanger de la biomasse de diverses essences.<sup>[5]</sup>
  
- Construire un site d'entreposage de manière à limiter les déplacements.<sup>[69]</sup>
- Entériner des ententes à long terme avec les fournisseurs de biomasse.<sup>[19]</sup>
- Utiliser la biomasse agricole localement (à 100 km et moins de son lieu de récolte).<sup>[24]</sup>
- Maximiser l'espace de chargement dans chaque camion.<sup>[69]</sup>
- Planifier soigneusement les trajets et les horaires de transport.<sup>[69]</sup>
- Effectuer le déchargement du combustible uniquement durant le jour.<sup>[69]</sup>
- Assurer un entretien mécanique régulier des véhicules et de la machinerie.
  
- Effectuer un entretien et un calibrage réguliers des systèmes de contrôle automatisés et des pièces mécaniques de la machinerie.
- Disposer de personnel qualifié pour le faire.<sup>[77]</sup>
- Choisir une chaudière ayant une dimension adéquate pour les besoins prévus, et calibrée en fonction des propriétés physiques du combustible utilisé.<sup>[77]</sup>
- Assurer un approvisionnement constant en biomasse et qui respecte les caractéristiques établies lors du calibrage du système de chauffage.<sup>[77]</sup>
- Ne pas négliger l'étape du conditionnement et de l'entreposage.<sup>[77]</sup>
- Investir dans des équipements (chaudières, systèmes d'épuration et d'évacuation des gaz, filtres, etc.) fiables et de bonne qualité.<sup>[77]</sup>
- Utiliser un combustible de qualité et qui respecte le calibrage de la chaudière.<sup>[77]</sup>
  
- Porter des lunettes de sécurité, des gants et des maques à poussières pour la manipulation des cendres.<sup>[45]</sup>
- S'assurer que les cendres soient refroidies avant de les manipuler.<sup>[31]</sup>
- En cas d'utilisation de la cendre comme amendement, utiliser un épandeur qui peut rompre efficacement les mottes indurées.<sup>[31]</sup>
- Éviter d'utiliser des cendres de grille comme amendement.<sup>[31]</sup>

## CONCLUSION

**La filière de la combustion de la biomasse forestière pour la production de chaleur pourrait avantageusement se substituer aux énergies fossiles dans une perspective de lutte contre les changements climatiques.** Cette filière est composée d'une série d'étapes techniques qui forme sa chaîne d'approvisionnement : récolte, séchage, traitement, transport, entreposage et conditionnement, distribution, combustion et gestion des cendres.

Ces étapes peuvent avoir des effets négatifs sur différents enjeux de développement durable tels que la santé et le bien-être des populations, la qualité des sols, de l'eau et la biodiversité, la vitalité des communautés et la sécurité des travailleurs. Le respect des normes et règlements en place ainsi que l'application d'une série de bonnes pratiques devraient toutefois permettre de les minimiser.

La filière peut également être considérée comme un vecteur de vitalité des communautés, grâce à son impact positif sur le marché de l'emploi, ainsi que sur le sentiment d'appartenance des citoyens et résidants des collectivités rurales. Elle représente ainsi une option intéressante dans une perspective d'occupation de l'espace et de dynamisation des territoires.



Preissac

© Wikimedia Commons



Ce document résume la série de trois fiches publiée dans le cadre du projet *Biomasse forestière et climat : communautés en action* [en ligne : <http://www.naturequebec.org/biomasse-forestiere-et-climat>]. Ces fiches traitent de la réduction de l'utilisation des combustibles fossiles pour le chauffage dans le domaine institutionnel, ainsi que des différents enjeux qui y sont reliés.

Partenaire financier principal



Rédaction : Jérôme Lévesque et Amélie St-Laurent Samuel

Collaborateur : Eugène Gagné et Sébastien Fournel

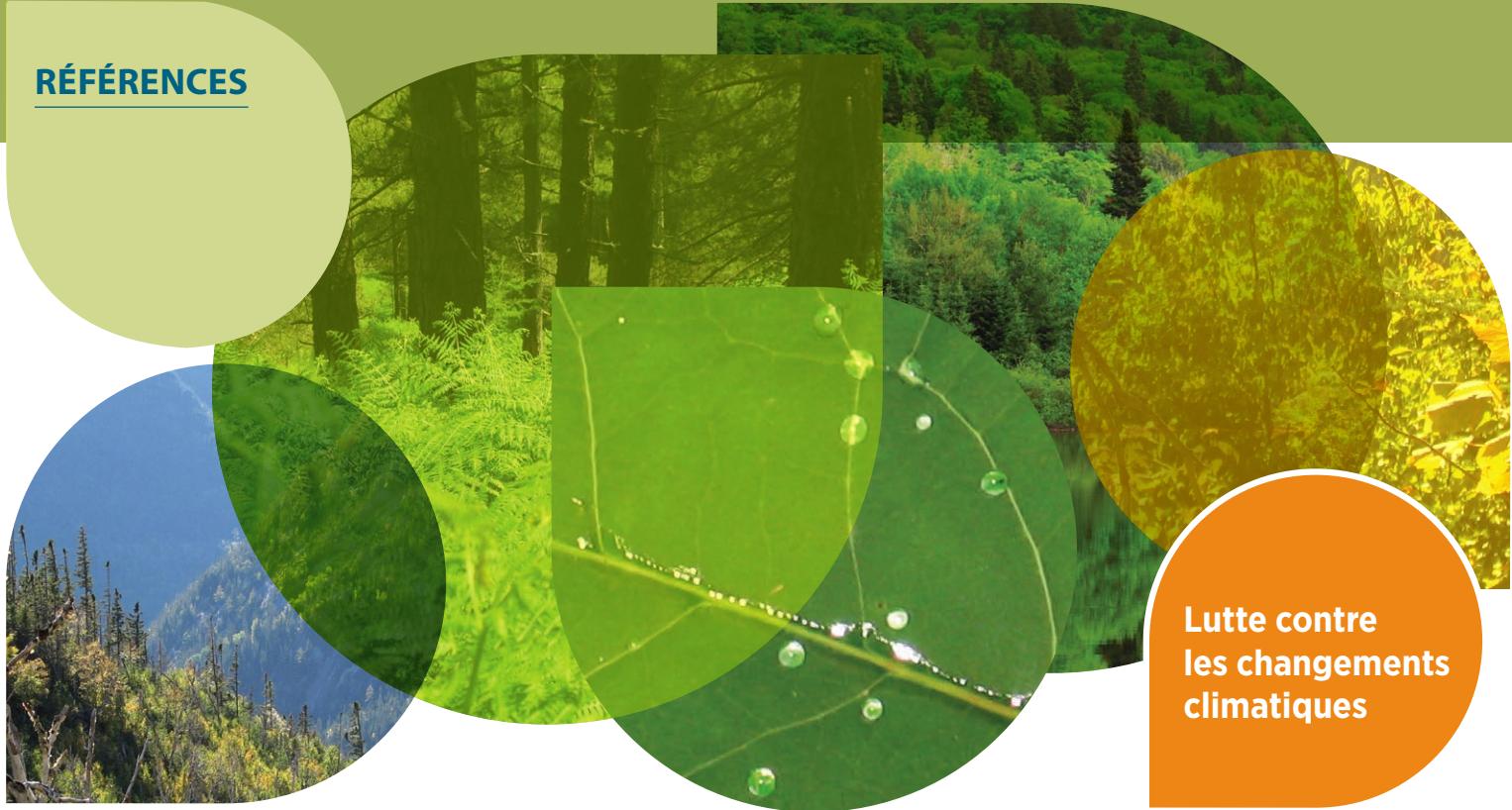
Illustration principale de page couverture (haut) : Corsaire Design

Édition, graphisme et autres illustrations : Marie-Claude Chagnon

ISBN 978-2-89725-068-3 (imprimé) et 978-2-89725-069-0 (PDF)

© Nature Québec, juillet 2014

## RÉFÉRENCES



Lutte contre  
les changements  
climatiques

# BIOMASSE FORESTIÈRE DOCUMENT DE SYNTHÈSE

- [1] Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME), 2007. *Les émissions atmosphériques de la combustion de biomasse*. Paris (France). 10 p. [En ligne.] [http://www.ofme.org/bois-energie/documents/Environnement/etude\\_ademe\\_emission\\_atmo6\\_07\\_2007.pdf](http://www.ofme.org/bois-energie/documents/Environnement/etude_ademe_emission_atmo6_07_2007.pdf)
- [2] Agrinova, Groupe AGÉCO, 2009. *Biohuile pyrolytique*. Fiche synthèse n° 9 préparée par le groupe de travail sur le milieu rural comme producteur d'énergie. Québec (Québec, Canada). 3 p. [En ligne.] [http://www.mamrot.gouv.qc.ca/pub/developpement Regional/ruralite/groupes\\_travail/Biohuile\\_pyrolytique.pdf](http://www.mamrot.gouv.qc.ca/pub/developpement Regional/ruralite/groupes_travail/Biohuile_pyrolytique.pdf)
- [3] Agrinova, Groupe AGÉCO, 2009. *Biomasses forestières*. Fiche synthèse n° 1 préparée par le groupe de travail sur le milieu rural comme producteur d'énergie. Québec (Québec, Canada). 3 p. [En ligne.] [http://www.mamrot.gouv.qc.ca/pub/developpement Regional/ruralite/groupes\\_travail/Biomasses\\_forestieres.pdf](http://www.mamrot.gouv.qc.ca/pub/developpement Regional/ruralite/groupes_travail/Biomasses_forestieres.pdf)
- [4] Anzola, M., 2012. *Biomass Boiler Emissions and Chimney Height. A review of Practice in the UK and other EU countries*. Master Thesis, Sustainable Engineering: Renewable Energy Systems and the Environment. Glasgow (United Kingdom), University of Strathclyde. 94 p. [En ligne.] [http://www.esru.strath.ac.uk/Documents/MSc\\_2012/Anzola.pdf](http://www.esru.strath.ac.uk/Documents/MSc_2012/Anzola.pdf)
- [5] Ashton, S., B. Jackson and R. Schroeder, 2007. Storing Woody Biomass. In: Hubbard, W., L. Biles, C. Mayfield and S. Ashton (Eds.). *Sustainable Forestry for Bioenergy and Bio-based Products: Trainers Curriculum Notebook*. Athens (GA), Southern Forest Research Partnership inc. [En ligne.] <http://www.forestbioenergy.net/training-materials/fact-sheets/module-4-fact-sheets/fact-sheet-4-6-storing-woody-biomass/>

- [6] Ashton, S., L. McDonell and K. Barnes, 2009. *Woody Biomass Desk Guide & Toolkit*. National Association of Conservation Districts (NACD), 188 p. [En ligne.] <http://www.forestbioenergy.net/training-materials/woody-biomass-desk-guide-and-toolkit/WoodyBiomassToolkit.pdf>
- [7] Association pour l'air pur (ALAP), 2007. *Commentaires au regard du projet Stratégie gouvernementale de développement durable du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEFP)*. 15 p. [En ligne.] [http://www.alap.qc.ca/Documents/ALAP\\_Consultation\\_MDDEP\\_Nov2007.pdf](http://www.alap.qc.ca/Documents/ALAP_Consultation_MDDEP_Nov2007.pdf)
- [8] Auverlot, D., et A. Teillant, 2012. *Vers des prix du pétrole durablement élevés et de plus en plus volatils*. Note d'analyse 280. Centre d'analyse stratégique, (département Développement durable) et Olivier Rech, associé de Energy Funds Advisors. 16 p. [En ligne.] [http://www.emn.fr/z-dg/transition-energetique/uploads/images/En\\_savoir\\_plus/2012-09-11-prixdupetrole-na280%20CAS.pdf](http://www.emn.fr/z-dg/transition-energetique/uploads/images/En_savoir_plus/2012-09-11-prixdupetrole-na280%20CAS.pdf)
- [9] Beauchemin, P., and M. Tampier, 2008. *Emissions from Wood-Fired Combustion Equipment*. Report presented to the Ministry of Environment of British Columbia. 50 p. [En ligne.] [http://www.env.gov.bc.ca/epd/industrial/pulp\\_paper\\_lumber/pdf/emissions\\_report\\_08.pdf](http://www.env.gov.bc.ca/epd/industrial/pulp_paper_lumber/pdf/emissions_report_08.pdf)
- [10] Berndes, G., and J. Hansson, 2007. Bioenergy Expansion in the EU: Cost-effective Climate Change Mitigation, Employment Creation and Reduced Dependency on Imported Fuels. *Energy Policy* 35 (12): 5965-5979.
- [11] Bouchard, M., J. Dupuis et V. Vallée, 2007. *Profil des produits forestiers. Études de cas d'utilisation de la biomasse provenant de la forêt dans les chaudières à résidus pour la production d'énergie*. Document réalisé conjointement par le ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF) et le Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ). 20 p. [En ligne.] <http://www.mrn.gouv.qc.ca/publications/forests/entreprises/etudes-cas-biomasse.pdf>
- [12] Caron-Malenfant, J., M. Venne et M. Beaucage, 2013. *Étude sommaire sur les processus et les facteurs d'acceptabilité sociale pour le secteur industriel*. Étude de l'Institut du Nouveau Monde (INM). 51 p.
- [13] Centre matapédien d'études collégiales, 2010. Perfectionnement en gestion et utilisation de la biomasse forestière. Plan de formation. 7 p. [En ligne.] <http://centre-matapedien.qc.ca/data/documents/Perfec-ProductionChaleurMai2013.pdf>
- [14] Centre national de recherches du Canada (CNRC), 2009. *Analyse de forces, faiblesses, opportunités et menaces : d'éthanol et de substances chimiques à partir de matériaux lignocellulosiques ; production d'énergie par digestion anaérobie, gazéification et pyrolyse ; et biocomposites et nouveaux matériaux à partir de biomasse*. Rapport final présenté au groupe sectoriel Bioproduits du PARI-CNRC. 59 p.
- [15] Communauté métropolitaine de Montréal, 2010. *Étude sur les facteurs pouvant influencer l'acceptabilité sociale des équipements de traitement des matières résiduelles*. Rapport final. Montréal (Québec, Canada). 198 p. [En ligne.] [http://cmm.qc.ca/fileadmin/user\\_upload/documents/gmr\\_accesSocial\\_rapport.pdf](http://cmm.qc.ca/fileadmin/user_upload/documents/gmr_accesSocial_rapport.pdf)
- [16] Conférence régionale des élus de la Capitale-Nationale (CRECN), 2010. *L'industrie forestière : génératrice de retombées économiques importantes*. Fascicule d'information. 8 p. [En ligne.] <http://www.crcn.qc.ca/fichiers-contribute/6-Industrie.pdf>
- [17] Conseil québécois de la coopération et de la mutualité (CQCM), 2007. *Coopératives en énergies renouvelables*. Guide de développement durable. 61 p.
- [18] Davies, K., et B. Sadler, 1997. *Évaluation environnementale et santé humaine : perspectives, approches et orientations*. Document d'information pour l'étude internationale sur l'efficacité de l'évaluation environnementale. Ministère des Approvisionnements et Services Canada. 54 p. [En ligne.] <http://publications.gc.ca/collections/Collection/H46-3-7-1997F.pdf>
- [19] Domac, J., K. Richards and S. Risovic, 2005. Socio-economic Drivers in Implementing Bioenergy Projects. *Biomass and Bioenergy* 28 (2): 97-106.
- [20] Dwivedi, P., and J.R.R. Alavalapati, 2009. Stakeholders' Perceptions on Forest Biomass-based Bioenergy Development in the Southern US. *Energy Policy* 37 (5): 1999-2007.
- [21] Faaij, A., and J. Domac, 2006. Emerging International Bio-energy Markets and Opportunities for Socio-economic Development. *Energy for Sustainable Development* 10 (1): 7-19.



- [22] Fédération québécoise des coopératives forestières (FQCF), 2013. *Mémoire de la fédération québécoise des coopératives forestières (FQCF)*. Présenté dans le cadre de la Commission sur les enjeux énergétiques du Québec. 11 p. [En ligne.] [http://consultationenergie.gouv.qc.ca/memoires/20131004\\_247\\_FQCF\\_M.pdf](http://consultationenergie.gouv.qc.ca/memoires/20131004_247_FQCF_M.pdf)
- [23] Fédération québécoise des coopératives forestières (FQCF), 2012. *Évaluation économique de la filière de la biomasse forestière destinée aux projets de chaufferies*. Rapport final préparé par EcoTec Consultants. 94 p. [En ligne.] [http://jc.fqcf.coop/wp-content/uploads/Chaudage\\_biomasse\\_CI\\_FQCF\\_2012\\_03\\_12.pdf](http://jc.fqcf.coop/wp-content/uploads/Chaudage_biomasse_CI_FQCF_2012_03_12.pdf)
- [24] Fédération québécoise des coopératives forestières (FQCF), 2011. *Les chaufferies à la biomasse forestière : un choix éclairé*. Fascicule d'information. 8 p. [En ligne.] [http://jc.fqcf.coop/wp-content/uploads/chaufferie\\_en\\_biomasse\\_forestiere\\_01.pdf](http://jc.fqcf.coop/wp-content/uploads/chaufferie_en_biomasse_forestiere_01.pdf)
- [25] Fédération québécoise des coopératives forestières (FQCF), 2010. *Les coopératives forestières : spécialistes de l'approvisionnement en biomasse forestière*. 8 p. [En ligne.] [http://jc.fqcf.coop/wp-content/uploads/specialistes\\_de\\_l\\_approvisionnement\\_en\\_biomasse\\_forestiere.pdf](http://jc.fqcf.coop/wp-content/uploads/specialistes_de_l_approvisionnement_en_biomasse_forestiere.pdf)
- [26] Gagné, D., 2007. *Principes de combustion appliqués au chauffage au bois*. Direction de santé publique. Agence de la santé et de services sociaux de l'Abitibi-Témiscamingue. 24 p. [En ligne.] <http://www.sante-abitibi-temiscamingue.gouv.qc.ca/documents/Principesdecombustionappliquesauchauffageaubois.pdf>
- [27] Godbout, S., J.H. Palacios et P. Brassard, 2012. *Avenues pour la valorisation des cendres de combustion de la biomasse agricole*. Fiche synthèse. Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA). 2 p. [En ligne.] [http://www.agrieseau.qc.ca/agroenvironnement/documents/Fiche\\_valo\\_cendres\\_biomasse\\_agr.pdf](http://www.agrieseau.qc.ca/agroenvironnement/documents/Fiche_valo_cendres_biomasse_agr.pdf)
- [28] Gouvernement du Québec, 2013. « Règlement sur la santé et la sécurité dans les travaux d'aménagement forestier, ch. S-2.1, r.12.1 ». *Loi sur la santé et la sécurité au travail*. [En ligne.] [http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/S\\_2\\_1/S2\\_1R12\\_1.HTM](http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/S_2_1/S2_1R12_1.HTM)
- [29] Gouvernement du Québec, 2013. « Règlement sur la santé et la sécurité du travail, ch. S-2.1, a. 223 ». *Loi sur la santé et la sécurité du travail*. [En ligne.] [http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/S\\_2\\_1/S2\\_1R13.HTM](http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/S_2_1/S2_1R13.HTM)
- [30] Gouvernement du Québec, 2013. « Règlement sur les normes minimales de premiers secours et de premiers soins, A-3.001, r. 10 ». *Loi sur les accidents de travail et les maladies professionnelles et Loi sur la santé et la sécurité au travail*. [En ligne.] [http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=/A\\_3\\_001/A3\\_001R10.htm](http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=/A_3_001/A3_001R10.htm)
- [31] Hébert, M., et B. Breton, 2008. Recyclage agricole des cendres de bois au Québec. État de la situation, impacts et bonnes pratiques agro-environnementales. *Agrosolutions* 19 (2) : 18-33. [En ligne.] [http://www.irda.qc.ca/assets/documents/Publications/documents/hebert-breton-2008\\_article\\_recyclage\\_agricole\\_cendres\\_174.pdf](http://www.irda.qc.ca/assets/documents/Publications/documents/hebert-breton-2008_article_recyclage_agricole_cendres_174.pdf)
- [32] Herbillon, C., 2010. *Cohabitation de projets énergie biomasse à l'échelle d'un territoire. La parole des acteurs sur le terrain*. Étude réalisée par le Réseau rural national dans le cadre du groupe « Valorisation des ressources locales », sous-groupe « Biomasse énergie ». Paris (France). 20 p. [En ligne.] [http://www.reseaurural.fr/files/plaquette\\_etude\\_cohabitation\\_rr\\_18-03-2011\\_0.pdf](http://www.reseaurural.fr/files/plaquette_etude_cohabitation_rr_18-03-2011_0.pdf)
- [33] Hydro-Québec. « Affaires – Tarifs et facturation – Tarification – Tarifs pour les clients d'affaires – Tarif G – Hydro-Québec ». [En ligne, consulté le 3 septembre 2013.] <http://www.hydroquebec.com/affaires/tarifs-et-facture/tarification/tarifs-affaires-electricite/tarif-g/>
- [34] Hydro-Québec. « Affaires – Tarifs et facturation – Tarification – Tarifs pour les clients d'affaires – Tarif M – Hydro-Québec ». [En ligne, consulté le 3 septembre 2013.] <http://www.hydroquebec.com/affaires/tarifs-et-facture/tarification/tarifs-affaires-electricite/tarif-m/>
- [35] Jäppinen, P., T. Haahtela and J. Lira, 1987. Chip Pile Workers and Mould Exposure. *Allergy* 42: 545-548.
- [36] Jirjis, R., 1995. *Handling and Storage of Woody Biomass*. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Forest Products. 5 p.
- [37] Kistler, M., 2012. *Particulate Matter and Odor Emission Factors from Small Scale Biomass Combustion Units*. PHD Thesis, Vienna University of Technology. [En ligne.] <http://www.wien.gv.at/umweltschutz/nachhaltigkeit/pdf/kistler-2012.pdf>
- [38] Krajnc, N., and J. Domac, 2007. How to Model Different Socio-economic and Environmental Aspects of Biomass Utilisation: Case Study in Selected Regions in Slovenia and Croatia. *Energy Policy* 35 (12): 6010-6020.

- [39] Lavric, E.D., A. Konnov and J. De Ruyck, 2004. Dioxin Levels in Wood Combustion. A Review. *Biomass and Bioenergy* 26 (2): 115-145.
- [40] Lemieux, D., C. Dutil, B. Demers et collaborateurs, 2013. *Plan directeur de la Fédération québécoise des coopératives forestières*. Rapport final de la Fédération québécoise des coopératives forestières (FQCF). 69 p. [En ligne.] [http://www.fqcf.coop/wp-content/uploads/Plan\\_directeur.pdf](http://www.fqcf.coop/wp-content/uploads/Plan_directeur.pdf)
- [41] Lévesque, J., et A. St-Laurent Samuel, 2014. *Biomasse forestière : vitalité des communautés*. Fiche n° 1. Projet Biomasse forestière et climat: communautés en action. Québec (Québec, Canada), Nature Québec. 20 p. [En ligne.] [http://www.naturequebec.org/fichiers/Energie\\_climat/Biomasse/FI14-07\\_BioFor\\_1\\_Vitalite\\_web.pdf](http://www.naturequebec.org/fichiers/Energie_climat/Biomasse/FI14-07_BioFor_1_Vitalite_web.pdf)
- [42] Lévesque, J., et A. St-Laurent Samuel, 2014. *Biomasse forestière : santé des communautés*. Fiche n° 2. Projet Biomasse forestière et climat: communautés en action. Québec (Québec, Canada), Nature Québec. 14 p. [En ligne.] [http://www.naturequebec.org/fichiers/Energie\\_climat/Biomasse/FI14-07\\_BioFor\\_2\\_Sante\\_web.pdf](http://www.naturequebec.org/fichiers/Energie_climat/Biomasse/FI14-07_BioFor_2_Sante_web.pdf)
- [43] Lévesque, J., et A. St-Laurent Samuel, 2014. *Biomasse forestière : sécurité et bien-être*. Fiche n° 3. Projet Biomasse forestière et climat: communautés en action. Québec (Québec, Canada), Nature Québec. 10 p. [En ligne.] [http://www.naturequebec.org/fichiers/Energie\\_climat/Biomasse/FI14-07\\_BioFor\\_3\\_Securite\\_web.pdf](http://www.naturequebec.org/fichiers/Energie_climat/Biomasse/FI14-07_BioFor_3_Securite_web.pdf)
- [44] Luzet, B., et Y. Moebs, 2012. *Rapport de l'inspection des installations classées pour la centrale de cogénération à biomasse de la Société Dalkia Biomasse Angers à Sainte-Gemmes sur Loire*. Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement des Pays de la Loire, Unité territoriale d'Angers, Division territoriale des risques technologiques. 19 p. [En ligne.] [http://www.maine-et-loire.gouv.fr/IMG/pdf/DALKIA\\_rapport\\_DREAL.pdf](http://www.maine-et-loire.gouv.fr/IMG/pdf/DALKIA_rapport_DREAL.pdf)
- [45] Majeau, J.A., M. Hébert et J. Desforges, 2013. Les cendres de poêles à bois. Que peut-on en faire ? *Vecteur environnement* 47 (3) : 43-49. [En ligne.] <http://www.mddep.gouv.qc.ca/matières/articles/cendre-poele-bois-201305.pdf>
- [46] Mayfield, C.A., C.D. Foster, C.T. Smith *et al.*, 2007. Opportunities, Barriers and Strategies for Forest Bioenergy and Bio-based Product Development in the Southern United States. *Biomass and Bioenergy* 31 (9): 631-637.
- [47] McCormick, K., and T. Kåberger, 2007. Key Barriers for Bioenergy in Europe: Economic Conditions, Know-how and Institutional Capacity, and Supply chain Coordination. *Biomass and Bioenergy* 31 (7): 443-452.
- [48] Metro Vancouver, 2008. *Greater Vancouver Regional District Agricultural Boilers Emission Regulation Amending Bylaw No. 1098*. Vancouver (British-Columbia, Canada), 8 p. [En ligne.] [http://www.metrovancouver.org/boards/bylaws/Bylaws/GVRD\\_Bylaw\\_1098.pdf](http://www.metrovancouver.org/boards/bylaws/Bylaws/GVRD_Bylaw_1098.pdf)
- [49] Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire (MAMROT), 2012. *Bois Énergie Matapedia : étude expérimentale du potentiel de la biomasse forestière pour le chauffage des bâtiments institutionnels dans les milieux ruraux québécois*. Fiche d'information, Laboratoire rural 2007-2014, sélection 2007. 2 p. [En ligne.] [http://www.mamrot.gouv.qc.ca/pub/developpementRegional/ruralite/laboratoire\\_ruraux/etude\\_experimentale\\_biomasse\\_forestiere.pdf](http://www.mamrot.gouv.qc.ca/pub/developpementRegional/ruralite/laboratoire_ruraux/etude_experimentale_biomasse_forestiere.pdf)
- [50] Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire (MAMROT), 2011. *Financement et accès à l'expertise pour le développement des projets d'énergie renouvelable en milieu rural : étude comparative entre les approches développées à l'international et les besoins des promoteurs québécois des énergies renouvelables*. Rapport du groupe de travail sur le milieu rural comme producteur d'énergie. 60 p. [En ligne.] [http://www.mamrot.gouv.qc.ca/pub/developpementRegional/ruralite/groupes\\_travail/financement\\_expertise\\_developpement\\_projets\\_energie.pdf](http://www.mamrot.gouv.qc.ca/pub/developpementRegional/ruralite/groupes_travail/financement_expertise_developpement_projets_energie.pdf)
- [51] Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire (MAMROT), 2011. *L'énergie renouvelable : source naturelle de succès pour le développement rural*. Rapport du groupe de travail sur le milieu rural comme producteur d'énergie. 63 p. [En ligne.] [http://www.mamrot.gouv.qc.ca/pub/developpementRegional/ruralite/groupes\\_travail/rapport\\_groupe\\_prod\\_energie.pdf](http://www.mamrot.gouv.qc.ca/pub/developpementRegional/ruralite/groupes_travail/rapport_groupe_prod_energie.pdf)
- [52] Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire (MAMROT), 2011. *Synthèse des leviers et barrières au développement d'initiatives énergétiques en milieu rural québécois*. Rapport du groupe de travail sur le milieu rural comme producteur d'énergie. 24 p. [En ligne.] [http://www.mamrot.gouv.qc.ca/pub/developpementRegional/ruralite/groupes\\_travail/synthese\\_leviers\\_barrières\\_developpement.pdf](http://www.mamrot.gouv.qc.ca/pub/developpementRegional/ruralite/groupes_travail/synthese_leviers_barrières_developpement.pdf)



- [53] Ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF), 2013. *Biomasse forestière résiduelle : programme d'aide financière pour des projets d'efficacité énergétique par conversion*. Dépliant d'information, 4 p. [En ligne.] [http://www.efficaciteenergetique.mrnf.gouv.qc.ca/fileadmin/médias/pdf/biomasse/Depliant\\_Biomasse.pdf](http://www.efficaciteenergetique.mrnf.gouv.qc.ca/fileadmin/médias/pdf/biomasse/Depliant_Biomasse.pdf)
- [54] Ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF), 2008. *Vers la valorisation de la biomasse forestière : un plan d'action*. Direction du développement de l'industrie des produits forestiers, 23 p. [En ligne.] <http://www.mrn.gouv.qc.ca/publications/forets/entreprises/plan-action-biomasse.pdf>
- [55] Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP), 2012. « Le chauffage au bois ». [En ligne.] <http://www.mddep.gouv.qc.ca/air/chauf-bois/>
- [56] Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP), 2013. « Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère, ch. Q-2, r.4.1 ». Loi sur la qualité de l'environnement. [En ligne.] [http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=/Q\\_2/Q2R4\\_1.htm](http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=/Q_2/Q2R4_1.htm)
- [57] Municipalité de Mont-Carmel, 2011. *Chaufferie collective à la biomasse*. Document de transfert de connaissances. 41 p. [En ligne.] [http://www.valleedeslacs.com/edit/BDnouvelle20120627145741-rapport\\_transfert\\_de\\_connaissances\\_biomasse\\_mont-carmel.pdf](http://www.valleedeslacs.com/edit/BDnouvelle20120627145741-rapport_transfert_de_connaissances_biomasse_mont-carmel.pdf)
- [58] Nussbaumer, T., C. Czasch, N. Klippe et al., 2008. *Particulate Emissions from Biomass Combustion in IEA Countries : Survey on Measurements and Emission Factors*. International Energy Agency (IEA) Bioenergy Task 32. 40 p. [En ligne.] [http://www.ieabcc.nl/publications/Nussbaumer\\_et\\_al IEA\\_Report\\_PM10\\_Jan\\_2008.pdf](http://www.ieabcc.nl/publications/Nussbaumer_et_al IEA_Report_PM10_Jan_2008.pdf)
- [59] Office nationale de l'énergie du Canada, 2011. « ONÉ –Prix – Regard sur les prix de l'énergie au Canada de 2000 à 2010 – Info Énergie ». [En ligne. consulté le 7 octobre 2013.] <http://www.neb-one.gc.ca/clf-nsi/rnrgyfmtn/prcng/cndnnrgprcngrndfct2011/cndnnrgprcngtrndfct-fra.html>
- [60] Plante, P.-A., 2012. Biomasse, une idée qui nous garde au chaud. *Agri-Nouvelles* 21 (2) : 30-31. [En ligne.] [http://www.agri-marche.com/images\\_data/929.pdf](http://www.agri-marche.com/images_data/929.pdf)
- [61] Press-Kristensen, 2013. Small Chimneys, Big Emissions. *Acid News* 1: 1-5 [En ligne.] [http://www.airclim.org/sites/default/files/acidnews\\_pdf/AN1-2013.pdf](http://www.airclim.org/sites/default/files/acidnews_pdf/AN1-2013.pdf)
- [62] Proulx, M.U., 2012. *La dynamique spatioéconomique contemporaine du Québec et la zone de transition nord-sud*. Gouvernement du Québec. Commission parlementaire sur l'aménagement et l'urbanisme. CAT – 027M C.P. – P.L. 34 Occupation et vitalité des territoires.
- [63] Proulx, M.U., 2009. Territoires émergents et cohérence dans l'espace Québec. *Cahiers de géographie du Québec* 149 (53) : 177-196. [En ligne.] <http://www.erudit.org/revue/cgq/2009/v53/n149/038781ar.pdf>
- [64] Proulx, M.U., et N. Riverin, 2002. La dynamique spatio-économique contemporaine ou recentrage spatial du développement au Québec. *Revue Interventions économiques* 28 [En ligne.] <http://interventionseconomiques.revues.org/1093>
- [65] Régie de l'énergie du Québec, 2004-2013. « Régie de l'énergie – Produits pétroliers Informations utiles ». [En ligne.] [http://www.regie-energie.qc.ca/energie/petrole\\_tarifs.php](http://www.regie-energie.qc.ca/energie/petrole_tarifs.php) [consulté le 7 octobre 2013].
- [66] Réseau d'expertise et de valorisation en biomasse forestière, 2013. *Mémoire présenté par le Réseau d'expertise et de valorisation en biomasse forestière à la Commission sur les enjeux énergétiques du Québec*. [En ligne.] [http://www.consultationenergie.gouv.qc.ca/memoires/20131011\\_364\\_Reseau\\_biomasse\\_forestiere\\_M.pdf](http://www.consultationenergie.gouv.qc.ca/memoires/20131011_364_Reseau_biomasse_forestiere_M.pdf)
- [67] Réseau Forêt-Bois-Matériaux de Témiscouata, 2013. *Biomasse forestière, poudre de bois, granules briquettes, cogénération : une bioénergie en circuit court*. Mémoire présenté à la Commission sur les enjeux énergétiques du Québec. [En ligne.] [http://consultationenergie.gouv.qc.ca/memoires/20131011\\_343\\_Reseau\\_Foret-Bois-Materiaux\\_Temiscouata\\_M.pdf](http://consultationenergie.gouv.qc.ca/memoires/20131011_343_Reseau_Foret-Bois-Materiaux_Temiscouata_M.pdf)
- [68] Roos, A., R.L. Graham, B. Hektor et al., 1999. Critical Factors to Bioenergy Implementation. *Biomass and Bioenergy* 17 (2): 113-126.
- [69] Sampson, C., J. Agnew and J. Wassermann, 2012. *Logistics of Agricultural-Based Biomass Feedstock for Saskatchewan*. Research Report prepared by PAMI for ABC Steering Committee, SaskPower and NRCan. Humboldt, 231 p. [En ligne.] <http://pami.ca/wp-content/uploads/2012/06/Research-Report-Logistics-of-Agricultural-Biomass-Feedstock-for-Saskatchewan.pdf>

- [70] Sebastian, A., A.M. Madsen, L. Martensson et al., 2006. Assessment of Microbial Exposure Risks from Handling of Biofuel Wood Chips and Straw-effect of Outdoor Storage. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine* 13 (1): 139-145. [En ligne.] <http://www.aaem.pl/pdf/13139.pdf>
- [71] Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ), 2011. *Heures de conduite et de repos des conducteurs de véhicules lourds*. Brochure d'information. 63 p. [En ligne.] [http://www.saaq.gouv.qc.ca/publications/lourds/heures\\_conduite.pdf](http://www.saaq.gouv.qc.ca/publications/lourds/heures_conduite.pdf)
- [72] Solomatnikova, O., G. Douville, N. Carrière et coll., 2011. *Profil des produits forestiers : technologies de bioénergies à base de biomasse forestière*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF). 168 p. [En ligne.] <http://www.mrn.gouv.qc.ca/publications/forets/entreprises/bioenergies-biomasse.pdf>
- [73] Thiffault, E., et A. Saint-Laurent-Samuel, 2014 [à paraître]. *La récolte de biomasse forestière : saines pratiques et enjeux écologiques dans la forêt boréale canadienne*. Guide produit conjointement par le Service canadien des forêts (Centre de foresterie des Laurentides), la Fédération québécoise des coopératives forestières (FQCF) et Nature Québec. Québec (Québec, Canada).
- [74] Thörnqvist, T., 1985. Drying and Storage of Forest Residues for Energy Production. *Biomass* 7 (2): 125-134.
- [75] Trink, T., C. Schmid, T. Schinko et al., 2010. Regional Economic Impacts of Biomass based Energy Service Use : A Comparison across Crops and Technologies for East Styria, Austria. *Energy Policy* 38 (10): 5912-5926.
- [76] Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR). « Université du Québec à Trois-Rivières – 0619 – Programme court de deuxième cycle en valorisation de la biomasse ». [En ligne, consulté le 6 septembre 2013.] [https://oraprdnt.uqtr.quebec.ca/pls/public/gscw030?owa\\_no\\_site=1842](https://oraprdnt.uqtr.quebec.ca/pls/public/gscw030?owa_no_site=1842)
- [77] Van Loo, S., and J. Koppejan, 2008. *The Handbook of Biomass Combustion and Co-firing*. Sterling (VA, United States), S. Van Loo et Jaap Koppejan, eds. 442 p.
- [78] Villeneuve, J., 2013. *Législation et impact de l'efficacité énergétique sur les émissions des systèmes à la biomasse*. Ministère de l'Agriculture et Agroalimentaire Canada. Présentation réalisée dans le cadre du 27<sup>e</sup> Congrès annuel de l'AQME à Rivière-du-Loup, lors de la journée Biomasse, 8 mai 2013. [En ligne.] <http://www.aqme.org/DATA/TEXTEDOC/VilleneuveJ-Legislation-biomasse.pdf>



ISBN 978-2-89725-068-3 (imprimé)  
ISBN 978-2-89725-069-0 (PDF)

**Nature Québec**  
sensible à tous les milieux

**BIOMASSE FORESTIÈRE ET CLIMAT  
COMMUNAUTÉS EN ACTION**