

FICHE 2

Lutte contre
les changements
climatiques

BIOMASSE FORESTIÈRE SANTÉ DES COMMUNAUTÉS

La santé est un aspect clé de l'acceptabilité sociale des projets. Par exemple, l'opposition témoignée par rapport à l'implantation d'installations dangereuses est fréquemment expliquée par la perception des citoyens qu'il existe un risque pour la santé individuelle et le bien-être collectif.^[6] De plus, « l'intolérance face à tout manque de transparence sur les questions de santé » est identifiée comme un facteur d'échec en matière d'acceptabilité sociale pour certains projets.^[5] Néanmoins, la santé est rarement considérée comme un aspect prioritaire de la prise de décision en ce qui concerne le développement

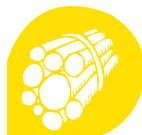
des communautés. Afin de favoriser l'acceptabilité sociale des projets et de diminuer leur impact sur la santé, le respect de la réglementation et l'intégration de bonnes pratiques de planification et de mise en œuvre de ces projets sont essentiels.

Dans le cadre de projets de chaufferies à la biomasse, les impacts sur la santé concernent les étapes d'entreposage et de conditionnement, de combustion et de valorisation des cendres, bien que chacune des autres étapes soit susceptible d'être associée indirectement à cet enjeu.

Ci-dessous, en pictogrammes, les principales étapes de la filière de production et d'utilisation de la biomasse forestière. Les pictogrammes en noir représentent les étapes concernées par l'enjeu des changements climatiques en regard de la santé des communautés.



Récolte



Séchage



Traitement



Transport



Entreposage



Distribution



Combustion



Gestion cendres

1. ENTREPOSAGE DE LA BIOMASSE

1.1. NATURE DE L'IMPACT

Les champignons et les bactéries qui colonisent la biomasse forestière dès son entreposage peuvent avoir un impact sur la santé des travailleurs qui la manipulent.^[3] En effet, les grandes quantités de microchampignons peuvent entraîner des réactions allergiques chez les individus responsables de la manutention du matériel.^[19] De la même façon, l'exposition à des quantités élevées de micro-organismes contenus dans la poussière issue de la manipulation de la biomasse est associée à des symptômes respiratoires et à une irritation des yeux des travailleurs exposés.^[17] De plus, à long terme, une exposition à de grandes quantités de spores fongiques peut entraîner une diminution de la performance respiratoire de certains de ces travailleurs.^[9] Il est à noter que l'exposition pourrait aussi survenir pendant le transport et la livraison de la biomasse.

1.2. SOURCE DE L'IMPACT

Le principal facteur influençant la colonisation de la biomasse par les micro-organismes est le taux d'humidité du matériel. En effet, un taux d'humidité élevé est synonyme d'une colonisation importante et rapide.^[19] La composition du bois, la granulométrie du matériel, la taille et la forme des tas de bois, ainsi que la durée de l'entreposage, influencent aussi les paramètres de colonisation et les types de champignons et bactéries observés. Par exemple, lorsque la biomasse est fractionnée en copeaux, des surfaces plus importantes peuvent soutenir l'activité microbienne. De plus, une granulométrie plus fine du matériel diminue la circulation de l'air dans l'amas de copeaux, ce qui nuit à la dissipation de la chaleur. La biomasse entreposée sous forme de piles de copeaux est donc plus susceptible d'être colonisée par les micro-organismes que celle qui n'a pas été transformée.^[3]

1.3. BONNES PRATIQUES

Cet enjeu de santé n'est pas considéré comme étant majeur et n'est pas fréquemment évoqué. Ainsi, une bonne gestion de la biomasse entreposée permet d'éviter facilement les impacts potentiels sur la santé des travailleurs qui la manipulent, autant que sur leur sécurité (voir la section **2.1. Traitement, entreposage et conditionnement**, de la fiche *Biomasse forestière : sécurité et bien-être*).^[10]



Champignons Cladosporium.

© Wikipedia Commons, Keisoteyo

2. COMBUSTION

2.1. POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES ET LEURS EFFETS SUR LA SANTÉ

Comme pour tous les combustibles, l'utilisation du bois pour le chauffage est associée à l'émission de polluants dans l'atmosphère. Les polluants les plus préoccupants pour la santé sont le monoxyde de carbone (CO), les oxydes d'azote (NO_x), les composés organiques volatils (COV), les poussières (particules fines, notamment PM_{2,5}), les dioxines et les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). À concentration élevée, tous ces polluants ont des effets reconnus sur la santé humaine. Ces effets peuvent varier selon la sensibilité des individus (voir le **Tableau 1**, page 3).^[13]



Tableau 1. Effets potentiels sur la santé de différents contaminants^[12]

Contaminants	Effets
Monoxyde de carbone (CO)	Maux de tête, nausées, étourdissements, aggravation de l'angine chez les personnes ayant des problèmes cardiaques.
Composés organiques volatils (COV)	Irritation et maux respiratoires ; certains COV (ex. : benzène) sont cancérigènes.
Particules fines (PM2,5)	Irritation des voies pulmonaires, aggravation des maladies cardiorespiratoires, mortalité plus hâtive.
Oxydes d'azote (NOx)	Irritation du système respiratoire, douleur à l'inspiration, toux, œdème pulmonaire.
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	Certains HAP sont considérés comme mutagènes ou cancérigènes ou soupçonnés de l'être.
Dioxines	Cancérigènes probables.

2.2. DISTINCTION ENTRE LES ÉMISSIONS DES DIFFÉRENTS COMBUSTIBLES

Le **Tableau 2** (ci-dessous) permet de comparer les émissions atmosphériques associées à différents combustibles pour les installations de combustion d'une puissance inférieure à 50 MW, pour le secteur industriel ou le chauffage collectif. Différents constats s'en dégagent. Ainsi, la combustion du bois émet moins de dioxyde de soufre (SO₂) que celle du charbon et du mazout (lourd et léger). De plus, elle produit moins de composés organiques volatils non méthaniques (COVNM), et environ autant de NO_x et de poussières (particules) que la combustion du charbon. Les autres émissions liées au bois seraient toutefois supérieures.^[1] Il faut cependant préciser que les paramètres pris en compte pour le calcul des émissions associées à la combustion, comme le type de système utilisé, ainsi que les paramètres de combustion tels que le type de biomasse utilisé (vrac, granules), le taux d'humidité, etc., ne sont pas précisés ; les données peuvent donc différer. En effet, d'autres études font état de résultats plus optimistes en ce qui concerne les effets de la biomasse sur la qualité de l'air.^[18]

Tableau 2. Comparaison des émissions de polluants ramenées à l'unité d'énergie entrante dans les installations de combustion de puissance inférieure à 50 MW du secteur industriel ou du chauffage collectif^[1]

	Charbon	Mazout lourd (fuel lourd)	Mazout léger (fuel domestique)	Gaz naturel	Bois
SO ₂ (g/GJ)	618	819	95	0,5	20
NOx (g/GJ)	160	170	100	60	200
COVNM (g/GJ)	15	3	1,5	4	4,8
CO (g/GJ)	200	15	15	19	250
Poussières (g/GJ)	100	48	3	0	100
Dioxines (ng i-TEQ/GJ)	3,85	2,5	0	0	40
HAP (µg/GJ)	1920	5	0	0	8000

2.3. DISTINCTION ENTRE LES ÉMISSIONS DU CHAUFFAGE DOMESTIQUE ET CELLES DU CHAUFFAGE INSTITUTIONNEL OU INDUSTRIEL

En matière de combustion de biomasse forestière, il est important de distinguer le chauffage domestique du chauffage institutionnel ou industriel. En effet, les systèmes traditionnels de chauffage domestique émettent beaucoup plus de polluants que les systèmes de chauffage du secteur industriel ou du chauffage collectif (voir le [Tableau 3](#), ci-dessous). Le chauffage du secteur industriel et collectif serait en effet beaucoup plus performant sur le plan environnemental. Les causes qui peuvent être évoquées pour expliquer la piètre performance du chauffage résidentiel sont notamment l'utilisation plus fréquente d'un combustible de mauvaise qualité et la grande proportion d'appareils anciens et peu performants^[1]

Tableau 3. Comparaison des émissions de polluants de la combustion de biomasse pour le secteur domestique (petites installations) et pour le secteur industriel ou le chauffage collectif (< 50 MW)^[1]

	Secteur domestique	Secteur industriel et chauffage collectif
SO ₂ (g/GJ)	20	20
NO _x (g/GJ)	50	200
COVNM (g/GJ)	1522	4,8
CO (g/GJ)	6417	250
Poussières (g/GJ)	358	100
Dioxines (ng i-TEQ/GJ)	100	40
HAP (µg/GJ)	328 000	8000

Il est à noter que les émissions de polluants varient énormément à l'intérieur même du secteur domestique selon le type de système utilisé (voir le [Tableau 4](#), ci-contre). Par exemple, les chaudières et les poêles à granules seraient plus performants en matière d'émissions atmosphériques que les chaudières à bois de chauffage ou les poêles à bois. La principale raison évoquée pour expliquer cette performance des chaudières et des poêles aux granules est la stabilité du processus de pyrolyse engendrée par la pulvérisation du combustible (granulométrie), son alimentation continue et régulière, le contrôle de sa qualité (humidité, cendres) et l'injection contrôlée d'air au point d'ignition.^[7]

De plus, il faut préciser que la performance d'un même type d'appareil de combustion peut aussi varier en fonction de la qualité de l'installation, du bon entretien de l'appareil, du choix du combustible, de la technique de combustion et des conditions atmosphériques en place^[4]. De fait, les performances des systèmes de chauffage peuvent être changeantes, même s'ils sont certifiés et qu'ils respectent la réglementation en place (*Règlement sur les appareils de chauffage au bois*). À ce sujet, voir le [Tableau 4](#), meilleurs et pires résultats (en page suivante).



Combustion de biomasse. © Wikipedia commos, David Dodge

Tableau 4. Facteurs d'émissions types pour la combustion de la biomasse dans le secteur résidentiel^[14]

Systèmes	Tirage	Résultats typiques (mg/MJ)	Meilleurs résultats (mg/MJ)	Pires résultats (mg/MJ)
Chaudière à granules	—	30	15	60
Poêle à granules	Tirage forcé	30	15	60
Poêle à granules	Tirage naturel	35	25	60
Chaudière à bois de chauffage	Hotte à tirage forcé	30	15	350
Chaudière à bois de chauffage	Tirage naturel avec courant ascendant	150	80	550
Chaudière à bois de chauffage	Type non spécifié	150	15	600
Poêle à bois	Poêle à bois conventionnel avec tirage naturel, allumage par le haut	150	25	500
Poêle à bois	Poêle à bois conventionnel avec tirage naturel, allumage par le bas	750	90	1600



Copeaux de biomasse.

© Flickr.com, Tophee

2.4. FACTEURS QUI INFLUENCENT LA COMBUSTION DE LA BIOMASSE TOUS SECTEURS CONFONDUS

Différents paramètres influencent la combustion de la biomasse forestière et les émissions de polluants atmosphériques qui y sont liées. Ces paramètres peuvent être regroupés au sein de deux catégories : les caractéristiques physiques de la biomasse et l'efficacité du système de combustion.

2.4.1. EFFICACITÉ DU SYSTÈME DE COMBUSTION

Le niveau d'efficacité d'une chaudière alimentée par la biomasse forestière est un facteur important dans le contrôle des émissions de polluants de la filière. En effet, plus le processus de combustion est près de son état optimal et plus les émissions de CO, de NO_x et d'autres polluants seront faibles. Pour parvenir à cet état optimal, une température élevée doit être atteinte et conservée dans la chambre de combustion, tout en y maintenant un volume d'air constant.^[20] Ainsi, puisqu'ils ont une grande influence sur la qualité de la combustion, une attention particulière doit être portée à la conception, au calibrage et à l'entretien des équipements. Des fluctuations dans le processus de combustion, causées notamment par des intrants trop volumineux, une granulométrie non uniforme ou un taux d'humidité trop élevé, feraient augmenter significativement la quantité de polluants rejetée dans l'atmosphère.^[20]

2.4.2. CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES DE LA BIOMASSE

Un taux d'humidité trop élevé dans la biomasse nuit à l'efficacité du processus de combustion. En effet, l'eau contenue dans le combustible demande une quantité d'énergie supplémentaire pour être chauffée et transformée en vapeur d'eau, ce qui peut compromettre l'atteinte de la température idéale de combustion.^[20] Ainsi, plus une biomasse est humide et plus elle risque d'émettre une quantité importante de polluants lorsqu'elle est brûlée. La grande majorité des chaudières sont également calibrées en fonction d'une forme et d'une taille précise de combustible (copeaux, granules, etc.). En conséquence, la combustion d'une biomasse dont la granulométrie n'est pas homogène ne permettra pas d'atteindre l'état optimal de combustion et entraînera ainsi des émissions de polluants plus élevées.



Copeaux de biomasse entreposés.

© Wikimedia Commons, Ulrich Ulrich

2.5. RÉGLEMENTATION SUR LES MATIÈRES PARTICULAIRES

Au Québec, le *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère* (RAA) (c. Q-2, r.4.1) encadre la combustion du bois.^[14] Y sont fixées les concentrations des matières particulaires qui peuvent être émises par une fournaise ou par une chaudière. Les concentrations et le suivi des émissions varient en fonction de la taille des fournaies et chaudières, et selon qu'elles étaient en place ou non le 30 juin 2011 (voir le **Tableau 5**, ci-dessous). Les émissions des équipements de moins de 150 kW sont toutefois régies de façon différente, dans la mesure où la législation est liée à leur fabrication, donc que la responsabilité revient au manufacturier. Il est à noter que le bois imprégné de colle à base de formaldéhyde fait classe à part. En effet, les concentrations permises sont établies, dans les chaudières et fournaies dont la puissance est supérieure ou égale à 3 MW, à 100 mg/m³R (E) et à 70 mg/m³R (N). D'autres spécifications sont aussi précisées dans le règlement.

Les normes québécoises ont déjà été resserrées pour les nouvelles fournaies ou chaudières mises en place à partir du 30 juin 2011. Toutefois, un survol des normes au Canada, aux États-Unis et en Europe permet de constater que la réglementation établie est beaucoup plus stricte dans différentes autres juridictions. Selon Villeneuve et coll. (2012)^[21], la législation internationale actuelle permet des concentrations de matières particulaires de 35 à 600 mg/m³. Les juridictions qui ont les normes les moins sévères sont l'état de New York et la province de Québec, avec des concentrations de 600 mg/m³ (pour les équipements existants au Québec). Dès 2014, les concentrations permises seront de 20 à 600 mg/m³ pour les équipements existants et de 20 à 150 mg/m³ pour les nouveaux équipements.

En 2014, en Allemagne, la réglementation en matière de combustion de biomasse limitera les émissions de particules à 20 mg/m³ pour les appareils de toutes tailles, nouveaux ou existants.^[2] Il faut préciser que, en Europe, la maturité de la filière (disponibilité des équipements performants, approvisionnement structuré, etc.) facilite l'atteinte de tels seuils. Plus près de chez nous, le district de Vancouver, en Colombie-Britannique, a fixé les seuils de combustion de la biomasse pour les équipements existants à 35 mg/m³ pour les équipements de plus de 3 MW et à 50 mg/m³ pour ceux de moins de 3 MW ou équivalents.^[12]

Tableau 5. Normes d'émissions de particules pour les appareils de combustion utilisant du bois ou des résidus de bois comme combustible selon le RAA

Puissance nominale (fournaise/chaudière)	Émissions (mg/m ³ R de gaz sec corrigé à 12 % CO ₂)		Intervalle du suivi (année)
	Appareil existant	Nouvel appareil	
≥ 150 kW < 3 MW	600	150	5
≥ 3 MW ≤ 10 MW	340	150	3
≥ 10 MW	100	70	1

2.6. LES BONNES PRATIQUES POUR LA RÉDUCTION DES IMPACTS DE LA COMBUSTION SUR LA SANTÉ

Bien que, au Québec, la législation encadre les émissions issues de la combustion de la biomasse forestière, l'adoption de bonnes pratiques permettra de réduire les émissions de polluants atmosphériques et leurs impacts potentiels sur la santé humaine.

2.6.1. OPTIMISER LE PROCESSUS DE COMBUSTION

Le choix du type et de la puissance de la chaudière a un impact majeur sur la quantité de polluants émis lors de la combustion de biomasse forestière. Afin de minimiser les émissions, la chaudière doit être d'une dimension adéquate pour les besoins prévus (ni trop puissante, ni trop faible) et être calibrée en fonction des caractéristiques physiques du combustible utilisé.

Il est également important de porter une attention particulière à l'entretien et au recalibrage réguliers des systèmes de chauffage après leur implantation. En effet, parce qu'il s'agit d'équipements technologiques de pointe, les chaudières à la biomasse doivent être gérées différemment des poêles à bois domestiques. Une mauvaise utilisation ou un mauvais calibrage peuvent mener à des émissions de particules (PM_{2,5}) de 30 à 250 fois supérieures à la normale^[16] et avoir un impact certain sur la qualité de l'air et la santé.

Le respect de ces bonnes pratiques devrait permettre de minimiser les émissions de polluants, assurer une bonne qualité de l'air ambiant et prolonger la durée de vie des équipements.

2.6.2. FAVORISER L'HOMOGENÉITÉ DE LA BIOMASSE

Une trop grande variation dans les caractéristiques physiques de la biomasse (humidité, densité, taille, forme, etc.) ne permet pas d'atteindre l'état de combustion optimal et entraîne l'émission d'une plus grande quantité de polluants dans l'atmosphère. Le maintien de l'homogénéité du combustible devient donc un facteur important afin de minimiser les impacts de la combustion sur la santé. La mise en place de quelques bonnes pratiques permet d'assurer cette homogénéité.

Les exploitants de chaudières doivent tout d'abord s'assurer d'un approvisionnement constant en biomasse, et qui respecte les caractéristiques établies lors du calibrage de leur système de chauffage. Ils doivent également porter une attention particulière à l'étape de conditionnement et d'entreposage. En effet, une mauvaise gestion de la biomasse forestière dans les entrepôts pourrait amener sa détérioration (augmentation du taux d'humidité, contaminants, etc.) et ainsi perturber le processus de combustion (voir la section **2.1. Traitement, entreposage et conditionnement**, de la fiche *Biomasse forestière : sécurité et bien-être*).^[10]

2.6.3. UTILISER DES TECHNOLOGIES DE TRAITEMENT DES ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES

La mise en place de systèmes d'épuration et d'évacuation des gaz est une des options afin de réduire les émissions de polluants des systèmes de chauffage à la biomasse forestière. En fait, cette option est pour ainsi dire essentielle pour s'assurer que les projets respectent les limites en matière de concentration de matières particulières fixées dans le RAA. Plusieurs équipements peuvent être mis en place. Leur sélection dépend notamment du type de combustible utilisé, ainsi que de la puissance de la chaudière. Le **Tableau 6** (page suivante) présente les différents équipements disponibles sur le marché ainsi que leurs caractéristiques.



Tableau 6. Avantages, désavantages et performance de différents équipements d'épuration et d'évacuation des gaz^[18]

Types d'équipements	Avantages	Désavantages	Performance
Dépoussiéreur multicyclone	■ Simple. ■ Fiable (aucune pièce mécanique en mouvement). ■ Coûts d'exploitation relativement bas (seulement nettoyage périodique des cyclones).	■ Laisse passer la très grande majorité des particules de taille < 10 microns. ■ Nécessite l'installation d'un système complémentaire pour les capter.	■ Efficacité de 85 à 95 % pour les grosses particules (> 10 microns). ■ Rejets de particules de 400 à 500 mg/Nm³ (combustion d'écorces).
Filtre à manche	■ Capte les métaux lourds présents dans les particules fines.	■ Changer les manches environ toutes les 25 000 heures (ajout au coût d'exploitation). ■ Inflammable, donc prévoir un système actif ou passif de blocage des particules incandescentes qui s'échappent de la chaudière.	■ Complémentaire au dépoussiéreur multicyclone (particules < 10 microns). ■ Abaisse le taux de poussière à 20 mg/Nm³ et à 11 % d'oxygène (peu importe la granulométrie et la concentration), et même plus efficace pour des dispositifs plus évolués.
Laveur de gaz (épurateur ou séparateur humide)			■ Complémentaire au dépoussiéreur multicyclone. ■ Rejets en deçà de 340 mg/Nm³.
Précipitateur électrostatique (électrofiltre)	■ Insensible aux particules incandescentes. ■ Consomme peu d'électricité (puissance de 10 à 15 kW).	■ Encombrement important. ■ Le personnel doit détenir des compétences nécessaires à son utilisation sécuritaire (un générateur à haute tension). ■ Travaux de maintenance à moyen et long termes (changement des isolateurs et des marteaux). ■ Installation de grande et de très grande puissance (coût d'acquisition important).	■ Complémentaire au dépoussiéreur multicyclone. ■ Très bonne performance pour toutes les grosseurs de particules. ■ Permet d'abaisser de façon constante le taux de poussières à 50 mg/Nm³. ■ Certains appareils particuliers permettent d'atteindre 30 mg/Nm³ et à 11 % d'oxygène.

Il est à noter que l'installation de dépoussiéreurs doit être autorisée par le Ministère selon l'article 48 de la *Loi sur la qualité de l'environnement (LQE)*. Un **formulaire de demande d'autorisation** pour l'installation ou la pose d'un appareil ou d'un équipement destiné à prévenir, à diminuer ou à faire cesser les dégagements de contaminants dans l'atmosphère doit être rempli pour obtenir un certificat d'autorisation.

3. VALORISATION DES CENDRES

Les cendres issues de la combustion de la biomasse forestière peuvent être utilisées pour le chaulage et la fertilisation des sols en milieux agricoles en respectant certaines conditions (mécanismes de contrôle de la qualité). Cependant, selon Hébert et Breton (2008)^[8], bien que la valorisation des cendres permette une augmentation des rendements des cultures et de la qualité des récoltes, elle peut occasionner des désagréments pour les travailleurs ou la population si la démarche n'est pas effectuée selon des paramètres optimaux.

3.1. NATURE ET SOURCE DES RISQUES SUR LA SANTÉ

La manutention des cendres implique des risques de brûlures. De plus, une reprise de la combustion peut survenir lors du stockage des cendres si ces dernières n'ont pas été humidifiées préalablement. Pendant l'épandage, les cendres ayant cimenté sous l'effet de l'humidité pourraient aussi devenir des projectiles pouvant blesser les travailleurs. Les roches de cendres parfois présentes dans les cendres de grilles peuvent aussi comporter le même risque. Finalement, lors de la manipulation, ou même au champ, la poussière issue des cendres peut irriter les yeux et les voies respiratoires des individus exposés.^[8]



Précipitateur électrostatique.

© Wikipedia Commons, Ulrich Ulrich

3.2. BONNES PRATIQUES POUR LA RÉDUCTION DES IMPACTS DE LA VALORISATION DES CENDRES SUR LA SANTÉ

Afin d'écartier les risques pour la santé liés à la valorisation des cendres, l'adoption de quelques bonnes pratiques est recommandée. Tout d'abord, les travailleurs exposés aux cendres devraient porter des lunettes de sécurité, des gants et des masques à poussières durant la manutention des cendres.^[11] Ensuite, afin de s'assurer que ces dernières sont bien refroidies, il est suggéré de leur ajouter de l'eau, directement sur le site de combustion. Cette précaution permettrait d'éviter les risques de brûlures, les reprises de combustion, ainsi que la formation de poussières.^[8] Finalement, afin de réduire la cimentation et les risques de blessures pour les travailleurs, il est recommandé d'éviter d'entreposer les cendres trop longtemps au champ, de choisir un épandeur qui a la capacité de briser les mottes indurées et de s'abstenir d'utiliser les cendres de grilles, lesquelles contiennent des roches de cendres.^[8]



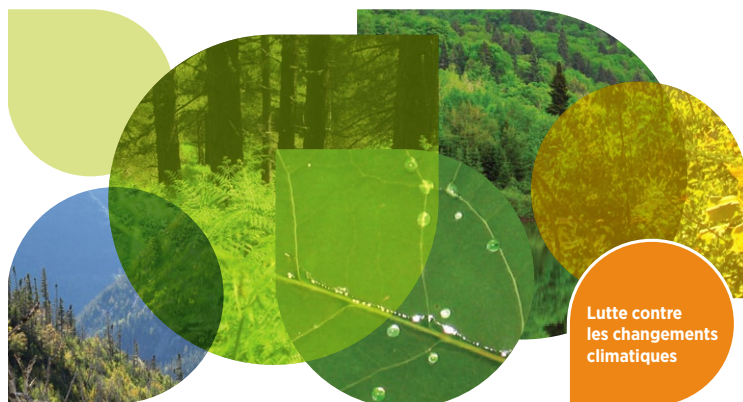
CONCLUSION

La santé des populations et des travailleurs est un élément majeur de l'acceptation sociale de nombreux projets. La filière de l'utilisation de la biomasse forestière pour la production de chaleur n'y fait pas exception. Quelques-unes de ses étapes techniques (notamment l'entreposage, la valorisation des cendres et la combustion) peuvent d'ailleurs avoir un impact direct sur la santé humaine et la qualité de l'air. En effet, tout comme dans le cas des combustibles fossiles, la combustion de biomasse forestière génère des polluants atmosphériques (CO , NO_x , etc.) qui peuvent avoir des effets néfastes sur la santé humaine. Leur quantité dépend principalement des différentes caractéristiques physiques de la biomasse et de la qualité de la combustion.^[20]

Le moyen le plus efficace pour réduire les émissions de polluants est donc de contrôler rigoureusement le processus de combustion. Afin d'y parvenir, les chaudières doivent être calibrées, optimisées et disposer de la puissance adéquate, selon les spécificités de chaque projet. De plus, le combustible doit être le plus homogène possible en termes de taux d'humidité, de taille et de granulométrie, ce qui permet d'assurer une combustion optimale. Finalement, une bonne gestion des réserves de biomasse forestière lors de l'entreposage, et des cendres lors de leur manipulation, minimise les risques pour la santé humaine.

En bref, l'adoption de ces bonnes pratiques, jumelée au respect des réglementations en place, permet le maintien d'une bonne qualité de l'air et d'un milieu de vie sain pour les populations et les travailleurs

Voir le **Résumé des bonnes pratiques afin de minimiser les impacts des projets de chauffage à la biomasse forestière sur la santé des communautés**, page suivante.



Chaudière à la biomasse.

© Wikipedia Commons, Ulrich Ulrich

RÉSUMÉ DES BONNES PRATIQUES AFIN DE MINIMISER LES IMPACTS DES PROJETS DE CHAUFFAGE À LA BIOMASSE FORESTIÈRE SUR LA SANTÉ DES COMMUNAUTÉS

ENTREPOSAGE ET CONDITIONNEMENT



- Gérer adéquatement la biomasse entreposée afin d'éviter l'augmentation du taux d'humidité et l'apparition de micro-organismes et moisissures (voir la fiche **Biomasse forestière : sécurité et bien-être**).^[10]

COMBUSTION



- 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.
- Choisir une chaudière ayant une dimension adéquate pour les besoins prévus, et calibrée en fonction des propriétés physiques du combustible utilisé.
- Assurer un approvisionnement constant en biomasse, et qui respecte les caractéristiques établies lors du calibrage du système de chauffage.
- Ne pas négliger l'étape du conditionnement et de l'entreposage.
- Investir dans des équipements (chaudières, systèmes d'épuration et d'évacuation des gaz, filtres, etc.) fiables et de bonne qualité.

GESTION DES CENDRES



- Porter des lunettes de sécurité, des gants et des masques à poussières pour la manipulation des cendres.
- S'assurer que les cendres soient refroidies avant de les manipuler.
- En cas d'utilisation de la cendre comme amendement, utiliser un épandeur qui peut rompre efficacement les mottes indurées.
- Éviter d'utiliser des cendres de grille comme amendement.



Partenaire financier principal



FONDS D'ACTION
QUÉBÉCOIS POUR LE
DÉVELOPPEMENT DURABLE

Partenaire financier

Québec



Nature Québec
sensible à tous les milieux

Cette fiche fait partie d'une série de trois fiches publiées 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.

Rédaction : Jérôme Lévesque et Amélie St-Laurent Samuel
Collaborateur : Sébastien Fournel

Illustration principale de page couverture (haut) : Corsaire Design
Édition, graphisme et autres illustrations : Marie-Claude Chagnon
ISBN 978-2-89725-064-5 (imprimé) et 978-2-89725-065-2 (PDF)

© Nature Québec, juillet 2014

RÉFÉRENCES

FICHE 2

Lutte contre
les changements
climatiques

BIOMASSE FORESTIÈRE SANTÉ DES COMMUNAUTÉS

[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

[2] 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

[3] 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/>

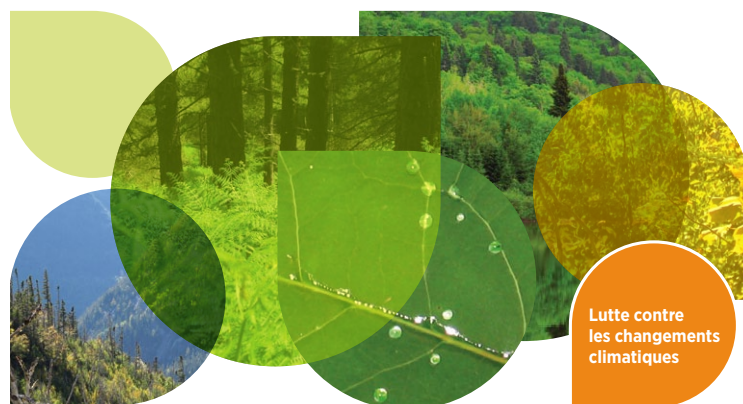
[4] Association pour l'air pur (ALAP), 2007. Commentaires au regard du projet *Stratégie gouvernementale de développement durable* du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEFP). 15 p. [En ligne.] http://www.alap.qc.ca/Documents/ALAP_Consultation_MDDEP_Nov2007.pdf

[5] 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

[6] 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>

- [7] 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/Principesdecombustionappliqueauchauffageaubois.pdf>
- [8] 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/_documents/_Results/174.pdf
- [9] Jäppinen, P., T. Haahtela and J. Lira, 1987. Chip Pile Workers and Mould Exposure. *Allergy* 42: 545-548.
- [10] 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
- [11] 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/matieres/articles/cendre-poele-bois-201305.pdf>
- [12] 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
- [13] 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/>
- [14] 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
- [15] Nussbaumer, T., C. Czasch, N. Klippel 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

- [16] 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
- [17] 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>
- [18] 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>
- [19] Thörnqvist, T., 1985. Drying and Storage of Forest Residues for Energy Production. *Biomass* 7 (2): 125-134.
- [20] 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.
- [21] Villeneuve, J., 2013. *Législation et impact de l'efficacité énergétique sur les émissions des systèmes à la biomasse*. Agriculture et Agroalimentaire Canada. Présentation réalisée dans le cadre du 27^e 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 978-2-89725-064-5 (imprimé)
ISBN 978-2-89725-065-2 (PDF)

Nature Québec
sensible à tous les milieux