



CHAUFFERIES À BIOMASSE



ENTRETIEN ET MAINTENANCE

CONTACT

Theleli Abbas, spécialiste Énergie et Biomasse, Nature Québec
theleli.abbas@naturequebec.org
418 648-2104 poste 2076

RÉDACTION ET RÉVISION

Theleli Abbas, spécialiste Énergie et Biomasse, Nature Québec
Emmanuelle Rancourt, chargée de projet Énergie et Biomasse, Nature Québec
Gabriel Marquis, responsable des communications, Nature Québec
Sarah Provencher, adjointe administrative et de comptabilité, Nature Québec

GRAPHISME

Kristina Ng, spécialiste des communications graphiques et numériques, Nature Québec

PARTENAIRES FINANCIERS

Ce projet est financé par le Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles.





QU'EST-CE QU'UNE CHAUDIÈRE À BIOMASSE ?

Une chaudière à biomasse est un système complet de production d'énergie sous forme de chaleur. Elle brûle des résidus ligneux qui, la plupart du temps, auraient été destinés à l'enfouissement et à la décomposition. Ces résidus sont reconditionnés sous forme de carburant, soit des copeaux ou des granules.

LA BIOMASSE FORESTIÈRE RÉSIDUELLE, LE CHOIX ÉCOLOGIQUE!

Lorsque les copeaux ou les granules qui seront brûlés proviennent de résidus inutilisables de l'industrie de la foresterie, de la transformation ou de la construction et sont acheminés sur un circuit court, on parlera de biomasse forestière résiduelle. La biomasse forestière résiduelle est renouvelable, valorise les rebuts de bois et n'implique pas la coupe d'arbres en santé. C'est donc une énergie propre. Elle est également très abondante et bon marché au Québec.

Cette technologie s'est considérablement perfectionnée ces dernières années: des systèmes plus compacts, performants, automatisés et efficaces se trouvent sur le marché et répondent à différents besoins des utilisateurs potentiels.

Les systèmes de chauffage fonctionnant à la biomasse forestière résiduelle sont de bonnes solutions de remplacement à ceux fonctionnant avec des combustibles fossiles. Bien que l'investissement pour ce type de chaudière écologique puisse paraître important au départ, il se révèle habituellement un choix

gagnant à long terme étant donné le prix des copeaux et plaquettes, généralement plus bas et plus stable que celui des énergies fossiles.

LES DIFFÉRENTS TYPES DE COMBUSTIBLES

LES BÛCHES



Elles sont plus difficiles à brûler étant donné qu'elles se présentent sous la forme d'un combustible de gros diamètres (les chaudières à bûches sont faites spécialement pour brûler ce type de combustible efficacement). Commercialement, les bûches sont généralement proposées en plusieurs formats (12 à 16 pouces). Leur **prix est relativement bas**. Il est aussi possible de les préparer soi-même. Cependant, il faut prévoir plus de temps pour le séchage. À cause de la masse importante des bûches et de leur teneur en humidité, il est plus difficile de contrôler leur combustion. Celle-ci doit être idéalement contrôlée par l'appareil : la puissance étant directement liée à la perte de masse, la combustion de bûches se fait avec des variations de production de chaleur importantes. C'est pour cette raison que l'installation d'un ballon tampon est souvent conseillée.

LES PLAQUETTES

Elles se présentent sous deux formes :

■ Les plaquettes forestières

Elles sont issues des sous-produits de l'industrie forestière qui n'ont aucune valeur commerciale comme les branches et les cimes. Ces déchets sont déchiquetés et broyés sous forme de copeaux avec une grande teneur en humidité.

■ Les plaquettes industrielles

Elles sont issues des sous-produits de l'industrie de la transformation du bois, comme les scieries. Elles ont l'avantage de contenir moins d'humidité.

La combustion des plaquettes est plus facile que celle des bûches. Elles sont aussi **relativement abordables**.

LES GRANULES



Elles sont fabriquées à partir de sciure du bois compressée sans agent collant dans une presse à haute pression. Les granules sont une forme conditionnée de biomasse avec un **très faible taux d'humidité et un grand PCI** (pouvoir calorifique inférieur). C'est le combustible le **plus coûteux** et aussi le combustible le **plus standardisé**, car le processus de production nécessite des machines spécialisées et de l'énergie. La combustion des granules est aussi rendue très facile par les chaudières automatisées.

LES TYPES DE CHAUDIÈRES

AVANTAGES, INCONVÉNIENTS, ENTRETIEN

Les chaudières à biomasse sont des composantes qui peuvent être complexes. Certaines sont plus coûteuses à l'achat, mais offrent un meilleur rendement. Les chaudières nécessitent également un entretien spécial et adapté. Voici quelques informations utiles concernant les types de chaudières à biomasse, leurs avantages et inconvénients.

CHAUDIÈRE À BÛCHES

Depuis que l'humain a domestiqué le feu, il l'a utilisé dans ses tâches quotidiennes afin de produire l'énergie nécessaire pour cuire les aliments, fabriquer des outils ou se chauffer. Au fil du temps, on a perfectionné la maîtrise du feu en inventant des chaudières qui peuvent brûler du bois sous forme de bûches en offrant un très bon rendement énergétique. La technologie des chaudières à bûches est la plus ancienne et la plus facile à exploiter, bien qu'elle se soit perfectionnée.

Par exemple, on peut désormais installer une application sur un cellulaire afin de surveiller tous les paramètres nécessaires à la combustion et contrôler les actions à entreprendre : allumer, éteindre, augmenter ou baisser la flamme. Présentement, les chaudières à bûches avec des automates ne sont pas disponibles sur le marché au Québec, mais on peut se les procurer dans d'autres pays. Par contre, une grande variété de chaudières à bûches manuelles sont offertes sur le marché ici.

PRINCIPE

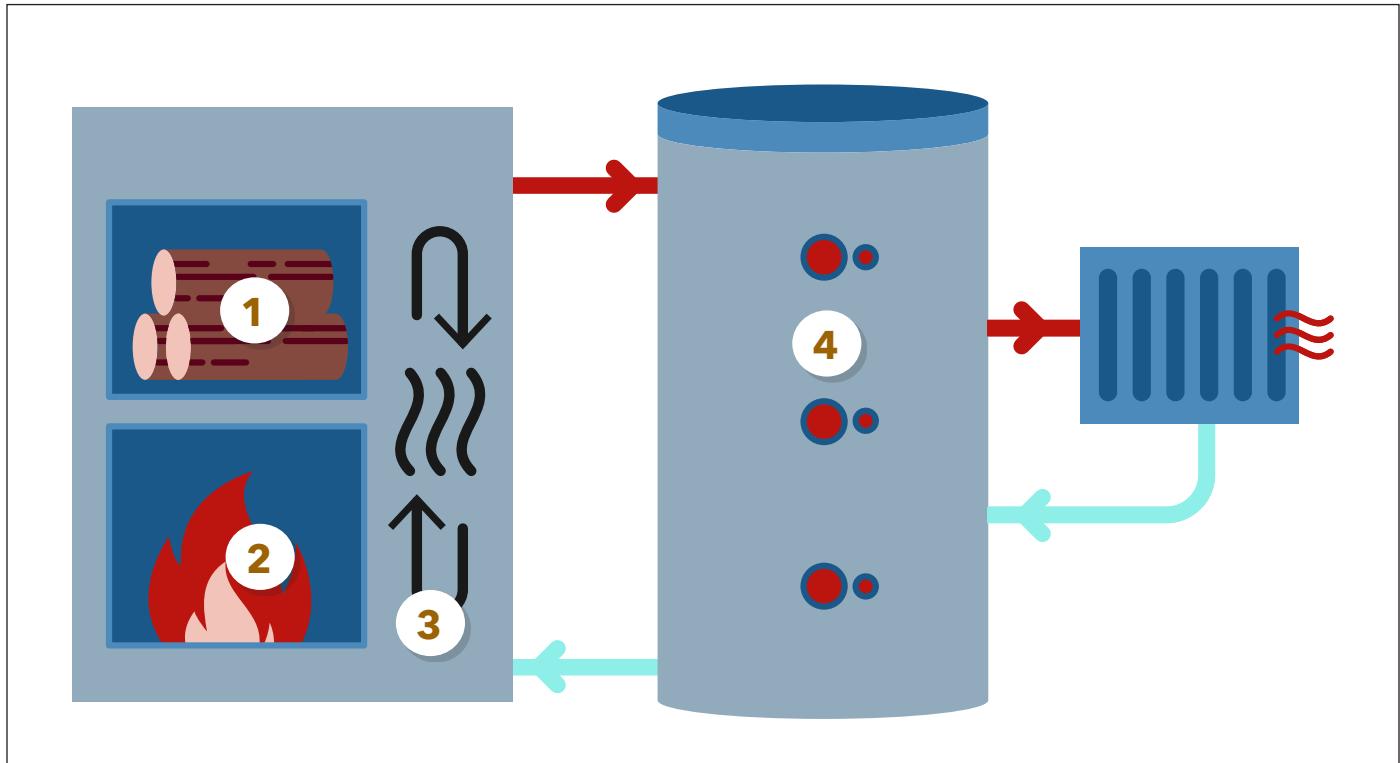
Les chaudières à bûches sont la plupart du temps à alimentation manuelle. Un opérateur doit remplir le réservoir de la chambre de combustion avec des bûches périodiquement, selon l'autonomie du réservoir, dans le but d'assurer la continuité de la combustion et du chauffage, comme indiqué dans le manuel du fournisseur. La taille des bûches n'est pas très importante. Cependant, il est recommandé d'utiliser du bois bien sec et propre qui répond aux dimensions indiquées pour l'appareil. Il ne faut pas dépasser les dimensions du réservoir : il est très important de respecter les indications pour ne pas avoir de complications lors de la fermeture de la porte.

Les chaudières à bûches sont les moins coûteuses. Elles représentent le choix le plus judicieux pour les petites puissances et surtout pour les utilisateurs qui possèdent leur propre bois. Le rendement des chaudières à bûches est de l'ordre de 80 à 90 %.



Figure 1

Schéma d'un système complet d'une chaudière à bûches avec un ballon tampon.



- 1** Zone de chargement
- 2** Chambre de combustion
- 3** Échangeur de chaleur
- 4** Ballon tampon

Les bûches doivent être stockées au sec puisque le bois ne doit pas être humide (sinon, il va libérer beaucoup de vapeur d'eau lors de la combustion). La mauvaise combustion causée par des bûches très humides induit la formation d'une couche de bistre sur les parois de l'échangeur de chaleur, ce qui aura pour conséquence un mauvais transfert thermique entre la chaudière et l'eau. Par conséquent, le rendement énergétique diminuera à long terme. L'encrassement de l'échangeur de chaleur peut aussi augmenter la température des fumées à l'intérieur de celui-ci et donc la présence des particules inflammables, ainsi que le risque d'incendie.

Les systèmes de chaudière à bûches sans ballon tampon sont interdits dans plusieurs pays d'Europe. Même s'ils ne le sont pas encore au Canada, il est recommandé d'opter pour un système qui combine chaudière à bûches et ballon tampon, ce dernier devant avoir 15 à 20 fois le volume de la chambre de combustion. Le dimensionnement du ballon tampon est très important, car il sert à stocker et à distribuer l'énergie et ainsi à éviter la variation des températures.

Dans le cas où le ballon tampon n'est pas installé avec la chaudière, les trappes à air se ferment à une haute température afin de diminuer la combustion, ce qui n'est pas très efficace dans ce genre d'installation. Une combustion mal équilibrée, donc qui manque d'air, produit beaucoup de

fumée et de particules fines. Le ballon tampon sert aussi à réduire l'accumulation des fumées et les particules fines sur les parois de la chaudière, donc il évite l'enrassement et les incendies.

AVANTAGES

- ➔ Prix avantageux de l'installation
- ➔ Coût des bûches moins élevé
- ➔ Coût d'immobilisation moins élevé

INCONVÉNIENTS

- ➔ Consommation importante de combustible (il n'y a pas moyen de contrôler la combustion)
- ➔ Alimentation manuelle
- ➔ Chaudières de petite puissance

CHAUDIÈRES À PLAQUETTES ET/OU GRANULES

Les chaudières à granules ou à plaquettes sont les chaudières les plus performantes sur le marché. C'est particulièrement le cas des chaudières à granules, encore plus efficaces que les chaudières à plaquettes.

Les chaudières à granules sont complètement automatisées et offrent un très haut rendement énergétique. Comme pour les chaudières à plaquettes, les paramètres de combustion peuvent être suivis grâce à une application sur le cellulaire, ce qui facilite grandement le fonctionnement. L'alimentation se fait aussi automatiquement grâce à une vis sans fin qui achemine les granules ou les plaquettes jusqu'à la chambre de combustion. La présence d'un opérateur n'est donc pas nécessaire. Des sondes sont placées à des endroits précis afin de rester à l'affût des paramètres de la chaudière, comme la température, la pression, la puissance, la quantité de combustible et la quantité de cendres.

PRINCIPE

Les chaudières à plaquettes et/ou granules sont aussi fiables et sécuritaires que les systèmes au mazout ou au gaz, tout en étant plus écologiques.

Le rendement des chaudières à granules est supérieur à 85 %. Il peut atteindre 90 %, ce qui les rend très intéressantes en matière d'efficacité. En contrôlant la combustion selon les besoins en chaleur, on a moins de pertes et on fait ainsi des économies d'énergie importantes par rapport aux chaudières à bûches.

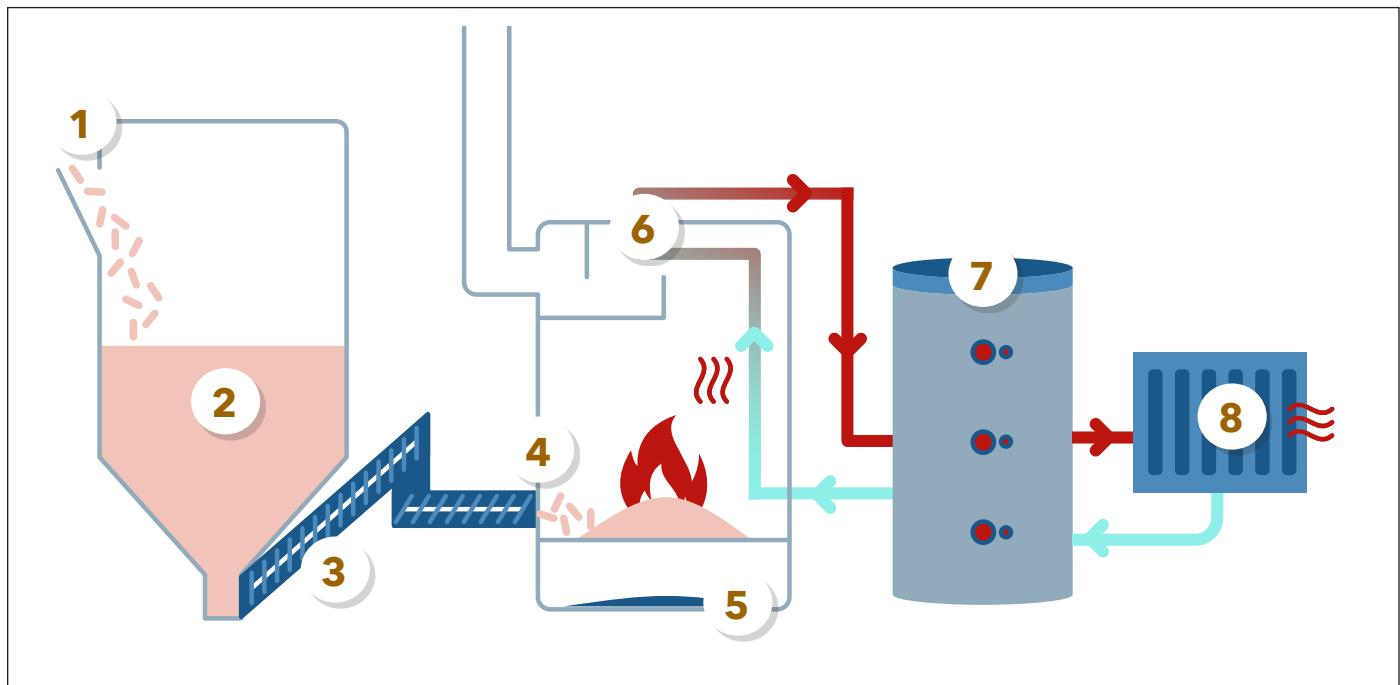
Les chaufferies sont composées d'un silo pour le stockage de la matière (plaquettes/granules), d'une vis sans fin qui achemine la biomasse vers la chambre de combustion et d'un bac à cendres, où tombent les cendres à travers la grille de la chambre de combustion. Après la combustion, les fumées sont dirigées dans un échangeur de chaleur dans lequel se fait le transfert thermique vers le réseau de distribution de chaleur, ce dernier pouvant être un réseau de distribution par air ou par eau. Les fumées



sont ensuite envoyées vers la cheminée pour l'évacuation. La cheminée est dotée d'un système de filtration qui empêche les particules fines de s'échapper, ce qui rend ces installations très propres et écologiques.

Figure 2

Schéma d'un système complet d'une chaudière à plaquette ou à granules



AVANTAGES

- ➔ Systèmes complètement automatisés
- ➔ Meilleur rendement
- ➔ Taux de cendre réduit
- ➔ Grande autonomie si le silo est bien adapté
- ➔ Très bas prix d'approvisionnement pour les plaquettes

INCONVÉNIENTS

- ➔ Sensibilité à la qualité du combustible (ne brûler que le combustible adéquat)
- ➔ Le bac à cendres doit être vidé régulièrement (ou ponctuellement)
- ➔ Des nettoyages ponctuels sont nécessaires selon les recommandations du fabricant
- ➔ Le prix des granules un peu plus élevé
- ➔ Coûts d'investissement importants

- | |
|------------------------------------|
| 1 Arrivée de la biomasse |
| 2 Silo |
| 3 Convoyeur ou vis sans fin |
| 4 Bougie d'allumage |
| 5 Bac à cendres |
| 6 Échangeur de chaleur |
| 7 Ballon tampon |
| 8 Réseau de chauffage |

L'ENTRETIEN

Il est très important de respecter les exigences du fournisseur dans l'opération de votre chaudière (qualité de la biomasse, granulométrie, humidité, entretien des échangeurs de chaleur, bac à cendres, etc.). À l'achat des équipements, le fournisseur doit vous donner le guide et le manuel d'utilisation. Il est important de les lire attentivement.

Voici quelques notions de base qui s'appliquent principalement aux chaudières à plaquettes et à granules.

ALLUMAGE

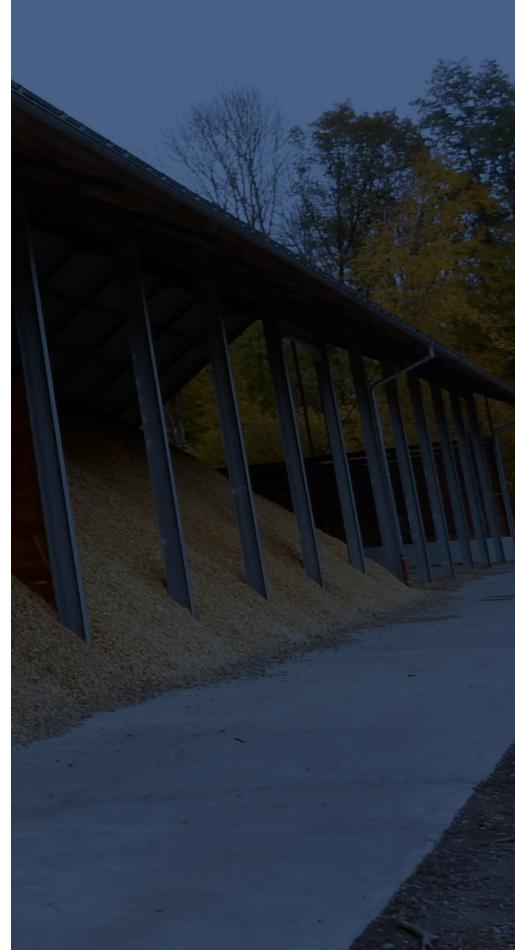
L'allumage de la chaudière est généralement automatique. Certains équipements ont besoin d'électricité pour fonctionner: le moteur qui entraîne la vis sans fin, le ventilateur qui aspire l'air de l'extérieur, le ventilateur qui refoule l'air vers l'extérieur, la bougie d'allumage et les différents sondes et capteurs qui rendent l'utilisation et l'exploitation très facile.

GESTION DES CENDRES

Toutes les chaudières sont équipées d'un bac à cendres, ce dernier servant à entreposer les cendres générées lors de la combustion. Les dimensions du bac sont adaptées à la puissance de la chaudière. Le nettoyage du bac à cendres consiste à le vider une fois par semaine ou une fois par mois, la fréquence de vidange étant déterminée après quelques jours d'opération de la chaudière. Le taux de cendre diffère d'une biomasse à une autre en fonction de sa qualité et de son taux d'humidité. Les granules contiennent un taux de cendre variant de 0.5 à 1%; la biomasse de faible qualité contient quant à elle plus de 5% de taux de cendre. Les chaudières qui sont complètement automatisées sont dotées d'une sonde à l'intérieur du bac qui indique quand le bac doit être vidé en transmettant une notification sur un téléphone ou sur le tableau de bord de la chaudière.

L'IMPORTANCE DE LA QUALITÉ DE LA BIOMASSE DANS LE FONCTIONNEMENT ET L'ENTRETIEN DES CHAUDIÈRES

La qualité de la biomasse joue un rôle très important dans le bon fonctionnement de la chaudière. Il est primordial de respecter le type de la biomasse, le taux d'humidité et la granulométrie prescrits par le fabricant. Chaque chaudière a des critères à respecter minutieusement pour assurer un rendement optimal, garantir le bon fonctionnement, diminuer les frais d'entretien et limiter les émissions des particules fines. Chaque chaudière, en tant qu'équipement de production de chaleur complet (silo, vis sans fin, chambre de combustion, échangeur de chaleur), est optimisée pour une qualité de biomasse déterminée.



LE POUVOIR CALORIFIQUE (PCI)

Le pouvoir calorifique d'un combustible est la quantité d'énergie qu'il contient par unité de masse exprimée en kWh/kg ou BTU/lb. Il désigne la quantité de chaleur qui peut être dégagée au moment de la combustion complète d'une quantité précise de matière. Le pouvoir calorifique est synonyme de puissance thermique. La teneur en humidité influence directement le PCI; un taux d'humidité élevé engendre un faible PCI, donc un faible rendement thermique.

LE TAUX D'HUMIDITÉ

Le taux d'humidité indique la quantité d'eau contenue dans le combustible. Pour chaque type de chaudière, le constructeur indique le taux d'humidité qu'il faut respecter. Une biomasse très humide provoque :



- ➔ Une fermentation dans le silo
- ➔ De la condensation sur les parois du silo et la vis sans fin
- ➔ La corrosion de la vis sans fin et d'autres pièces
- ➔ Une mauvaise combustion (vapeur d'eau très élevée)
- ➔ L'enrassement de l'échangeur de chaleur (mauvais transfert thermique)
- ➔ Un faible rendement
- ➔ Risque de gèle et de formation de blocs de biomasse, ce qui peut coincer les convoyeurs

RAPPORT HUMIDITÉ % ET PCI

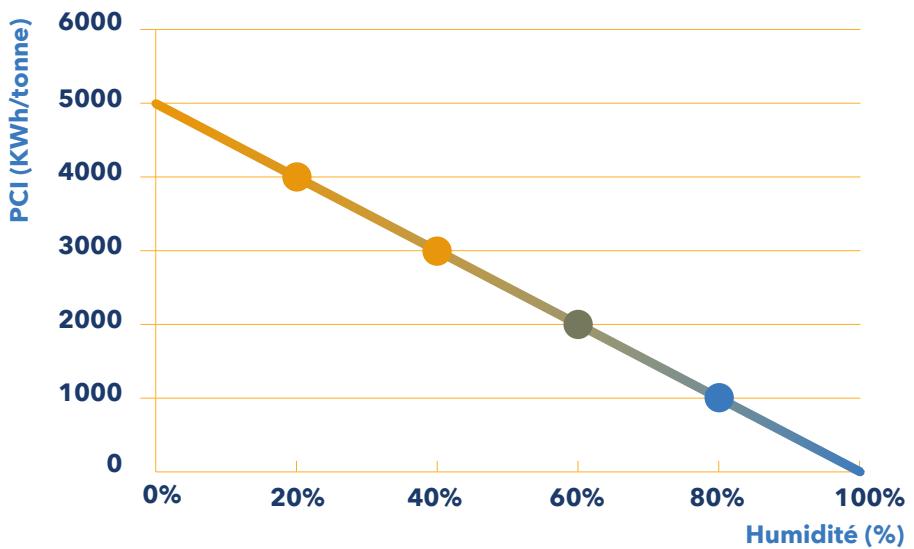
Figure 3 (à gauche)

Valeur en énergie à 0% d'humidité en fonction de l'essence

KWH PAR TONNE	
ESSENCE DE FEUILLUS	
Chêne	5 040
Hêtre	5 140
Frêne	5 090
Bouleau	5 020
Peuplier	4 890
Orme	5 170
ESSENCE RÉSINEUX	
Sapin	5 320
Epicéa	5 260
Pin	5 270
Mélèze	5 400

Figure 4 (ci-dessous)

Le PCI en fonction du taux d'humidité dans le bois



CALIBRAGE ENTRE LE COMBURANT ET LE CARBURANT

La combustion est une réaction chimique d'oxydation qui se fait entre un combustible (carburant) et l'oxygène (comburant). Au niveau de la chambre de combustion, la combustion de la biomasse survient à l'étape où l'air est mélangé avec le carburant qui est déjà en flamme. La chaleur et les gaz libérés par cette première réaction passent au contact avec l'air secondaire à une deuxième zone de combustion. Lorsque la bonne quantité d'air secondaire est mélangée avec les gaz libérés (fumée), l'apport supplémentaire d'oxygène crée une flamme à haute température.

Une bonne quantité d'air permet une combustion efficace, donc un rendement important.



GRANULOMÉTRIE ET COMPOSITION IRRÉGULIÈRE DE LA BIOMASSE

La granulométrie est une caractéristique liée à la texture de la biomasse qu'on utilise. Elle renvoie par exemple aux dimensions des plaquettes ou des granules. Si une chaudière consomme un type de biomasse dont la granulométrie est précisément déterminée, il faut éviter de lui injecter des morceaux plus gros sous peine de provoquer des pannes de désilage (les gros morceaux empêchent les petits de passer), une mauvaise combustion, des émissions de CO₂ ou un taux de cendre élevé.

ÉQUIVALENTS DE COMBUSTIBLE

1000 litres de propane en chauffage équivalent
(en puissance calorifique) à :

- ➔ Environ 5 à 8 m³ de bois de chauffage sec empilé (20 % d'humidité)
- ➔ 10 à 12 m³ de copeaux de bois (45 % d'humidité, en vrac, non tassés)
- ➔ Environ deux tonnes métriques (ou environ 3 m³) de granules de bois



Voici un tableau qui présente un rappel des opérations d'entretien élémentaires à effectuer sur votre chaudière à biomasse.

HEBDOMADAIRE

- ➔ Vider le bac à cendres
- ➔ Vérifier le niveau d'accumulation des cendres sur la grille de la chambre de combustion
- ➔ Vérifier les paramètres : température, pression

MENSUELLE

- ➔ Nettoyer le dessus de la grille du foyer

ANNUELLE

- ➔ Remplacer le filtre de l'unité hydraulique
- ➔ Inspecter et nettoyer le foyer
- ➔ Enlever les cendres sous les grilles
- ➔ Nettoyer les tubes de la chaudière

AUX 2 ANS

- ➔ Remplacer ou filtrer l'huile
- ➔ Vérifier l'état de la vis sans fin
- ➔ Vérifier et nettoyer les ventilateurs

AUX 5 ANS

- ➔ Procéder à l'inspection générale de la chaufferie
- ➔ Remplacer certaines pièces

Figure 5
Tableau d'entretien



BIEN CONNAÎTRE VOS BESOINS

Maintenant que vous en savez davantage sur le fonctionnement des chaudières à biomasse, peut-être que vous êtes intéressé-e par cette option. Ceci dit, avant de vous lancer dans un projet d'installation d'une chaudière à la biomasse, il est très important de connaître vos besoins et les paramètres de votre système actuel (si vous cherchez à le remplacer).

Le tableau ci-dessous vous aidera à collecter de l'information pertinente avant de communiquer avec un fournisseur de service.



Figure 6
Tableau des besoins

INFORMATIONS	
Type de la chaudière	
Puissance requise (kW ou Btu/h)	
Type de la biomasse	
Humidité (%)	
Granulométrie (mm)	
Distance d'approvisionnement (km)	
Disponibilité de la biomasse (tonnes)	



Si vous désirez obtenir un accompagnement gratuit et neutre afin de vous aider à rassembler ces informations et de vous éclairer dans votre démarche de conversion à la biomasse forestière résiduelle, n'hésitez pas à nous contacter au (418) 648-2104, p. 2076 ou à visiter www.chauffage-biomasse.ca

SOURCES

https://www.vd.ch/fileadmin/user_upload/themes/environnement/energie/fichiers_pdf/rapp-170427-guide-plaquettes.pdf

<https://conseils-thermiques.org/contenu/chaudiere-bois.php>

<https://www.leguideduchauffage.com/chaudiere-biomasse.html>

https://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/NRCAN_BB_no2_f_accessible.pdf

Centre provincial d'expertise en énergie biomasse Desjardins
<https://portneufouest.com/centre-dexpertise-en-biomasse>

Le guide du chauffage au bois résidentiel
<https://www.stcyrille.qc.ca/medias/doc/guidechauffagebois.pdf>

