

---

## LIVRABLE D.T4.1.1

# BROCHURE SUR LES AUXILIAIRES A COUPLER AUX APPAREILS DE COMBUSTION DE LA BIOMASSE ET LES METHODES D'ECONOMIE D'ENERGIE

---

Édité par FH Joanneum

29.03.2021

Les combustibles fossiles tels que le pétrole ou le gaz naturel sont rares et les émissions qui y sont associées contribuent au réchauffement de la planète. Si les systèmes de chauffage au gaz nécessitent un espace d'installation réduit et de faibles coûts d'investissement, cela ne s'applique pas aux systèmes de chauffage au fioul. Bien au contraire, le pétrole est actuellement la source d'énergie la plus chère après l'électricité [1].

La solution la plus écologique, mais aussi la plus économique, est la fourniture de chaleur par des systèmes de biomasse. Et notamment, passer d'un chauffage au fioul à un système de chauffage aux granulés de bois d'un confort comparable entraîne rapidement un retour sur investissement. En raison de la forte densité énergétique des granulés, il n'est souvent pas nécessaire de prévoir un local de stockage supplémentaire [1].

Afin de réduire le besoin en chauffage et donc les coûts énergétiques à long terme, la déperdition thermique par l'enveloppe du bâtiment doit être réduite au maximum. Ceci est possible en isolant les murs extérieurs, le toit ou le plafond des combles et celui du sous-sol. En ce qui concerne les fenêtres, l'isolation thermique d'un vitrage est primordiale [1].

Cette brochure se concentre sur les aspects qui ont un impact majeur sur l'efficacité globale du système d'utilisation de la biomasse pour le chauffage des habitations. Tout d'abord, les aspects critiques pour le dimensionnement des systèmes de combustion de la biomasse sont définis. Ensuite, les facteurs ayant un impact sur la distribution de la chaleur sont expliqués, suivis par les différents types de systèmes de chauffage. Pour finir, la réglementation actuelle sur les étiquettes dans l'UE est présentée.

## CONTENU

1. Dimensionnement des systèmes de combustion de la biomasse .....	3
Besoins en chauffage .....	3
Besoins en eau chaude sanitaire.....	3
Courbes de charge standard et heures de pleine charge .....	4
Méthodes d'économie d'énergie.....	4
Isolation des vieux bâtiments.....	4
Remplacement des vieilles chaudières .....	4
2. Système de distribution de la chaleur.....	5
Méthodes d'économie d'énergie.....	5
3. Système de chauffage .....	6
Systèmes de chauffage central .....	6
Granulés .....	6
Copeaux de bois .....	7
Bûches de bois.....	7
Poêles individuels.....	8
Poêles traditionnels.....	9
Poêles conventionnels à haut rendement énergétique.....	9
Poêles à combustion avancée .....	9
Poêles à granulés modernes .....	9
Poêles de masse (à accumulation de chaleur) .....	9
Amélioration de l'efficacité.....	10
Poêle à bois à faible émission avec une efficacité énergétique accrue.....	10
Chaudières à granulés à faibles émissions .....	11
Chaudières à granulés à faibles émissions avec pompe à chaleur intégrée .....	12
Chaudières à copeaux de bois à faibles émissions.....	13
Chaudières à bûches de bois à faibles émissions avec pompe à chaleur intégrée.....	14
4. Étiquettes .....	15
Étiquettes énergétiques.....	15
Écoconception.....	15

Dispositifs de chauffage décentralisés .....	15
Documentation.....	16

## 1. DIMENSIONNEMENT DES SYSTEMES DE COMBUSTION DE LA BIOMASSE

Lorsque cela est possible, il est recommandé de raccorder un chauffage urbain existant à une installation de chauffage central afin de chauffer de manière peu encombrante et confortable aux mêmes coûts qu'avec une chaudière privée. Si le raccordement n'est pas possible, l'utilisation de sources d'énergie renouvelables telles que la biomasse, qui est également un produit régional, est la meilleure option. Le système à biomasse peut également être combiné à d'autres technologies comme les systèmes solaires. Les éventuels coûts d'investissement plus élevés sont souvent compensés par des coûts d'exploitation plus faibles. Les énergies renouvelables contribuent à la lutte contre le changement climatique et à l'indépendance vis-à-vis des importations d'énergie [1]. Les principaux aspects à prendre en compte lors du dimensionnement des systèmes de combustion de la biomasse sont le besoin en chauffage et en eau chaude sanitaire.

### BESOINS EN CHAUFFAGE

Les besoins en chauffage dépendent de multiples facteurs tels que l'emplacement et la destination du bâtiment. L'isolation est un facteur critique qui peut soit accroître soit réduire de manière significative les besoins en chauffage.

À mesure que l'énergie devient plus chère, il est rentable d'économiser l'énergie et d'investir dans la qualité des matériaux de construction. Avant d'installer un nouveau système de chauffage dans un vieux bâtiment, il faut toujours envisager d'améliorer les normes d'isolation du bâtiment au moins jusqu'à l'état actuel de la technique. L'intégration des systèmes de ventilation avec récupération de chaleur permet d'économiser l'énergie et d'assurer un certain confort [1].

### BESOINS EN EAU CHAUDE SANITAIRE

Les besoins en eau chaude d'un bâtiment dépendent de la destination du bâtiment, du nombre d'occupants et des niveaux de température de l'eau requis.

Combiner le système de biomasse avec un système solaire thermique est extrêmement avantageux car cela peut permettre de fournir jusqu'à 70 % des besoins annuels en eau chaude. En été, il n'est pas nécessaire de mettre la chaudière en marche, ce qui prolonge la durée de vie de la chaudière. Le réservoir de stockage doit fonctionner à une température maximale de 60°C. Afin de réduire la consommation d'énergie, les pompes de circulation devraient être équipées de temporisateurs [2].

## COURBES DE CHARGE STANDARD ET HEURES DE PLEINE CHARGE

Les courbes de charge sont utilisées pour représenter les besoins en chauffage d'un bâtiment tout au long de l'année. Afin de prévoir les besoins et de dimensionner le système de combustion de la biomasse, des courbes de charge standards sont utilisées lorsqu'aucune donnée n'est encore disponible.

Les heures de pleine charge, le rapport de la chaleur produite divisée par la puissance nominale du système, doivent être maximisées afin de permettre un fonctionnement économique. Si le système est surdimensionné, les heures de pleine charge seront très faibles et l'exploitation ne sera pas économique. Afin d'équilibrer le besoin fluctuant en chauffage, des applications tampon ou de stockage peuvent être raccordées au système de combustion à biomasse. Cela permet d'utiliser des systèmes plus petits car les besoins plus importants peuvent être couverts par le surplus d'énergie des périodes où le besoin est moindre.

## METHODES D'ECONOMIE D'ENERGIE

Les méthodes d'économie d'énergie les plus avantageuses dans le dimensionnement du système de combustion de la biomasse sont l'isolation du bâtiment et le remplacement des vieilles chaudières.

### ISOLATION DES VIEUX BATIMENTS

Si le plafond des combles est mal ou pas du tout isolé, une épaisseur totale d'isolation de 30 cm est recommandée avant d'acheter un nouveau système de chauffage. Cela permet d'économiser en moyenne un quart des coûts de chauffage et est rapidement rentabilisé grâce aux faibles coûts d'investissement. Les besoins en chaleur peuvent être réduits de manière encore plus significative grâce à une rénovation complète (par exemple en association avec l'isolation des murs extérieurs). Pour les bâtiments de plus de 25 ans, il est possible d'économiser au total entre 50 et 80 % des coûts du chauffage. En raison de la réduction des besoins en chaleur, une chaudière de plus faible puissance peut être achetée à un prix inférieur. Avec une isolation ultérieure, cependant, il y a le risque que la chaudière installée soit surdimensionnée et ne fonctionne pas de manière efficace [1].

### REPLACEMENT DES VIEILLES CHAUDIERES

Les vieilles chaudières présentent souvent une consommation d'énergie disproportionnée et des émissions élevées, surtout si elles sont surdimensionnées, ne prennent pas en compte le besoin réel et ont des tuyaux de distribution mal isolés dans les pièces non chauffées.

L'installation d'une nouvelle chaudière permet de réaliser au moins 10 à 20 % d'économies d'énergie. Si la chaudière en place est très ancienne, il est possible de faire même 30 à 40 %

d'économies. Cela permet non seulement d'économiser de l'argent, mais aussi d'agir pour l'environnement. Changer une chaudière est économiquement viable après environ 15 ans au vu des importants progrès techniques qui sont fait. Il convient de préciser l'estimation du coût du remplacement de la chaudière en dehors de la période de chauffage et des rénovations nécessaires de la cheminée au bon moment [1].

## 2. SYSTEME DE DISTRIBUTION DE LA CHALEUR

En ce qui concerne les systèmes de distribution de chaleur, il y a une distinction entre les systèmes en haute et en basse température. La distribution de chaleur en haute température est réalisée par l'utilisation de radiateurs. La distribution de chaleur en basse température est réalisée par l'utilisation de panneaux thermiques pour le chauffage du sol ou des murs. Pour la biomasse, il est recommandé d'utiliser une distribution en basse température. Cependant, d'autres facteurs influencent également le besoin en énergie du système de distribution.

### METHODES D'ECONOMIE D'ENERGIE

Équilibrage hydraulique nécessaire pour alimenter toutes les pièces en chaleur de manière uniforme. Chaque vanne reçoit le débit exactement calculé en fonction de la charge de chauffage de la pièce, qui dépend de la température souhaitée. Cette mesure permet d'économiser jusqu'à 10 % de l'énergie pour le chauffage [2].

Les pompes à chaleur font circuler l'eau de chauffage dans des tuyaux jusqu'aux surfaces qui émettent de la chaleur. Les vieilles pompes mal réglées consomment jusqu'à 600 kWh d'électricité par an. Les pompes à rendement énergétique élevé sont régulées en vitesse et s'adaptent aux conditions de pression, ce qui réduit la consommation d'électricité à moins de 100 kWh [2].

Le système de régulation du chauffage adapte la puissance thermique aux besoins en chaleur, ce qui permet d'obtenir des températures ambiantes stables. La courbe de chauffage ajustée a une influence significative sur l'efficacité énergétique de l'ensemble du système. Réduire la température ambiante de 1 C permet d'économiser 6 % d'énergie thermique [2].

En remplaçant les anciens thermostats ou les vannes d'arrêt manuelles par de nouveaux thermostats électroniques pour radiateurs, il est possible de réaliser des économies d'énergie. L'installation est un investissement relativement bas qui se rentabilise rapidement. Les thermostats électroniques pour radiateurs régulent les besoins en chaleur avec précision et en fonction des besoins [2].

Les raccords, les conduites de chauffage et de distribution d'eau chaude, ainsi que les réservoirs tampons et d'eau chaude doivent être isolés le mieux possible. Les tuyaux nécessitent une isolation

au moins aussi épaisse que leur diamètre et il faut compter 15 cm de matériau isolant au minimum pour l'eau chaude.

La puissance calorifique de la chaudière dépasse souvent les besoins en chaleur de la maison, ce qui peut être compensé par un ballon tampon qui stocke l'excédent de chaleur et assure une production de chaleur homogène. Il en résulte un confort accru et des économies d'énergie [2].

Le brûleur doit être réglé et la chaudière doit être nettoyée tous les ans par des professionnels. Il est nécessaire d'inspecter et de purger le système avant la période de chauffage afin de garantir son efficacité et la sécurité lors du fonctionnement [2].

### 3. SYSTEME DE CHAUFFAGE

Les systèmes de chauffage à la biomasse peuvent être divisés en systèmes de chauffage central et en poêles, qui sont utilisés comme systèmes de chauffage d'une seule pièce.

#### SYSTEMES DE CHAUFFAGE CENTRAL

Les systèmes peuvent également être différenciés par le combustible utilisé. La distinction est faite entre les granulés, les copeaux de bois et les bûches ; les deux premiers permettent une adaptation et un contrôle continu de la charge.

##### GRANULES

Les chaudières à granulés conviennent aux bâtiments dont le besoin en chaleur est faible ou moyen (par exemple les maisons individuelles, les bâtiments d'habitation). Ils nécessitent une cheminée appropriée dans la salle d'installation et un espace de stockage de combustible sec. Un stockage tampon minimise la fréquence de mise en marche et les émissions. Il est essentiel que la puissance de la chaudière soit contrôlée en fonction du niveau de charge du stockage. Une augmentation supplémentaire de l'efficacité globale peut être obtenue en y intégrant un système solaire [3].

##### Avantages

Le fonctionnement automatique du chauffage offre un grand confort d'utilisation. La régulation continue de la charge permet un fonctionnement rentable. Les granulés sont considérés comme neutres en CO<sub>2</sub> et apportent une valeur ajoutée régionale. Le système est bien adapté pour remplacer les systèmes à fioul, car le stockage de combustible occupe à peu près le même espace en raison de la densité apparente d'environ 600 kg/m<sup>3</sup> [3]. Les granulés ont une forte teneur en énergie par unité de volume de 4 à 5 MWh/t et un taux d'humidité d'environ 10 %. La qualité du combustible est assez constante et la composition homogène [4].

## COPEAUX DE BOIS

Les systèmes à copeaux de bois sont utilisés dans les bâtiments ayant des besoins en chaleur moyens à importants (par exemple les bâtiments d'habitation, les bâtiments agricoles, les bâtiments anciens). Ils nécessitent une cheminée appropriée dans le local d'installation et un local de stockage suffisamment grand, sec et adjacent. L'emplacement du bâtiment doit permettre une livraison aisée du combustible. Les copeaux de bois sont souvent utilisés par les propriétaires forestiers qui veulent utiliser leur propre combustible.

Afin de réduire les coûts, il convient d'utiliser des systèmes de décharge courts et droits. Un stockage tampon minimise la fréquence de mise en marche et les émissions. Une augmentation supplémentaire de l'efficacité globale peut être obtenue en y intégrant un système solaire.

### Avantages

Le fonctionnement automatique du chauffage offre un grand confort d'utilisation. La régulation continue de la charge permet un fonctionnement rentable. Les copeaux de bois sont considérés comme neutres en CO<sub>2</sub> et apportent une valeur ajoutée régionale. Le système est idéal pour la préparation du combustible sur place [3].

## BUCHES DE BOIS

Les systèmes de bûches de bois sont utilisés pour les maisons individuelles et mitoyennes dans les zones rurales. Elles nécessitent une cheminée appropriée dans la salle d'installation et un stockage adéquat. Ce système est moins adapté au fonctionnement automatique [3]. Le principal critère pour le dimensionnement et le fonctionnement du stockage est la période d'acclimatation requise de 1 à 2 ans pour une combustion plus uniforme. Au lieu de sécher le bois davantage, l'option des technologies de condensation permet d'obtenir des rendements plus élevés en utilisant la teneur en eau plus élevée [4]. Les bûches de bois sont souvent préférées par les propriétaires forestiers qui veulent utiliser leur propre combustible et par les utilisateurs pour qui le travail manuel ne pose pas de problème [3].

Un stockage tampon est une nécessité et se combine idéalement avec un système de distribution en basse température comme un chauffage au sol ou par panneaux muraux. La meilleure option disponible est un carburateur à bois avec une sonde lambda. Une augmentation supplémentaire de l'efficacité globale peut être obtenue en y intégrant un système solaire [3].

### Avantages

Les bûches de bois sont considérées comme neutres en CO<sub>2</sub> et apportent une valeur ajoutée régionale. Le système est idéal pour la préparation du combustible sur place, ce qui permet un fonctionnement économique [3].



## POELES INDIVIDUELS

Les poêles sont des appareils qui distribuent leur chaleur par rayonnement et par convection. Il existe une variété de poêles qui se distingue par l'utilisation de différents combustibles, la taille et la conception ainsi que les procédés de combustion utilisés et l'application [5]. Les poêles à combustibles solides sont principalement utilisés pour fournir de l'énergie, mais aussi pour cuisiner et préparer de l'eau chaude.

Pour les combustibles solides, il y a principalement deux principes de combustion, à savoir la combustion avec courant ascendant ou tirage vers le haut qui utilise la combustion incomplète, et le tirage inversé basée sur la combustion avec courant descendant. Les appareils plus anciens sont principalement basés sur le principe du tirage vers le haut, une conception plus simple qui entraîne des émissions plus importantes que les poêles à tirage inversé [5].

Le tableau 1 suivant présente les différents types de poêles et leurs caractéristiques tout en les classant en fonction de leur efficacité et de leurs émissions.

Type de poêle	Caractéristiques	Efficacité	Émissions
<b>Traditionnel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mauvais processus de combustion</li> <li>Faible efficacité</li> <li>Convient pour la cuisine et la préparation d'eau chaude</li> </ul>	40-50 %	Le plus élevé
<b>Éco-énergétique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilisation plus efficace de l'air secondaire dans la chambre de combustion</li> </ul>	55-75 %	
<b>Combustion avancée</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Chambre de combustion avancée : arrivées d'air multiples et préchauffage de l'air de combustion secondaire</li> <li>Régulation du débit d'air</li> <li>Le label écologique est souvent prévu pour ces poêles</li> </ul>	70 %	
<b>Accumulation de chaleur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Matériaux accumulateurs de chaleur</li> <li>Dégagement lent de la chaleur dans la pièce</li> </ul>	70-80 %	Le plus bas

Tableau 1 : vue d'ensemble des poêles à combustibles solides alimentés manuellement [6]



## **POELES TRADITIONNELS**

Avec une efficacité comprise entre 40 et 50 %, en raison du processus de combustion inadéquat, les poêles traditionnels sont les moins efficaces. Ces poêles relâchent la plus grande quantité d'émissions tout en ayant un faible niveau d'autonomie car ils doivent être rechargés toutes les 3 à 8 heures. Certains poêles sont équipés de plaques chauffantes pour la cuisson ou conviennent pour la préparation d'eau chaude [5].

## **POELES CONVENTIONNELS A HAUT RENDEMENT ENERGETIQUE**

Ces poêles ont une combustion secondaire améliorée avec une arrivée d'air accrue dans la chambre de combustion. Une efficacité entre 55 et 75 % est atteinte grâce à un meilleur processus de combustion qui, à son tour, entraîne moins d'émissions. Le poêle peut fonctionner de manière autonome pendant 6 à 12 heures [5].

## **POELES A COMBUSTION AVANCEE**

Ces poêles ont plusieurs arrivées d'air et un réchauffeur d'air sous la forme d'un échangeur de chaleur qui chauffe l'air de combustion secondaire avec les gaz de combustion extraits. Ces améliorations permettent d'atteindre un niveau d'efficacité de 70 % à pleine charge tout en réduisant les émissions [7].

## **POELES A GRANULES MODERNES**

Ces types de poêles sont conçus pour la combustion de combustibles en granulés et conviennent aussi bien en zone rurale qu'urbaine. Ce système sophistiqué est capable de réguler automatiquement le processus de combustion en régulant l'air qui est fourni à la chaudière. Les granulés peuvent être alimentés de manière autonome du réservoir de stockage à la chaudière en utilisant un thermostat pour évaluer si le système nécessite ou non plus de granulés [7]. Ces appareils peuvent atteindre une efficacité de 80 à 90 % et de plus faibles émissions.

## **POELES DE MASSE (A ACCUMULATION DE CHALEUR)**

Ces poêles sont fabriqués à partir de matériaux accumulant la chaleur tels que des briques ou des carreaux céramiques. En conséquence, ils ont un dégagement de chaleur lent, ce qui augmente l'autonomie à 8-12 heures. Taux d'efficacité variant de 70 à 80 % [5].

## AMELIORATION DE L'EFFICACITE

Les technologies à haute efficacité suivantes, définies comme des mesures de réduction primaires, comprennent un poêle à bois à faible émission, plusieurs chaudières à faible émission alimentées par des granulés, des bûches ou des copeaux de bois ainsi que l'intégration de pompes à chaleur dans les systèmes.

### POELE A BOIS A FAIBLE EMISSION AVEC UNE EFFICACITE ENERGETIQUE ACCRUE

Cette technologie est basée sur une conception à double chambre de combustion. Il offre une configuration à double flamme avec une flamme brûlant vers le haut et une flamme brûlant vers le bas. Dans la première chambre de combustion, la bûche est séchée et gazéifiée. Au cours de ce processus, le matériau contenant du carbone est cuit dans un environnement à faible teneur en oxygène à une température de 1 000 à 1 200 °C. Il en résulte un gaz de synthèse, qui est ensuite converti en énergie thermique par l'ajout d'oxygène et la combustion du mélange air-gaz de synthèse dans la deuxième chambre [8].

Ce système n'a pas besoin de l'énergie auxiliaire d'un ventilateur et peut fonctionner avec un tirage normal. Les particules sont séparées dans la chambre de combustion inférieure, réduisant ainsi les émissions. Cette technologie atteint une efficacité de 93 % en cours de fonctionnement et produit 40 % de cendres en moins qu'un poêle conventionnel [8].

En raison de la faible température lors du démarrage et de l'arrêt, les émissions seront plus élevées à ces stades que pendant le fonctionnement. Ces émissions peuvent être réduites en équipant un électrofiltre (ou précipitateur électrostatique, ESP) d'un réchauffeur, qui réduira considérablement les émissions initiales et les émissions de combustion [8].

<b>Disponible depuis</b>	2007
<b>Puissance calorifique</b>	8 – 35 kW <sub>th</sub>
<b>Application</b>	Logements résidentiels neufs ou rénovés ayant un faible besoin en chaleur, principalement pour le chauffage d'une seule pièce [8]
<b>Efficacité</b>	jusqu'à 93 % L'efficacité de cette technologie peut être maximisée en s'approvisionnant localement en combustible et en éliminant ainsi les émissions dues au transport [8].

<b>Coût</b>	2 500 – 6 500 €
	Électrofiltre 800 - 4 000 €
	L'ajout d'un électrofiltre augmentera le prix de l'installation et du fonctionnement en raison de la puissance auxiliaire requise pour faire fonctionner l'électrofiltre et le réchauffeur.

Tableau 2 : poêle à bois à faibles émissions avec une efficacité énergétique accrue [8]

### CHAUDIÈRES A GRANULES A FAIBLES EMISSIONS

Cette technologie utilise un système de combustion alimenté par en-dessous avec un effet cyclonique intégré pour la séparation des particules. Elle présente une efficacité accrue de la sonde lambda et émet de très faibles émissions [8].

En mettant en place un système de combustion alimenté par en-dessous, la turbulence de la poussière est considérablement réduite, puisque le lit de braise reste stable. La sonde lambda améliorée et la mise en place d'un allumeur céramique spécialement conçu améliorent le contrôle du processus de combustion réduisant ainsi les émissions. Des éléments d'échangeurs de chaleur uniques garantissent de faibles températures d'émission des gaz de combustion. L'effet cyclonique est obtenu grâce à une conception spéciale de la géométrie. Cet effet garantit que des turbulences sont provoquées dans les gaz de combustion, ce qui déclenche la séparation des particules de poussière les plus lourdes [8].

<b>Efficacité</b>	rendement de combustion de 96 %
	L'efficacité de cette technologie peut être maximisée en s'approvisionnant localement en combustible et en éliminant ainsi les émissions dues au transport.
<b>Coûts</b>	5 500 – 13 000 €
	Pour le système uniquement, ne comprend pas l'installation de stockage des granulés, l'installation ou les coûts de la cheminée.

Tableau 3 : chaudières à granulés à faibles émissions [8]

## CHAUDIÈRES A GRANULES A FAIBLES EMISSIONS AVEC POMPE A CHALEUR INTEGREE

Cette technologie est basée sur une chaudière à granulés avec une pompe à chaleur intégrée dans un système hybride, qui peut également être complétée par un système photovoltaïque. Cette association combine la production d'électricité avec l'utilisation de granulés et de la chaleur ambiante. Le système peut être régulé par un logiciel intégré pour fonctionner en mode le plus économique et le plus efficace qui soit, mais il peut aussi être configuré selon les préférences de l'utilisateur [8]. Tous les différents composants ne fonctionnent pas simultanément. La pompe à chaleur fournit la chaleur lorsque la température ambiante extérieure est supérieure à 7 °C et le système passe automatiquement à la chaudière à granulés lorsque la température descend en dessous de 7 °C [8].

<b>Disponible depuis</b>	2016
<b>Puissance calorifique</b>	10 – 16 kW <sub>th</sub>
<b>Application</b>	Bâtiments à faible consommation d'énergie
<b>Coûts</b>	9 000 – 10 000 €
	Pour le système uniquement, ne comprend pas l'installation de stockage des granulés, l'installation ou les coûts de la cheminée.
	Coûts supplémentaires : photovoltaïque
	Pompe à chaleur 4 000 - 6 000 €

Tableau 4 : chaudières à granulés à faibles émissions avec pompe à chaleur intégrée [8]

## CHAUDIÈRES A COPEAUX DE BOIS A FAIBLES EMISSIONS

Cette technologie utilise un carburateur à bois qui utilise un processus de gazéification à courant ascendant et est accompagné d'un filtre à charbon actif. Le système comprend une technologie d'aspiration du combustible améliorée et a des émissions de particules ultra-faibles [8].

La chambre de gazéification est remplie de copeaux de bois, où un feu brûlant au fond carbonise les copeaux de bois se trouvant au-dessus. Cette couche fonctionne comme le filtre à charbon actif. Les gaz du bois montent à travers la couche de charbon qui s'est formée, où les copeaux de bois sont finalement brûlés. Cette technologie est également dotée d'un système innovant d'aspiration du combustible qui accroît encore son efficacité [8].

<b>Disponible depuis</b>	2016
<b>Puissance calorifique</b>	7 – 60 kW <sub>th</sub>
<b>Application</b>	Installation résidentielle, bâtiments neufs et récemment rénovés, microsystemes de chauffage urbain
<b>Coûts</b>	13 000 – 18 000 € Pour le système uniquement, ne comprend pas l'installation de stockage des granulés, l'installation ou les coûts de la cheminée.

Tableau 5 : chaudières à copeaux de bois à faibles émissions [8]

## CHAUDIÈRES A BUCHES DE BOIS A FAIBLES EMISSIONS AVEC POMPE A CHALEUR INTEGREE

Cette technologie est basée sur un carburateur à bois avec une chambre de combustion rotative, comprenant une pompe à chaleur intégrée dans un système hybride, qui peut également être complétée par une installation photovoltaïque. La pompe à chaleur intégrée rend cette technologie extrêmement efficace si la température ambiante est supérieure à 7 °C et que la température d'alimentation de la distribution de chaleur est très basse (moins de 35 °C). Le système peut être régulé par un logiciel intégré pour fonctionner en mode le plus économique et le plus efficace qui soit, mais il peut aussi être configuré selon les préférences de l'utilisateur [8].

Cette technologie peut atteindre un rendement de 94 % grâce au carburateur à bois, qui brûle à une température supérieure à 1 400 °C, au lieu des 1 000 °C que l'on atteint avec la plupart des appareils de combustion améliorés. La chambre de combustion extrêmement chaude peut traiter un large éventail de qualités de bois. Il tolère différents niveaux d'humidité du bois sans trop perdre de son efficacité. La chambre de combustion rotative assure une combustion complète et sépare efficacement les cendres volantes. Cela constitue la base pour de faibles émissions [8].

Le système intègre également une sonde lambda avancée, ainsi qu'un préchauffage de l'air secondaire, qui est doublement régulé. La phase de démarrage est complétée par un système d'allumage automatique à air chaud qui réduit les émissions pendant la phase de démarrage. Le système utilise des tabulateurs en aval situés au niveau des échangeurs de chaleur pour assurer des rendements de combustion élevés quelle que soit la plage de puissance à laquelle le système fonctionne [8].

<b>Disponible depuis</b>	2014
<b>Puissance calorifique</b>	14 – 30 kW <sub>th</sub>
<b>Efficacité</b>	jusqu'à 94 %
<b>Coûts</b>	7 000 – 12 000 €
	Pour le système uniquement, ne comprend pas l'installation de stockage des granulés, l'installation ou les coûts de la cheminée [8]. Coûts supplémentaires : pompe à chaleur, photovoltaïque

Tableau 6 : chaudières à bûches de bois à faibles émissions avec pompe à chaleur intégrée [8]

## 4. ÉTIQUETTES

Au sein de l'UE, les étiquettes énergétiques sont utilisées pour fournir des informations transparentes sur l'efficacité énergétique des produits. Cela permet aux consommateurs d'économiser plus facilement sur leurs factures d'énergie tout en réduisant les émissions de gaz à effet de serre. Les étiquettes sont régies par les directives sur l'étiquetage énergétique et l'écoconception [9].

### ÉTIQUETTES ENERGETIQUES

L'étiquette énergétique de l'UE indique l'efficacité énergétique d'un produit par rapport à d'autres. Elle permet de classer le produit sur une échelle allant de A+++ (les produits les plus efficaces) à G (les produits les moins efficaces). En plus des informations sur la consommation d'énergie du produit, les étiquettes peuvent également fournir des données spécifiques relatives aux émissions sonores ou à la consommation d'eau du produit [9].

### ÉCOCONCEPTION

La législation de l'UE sur l'écoconception fixe des normes minimales obligatoires pour l'efficacité énergétique. L'objectif est de réduire la consommation de ressources naturelles et d'énergie. L'écoconception vise à éliminer les produits les moins performants du marché, et favoriser aussi l'innovation et la compétitivité de l'industrie [9].

### DISPOSITIFS DE CHAUFFAGE DECENTRALISES

Depuis 2018, les dispositifs de chauffage décentralisés dont la puissance thermique nominale est inférieure ou égale à 50 kW sont vendus munis d'une étiquette énergétique. L'échelle de notation va de A++ (le plus efficace) à G (le moins efficace). Les dispositifs de chauffage les plus efficaces qui utilisent des granulés comme combustible peuvent atteindre un classement A++ tandis que les moins efficaces sont classés G.

Depuis 2018, les dispositifs de chauffage décentralisés doivent respecter des exigences d'écoconception. La réglementation ne s'applique pas aux dispositifs de chauffage décentralisés utilisant la biomasse non ligneuse. [10].



## DOCUMENTATION

- [1] Energieagentur Steiermark, "Heizungstausch," 2017.
- [2] Energieagentur Steiermark, "Optimierung der Heizanlage," 2017.
- [3] Energieagentur Steiermark, "Vergleich Heizsysteme," 2017.
- [4] J. Bärnthaler, "Renewable Energy Generation - Biomass," 2019.
- [5] M. W. and R. S. C. Trozzi, O.-K. Nielsen, M. S. Plejdrup, M. Nielsen, K. Kubica, B. Paradiz, P. Dilara, Z. Klimont, Sergey Kakareka, B. Debsk, "EMEP/EEA emission inventory guidebook 2013," Copenhagen, 2013.
- [6] Fehily Timoney & Company, "Study on biomass combustion emissions," 2016.
- [7] "Napoleon Fireplaces." [en ligne]. Lien : <https://napoleonfireplaces.com/products/banff-1400-wood-stove/>. [Accessed: 15-Feb-2020].
- [8] C. N. and W. S. M. Amann, J. Cofala, Z. Klimont, *Measures to address the air pollution from small combustion sources*. Vienna: International Institute for Applied Systems Analysis & Umweltbundesamt, 2018.
- [9] Site de la Commission européenne, "À propos de l'étiquetage énergétique et de l'écoconception." [en ligne]. Lien : [https://ec.europa.eu/info/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/energy-label-and-ecodesign/about\\_fr](https://ec.europa.eu/info/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/energy-label-and-ecodesign/about_fr) [Accessed: 15-Feb-2020].
- [10] Site de la Commission européenne, "Dispositifs de chauffage décentralisés." [en ligne]. Lien : [https://ec.europa.eu/info/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/energy-label-and-ecodesign/energy-efficient-products/local-space-heaters\\_fr](https://ec.europa.eu/info/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/energy-label-and-ecodesign/energy-efficient-products/local-space-heaters_fr) [Accessed: 15-Feb-2020].