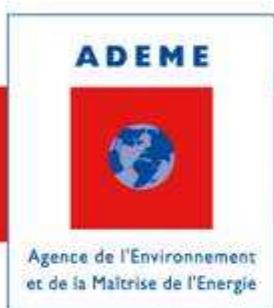


# **GUIDE DE BONNES PRATIQUES DES CHAUFFERIES BOIS A ALIMENTATION AUTOMATIQUE (GRANULES ET BOIS DECHIQUETE)**



**Direction régionale Poitou-Charentes**

ADEME, Direction régionale Poitou-Charentes  
6 rue de l'Ancienne Comédie – BP 452 – 86011 POITIERS Cedex  
<http://www.ademe-poitou-charentes.fr/>

Tél. : 05 49 50 12 12  
Fax : 05 49 41 61 11

## SOMMAIRE

---

<b>1. PRESENTATION GENERALE.....</b>	<b>3</b>
Objectif .....	3
Préambule .....	3
<b>2. AVANT-PROPOS .....</b>	<b>3</b>
<b>3. LOCAL CHAUFFERIE.....</b>	<b>3</b>
<b>4. COMBUSTIBLE.....</b>	<b>4</b>
Réception.....	4
Mode de livraison .....	5
Stockage .....	6
<b>5. CHAINE D'ALIMENTATION DU COMBUSTIBLE .....</b>	<b>7</b>
Désilage du combustible.....	7
Convoyage du combustible .....	8
Introduction du combustible.....	11
<b>6. GENERATEUR DE CHALEUR .....</b>	<b>12</b>
Foyer .....	12
Echangeur de chaleur .....	14
Air primaire et secondaire .....	15
<b>7. DECENDRAGE.....</b>	<b>16</b>
<b>8. TRAITEMENT ET EVACUATION DES FUMEES DE COMBUSTION .....</b>	<b>17</b>
Extracteur .....	17
Traitement des fumées de combustion.....	17
Conduit de fumée .....	19
<b>9. ARMOIRE DE COMMANDE ET REGULATION.....</b>	<b>19</b>
<b>10. ENTRETIENS ANNUELS OBLIGATOIRES.....</b>	<b>20</b>
<b>11. BILAN.....</b>	<b>21</b>
 <b>ANNEXE 1 : Exemple de livret de chaufferie.....</b>	<b>22</b>
<b>ANNEXE 2 : Exemple de procédure de détermination de l'humidité et densité .....</b>	<b>23</b>
<b>ANNEXE 3 : Exemple de fiche d'approvisionnement .....</b>	<b>25</b>
<b>ANNEXE 4 : Exemple d'attestation d'entretien – CHAUDIERE BOIS de 4 à 400 kW .....</b>	<b>26</b>
<b>ANNEXE 5 : Exemple de fiche de relevés journalier .....</b>	<b>28</b>

## 1. PRESENTATION GENERALE

---

### Objectif

La Direction Régionale de l'ADEME Poitou-Charentes met en place un guide de bonnes pratiques pour aider le maître d'ouvrage dans sa démarche de conduite d'installation de chaufferie bois à alimentation automatique.

Ce document regroupe des conseils à respecter pour le bon fonctionnement de l'installation en complément du cahier des charges de maintenance.

Il a été élaboré en concertation avec les acteurs régionaux du bois énergie dans le cadre du groupe de travail animé par l'ADEME Poitou-Charentes.

### Préambule

Il est important pour le bon fonctionnement d'une chaudière bois à alimentation automatique de vérifier, contrôler l'installation par un (des) prestataire(s) pour garantir la sécurité de l'installation, la longévité du matériel et son efficacité toute au long de la durée de vie de l'installation.

Le titulaire en charge de la maintenance, aura pour objectif :

- d'assurer le bon fonctionnement de la chaudière bois et des éléments environnant,
- de garantir le confort des usagers,
- de garantir la continuité de service et le maintien des paramètres de fonctionnement,
- d'optimiser la consommation énergétique.

## 2. AVANT-PROPOS

---

Avant toute intervention sur l'équipement (maintenance, entretien etc.), il est impératif de respecter les consignes prescrites par le constructeur (coupe d'alimentation, protection : vêtements de travail, lunettes, gants etc.). Toute intervention sur l'appareil ou sur l'installation de chauffage doit être réalisée par un professionnel.

## 3. LOCAL CHAUFFERIE

---

Avant toute chose, une bonne conduite et suivi d'installation de chaufferie bois à alimentation automatique passe par les outils à mettre en place dans le local chaufferie.

Cela comprend :

→ **Le matériel d'entretien et de maintenance :** Il doit être prévu un emplacement pour le matériel d'entretien (outils, pelle, balais, cannes de ramonage, écouvillons, aspirateur industriel etc.).

#### Attention :

Il est formellement interdit de stocker des produits inflammables dans la chaufferie (essence, alcool etc.) et d'en utiliser pour effectuer le nettoyage de la chaudière.

→ **Le matériel de sécurité contre les incendies :** Deux extincteurs appropriés et contrôlés doivent être dans le local chaufferie ou à proximité de celle-ci ainsi qu'un bac à sable de 0,1m<sup>3</sup>. Le plan d'évacuation incendie doit être affiché.

→ **Le schéma de principe de l'installation :** Il doit se trouver dans la chaufferie.

→ **Les différentes notices techniques du ou des matériels fournies par le constructeur (en français) :** Elles constituent les documents repérés pour l'agent chargé de la conduite chaufferie et doivent être consultables par l'agent de conduite lors de ses visites.

→ **Le livret de chaufferie :** Le livret de chaufferie doit être rempli lors des différentes visites du local chaufferie par l'agent en charge de la maintenance afin d'avoir un suivi de l'installation (Voir **ANNEXE 1 : Exemple de livret de chaufferie**).

#### Attention :

Le local chaufferie ne doit pas être un lieu d'entrepôt et de stockage. Le local doit être un lieu dégagé et facile d'accès permettant ainsi les différents types d'interventions. Le local doit être bien ventilé (ne pas obstruer les ventilation naturelles hautes et basses du local). Une bonne ventilation contribue au bon fonctionnement de l'installation.

Après chaque visite de la chaufferie, il est impératif de refermer à clé le local pour éviter tout risque d'intrusion et d'accident au sein de la chaufferie.

## 4. COMBUSTIBLE

### Réception

Lors des livraisons du bois, l'accès doit être dégagé ou réservé pour faciliter la livraison. Le périmètre de déchargement doit être sécurisé pour la sécurité des personnes circulant autour.

A chaque livraison du combustible par le fournisseur, il est fortement conseillé de contrôler la qualité et la quantité du combustible par la personne réceptionnant celui-ci.

Les différents points à vérifier sont :

→ **La granulométrie** : Elle doit être homogène et ne doit pas comporter de corps étrangers (plastique, métal, cailloux...) ou de bois souillé (palettes traités etc.).



(Source : ADEME Poitou-Charentes)

→ **Le taux d'humidité** : Il est très important de vérifier l'humidité du bois lors de la réception du combustible pour le bon fonctionnement et l'efficacité énergétique de l'installation. Le taux d'humidité peut être déterminé par plusieurs méthodes (Voir [ANNEXE 2](#) : Exemple de procédure de détermination de l'humidité et densité).

Plus la granulométrie est homogène et le taux d'humidité respecté, plus la combustion sera optimisée en évitant ainsi de provoquer des dysfonctionnements (blocage etc.) dans les systèmes d'alimentation. En effet, pour assurer une combustion optimale, les dimensions du combustible et le taux d'humidité doivent correspondre à l'installation en question (systèmes d'alimentation, foyer de la chaudière).

Plus le taux d'humidité est faible, plus le pouvoir calorifique inférieur ou PCI (kWh/kg) est élevé.

### Remarque :

Il existe aujourd'hui différentes certifications assurant une bonne qualité et régularité du combustible ainsi qu'une fiabilité des approvisionnements.

Les différentes certifications peuvent être :

- NF Biocombustibles,
- DIN Pellet Logistics,
- AFAQ Services Confiance CBQ +,
- EN plus.



L'utilisation d'un combustible adéquat permet d'optimiser la performance de la chaudière :

- un meilleur rendement,
- moins d'entretien,
- moins de pollution atmosphérique,
- meilleur PCI.

### Attention :

Ces différentes certifications ne suppriment en rien la vérification du combustible lors des livraisons.

[Chaudière à bois déchiqueté](#) : Elles sont réglées et paramétrées pour fonctionner en optimal avec ce combustible et un taux d'humidité fixé selon la prescription du constructeur. Mais dans certains cas, la chaudière peut être amenée à fonctionner avec des combustibles différents (copeaux, sciures, mélanges d'écorces etc.). Des modifications de réglages et de paramétrages de la régulation sont alors nécessaires à réaliser sur la chaudière par un professionnel.

**Chaudière à granulés :** La qualité du combustible est importante même pour ce type de chaudière. Il est nécessaire d'avoir le moins de poussière possible, pour cela il faut que le granulé se « tienne » bien mécaniquement parlant (une surface lisse et dure).

Le bon de commande doit être signé si le combustible est satisfaisant et doit être archivé dans le livret de chaufferie.

**Remarque :**

Il faut refuser les livraisons pour lesquelles les différents critères de qualité de bois ne sont pas respectés pour la chaudière (granulométrie, humidité etc.).

Une fiche d'approvisionnement permettant le suivi des livraisons doit être rempli à chaque réception de combustible (Voir **ANNEXE 3 : Exemple de fiche d'approvisionnement**).

**Mode de livraison**

Lors de chaque livraison, que ce soit pour des chaudières fonctionnant au bois déchiqueté ou aux granulés, il est impératif que le déchargement du combustible se fasse le plus correctement possible.

Il faut assurer à la livraison un bon accès au silo (élagage des arbres, obstacles, stationnement de véhicules gênant, route d'accès etc.). En cas de conditions climatiques défavorables, comme une chute de neige, il est tenu d'assurer l'accès au silo ainsi que l'absence de neige sur la trappe d'accès silo empêchant son ouverture (silos à bois déchiqueté). Il est nécessaire d'informer le livreur des limites à ne pas franchir par le camion sur le terrain (sol fragile, regard ou conduite en sous sol pouvant casser sous le poids du camion) et de s'assurer au préalable que le volume total de bois présent dans le camion correspond au volume de stockage (exemple : volume du combustible livré soit pas inférieur à la capacité du silo).

**Remarque :**

Il est préférable de demander à votre fournisseur les caractéristiques de son matériel de livraison (dimensions, poids), voire de le faire venir sur site avant la première livraison.

**Chaudière à bois déchiqueté :** Le déchargement par benne, uniquement pour les systèmes d'extraction à pales rotatives doit être réalisé avec précaution. En effet, quant celle-ci sont visibles, il est recommandé (pour certaines marques de chaudières), de replier les bras sous le plateau. Une fois les bras repliés, le camion peut benner son chargement de combustible.

Cette opération évitera :

- de casser les ressorts et les fixations,
- la flexion des bras entraînant une usure du renvoi d'angle.

Les trappes d'ouverture silo par système de chaîne ne doivent pas être recouvert de bois plaquette lors des livraisons et doit être toujours dégagé pour faciliter l'ouverture ou la fermeture du silo.

Cette opération évitera :

- de bloquer la trappe d'ouverture silo,
- de faire dérailler la chaîne.

**Remarque :**

La chaîne doit être graissée le moins possible, sinon risque d'accumulation de poussière pouvant bloquer l'ouverture (formation de 'bouchon').

**Chaudière à granulés :** Le déchargement par camion souffleur doit se faire le plus proche possible du silo en limitant ainsi au maximum la longueur du tuyau. En effet celui-ci ne doit pas excéder une longueur supérieure à 20m linéaire (sauf cas particuliers à valider avec votre installateur et votre livreur) et un nombre important de coude. Le soufflage du granulé doit se faire à une pression de soufflage minimale permettant de conserver la qualité des granulés.

Cette opération évitera :

- l'effritement du combustible (poussière),
- une mauvaise qualité et combustion du bois (encrassement etc.).

**Remarque :**

Les camions dépourvus d'un système aspiro-ventilateur pour la récupération des poussières concernant les silos maçonné doivent mettre en place à la sortie du raccord de refoulement d'air une « chaussette » ou poche afin de récupérer les poussières.

## **Stockage**

Le combustible livré est déchargé dans un silo de stockage qui constitue la réserve de bois et permet de fonctionner en autonomie plusieurs jours, plusieurs semaines voire plusieurs mois selon les consommations et la taille du projet.

Il est rempli régulièrement par des camions de livraisons (bennage, camion souffleur etc.).

Le niveau de remplissage du silo doit être vérifié régulièrement par la personne en charge de la maintenance afin d'éviter d'éventuelle rupture, notamment en période de forte demande (hiver) pendant laquelle les fournisseurs sont beaucoup plus sollicités.

### Remarque :

L'agent de chaufferie doit anticiper les livraisons en cas de mauvais temps (verglas, neige etc. → circulation interrompu des camions).

### Attention :

L'agent de chaufferie ne doit pas attendre que le silo soit vide pour passer commande auprès de son fournisseur.

**Chaudière à bois déchiqueté** : Le bois déchiqueté doit être impérativement stocké à l'abri de l'humidité afin que la combustion se passe dans les meilleures conditions possibles. Le local quant à lui doit être bien ventilé afin d'évacuer l'humidité que le bois serait encore amené à se libérer et ainsi éviter la corrosion ou dégradation du bâti.

**Chaudière à granulés** : Les granulés de bois (moins de 10% d'humidité relative) doivent impérativement être stockés à l'abri de l'air et de l'humidité. En présence d'humidité, le granulé va absorber l'eau et se dégrader irrémédiablement (gonflement puis retour à l'état de « farine de bois »).

Cette poussière peut poser ensuite des désagréments :

- problème de convoyage (blocage de la vis sans fin, système pneumatique),
- encrassement de la chaudière (échangeur),
- formation de mâchefers dans le foyer,
- production massive de cendre,
- risque d'étouffer le feu (obstruction des arrivées d'air).

### Attention :

Une mauvaise qualité de combustible ou un mauvais stockage entraînant une dégradation de la qualité du bois (plaquette ou granulé) provoque de nombreux problèmes sur la chaudière que ce soit au niveau de :

- l'acheminement du combustible à la chaudière (un combustible trop humide se tasse et augmente les frottements qui peuvent entraîner un blocage de la vis),
- l'allumage,
- la combustion.

### Remarque :

Il est recommandé de vider au moins une fois par an le silo de stockage. De préférence à la fin de la saison de chauffe (période estivale) et de le laisser vide jusqu'à la prochaine saison hivernale.

Cela permettra :

- d'aérer le silo (humidité),
- d'évacuer les poussières, corps étranger etc.,
- de permettre l'entretien annuel du système de désilage.

### Attention :

Après chaque livraison ou vérification du silo, il est impératif de refermer le silo (cadenasser) pour éviter tout risque d'accident (chute). L'accès au silo doit être maintenu fermé en dehors des périodes de livraison ou d'inspection quotidienne de l'agent.

## 5. CHAINE D'ALIMENTATION DU COMBUSTIBLE

L'alimentation automatique d'une chaufferie bois permet d'acheminer le combustible depuis le silo jusqu'au foyer en trois étapes.

Ces différentes étapes doivent être contrôlées régulièrement par la personne en charge de la conduite de chaufferie afin que l'extraction, le transfert et l'introduction du combustible jusqu'au foyer se déroule correctement (bon écoulement du produit, absence de blocage etc.).

### Désilage du combustible

Il s'agit d'un mécanisme à l'intérieur du silo, permettant l'extraction du combustible jusqu'à un convoyeur.

Selon la puissance de l'installation et le combustible utilisé, le désilage peut être réalisé soit par :

- pales rotatives,
- échelles racleuses,
- vis sans fin,
- gravitaire.

Chaudière à bois déchiqueté : Le système de désilage par pales rotatives étant fragile, il doit être entretenu et vérifié régulièrement dont au moins une fois par an lorsque le silo est vide pour l'entretien annuel. Le combustible utilisé doit répondre au cahier des charges fourni par le constructeur ou le fournisseur du système de désilage et de convoyage. Il est généralement demandé pour ce type de système un combustible sec, bien calibré et sans queues de déchiquetage (risque de rupture d'un ressort sur les bras de l'extracteur rotatif).

Pour les silos carrés ou rectangulaires, le système de désilage par pales rotatives, les bras n'atteignant pas les angles, il est possible que le combustible reste coincé limitant ainsi le bon écoulement du bois déchiqueté.



(Source : ADEME Poitou-Charentes)

### Remarque :

S'assurer lors des livraisons une répartition homogène du combustible dans le silo de stockage afin que le désilage soit optimal.

Chaudière à granulés : Il est recommandé de temps en temps de secouer les parois du silo textile lorsque le niveau est faible, afin de faire glisser les granulés à la base du silo.

Pour l'ensemble des systèmes de désilage, que sa soit pour les chaudières à granulés ou bois déchiqueté, il est conseillé de contrôler à chaque visite que le désilage se déroule correctement (blocage, écoulement, vis cassée, bourrage etc.)

## Convoyage du combustible

Le convoyage permet l'acheminement du bois extrait du silo par le désilage jusqu'à un sas de sécurité situé en amont du système d'introduction foyer.

Selon la puissance de l'installation et le combustible utilisé, le convoyage peut être réalisé soit par :

- vis sans fin,
- tapis roulant,
- aspiration pneumatique.



(Source : Compte R)



(Source : ADEME Poitou-Charentes)

Le système de convoyage peu présenter dans certains cas des problèmes de dysfonctionnement.

Causes	Conséquences	Recommandations
<b>Plaquette (vis sans fin)</b>		
Présence de broyats de palettes (s'entremêle et forme un « bouchon »), de queues de déchiquetage, d'éléments grossiers ou d'objets métalliques coincant les organes du convoyeur (entre la vis et le fourreau)	Blocage → arrêt de l'installation afin d'éliminer la cause du bourrage	Utiliser un combustible répondant au cahier des charges fourni par le constructeur  Pouvoir inversé le sens de rotation des vis sans fin, limiter leur nombre entre l'extracteur du silo et le système d'introduction, limiter les pentes trop importantes des vis et prévoir une trappe de déboufrage à chaque extrémité de vis
<b>Plaquette (tapis roulant)</b>		
Contact direct entre les racleurs et la tôle	Usure rapide de la tôle ou des racleurs	Contrôle fréquent
Chaîne de manutention mal tendue	Déraillement fréquent des chaînes du convoyeur	
	Usure des maillons de la (des) chaîne(s)	
<b>Granulé (vis sans fin/aspiration pneumatique)</b>		
Granulé humide et poussiéreux	Blocage → arrêt de l'installation afin d'éliminer la cause du bourrage	Utiliser un combustible répondant au cahier des charges fourni par le constructeur

Le combustible est remontée jusqu'à un sas de sécurité qui permet d'éviter la propagation du feu jusqu'au silo de stockage.  
Plusieurs systèmes anti-remontée de feu existent doivent être contrôlé impérativement :

- système rotatif,
- système à coulisse ou guillotine,
- clapet coupe feu (CF).



(Source : ADEME Poitou-Charentes)

La remontée de feu dans le système d'alimentation doit être absolument évitée.

Causes	Conséquences	Recommendations
Mauvaise étanchéité du système anti-remontée de feu (fermeture etc.)	Risque d'incendie	Vérifier (ouverture, fermeture etc.) le bon fonctionnement du système anti-remontée de feu entre le convoyage et l'introduction foyer

La chaîne d'alimentation du combustible est équipée de système dit « Sprinkler » qui permet en cas de départ de feu ou d'une température élevée dans le système d'acheminement du noyer l'alimentation en bois. Ils sont le plus souvent situés en amont du système anti-remontée de feu à l'extrémité de la vis de convoyage.



(Source : ADEME Poitou-Charentes)

Différents systèmes existent :

- par buse, directement relié sur le réseau d'eau comprenant aucune vanne d'isolement,
- par bidon d'eau.

Il est recommandé tous les 6 mois de vérifier le bon fonctionnement du système anti incendie.

#### **Attention :**

Pour les systèmes à bidon d'eau, faire attention que celui-ci soit toujours plein.

On peut constater sur certain système une mauvaise étanchéité du système de convoyage pour lequel des fines ou du combustible s'échappent pouvant :

- détériorer la qualité du combustible (humidité),
- engendrer une accumulation de combustible dans la chaufferie.



(Source : ADEME Poitou-Charentes)

Remarque :

Des bacs de récupération peuvent être installés pour permettre de faciliter l'évacuation des fines ou du combustible plus facilement quand celui-ci se trouve dans un endroit difficile d'accès.



(Source : ADEME Poitou-Charentes)

Pour l'ensemble des systèmes de convoyage, que sa soit pour les chaudières à granulés ou bois déchiqueté, il est conseillé de contrôler à chaque visite que le convoyage se déroule correctement (blocage, vis cassée, systèmes anti-remontées de feu, bourrage etc.)

## Introduction du combustible

Les systèmes qui permettent l'amenée du combustible dans le foyer sont de deux types :

- introduction par vis,
- introduction par poussoir hydraulique.

On peut observer un dysfonctionnement de la régulation de niveau du réservoir d'alimentation

Causes	Conséquences	Recommendations
Dépôt de poussières de bois sur la vitre de protection des cellules photoélectriques	Mauvais remplissage du réservoir d'alimentation	Nettoyage quotidien des cellules Eviter la présence de poussière au niveau du stockage du granulé de bois Remplacement de la vitre en verre de protection des cellules par une vitre en plexiglas, moins électrostatique

Pour le système d'introduction par poussoir hydraulique, il est important de vérifier régulièrement la centrale hydraulique.

Causes	Conséquences	Recommendations
Mauvaise étanchéité du système hydraulique (circuit, vérins hydrauliques, flexibles)	Fuite, baisse du niveau d'huile et de la pression de fonctionnement → arrêt de l'installation pour réparation	Contrôle fréquent (état des flexibles et tuyauteries hydrauliques + resserrage éventuel des raccords de fixation etc.)



(Source : ADEME Poitou-Charentes)

Pour l'ensemble des systèmes d'introduction, que ce soit pour les chaudières à granulés ou bois déchiqueté, il est conseillé de contrôler à chaque visite que l'introduction dans le foyer se déroule correctement (blocage, vis cassée, bourrage etc.).

## 6. GENERATEUR DE CHALEUR

Le générateur de chaleur est l'enceinte où se déroule la combustion du bois qui libère son énergie qui sera ensuite transmise au fluide transporteur.

### Foyer

La combustion du combustible a lieu dans le foyer. Selon la nature du combustible, diverses technologies de foyers existent :

Foyer à creuset (ou foyer volcan) : L'apport du combustible s'effectue par vis sans fin. Elle pousse le combustible dans un espace évasé de forme similaire à un volcan, provoquant la montée du combustible vers le sommet du brûleur. L'air primaire est injecté autour du brûleur et traverse le lit solide, la flamme se développant au dessus de celui-ci. L'air secondaire est injecté un peu plus loin, dans la flamme, pour permettre l'oxydation totale des gaz. Les cendres sont évacuées soit par débordement, soit par gravité au travers d'une grille.

Foyer grille fixe : L'air primaire passant sous les grilles va permettre la combustion du bois et de pousser les cendres au niveau de la vis de décendrage. Les limites de ce type de foyer sont dues avant tout au manque de mouvement du combustible.

Les problèmes sur ce type de grille peuvent être :

- l'absence d'un lit homogène en combustion,
- combustion incomplète dans certaines conditions,
- une accumulation des cendres en bout de grille.

Il est recommandé de contrôler la combustion une fois par semaine.



(Source : ADEME Poitou-Charentes)

Foyer grille mobile : Grâce à un moteur électrique et des vérins hydrauliques, un mouvement de va et vient des grilles étalement le lit de combustion maîtrisant ainsi son temps de combustion dans la chambre.

Ce type de grille permet une combustion propre et homogène mais dans certains cas, des blocages peuvent apparaître.

Causes	Conséquences	Recommendations
Présence de corps étrangers métalliques dans le combustible puis dans les cendres (clous etc.)	Blocage des grilles → Arrêt de la chaudière Usure des pièces mécaniques soumises à des contraintes mécaniques trop forte → Arrêt de la chaudière	S'assurer une qualité constante du combustible que sa soit à la livraison ou pendant le stockage (pas de corps étrangers, déchets, pièces métalliques etc.)
Production de mâchefer		

### Attention :

La vitesse des grilles de décendrage doit être réglée de telle sorte que :

- le lit de combustion soit propre et homogène,
- la combustion complète du bois ait le temps de se faire.

La centrale hydraulique doit être contrôlée régulièrement afin que certains problèmes soient évités.

Causes	Conséquences	Recommendation
Mauvaise étanchéité du système hydraulique (circuit, vérins hydrauliques, flexibles)	Fuite, baisse du niveau d'huile et de la pression de fonctionnement → arrêt de l'installation pour réparation	Contrôle fréquent (état des flexibles et tuyauteries hydrauliques + resserrage éventuel des raccords de fixation etc.)

On observe sur certaines chaudières, généralement au niveau du corps de chauffe, la production de mâchefers (résidu solide).

Causes	Conséquences	Recommendations
Mauvaise qualité de combustible (poussières, humidité etc.)	Arrêt de la chaudière pour la remise en état du foyer (intervention manuelle pour casser les blocs)	S'assurer d'une qualité constante du combustible que ce soit à la livraison ou pendant le stockage (pas de corps étrangers, déchets, impuretés : terre, sable etc.)
	Obstruction de la (des) grille(s) entraînant un mauvais écoulement de l'air et donc une mauvaise combustion	
	Risque de blocage de la progression des cendres sur la grille ou du système d'extraction des cendres	
	Mauvaise qualité des cendres, qui ne peuvent être valorisées en épandage direct	
	Dégénération du réfractaires (parois) : les mâchefers en fusion peuvent faire fondre le réfractaire	
Mauvais réglage de l'air primaire (mauvaise répartition etc.)	Idem	Agir sur la chaudière pour limiter les températures de foyer (réglage de l'air, limite de la puissance chaudière etc.)

**Remarque :**

En cas de renouvellement trop fréquent de mâchefer une analyse de qualité des cendres peut être effectuée (taux de silice et de potasse).

**Attention :**

En cas d'apparition de blocs de mâchefer au sein du foyer, il faut les éliminer le plus rapidement possible.

La combustion se déroule au sein du foyer conçu la plupart du temps en brique ou béton réfractaire.

Il arrive d'observer une usure précoce du réfractaire du foyer.

Causes	Conséquences	Recommendations
Accrochage de mâchefer sur les parois, et arrachage d'une partie du réfractaire quand le mâchefer est nettoyé	Dégénération progressive de l'isolation de la chaudière, qui conduit à une perte de rendement	Contrôler régulièrement l'état du réfractaire et le nettoyer
Fonte du réfractaire au contact des cendres en fusions	Arrêt de la chaudière pour sa remise en état (nécessite une montée progressive en température du foyer pour garantir sa tenue dans le temps : contrainte plus grande avec du béton réfractaire qu'avec des briques réfractaires)	

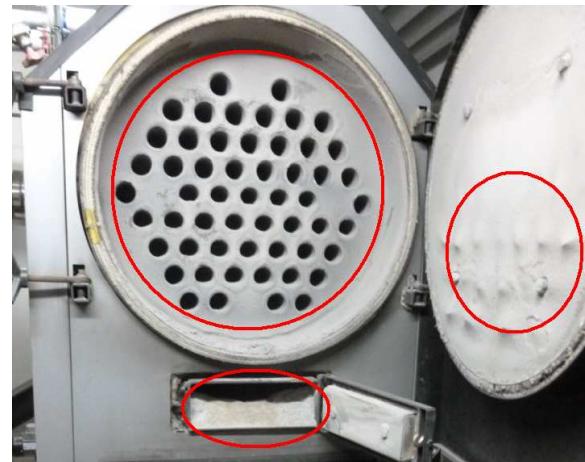
La périodicité de nettoyage du générateur de chaleur (foyer, réfractaire, grille(s)) dépendra principalement de la qualité du bois et de la quantité de combustible brûlé.

## Echangeur de chaleur

La chaudière est équipée d'un échangeur à tubes de fumées. Les gaz de combustion circulent dans des tubes immergés dans le fluide caloporteur de la chaudière.

Pour assurer un bon rendement d'échange, l'échangeur de chaleur en position horizontale ou vertical selon les modèles doivent être régulièrement nettoyés pour enlever les poussières et cendres qui s'y déposent : le nettoyage peut être manuel (par écuvillon ou aspirateur industriel) ou automatisé (par vis sans fin ou pneumatique).

En effet, le combustible bois génère des cendres et des suies qu'il faut éliminer pour optimiser les échanges thermiques entre les gaz de combustion et le fluide caloporteur.



(Source : ADEME Poitou-Charentes)

Certaines chaudières peuvent avoir un encrassement du foyer post-combustion et des tubes de fumées.

Causes	Conséquences	Recommandations
Vitesse des fumées trop faible	Encrassement plus rapide que prévu de la chaudière → nécessité d'augmenter la fréquence de ramonage	Contrôler les températures dans la chaudière ( $T^{\circ}$ foyer/fumée par exemple) pour maintenir des conditions imprropres à la production de cendres collantes
Température des fumées trop haute (cendres collantes)	Mauvais échange thermique entre les gaz de combustion et le fluide caloporteur → diminution de la puissance chaudière et donc de son efficacité (rendement)	Ne pas faire fonctionner la chaudière à une allure inférieure au minimum préconisé par le constructeur. Si les besoins sont inférieurs à ce minimum utiliser un autre moyen de production  Ramonage car quantité importante de cendre et de poussière dans au sein de l'échangeur (tubes de fumées).
	Surchauffe du générateur → usure précoce des pièces.	
	Perte de charge dans l'échangeur va augmenter, induisant une augmentation de l'énergie à fournir par le ventilateur de tirage : consommation plus grande, usure accélérée	
Température des fumées trop basse	Formation de condensation acide dans l'évacuation des fumées.	Contrôler: - combustion, - production de chaleur insuffisante, - mauvais dimensionnement, - mauvais réglage de l'installation.

## Air primaire et secondaire

Afin d'avoir une combustion complète du combustible au sein du foyer, des ventilateurs dits « primaire et secondaire » apportent l'oxygène nécessaire à la combustion.

Les arrivées d'air primaire et secondaire doivent être contrôlées régulièrement afin que la combustion se fasse correctement.

En effet, la qualité de la combustion dépend de la quantité d'air primaire et secondaire apportée dans le foyer.

Air primaire : air de combustion principale, il est directement soufflé au niveau du combustible, assurant ainsi une première phase de combustion et une gazéification du bois.

Excès d'air	Manque d'air
Présence de braise et d'imbrûlés dans les cendres	Flamme molle, petite et rougeâtre
Flamme compacte courte, rapide, bruyante avec des flammèches sur les bords	

Air secondaire : affinage de la combustion, il est apporté à la sortie des flammes permettant ainsi la combustion rapide et complète des gaz et goudrons.

Excès d'air	Manque d'air
Flamme petite et bleue	Flamme orange foncée

L'excès ou le manque d'air primaire et secondaire peut être du à :

- un mauvais réglage des paramètres de combustion,
- ventilateurs ou volets d'air mal réglés,
- ventilateurs obstrués.

L'apparence de la couleur de flamme ne constitue qu'un signal d'alerte et ne suffit pas pour agir correctement sur les différents paramètres de combustion.

La plupart des installations d'aujourd'hui sont équipées d'appareils de mesures tels que la sonde Lambda qui permet la régulation des paramètres de combustion afin d'obtenir une combustion complète.

Elle permet à elle seule de détecter une mauvaise combustion. La sonde lambda est théoriquement destinée à corriger les erreurs de combustion. Elle est située au niveau de la sortie des fumées dont elle contrôle en permanence le taux d'oxygène. Elle pilote l'extracteur de fumées dont la vitesse varie en fonction des données, de manière à avoir un taux de dioxygène le plus faible possible. Parallèlement, elle gère l'arrivée de combustible en augmentant ou diminuant les temps d'alimentation. Elle est associée à une sonde de température de fumées afin d'assurer une gestion parfaite de la combustion.

Elle doit être nettoyée régulièrement afin que les informations puissent se faire dans les meilleures conditions.



(Source : ADEME Poitou-Charentes)

## 7. DECENDRAGE

Le décendrage consiste à évacuer les cendres et poussières produites par la combustion du bois dans le foyer.

Les cendres sont généralement acheminées par vis sans fin dans un bac, conteneur ou benne selon le type de chaudière. Le bac à cendre doit être contrôlé et vidé à la demande. Celui-ci doit être correctement raccordé à la chaudière pour permettre son étanchéité.

**Attention :**

Lors des visites de l'agent de chaufferie, le niveau des cendres est à vérifier comme celui du silo. Néanmoins, il faut attendre un certain niveau des cendres avant de vider entièrement le cendrier. Si le cendrier est trop souvent vide, de l'air peut s'introduire dans le foyer par la vis de décendrage modifiant ainsi la qualité de la combustion.

**Remarque :**

Les cendres collectées dans la benne peuvent être épandues ou acheminées en déchetterie.

Il arrive d'observer un blocage ou bourrage du système d'extraction des cendres.

Causes	Conséquences	Recommandations
Production de mâchefer ou élément étranger contenu dans le combustible coincant le dispositif d'extraction	Arrêt d'exploitation pour évacuation de l'accumulation de cendres ou blocage du dispositif (élimination des blocs de mâchefer notamment)	S'assurer d'une qualité constante du combustible que ce soit à la livraison ou pendant le stockage (pas de corps étrangers, déchets, impuretés : terre, sable etc.)
Panne du dispositif de décendrage qui ne peut plus évacuer les cendres produites	Risque d'incendie sous la grille si le taux d'imbrûlés des cendres est important	S'assurer régulièrement que l'extraction se fait correctement : <ul style="list-style-type: none"> <li>- par un suivi du remplissage de la benne,</li> <li>- par la mise en place de dispositifs de mesure de niveau,</li> <li>- par une vérification du bon fonctionnement du système de décendrage</li> </ul>
Mauvaise qualité du combustible qui génère un taux de cendres important	Arrêt d'exploitation pour évacuation de l'accumulation de cendres ou blocage du dispositif (élimination des blocs de mâchefer notamment)	S'assurer des bons réglages de la chaudière pour le combustible utilisé
Réglages de combustion inadaptés qui amènent un temps de séjour du combustible dans le foyer insuffisant pour une combustion complète	Imbrûlés	S'assurer des bons réglages de la chaudière (débit d'alimentation combustible, vitesse grille, répartition d'air,...)

Lors du contrôle du niveau des cendres ou du vidage du bac à cendre, on peut d'observer dans certains cas une production importante d'imbrûlés ou d'une mauvaise couleur de cendre.

Causes	Conséquences	Recommandations
Mauvaise combustion due à un mauvais réglage de la chaudière (mauvais réglage d'air, mauvaise vitesse d'alimentation et/ou d'avancement du combustible) qui amènent un temps de séjour du combustible dans le foyer insuffisant pour une combustion complète	Saturation du dispositif d'extraction des cendres (taux de cendres plus important que prévu) Présence d'imbrûlés La non valorisation des cendres en épandage direct	Adapter les réglages de la chaudière (notamment la vitesse d'alimentation du combustible et de la grille)
Mauvaise combustion due à humidité trop importante du combustible	Dégradation du rendement de l'installation du fait de l'augmentation des pertes par imbrûlés La non valorisation des cendres en épandage direct	Contrôler le taux d'humidité du combustible

La fréquence de nettoyage dépendra de la qualité du bois et de la charge de la chaudière.

## **8. TRAITEMENT ET EVACUATION DES FUMEES DE COMBUSTION**

La combustion du bois dégage des gaz qui sont principalement composés de CO<sub>2</sub> et de vapeur d'eau mais également des poussières (suies), gaz (CO) ou particules (COV, HAP etc.).

Pour des aspects réglementaires et environnementaux, des mesures de vérification s'imposent sur l'évacuation des fumées.

### **Extracteur**

L'évacuation des fumées s'effectue à l'aide d'un ventilateur d'extraction qui garantie l'évacuation des fumées de combustion et la dépression foyer afin d'optimiser la sécurité de service.

(Source : ADEME  
Poitou-Charentes)



Dans certain cas, on peut observer un non respect de la consigne prescrite (dépression foyer) par le constructeur du fait d'un dysfonctionnement du système d'extraction des fumées de combustion.

Causes	Conséquences	Recommendations
Ventilateur des gaz de combustion défectueux	Mauvaise tirage	Vérifier régulièrement le bon fonctionnement de l'extracteur de fumée
Mauvaise étanchéité, fuite des gaz de combustion		Vérifier la bonne étanchéité du système

Afin de respecter les exigences en terme de réglementation sur les évacuations des fumées (rejet de poussières etc.), les chaudières sont équipées d'un système de traitement des fumées qui permet de filtrer et de récupérer les particules solides.

### **Traitemennt des fumées de combustion**

Le traitement des fumées des petites et moyenne puissance se fait généralement par voie sèche soit par :

- chambre de sédimentation,
- pot cyclonique ou multicyclone,
- filtre à manches,
- électrofiltre.

La fréquence de nettoyage du dépoussiéreur et de l'extracteur de fumée dépendra de la qualité du combustible.

Généralement, il est demandé un nettoyage et un contrôle mensuel du dépoussiéreur et trimestriel pour l'extracteur afin d'assurer le bon fonctionnement du traitement et de l'évacuation des fumées.

Quelques conseils sur les différents systèmes de traitement des fumées.

	<b>Installation</b>	<b>Maintenance</b>	<b>Recommandations</b>
<b>Filtre multicyclone</b>	<p>Généralement intégré à la chaudière</p> <p>Pas de risque d'incendie</p>	<p>Contrôle de l'état général du système de traitement des fumées (démontage, nettoyage etc.) → risque de colmatage et d'accumulation de particule dans le cyclone</p>	Contrôle régulier
<b>Electrofiltre</b>	<p>Peut être installé en intérieur ou extérieur. A l'extérieur, il faut bien gérer le bruit et les risques de points froids sur les parois → risque de condensation, de colmatage de la trémie et de l'ensemble du dispositif d'évacuation. Il faut parfaitement calorifuger et équiper d'un dispositif de chauffage (cordon de chauffage électrique etc.) pour éviter cela.</p> <p>Pas de risque d'incendie</p> <p>Bruit de frappe des électrodes collectrices.</p>	<p>Contrôle de l'état général du système de traitement des fumées (démontage, nettoyage etc.) → vérifier le bon fonctionnement des marteaux permettant le décolmatage des électrodes collectrices</p>	<p>Equipement sous haute tension → nécessite du personnel habilité</p> <p>Le bruit de frappe (quelques secondes) peut créer un niveau sonore important. Il est parfois possible d'espacer les fréquences de frappe pour éviter ces opérations la nuit.</p>
<b>Filtre à manche</b>	<p>Peut être installé en intérieur ou extérieur. A l'extérieur, il faut bien gérer le bruit et les risques de points froids sur les parois → risque de condensation, de colmatage de la trémie et de l'ensemble du dispositif d'évacuation. Il faut parfaitement calorifuger et équiper d'un dispositif de chauffage (cordon de chauffage électrique etc.) pour éviter cela.</p> <p><b>Attention :</b> Risque d'incendies plus ou moins importants :  <ul style="list-style-type: none"> <li>- accumulation de cendres ayant un fort taux d'imbrûlés,</li> <li>- présence de particules incandescentes provenant du foyer et rejoignant le filtre.</li> </ul> <p>Bruit de l'air comprimé lors des décolmatages</p> </p>	<p>Contrôle de l'état général du système de traitement des fumées (démontage, nettoyage etc.) → vérifier que le décolmatage des « gâteaux » de poussières par air comprimé fonctionne correctement</p> <p>Vérifier le système de détection incendie et l'extinction (si présent)</p> <p><b>Remarque :</b> Fragilité des manches</p> <p>Manches à changer environ tous les 4-5 ans mais peuvent parfois aller jusqu'à 10 ans (selon constructeur)</p>	<p>Prévoir un dispositif de protection contre les risques d'incendie (sondes de température dans les trémies et sorties fumées pour détecter les élévations anormales, prévoir un dispositif d'arrosage des manches en cas de température trop élevée etc.)</p> <p>S'assurer la non accumulation de cendre dans le dispositif d'extraction et du traitement des fumées.</p> <p>Bruit de l'air comprimé → résolu par des caissons sur les électrovannes</p> <p>Eviter tout départ d'incendie :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- on peut prévoir un piège à escarbilles (résidu de charbon) si pas de multicyclone en amont pour filtrer les particules les plus lourdes dont certaines peuvent encore être incandescentes,</li> <li>- adapter la qualité des manches au régime de fonctionnement,</li> <li>- réduire les zones propices à l'accumulation des cendres (surfaces horizontales par exemple).</li> </ul>

Les poussières/suies sont collectées grâce à un dépoussiéreur et sont acheminées dans un pot, trémie à la base du dépoussiéreur.

Le récupérateur à poussière doit être contrôlé et vidé à la demande. Celui-ci doit être correctement raccordé au dépoussiéreur pour permettre son étanchéité.

**Attention :**

Les poussières récupérées par les dépoussiéreurs de type filtre à manche ou électrofiltre doivent être obligatoirement envoyé dans un centre d'enfouissement technique (ISDND : Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux).

## Conduit de fumée

Il est important de bien contrôler le raccordement et l'étanchéité du conduit du conduit de raccordement et de la cheminée d'évacuation des fumées.



(Source : ADEME Poitou-Charentes)

Chaque conduit de fumée doit être équipé d'un orifice pour procéder au test de combustion annuel par un professionnel. Celui-ci doit être étanche (ex. scotch d'aluminium).

### Remarque :

L'apparence des fumées comme la couleur de flamme peut être un indicateur d'une bonne ou mauvaise combustion:

Si les fumées sont de couleur bleutée ou gris jaune → la combustion est incomplète (manque d'air)

Si les fumées dégagent une odeur piquante et acre → la combustion est incomplète (manque d'air)

## **9. ARMOIRE DE COMMANDE ET REGULATION**

---

Une chaudière bois dispose de sa propre armoire de commande équipée d'un automate programmable. Elle assure trois fonctions principales qui devront être vérifiées impérativement.



(Source : ADEME Poitou-Charentes)

**Gestion des automatismes :** Elle permet le fonctionnement de l'ensemble de la chaîne d'alimentation en combustible en fonction des besoins de chaleur à fournir.

Elle doit être contrôlée à chaque visite de la chaufferie afin de détecter tout défaut éventuel sur l'installation.

**La régulation :** L'objectif est d'optimiser la qualité de la combustion du bois et d'adapter le fonctionnement de la chaudière aux demandes d'énergie.

Les paramètres de la régulation sont donnés par l'ensemble des sondes/capteurs présent sur l'installation et doivent répondre aux prescriptions constructeurs. Ils doivent être contrôlé à chaque visite de la chaufferie.

**Gestion des sécurités :** Elle permet de sécurisé l'ensemble de l'installation et de prévenir d'un quelconque dysfonctionnement de l'installation.

## 10. ENTRETIENS ANNUELS OBLIGATOIRES

Tous les ans, les installations doivent subir une vérification complète obligatoire afin de contrôler leur bon fonctionnement.

Plusieurs obligations s'imposent :

→ Un entretien annuel obligatoire pour les chaudières de 4 à 400 kW, ou au plus tard dans l'année civile en cours en cas de remplacement de la chaudière, ou d'une nouvelle installation conformément aux dispositions du décret du 9 juin 2009 et l'arrêté du 15 septembre 2009 précisant les opérations à réaliser.

Il doit être matériellement assuré par un professionnel.

L'entretien annuel d'une chaudière dont la puissance nominale est comprise entre 4 et 400kW comporte la vérification de la chaudière, le cas échéant son nettoyage et son réglage (3.1 de la norme NF X 50-010), ainsi que le rendement, les émissions de polluants atmosphériques de la chaudière, et la fourniture des conseils nécessaires portant sur le bon usage de la chaudière en place, les améliorations possibles de l'ensemble de l'installation de chauffage et l'intérêt éventuel du remplacement de celle-ci. (Voir **ANNEXE 4** : Exemple d'attestation d'entretien – CHAUDIERE BOIS de 4 à 400 kW)

Dans un délai de quinze jours suivant sa visite, le professionnel établit une attestation d'entretien détaillée, avec la liste des opérations effectuées pendant l'entretien, le résultat de l'évaluation énergétique et environnementale de la chaudière, le résultat de la mesure de monoxyde de carbone et la fourniture de conseils. Celui- ci est remis au commanditaire de l'entretien, qui doit la conserver pendant 2 ans et la tenir à la disposition des agents de l'Etat en cas de contrôle.

→ Un ramonage du conduit de fumée 2 fois par an dont au moins une fois pendant la saison de chauffe. Il doit être réalisé par une entreprise en possession d'un titre reconnu de qualification professionnel.

De plus tous les 3 ans, une vérification de l'étanchéité du conduit dans son intégralité devra être réalisé par des professionnels de ce métier. La procédure la plus courante pour cette vérification consiste en un essai fumigène.

→ Un entretien annuel obligatoire du disconnecteur (organe de protection de lutte contre les phénomènes de retour d'eau). En effet, les dispositifs de protection et de traitement mentionnés aux articles R. 1321-53 et R. 1321-57 équipant les installations collectives de distribution doivent être vérifiés et entretenus.

L'entretien du disconnecteur (BA) doit être réalisé par un organisme habilité.



(Source : ADEME Poitou-Charentes)

## 11. BILAN

Une chaudière bois doit être entretenue et conduite correctement. Une visite de contrôle doit être effectuée si possible tous les jours demandant entre 5 à 15 minutes pour la vérification du bon fonctionnement de l'installation.

Cela comprend :

- un contrôle sur l'ensemble de l'installation (silo/chaîne d'alimentation : bon écoulements du combustible, aucun blocage etc., chaudière, armoire de commande : aucun défaut d'affichage etc.),
- l'absence de bruits anormaux des organes.

Le livret de la chaufferie doit être tenu après chaque opération effectuée dans la chaufferie par la personne en charge de la maintenance.

Une fiche de relevés journalière des différents paramètres de la chaudière bois peut être rempli par l'agent en charge de la maintenance (Voir [ANNEXE 5](#) : Exemple de fiche de relevés journalier). Ce document a pour but d'aider l'agent de chaufferie dans son travail de conduite et de maintenance. Elles répertorient un certain nombre de points sur lesquels l'agent de chaufferie doit veiller et intervenir.

Les mesures effectuées à chaque visite d'entretien devront être vérifiées et conformes à la réglementation en vigueur et à la prescription constructeur. Si les valeurs à l'affichage ne correspondent pas aux valeurs de consigne, le technicien en charge de la maintenance doit intervenir ou contacter le constructeur, l'installateur ou l'entreprise de maintenance.

Si la maintenance et l'entretien est effectuée par du personnel de la collectivité (ex : agent communal), celui-ci doit être formé à la conduite de l'équipement par le constructeur ou sinon bénéficié d'une formation conduite de chaufferie bois (du type de celle donnée par le CRER : Centre Régional des Energies Renouvelables).

Il est demandé au prestataire de pouvoir intervenir le plus rapidement possible après la constatation de la panne.  
Après identification de la panne, soit la correction est effectuée directement si elle rentre dans la maintenance courante soit elle est soumise à l'acceptation de devis si elle sort du cadre de la maintenance courante.

### ANNEXE 1 : Exemple de livret de chaufferie

Date de la visite	Nom de l'intervenant	Nature de la visite	Travaux effectués	Observations générales
.../.../.....		- visite de contrôle - visite d'entretien - maintenance annuelle	- nettoyage du cendrier - ramonage des conduits/tubes de fumées - changements de pièces	- incident technique rencontré - description du problème - remarques particulières
.../.../.....				
.../.../.....				
.../.../.....				
.../.../.....				
.../.../.....				
.../.../.....				
.../.../.....				
.../.../.....				
.../.../.....				
.../.../.....				
.../.../.....				
.../.../.....				
.../.../.....				
.../.../.....				

## **ANNEXE 2 : Exemple de procédure de détermination de l'humidité et densité**

### **Méthode par micro onde**

Afin d'obtenir une vitesse de déshydratation plus rapide (5 à 15 minutes), il est possible d'utiliser un four à micro onde du commerce.

Ci-dessous un exemple de procédure de l'humidité avec un four à micro onde :

#### **1. Objet**

Cette méthode simplifiée permet de mesurer le taux d'humidité moyen des combustibles bois.

#### **2. Matériels utilisés**

- Un four à micro onde ;
- Une balance avec une précision de 1 gramme ;
- Une coupelle en matériau incombustible.

#### **3. Notations**

- m1 : poids de la coupelle vide ;
- m2 : le poids de la coupelle avec l'échantillon avant passage au four à micro onde ;
- m3 : le poids de la coupelle avec l'échantillon après passage au four à micro onde.

#### **4. Déroulement de l'essai**

Recouvrir la coupelle d'une épaisseur de combustible, peser l'ensemble (m2).

Passer au four à micro onde pendant une durée de 1 minute, peser l'ensemble, recommencer l'opération jusqu'à l'apparition de tâches brunâtres ou de fumées. Noter le poids m3.

Recommencer l'opération trois fois.

#### **5. Présentation des résultats**

Le taux d'humidité est :

$$H = 100 \times ((m_2 - m_3) / (m_2 - m_1))$$

Faire la moyenne des trois mesurages et reporter les résultats sur le cahier d'enregistrement.

### **Méthode par humidimètre**

Un humidimètre est un matériel permettant de mesurer le taux d'humidité d'un bois. Cet appareil permet d'obtenir une lecture directe de l'humidité, sans avoir à réaliser des pesées. Pour donner des résultats fiables, ce matériel doit être correctement étalonné. Il est nécessaire de réaliser un étalonnage à chaque fois que les conditions d'approvisionnement changent : essence, type de combustible, etc.

Un exemple de procédure figure ci-dessous :

#### **1. Objet**

Cette méthode simplifiée permet de mesurer le taux d'humidité moyen des combustibles bois.

#### **2. Matériels utilisés**

Humidimètre.

#### **3. Documents**

Fiche de prélèvement.

#### **4. Déroulement de l'essai**

Etalonner l'appareil en fonction de combustible.

Enfoncer la sonde de l'humidimètre dans le combustible

Réaliser l'opération plusieurs fois à divers endroit

Lire le résultat

#### **5. Présentation des résultats**

Enregistrer le résultat sur le registre d'essai.

## **Méthode par la densité du combustible**

La densité d'un combustible peut être calculé. Chaque combustible possède une fourchette de densité (kg/ m<sup>3</sup>) qui correspond à un taux d'humidité.

Un exemple de procédure figure ci-dessous :

### **1. Objet**

Cette méthode simplifiée permet de mesurer la densité des combustibles bois.

### **2. Matériels utilisés**

- Aucun.

### **3. Notations**

- m1 : poids du combustible livré (tonnes);
- v1 : volume du camion de livraison (m<sup>3</sup>)

### **4. Déroulement de l'essai**

Noter la capacité du camion de livraison

Relever la peser sur le bon de livraison

Calculer

### **5. Présentation des résultats**

Le taux d'humidité est :

$$H = ((m1 \times 1000) / v1) = \text{densité kg/m}^3$$

Contrôler selon le type de combustible et la prescription constructeur la densité que celui-ci doit respecter.

Ordre de grandeur :

	<b>Granulés</b>	<b>Plaquettes</b>	<b>Sciures et copeaux</b>	<b>Ecorces</b>
<b>Densité</b>	650 kg/ m <sup>3</sup>	200-270 kg/ m <sup>3</sup>	100-180 kg/ m <sup>3</sup>	250-300 kg/ m <sup>3</sup>

#### Remarque :

La livraison peut être acceptée dans la mesure où la densité ou le taux d'humidité calculé correspond à la fourchette prescrite par le constructeur.

### ANNEXE 3 : Exemple de fiche d'approvisionnement

Date	Nom du fournisseur	Nature du combustible	Quantité livrée (m <sup>3</sup> /tonnes/MAP)	Taux d'humidité mesuré	Coût de la livraison (TTC)	Remarques générales (qualité etc.)
.../.../....						
.../.../....						
.../.../....						
.../.../....						
.../.../....						
.../.../....						
.../.../....						
.../.../....						
.../.../....						
.../.../....						
.../.../....						
.../.../....						
.../.../....						

#### ANNEXE 4 : Exemple d'attestation d'entretien – CHAUDIERE BOIS de 4 à 400 kW

Nom du commanditaire :	Entreprise effectuant l'entretien :	
Adresse du commanditaire :	Tel :	
Adresse du local chaudière :	Adresse :	
<b>Caractéristiques de la chaudière</b>		
Marque, modèle : .....	Caractéristiques du brûleur (si applicable)	
Puissance nominale $P_n$ (min, max) : .....	Combustible : .....	
Mode d'évacuation, type : .....	Marque, modèle : .....	
Date de mise en service : .....	Puissance nominale $Q_n$ (min, max) : .....	
Numéro de série : .....	Date de mise en service : .....	
Numéro de série : .....	Numéro de série : .....	
<b>Points de contrôle obligatoires de l'entretien</b>		
Sans Objet	Validé	Non Validé
Vérification du raccordement et de l'étanchéité du conduit d'évacuation des produits de combustion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vérification de l'état des joints	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nettoyage du corps de chauffe et décendrage approfondi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vérification complète de l'appareil	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vérification du système d'alimentation automatique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nettoyage du ou des ventilateurs (si présents)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vérification fonctionnelle des dispositifs de sécurité de l'appareil	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vérification fonctionnelle du circulateur de chauffage (si présent dans l'appareil)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Contrôle de la régulation (si présente)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Points de contrôle recommandés</b>		
Vérification de la pression du réseau hydraulique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Chaudière avec ballon à accumulation : vérification des anodes et des accessoires fournis par le constructeur et suivant les prescriptions de celui-ci	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Autre points vérifiés : .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Mesures obligatoires après les opérations de réglage :</b> L'imprimé du test de combustion peut aussi être agrafé sur l'attestation		
Température des fumées : ..... °C > Pour les chaudières à alimentation automatique uniquement	Température ambiante : ..... °C	
Teneur CO <sub>2</sub> et teneur O <sub>2</sub> dans les fumées : ..... %O <sub>2</sub>	..... %CO <sub>2</sub>	
<b>Teneur en CO</b> à proximité de l'appareil en fonctionnement pour chaudière de type B (voir p.2) uniquement : ..... ppm		
<input type="checkbox"/> %CO ≤ 20 ppm	La situation est normale	
<input type="checkbox"/> 20 ppm < %CO < 50 ppm	Il y a une anomalie de fonctionnement nécessitant impérativement des investigations complémentaires concernant le tirage du conduit de fumée et la ventilation du local.	
<input type="checkbox"/> %CO ≥ 50 ppm	Il y a un danger grave et imminent nécessitant la mise à l'arrêt de la chaudière et la recherche du dysfonctionnement avant remise en service	
A compter du 1er Juillet 2014 le seuil de 20 ppm sera abaissé à 10 ppm		
<b>Appareil(s) de mesure (Marque et référence)</b>		
Rendement sur PCI de la chaudière à puissance nominale utile de fonctionnement (en %)	Emissions de poussières (en mg/Nm <sup>3</sup> à 10% d'O <sub>2</sub> )	

Rendement évalué de la chaudière	.....%	Emissions évaluées de poussières de la chaudière	.....
		Emissions de évaluées de poussières de la chaudière	30
Rendement de référence (sauf impossibilité liée aux caractéristiques techniques de l'installation)	.....%	Emissions évaluées de poussières de COV	.....
		Emissions de évaluées de COV (sauf impossibilité liée aux caractéristiques techniques de l'installation)	55 (bûches) et 10 (granulés et bois déchiquetés)

**Définitions :**

*Rendement de référence : pour les combustibles solides, le rendement de référence est le rendement sur PCI de la meilleure technologie équivalente de chaudière présente sur le marché en 2009. Pour les combustibles fioul et gaz, il s'agit du rendement sur PCI à charge totale d'une chaudière à condensation de même puissance.*

*Emission de référence : la valeur de référence correspond au niveau équivalent d'émissions atteint par l'utilisation des meilleures technologies de chaudières utilisant le même combustible et présent sur le marché de 2009.*

*Les chaudières de type B sont des chaudières avec circuit de combustion non étanche et raccordées à un conduit de fumée. Les chaudières de type C sont des chaudières avec circuit de combustion étanche, aussi appelées "à ventouse".*

**Défauts corrigés suite aux opérations d'entretien :**

**Conseils et recommandations portant sur :**

> le bon usage de la chaudière en place

> les améliorations possibles de l'ensemble de l'installation de chauffage

> l'intérêt éventuel du remplacement du brûleur, de la chaudière, ou de l'installation de chauffage

*Les conseils et recommandations de la présente attestation sont donnés à titre indicatif et ont une valeur informative. Aucun investissement proposé par la personne ayant effectué l'entretien ne revêt un caractère obligatoire. Il s'agit de conseils et non de prescriptions ou d'injonctions de faire, sauf pour le cas où une teneur anormalement élevée en monoxyde de carbone est constatée*

Date de la visite : .... / ..... / .....

Nom et signature de la personne ayant réalisé l'entretien :

Signature du commanditaire :

## ANNEXE 5 : Exemple de fiche de relevés journalier

Identification chaudière :

Marque : \_\_\_\_\_ Puissance : \_\_\_\_\_ kW

### SEMAINE n°

Date	Consigne (à définir avec constructeur)	Lundi ... / ...	Mardi ... / ...	Mercredi ... / ...	Jeudi ... / ...	Vendredi ... / ...	Samedi ... / ...	Dimanche ... / ...	Indicateur de conduite
Heure relevée	-	h	h	h	h	h	h	h	-
Nom du technicien :	-								-
<b>Circuit primaire</b>									
Pression	1,5 bars < P < 3 bars	bars	bars	bars	bars	bars	bars	bars	Si P en baisse : - Vérifier absence de fuites - Vérifier vase expansion
Relevé compteur remplissage auto.	-	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	Si la valeur augmente régulièrement, chercher la cause : fuites, chasse des purgeurs ou des soupapes de sécurité, fuite du remplissage automatique ou du disconnecteur
T° départ chaudière	85°C	€	€	€	€	€	€	€	Si T<85°C : Si T>85°C :
T° retour chaudière	> 70°C	€	€	€	€	€	€	€	Si Trc < 70°C, vérifier le système de recyclage hydraulique (circulateur, vanne de recyclage,...) Si Tr < Trc → risque de corrosion précoce
<b>Chaudière</b>									
T° consigne chaudière	85°C	€	€	€	€	€	€	€	Si T<60°C : risque de condensation humide et acide, d'enrassement et de corrosion de la chaudière Relever la T°consigne
Temps de marche	-	h	h	h	h	h	h	h	-
T° fumées	140°C < T <sub>fumées</sub> < 230°C	€	€	€	€	€	€	€	Si T <sub>fumées</sub> <120°C : Risque de condensation acide Si T <sub>fumées</sub> >250°C : Mauvais échange thermique entre les gaz de combustion et le fluide caloporteur → nécessité d'un ramonage
Teneur en O <sub>2</sub>	8% < O <sub>2</sub> (%) < 14%	%	%	%	%	%	%	%	Si % O <sub>2</sub> ≠ % O <sub>2c</sub> → Mauvais réglage des paramètres de combustion → O <sub>2</sub> (%) <8% : Pas assez d'excès d'air : augmenter apport d'air → O <sub>2</sub> (%) >14% : Trop d'excès d'air : diminuer apport d'air
T° foyer	500°C < T <sub>foyer</sub> < 900°C	€	€	€	€	€	€	€	
Dépression foyer	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Si Dp ≠ Dpc → Ventilateur des gaz de combustion défectueux → Mauvaise étanchéité, fuite des gaz de combustion
Alimentation bois	-								
Débit ventilateur	-								
Air primaire (%)	-								
Air secondaire (%)	-								
<b>Attention :</b> Les valeurs indiquées dans le tableau n'ont qu'une valeur indicative, il convient avant tout de respecter les consignes fournies par le constructeur.									

## L'ADEME EN BREF

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) est un établissement public sous la triple tutelle du ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement, du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche et du ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie. Elle participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable.

Afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale, l'agence met à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, ses capacités d'expertise et de conseil. Elle aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre et ce, dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, la qualité de l'air et la lutte contre le bruit.

