



**PARTIE 2**  
**L'EXPLOITATION**  
**DE L'INSTALLATION**  
 - LA RELATION  
 EXPLOITANT - FOURNISSEUR  
 - LA RELATION  
 CHAUDIÈRE - COMBUSTIBLE BOIS

**CONSEILS POUR L'EXPLOITATION :**  
**BONNES PRATIQUES**  
**À APPLIQUER SELON**  
**LES PROBLÈMES IDENTIFIÉS**

Après avoir fait le choix du type de combustible en tenant compte des gisements de proximité et des impacts sur l'installation et la filière d'approvisionnement (voir fiche n°9), il est nécessaire d'appliquer les bonnes pratiques d'exploitation.

Il n'y a pas de solution idéale dans l'absolu (il n'existe pas, par exemple, de combustible universel donnant de bons résultats dans toutes les chaudières), mais uniquement des solutions adaptées à un contexte.

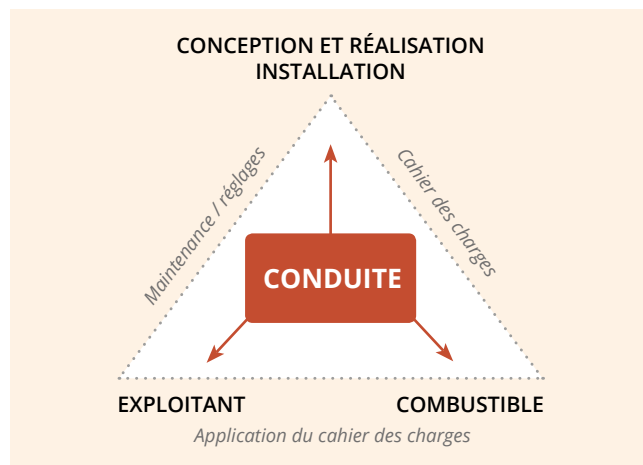
**LES 3 POINTS CLÉS DU FONCTIONNEMENT D'UNE CHAUFFERIE**

Les conditions d'exploitation d'une chaufferie dépendent de 3 points clés :

- 1 **l'installation** : la manière dont elle a été conçue et réalisée pour fonctionner avec un type de combustible ;
- 2 **le combustible** : qui doit être adapté aux caractéristiques techniques de l'installation ;
- 3 **l'exploitant** : qui va entretenir, régler, adapter le fonctionnement de l'installation en fonction notamment des évolutions du combustible.

Les problèmes rencontrés au cours de l'exploitation (combustion dans le foyer, récupération de chaleur, évacuation des gaz) dépendront quasiment tous d'une mauvaise relation entre au moins deux de ces 3 points clés.

**Problématiques d'exploitation** (source : CIBE)



Le tableau ci-dessous a pour objet de présenter des bonnes pratiques issues de retours d'expériences.

De la responsabilité du fournisseur

De la responsabilité de l'exploitant

*Voir en fin de fiche*

Le lexique des mots indiqués par un numéro en exposant.



## PARTIE 2 L'EXPLOITATION DE L'INSTALLATION

- LA RELATION EXPLOITANT  
FOURNISSEUR
- LA RELATION CHAUDIÈRE  
COMBUSTIBLE BOIS



PROBLÈMES IDENTIFIÉS	BONNES PRATIQUES PROPOSÉES
<b>Dysfonctionnements au niveau de l'installation</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>▶ Production de mâchefers</li><li>▶ Mauvais rendement de chaudière</li><li>▶ Détérioration du réfractaire</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li> ▶ <b>Contrôler</b> les températures foyer et améliorer les réglages de combustion. <b>Vérifier en particulier si les réglages sont adaptés à l'humidité du bois.</b> Un combustible trop sec peut entraîner des élévations de températures trop importantes dans le foyer et une fusion des cendres. Il faut donc agir sur les réglages d'air primaire (par une meilleure répartition sur la grille), limiter la puissance de la chaudière, mettre en place une recirculation des fumées, vérifier qu'il n'y a pas de chemins préférentiels pouvant entraîner des points chauds. <b>Sortir le mâchefer</b> du foyer toutes les semaines pour éviter les casses (compter 1 à 2 jours avec le refroidissement du foyer).</li><li> ▶ <b>Être vigilant</b> sur la qualité du combustible : présence de terre, sable, aluminium et cailloux...</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>▶ Usure prématurée par phénomène d'abrasion des tubes de fumées</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li> ▶ Réduire les vitesses / débits des fumées.</li></ul>
<b>Densité du combustible</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>▶ Combustible pas assez dense</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li> ▶ Le problème peut être lié à une humidité trop faible (10-12 % d'humidité) : <b>Arroser</b> le combustible pour éviter d'enflammer les chaudières ; <b>Mélanger</b> le combustible à un produit plus humide. <b>OU</b> <b>Adapter</b> le réglage du système d'alimentation de la chaudière pour amener la bonne quantité de combustible dans le foyer (poussoir...).</li></ul>
<b>Humidité du combustible</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>▶ Combustible trop sec</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>  ▶ Privilégier une technologie de chaudière adaptée (par exemple à grille refroidie).  Si l'humidité avoisine les 10-12 % : arroser le combustible pour éviter d'enflammer la chaudière.  Mélanger le combustible à un produit plus humide.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>▶ Combustible trop humide</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li> ▶ Mélanger le combustible à un produit plus sec. Faire sécher le combustible.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>▶ Importantes variations d'humidité du combustible</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li> ▶ Disposer de différentes recettes sur l'automate de la chaudière pour adapter les paramètres de combustion à l'humidité du combustible.</li></ul>
















## PARTIE 2 L'EXPLOITATION DE L'INSTALLATION

- LA RELATION EXPLOITANT  
FOURNISSEUR
- LA RELATION CHAUDIÈRE  
COMBUSTIBLE BOIS



PROBLÈMES IDENTIFIÉS	BONNES PRATIQUES PROPOSÉES
<b>Présence de corps étrangers</b>	
▶ Présence importante (> 3 %) de sable dans le combustible (broyats de souches)	 ▶ Ajuster la préparation du combustible : pré-broyage puis criblage <sup>1</sup> puis affinage <sup>2</sup> .
▶ Présence de corps étrangers type plastique	 ▶ Améliorer le tri du bois en amont de la filière.
▶ Présence de corps étrangers métalliques	 ▶ Améliorer le déferrailage du produit, envisager de déferrailer une fois de plus dans le procédé de préparation du produit ou installer un déferrailage sur le site de combustion.
▶ Présence de corps étrangers type terre, cailloux	 ▶ Bien nettoyer les sites de préparation des combustibles (camions, plateforme, godets...).
<b>Nature du combustible</b>	
▶ Combustible constitué de <b>bois d'élagage</b> de bord de route (chargé en soufre), très humide, contenant beaucoup d'essences différentes, de petites branches, de verts, d'aiguilles (chargés en chlore), entraînant une corrosion très rapide des chaudières sur les échangeurs	 ▶ Faire fonctionner les chaudières avec des régimes de température d'eau plus élevée (105°C / 85°C).
▶ Combustible constitué de <b>refus de compost</b>	  ▶ À utiliser en faible quantité car très chargé en azote et très fibreux ce qui entraîne des phénomènes d'enchevêtrement et de formation de « cake » dans les systèmes de convoyage. Limiter aux chaufferies de taille suffisante > 6 MW, adaptées aux taux de cendres important.
▶ Combustible constitué de <b>sciures</b>	 ▶ Privilégier une technologie de chaudière adaptée (par exemple de type spreader stocker).
▶ Combustible présentant un <b>taux de fines élevé</b>	  ▶ Faire éventuellement réaliser une mesure par un laboratoire pour confirmer la problématique. ▶ Prévoir un criblage <sup>1</sup> du produit. ▶ Pratiquer des nettoyages-ramonages plus fréquents du corps de chauffe, de l'échangeur, de la grille.
▶ Combustible dense (type granulés)	 ▶ Nécessite des débits d'air primaire élevés.





## PARTIE 2 L'EXPLOITATION DE L'INSTALLATION

- LA RELATION EXPLOITANT  
FOURNISSEUR
- LA RELATION CHAUDIÈRE  
COMBUSTIBLE BOIS



D'autres bonnes pratiques, non liées à des dysfonctionnements particuliers, ont été identifiées.

Elles concernent :

### 1 Le choix du combustible et son adéquation avec la chaudière :

- ▶ En conception, figer le type de combustible utilisé pour un dimensionnement et un choix d'équipement en adéquation.
- ▶ Adapter l'installation de dépotage aux véhicules de transport du combustible.
- ▶ Anticiper en conception les modalités de prélèvement et d'analyse sur site en toute sécurité pour les opérateurs.
- ▶ Préférer un mode de stockage / reprise du combustible sur le site de la chaufferie pour permettre un mélange si besoin.
- ▶ Préparer les mélanges préalablement sur plateforme, soit chez le fournisseur, soit sur le site de la chaufferie, pour obtenir un mélange homogène.
- ▶ Éviter de changer le combustible.

### 2 Les relations avec le(s) fournisseur(s) :

- ▶ Imposer des exigences sur la qualité du combustible (voir fiches n°6 et 7) : granulométrie moyenne et maximale avec un taux de mélange, taux de fines, humidité moyenne et tolérance minimale et maximale, taux de cendres, teneur en azote, chlore, soufre, niveau de tolérance des corps étrangers.

- ▶ Visiter la ou les plateformes des fournisseurs.
- ▶ Organiser une visite de la chaufferie pour les fournisseurs.
- ▶ Faire remonter les problèmes techniques engendrés par le combustible auprès des fournisseurs et identifier les causes pour améliorer la préparation du produit.
- ▶ Si la taille de l'installation le permet, éviter la multiplication du nombre de fournisseurs afin de ne pas diluer les responsabilités.

### 3 Procédures de réception-vérification du combustible :

- ▶ Dédier une personne à la réception du combustible.
- ▶ Mettre en place une procédure de réception de chaque camion. Cette procédure doit prévoir un dépotage partiel (quelques m<sup>3</sup>) pour un prélèvement et contrôle rapides (visuel + humidité micro-ondes) et, le cas échéant, pouvoir refuser un camion si justifié. (Voir Partie 3, fiches 15 et 16)
- ▶ Vérification systématique de l'humidité par étuve (méthode la plus fiable) et mesure instantanée par méthode rapide avant déchargement du camion pour décision de réception (voir fiche n°16).
- ▶ Vérification de la granulométrie et du taux de fines par tamis (voir fiche n°17).

## EN SAVOIR PLUS

- ▶ *Mise en place d'une chaufferie biomasse* - ADEME, EDP Sciences, 2014 - [A commander](#)
- ▶ *Évaluation des performances énergétiques et environnementales de chaufferies biomasse pour l'ADEME campagne de mesures* - LECES/INDDIGO, 2014 et 2016 [Télécharger](#)
- ▶ *Note de recommandation sur l'usage en combustion des plaquettes de déchets verts, notamment la fraction ligneuse pré-compost* - Commission APR du CIBE, octobre 2016

### Travaux de la commission REX-Retours d'expérience du CIBE :

- ▶ *Combustion du bois dans le foyer, récupération de chaleur et évacuation des gaz – Problèmes rencontrés et solutions*, décembre, 2008 - [Télécharger](#)
- ▶ *Gestion des cendres sur les chaufferies bois – Problèmes rencontrés et solutions*, juillet 2007 - [Télécharger](#)
- ▶ *La condensation des fumées issues de la combustion du bois : état des lieux, pertinence de la mise en oeuvre et conditions de développement*, avril 2011 - [Télécharger](#)

### Travaux de la commission APR-Approvisionnement du CIBE :

- ▶ *Note de recommandation sur l'usage en combustion des plaquettes de déchets verts, notamment la fraction ligneuse pré-compost*, juin 2016
- ▶ *Bran Blending : développement de biocombustibles standardisés à base de matières premières agricoles et à faible taux d'émission* – ADEME, août 2013 [Télécharger](#)
- ▶ Voir aussi fiche n°9 « *Impact du choix du combustible sur l'exploitation et la filière d'approvisionnement* »

## LEXIQUE

**1 Criblage :** opération consistant à séparer les différentes fractions (fraction fine, fraction principale, fraction grossière) issues d'un broyage ou d'un déchetage et qui permet aussi d'enlever les indésirables (ferraille, corps étrangers).

**2 Affinage :** opération « post broyage », réalisée avec un broyeur rapide, afin d'homogénéiser un produit sur une granulométrie donnée.

