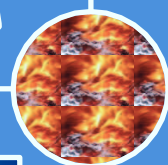




Aide-mémoire du fournisseur de bois-énergie en Lozère et dans le Gard



Seconde édition



La mission bois-énergie Lozère et Gard est cofinancée par l'Union Européenne. L'Europe s'engage en Languedoc-Roussillon avec le fonds européen de développement régional.



SOMMAIRE

<i>Introduction</i>	3
1ère partie : CHIFFRES ET NOTIONS CLÉS DU BOIS-ÉNERGIE	4
• <i>Quelques chiffres à retenir</i>	4
• <i>Les différents combustibles</i>	5
• <i>Equivalences énergétiques</i>	6
2° partie : CARACTÉRISTIQUES DU COMBUSTIBLE ET MÉTHODES D'ÉVALUATION	7
• <i>Le taux d'humidité</i>	7
• <i>La granulométrie</i>	10
• <i>La masse volumique</i>	12
• <i>Le pouvoir calorifique inférieur (PCI)</i>	14
• <i>Les cendres : taux et composition</i>	16
• <i>Éléments indésirables</i>	18
• <i>Aspects réglementaires</i>	19
• <i>Qualité de combustible et chaufferie bois</i>	20
3° partie : LE CONTRAT D'APPROVISIONNEMENT	22
• <i>Définitions et objectifs</i>	22
• <i>Les articles indispensables</i>	23
4° partie : ANNEXES	25
• <i>Bibliographie</i>	25
• <i>Glossaire</i>	26
• <i>Adresses utiles</i>	27

Illustrations de la page de couverture (crédits photos : Chambre de Commerce et d'Industrie de la Lozère) :
plateforme bois-énergie, TEC EnR (Aumont-Aubrac, 48) ;
camion de livraison par soufflerie, Cévennes Déchets - Bois Energie Cévennes Languedoc (Alès, 30) ;
cheminée de l'usine de cogénération, Bio Energie Lozère (Mende, 48).

Le chauffage automatique à bois se développe fortement en Lozère et dans le Gard, depuis quelques années. Les filières d'approvisionnement en combustibles spécifiques sont désormais en pleine maturation.

Néanmoins, l'appréhension de ces combustibles et de leurs caractéristiques peut poser un vrai défi aux entreprises et organismes qui veulent développer une activité dans ce domaine : les notions de PCI, MWh, MAP, granulométrie, etc. ne sont pas toujours aisées à manier. Pourtant, il faut les acquérir afin de dialoguer efficacement avec les maîtres d'ouvrage et exploitants de chaufferies et les personnes qui les conseillent (bureaux d'études, chauffagistes).

Ce document est destiné à vous offrir, de manière rapide et accessible, toutes les informations nécessaires au métier de l'approvisionneur bois-énergie. La 1^{ère} partie rassemble, de façon succincte, les chiffres et notions clés du bois-énergie. La 2^e présente de façon détaillée les caractéristiques des combustibles bois. Les éléments et atouts du contrat d'approvisionnement sont expliqués en 3^e partie. Enfin, la bibliographie, un glossaire et des adresses utiles complètent la lecture.

Mise en garde : même si cet aide-mémoire a été rédigé à partir des meilleures informations disponibles, les chiffres présentés, ici, sont des moyennes ou des fourchettes. Or, le bois est, par nature, un matériau variable en fonction du sol, du climat, de l'essence, du degré de séchage, etc. En conséquence, cet ouvrage ne peut fournir qu'une première approche, forcément incomplète. De manière à caractériser un combustible donné, rien ne remplace des mesures précises réalisées sur plusieurs échantillons par un organisme compétent.

Jean-Luc MARTINAZZO, Président
Chambre de Commerce et d'Industrie de la Lozère

Remerciements : merci à toutes celles et ceux, qui ont contribué à l'élaboration et à la relecture de ce document.

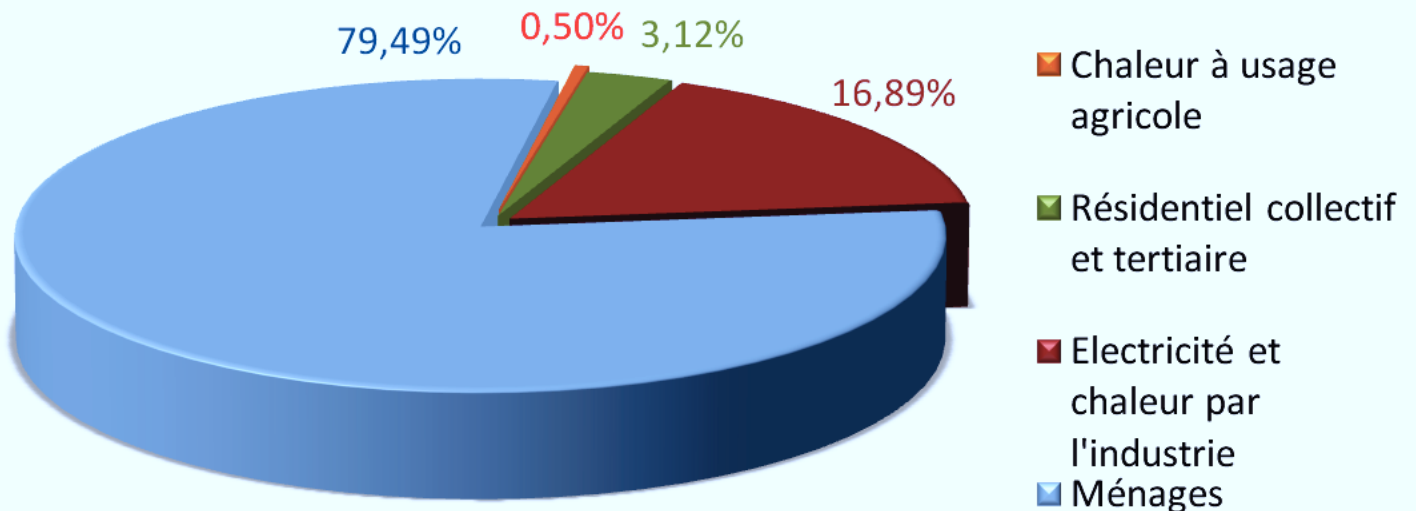
1^{ère} partie :

Chiffres et notions clés du bois-énergie

QUELQUES CHIFFRES À RETENIR

En France, le bois-énergie est aujourd'hui la première énergie renouvelable, devant l'énergie hydraulique. La production d'énergie primaire par le bois-énergie en 2008 est de 8,7 millions de tonnes équivalent pétrole (tep) (soit 5,4 % de l'énergie consommée en France en 2008).

Répartition de la production française de chaleur par le bois-énergie - 2008



Source : Ministère de l'écologie, de l'environnement, du développement durable et de la mer

En Lozère et dans le Gard, la filière du chauffage automatique à bois représente (*chiffres établis au 01/01/2010*) :

- 125 chaufferies automatiques à bois en service plus 23 en travaux, se répartissant en 47 chaufferies à granulés, 83 à plaquettes et 18 utilisant un autre combustible (sciure, copeaux, écorces). Cela représente une puissance totale de 96 MW (usine de cogénération à Mende comprise) ;
- 7 broyeurs forestiers mobiles à vocation énergétique ;
- 12 plateformes de production et de stockage de plaquettes ;
- 1 unité de granulation.

LES DIFFÉRENTS COMBUSTIBLES

Issus de la forêt



Les bûches

Unité : stère

PCI : 1500 à 2000 kWh/stère *



Les plaquettes forestières

Unité : MAP ou tonne

PCI : 2200 à 3900 kWh/tonne *



Les écorces

Unité : tonne

PCI : 1600 à 2800 kWh/tonne *



Les copeaux et les sciures

Unité : tonne

PCI : 1600 à 4400 kWh/tonne *



Les plaquettes industrielles

Unité : MAP ou tonne

PCI : 2200 à 3400 kWh/tonne *



Les granulés

Unité : tonne

PCI : 4600 à 5100 kWh/tonne *



Les briquettes reconstituées

Unité : tonne

PCI : 3600 à 5100 kWh/tonne *

Issus de la filière déchets



Les broyats (bois de rebut)

Unité : tonne

PCI : 2800 à 3800 kWh/tonne *

* : variations selon le taux d'humidité et la granulométrie des combustibles (voir 2^e partie)

NB : le granulé étant plus dense que la plaquette, il contient la même quantité d'énergie dans trois fois moins de volume : les silos de stockage à granulés seront donc, en général, moins encombrants que les silos à plaquettes.

EQUIVALENCES ENERGÉTIQUES



**1 m³ APPARENT DE
PLAQUETTES FINES ET SÈCHES
(À 20 % D'HUMIDITÉ)**

équivalent à environ :

- 260 kg de plaquettes
- 0,5 m³ de bois rond
- 0,7 stère de bûches
- 200 kg de granulés (0,33 m³)
- 500 kg d'écorces humides
- 100 m³ de gaz naturel
- 80 kg de propane
- 100 litres de fioul
- 1000 kWh

**1 TEP (ÉNERGIE PRODUITE PAR
LA COMBUSTION D'UNE TONNE
DE PÉTROLE MOYEN)**

équivalent à environ :

- 42 Giga Joules
- 1166 litres de fioul
- 3 t. de bois sec (H_b = 20 %)
- 5,3 t. de bois vert
- 5,3 t. d'écorces humides
- 1,5 t. de charbon
- 1166 m³ de gaz naturel
- 0,9 t. de propane

Unités courantes : 1 tep = 11 628 kWh = 41 855 MJ

1 kWh = 860 kcal = 3,6 MJ

1 thermie/h = 1 kCal/h = 1,16 kW

1 tep de fioul domestique économisée = 3,076 t. de CO₂ économisée

2^e partie :

Caractéristiques du combustible et méthodes d'évaluation

LE TAUX D'HUMIDITÉ

✓ **DIFFÉRENTES CONVENTIONS À NE PAS CONFONDRE !**

Plus le taux d'humidité est faible, plus le produit est stable au stockage et plus le pouvoir calorifique est élevé. En outre, la combustion est de meilleure qualité avec des combustibles secs.

↪ **Taux d'humidité sur masse brute**, dit "humidité sur brut", convention généralement utilisée pour le bois-énergie :

$$H_b = \frac{\text{massed'eau}}{\text{massetotale du bois à cette humidité}} \times 100$$

↪ **Taux d'humidité sur masse anhydre**, dit "humidité sur sec", convention généralement utilisée dans l'industrie du bois :

$$H_a = \frac{\text{masse d'eau}}{\text{masse totale du bois anhydre}} \times 100$$

↪ **Taux de siccité**, convention généralement utilisée par les industries de la trituration

$$T_s = \frac{\text{masse du bois anhydre}}{\text{massetotale du bois}} \times 100$$

Ex: 1 t. de bois vert contient 550 kg de bois anhydre et 450 kg d'eau :

$$H_b = (450 / 1000) \times 100 = 45 \%$$

$$H_a = (450 / 550) \times 100 = 82 \%$$

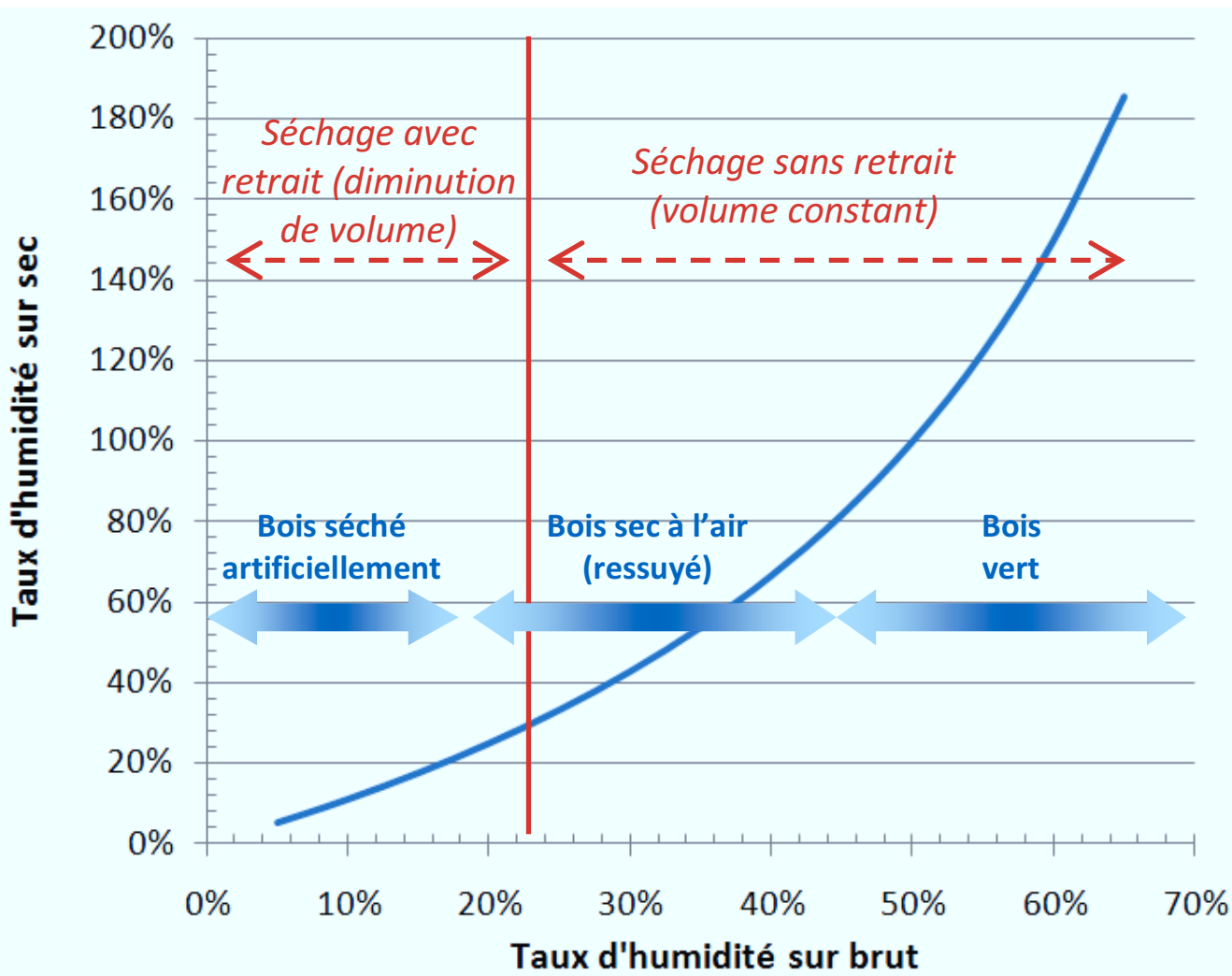
$$T_s = (550 / 1000) \times 100 = 55 \%$$

✓ **RELATIONS ENTRE LES TAUX D'HUMIDITÉ**

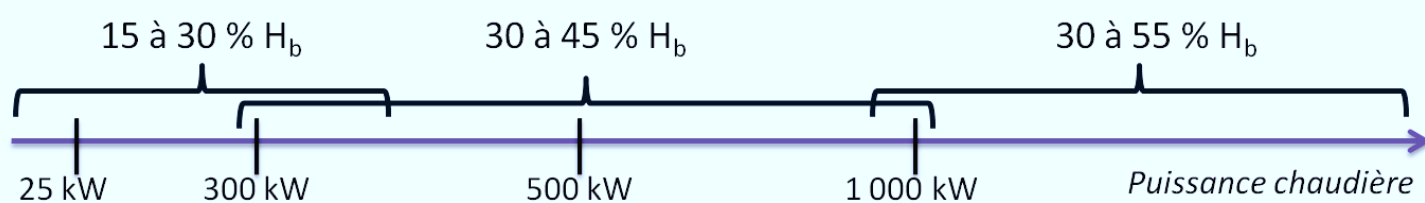
$$H_a = H_b \times \frac{100}{100 - H_b} \iff H_b = H_a \times \frac{100}{100 + H_a}$$

$$T_s = 100 - H_b$$

Correspondances entre taux d'humidité sur brut et sur sec



✓ **GAMMES DE TAUX D'HUMIDITÉ SELON LA PUISSANCE DE CHAUDIÈRE**



⚠ Gammes indicatives susceptibles de changer selon la technologie des chaudières.

✓ MÉTHODES D'ÉVALUATION DU TAUX D'HUMIDITÉ

Méthode d'évaluation	Coût (€ HT)	Précision	Durée de la mesure	Avantage(s)	Inconvénient(s)
Envoi au laboratoire (mesure à l'étuve)	22 € à 80 € par analyse	Bonne	24 à 48 heures	Précision Aucun investissement	Délai pour avoir la réponse Coûteux à long terme
Etuve & balance	Environ 1 500 € à l'achat	Bonne	24 heures	Précision	Longue durée de mesure Investissement initial élevé
Micro-ondes & balance *	Environ 0 à 300 € à l'achat	Moyenne	30 minutes	Simple Assez rapide	Surveillance nécessaire car risque d'auto-inflammation
Seau de mesure (seau autrichien)	Environ 2 800 € à l'achat	Moyenne	1 minute	Simple Rapide	Investissement élevé Peu précis, surtout si humidité élevée
Humidimètre avec sonde longue	Environ 700 € à l'achat	Assez précis si $H_b < 35\%$	1 minute	Rapide, aisé et peu coûteux	Peu précis si humidité supérieure à 35 %
Evaluation sensorielle *	Aucun coût	Faible	1 minute	Rapide, peu coûteux	Peu précis, nécessite de l'expérience

* : Cf. Fiches Techniques réalisées par la Mission Bois-énergie Lozère et Gard.

LA GRANULOMÉTRIE

La granulométrie est la mesure de la dimension des morceaux de bois qui constituent un ensemble.

✓ POUR LES GRANULÉS

- ↻ Le diamètre exprimé en mm
- ↻ Le taux de fines (particules de taille inférieure à 3,15 mm), exprimé en % de la masse totale

✓ POUR LES PLAQUETTES FORESTIÈRES ET INDUSTRIELLES, LE BROYAT DE BOIS DE REBUT ET CELUI D'ECORCES

- ↻ la longueur, exprimée en mm
- ↻ la largeur, exprimée en mm
- ↻ les proportions de fraction fine (particules de largeur inférieure à 1mm), de fraction principale et de fraction grossière (particules de longueur supérieur à un seuil limite déterminé pour chaque classe de granulométrie), exprimées en % de la masse totale

✓ CLASSES DE GRANULOMÉTRIE DES PLAQUETTES

- ↻ Norme autrichienne Önorm 7133 (détermination de la classe de granulométrie selon la fraction massique passant à travers les mailles des tamis données dans le tableau ci-dessous) :

Classes	Fraction principale (60 à 100 %)	Fraction fine (< 20 %)	Fraction grossière (< 20 %)
G 30 (fin)	2,8 m	1 mm	16 mm
G 50 (moyen)	5,6 mm	1 mm	31,5 mm
G 100 (grossier)	11,2 mm	1 mm	63 mm

☞ Norme européenne EN 14961 (détermination de la classe selon la taille des particules de bois) :

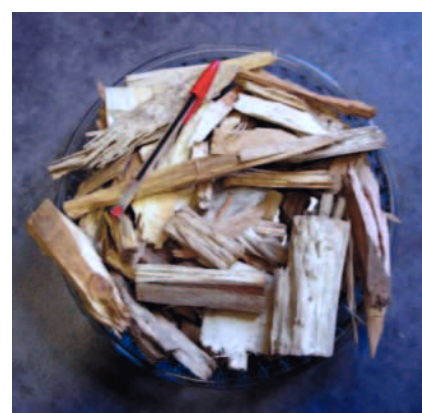
Classes	Fraction principale (> 80 %)	Fraction fine (< 20 %)	Fraction grossière (< 1%)
P16	3,15 mm ≤ P ≤ 16 mm	< 1 mm	> 45 mm, intégralité < 85 mm
P45	3,15 mm ≤ P ≤ 45 mm	< 1 mm	> 63 mm
P63	3,15 mm ≤ P ≤ 63 mm	< 1 mm	> 100 mm
P100	3,15 mm ≤ P ≤ 100 mm	< 1 mm	> 200 mm



Plaquettes fines



Plaquettes moyennes

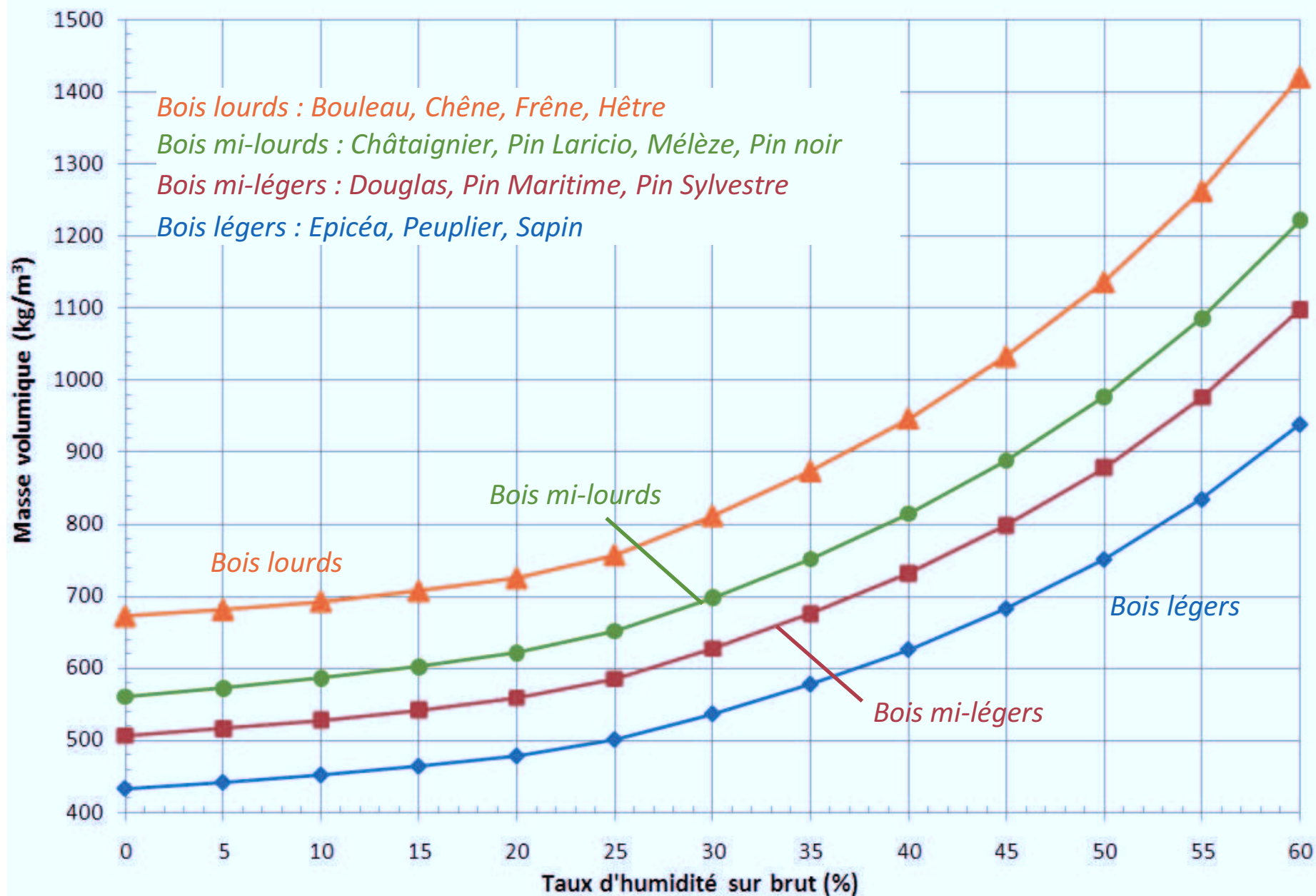


Plaquettes grossières

✓ MÉTHODES DE MESURE DE LA GRANULOMÉTRIE

Méthode	Précision	Durée de la mesure	Avantage(s)	Inconvénient(s)
Evaluation visuelle	Peu précis	1 minute	Gratuit et rapide	Peu précis & nécessite une personne expérimentée
Mesure au réglet	Assez bonne à bonne	5 à 60 min. selon précision désirée	Précision	Assez fastidieux & nécessite un échantillon représentatif
Tamiseuse de laboratoire	Très bonne	10 minutes	Rapide et précis	Coût (environ 5 000 €) & nécessite un échantillon représentatif
Passage au(x) crible(s)	Bonne	24 heures	Précision	Nécessite un équipement spécialisé

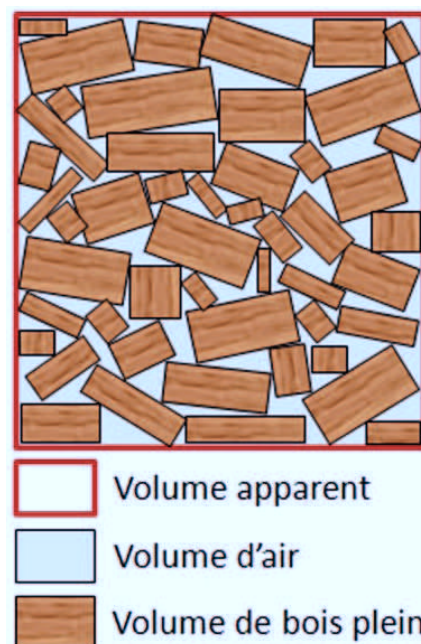
Variation de la masse volumique de bois plein en fonction du taux d'humidité



✓ MASSE VOLUMIQUE DE BOIS PLEIN ET MASSE VOLUMIQUE APPARENTE

La masse volumique de bois plein correspond au rapport entre la masse de bois et le volume réel qu'elle occupe (en prenant compte uniquement du bois massif).

Applicable aux produits foisonnants, la masse volumique apparente correspond à la masse d'une certaine quantité de produits, divisée par le volume qu'elle occupe, y compris l'air entre les morceaux de bois.



Le volume foisonnant peut varier, selon le tassement des produits, l'humidité, la granulométrie, etc. Il est important de tenir compte de ce paramètre lors de transactions mesurées à l'unité de volume.

↪ Le coefficient de foisonnement est le rapport entre le volume apparent et le volume de bois plein. On peut retenir, en première approche, les coefficients de foisonnement suivants :

- ⇒ sciure : 3
- ⇒ copeaux (fins et enroulés) : 5,5
- ⇒ plaquettes fines : 2 à 2,2
- ⇒ plaquettes moyennes : 2,6 à 2,8
- ⇒ broyat moyen éclaté : 3

Exemple n°1 : en lisant la courbe en page précédente, des plaquettes moyennes et vertes de pin sylvestre (bois mi-léger) à 45 % d'humidité sur brut, ont une masse volumique réelle de 800 kg/m^3 . Elles ont donc une masse volumique apparente de $800 / 2,7 = 296,3 \text{ kg / MAP}$.

Exemple n°2 : des plaquettes forestières fines et bien sèches de pin sylvestre (à 20 % d'humidité sur brut) ont une masse volumique réelle de 560 kg/m^3 environ. Elles ont donc une masse volumique apparente de $560 / 2,1 = 266,7 \text{ kg / MAP}$.

LE POUVOIR CALORIFIQUE INFÉRIEUR

Le PCI correspond à la quantité de chaleur produite par unité de masse, par la combustion du bois, si l'on ne tient pas compte de la chaleur latente contenue dans la vapeur d'eau produite (généralement exprimé en kWh/tonne ou kWh/kg).

La formule suivante permet la détermination du PCI théorique du bois (en kWh/t.) à une certaine humidité :

$$PCI_H = PCI_0 \times \frac{100 - H}{100} - 6,786 \times H$$

où H est l'humidité sur masse brute, en pourcents,
 $PCI(H)$ est le Pouvoir Calorifique Inférieur, à l'humidité H ,
 $PCI(0)$ est le Pouvoir Calorifique Inférieur du bois anhydre.

✓ MÉTHODES D'ÉVALUATION DU POUVOIR CALORIFIQUE INFÉRIEUR

	Détermination à partir de l'essence du bois et de son humidité *	Envoi d'échantillon pour analyse en laboratoire
Coût	Gratuit	De 170 € à 270 € HT par mesure
Précision	Assez bonne	Bonne
Durée de la mesure	Durée de mesure du taux d'humidité + 1 minute de calcul ou de lecture	1 à 2 semaines
Avantages	Gratuit & rapide	Précis
Inconvénients	Dépendance de la précision de la mesure de l'humidité et de la justesse des données.	Coûteux & nécessitant un échantillon représentatif (difficile à obtenir car très petit taille d'échantillon)

* calcul ou lecture sur courbe ou tableau, cf. page suivante

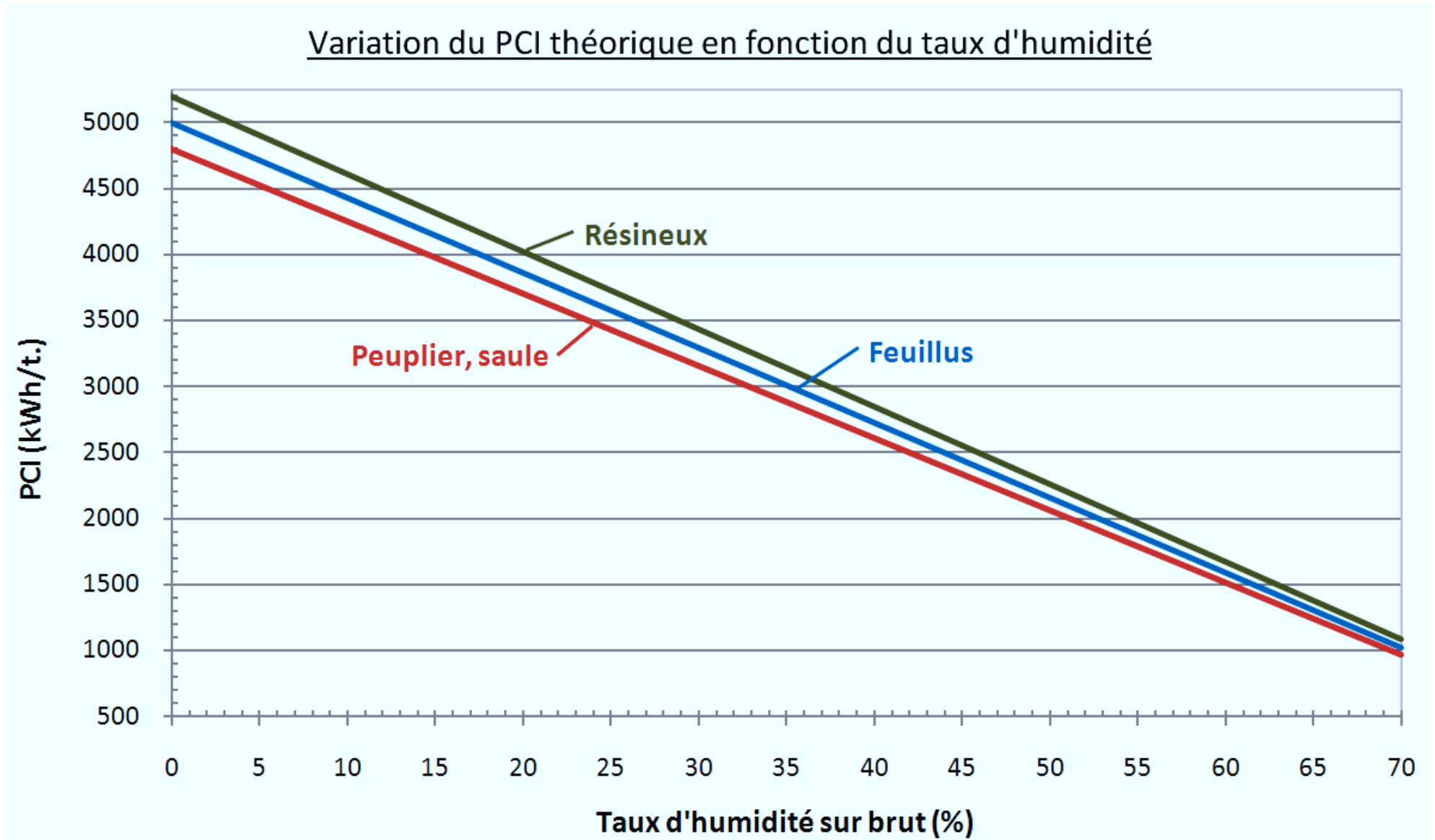
✓ VARIATION DU PCI EN FONCTION DE L'HUMIDITÉ ET DE L'ESSENCE

En première approche, on peut prendre les valeurs suivantes pour le PCI du bois anhydre :

Résineux : 5200 kWh/t.

Feuillus : 5000 kWh/t.

Peuplier, saule : 4800 kWh/t.



LES CENDRES : TAUX ET COMPOSITION

Le taux de cendres est le ratio entre la masse de cendres après combustion, et la masse de bois anhydre avant combustion.

Le taux de cendres dépend particulièrement de la teneur en écorce, car c'est elle qui contient le plus de minéraux. Par ailleurs, les feuilles, aiguilles, menus bois et branches contiennent plus de minéraux en proportion que les bois de diamètres plus élevés.

Ex. : 1 tonne de bois à 25 % d'humidité sur brut contient 750 kg de bois anhydre. S'il reste 10 kg de cendres après combustion, le taux de cendres est de $(10 / 750) \times 100 = 1,33 \%$.



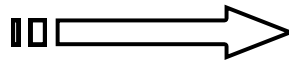
Système de décendrage d'une chaudière domestique

✓ TAUX DE CENDRES MOYENS

- ☞ Granulés et plaquettes blanches (sans écorce) : 0,5 %
- ☞ Plaquettes grises (avec écorce) : 1 à 2 %
- ☞ Ecorce seule : 4 à 10 %

✓ MASSES VOLUMIQUES MOYENNES DES CENDRES

- ☞ Cendres sèches : 670 kg/m³
- ☞ Cendres humides : 1060 kg/m³



pH moyen
de 11,9

✓ LA COMPOSITION DES CENDRES

On distingue deux types de cendres :

- ↪ les cendres endogènes produites par les matières minérales constitutives du bois (azote, potassium, phosphore, etc.)
- ↪ les cendres exogènes produites par les impuretés acheminées avec le bois (terres, cailloux, graviers, chutes de métal, etc.)

On parle du taux de cendres pour les cendres endogènes et du taux d'impuretés pour les cendres exogènes.

NB : Les cendres, riches en potasse, peuvent être valorisées en tant que fertilisant pour les jardins et espaces verts.

✓ MÉTHODES D'ÉVALUATION DU TAUX

ET DE LA COMPOSITION DES CENDRES

	Calcul à partir de références	Envoi en laboratoire
Principe	Détermination du taux de cendres à partir des taux de cendres moyens (Cf. page précédente)	Mesure de composition des cendres au laboratoire : envoi d'au moins trois échantillons
Coût	Gratuit	70 à 200 € HT par essai selon le nombre d'analyses
Précision	Peu précis	Bonne
Durée	Quelques minutes	1 semaine
Avantages	Gratuit et rapide	Précis
Inconvénients	Peu précis : le taux de cendres peut varier fortement en fonction de nombreux paramètres	Coûteux Nécessite un échantillon représentatif (difficile à obtenir)

LES ÉLÉMENTS INDÉSIRABLES

La biomasse utilisée en chaufferie ne doit pas contenir de substances nocives telles que peinture, produits de traitement du bois et autres produits chimiques, ni de corps étrangers. La présence de corps étrangers et/ou d'adjuvants dangereux ou en forte quantité dans le combustible, outre les dysfonctionnements de l'installation de chauffage qu'elle entraîne, est non conforme à la réglementation relative aux Installations Classées pour la Protection de l'Environnement et entraîne un risque d'amende, ainsi que des pénalités financières si c'est prévu par le contrat d'approvisionnement.

✓ LES CORPS ETRANGERS

Il s'agit des impuretés et corps solides indésirables présents dans le combustible (pièces métalliques, pierres, terre, produits de bois proscrits, plastiques, etc.).

✓ LES ADJUVANTS

Les adjuvants sont des molécules ou produits chimiques mis en œuvre lors de la transformation du bois : produits de finition, adhésifs, produits de traitement de préservation, etc. La biomasse sans adjuvant est appelée biomasse propre : elle désigne toutes les matières biologiques susceptibles d'être utilisées pour la production d'énergie.

✓ LES CONTRÔLES

Dans la majorité des cas, un contrôle visuel de l'absence de corps étrangers avant déchargement, lors de la réception de la livraison, peut suffire. A posteriori, on peut constater la présence de corps étrangers incombustibles (métaux, pierres) retrouvés dans les cendres.

Par contre, l'absence d'adjuvants, en particulier lorsqu'il s'agit de bois de rebut, est difficile à déterminer car les produits chimiques ne sont pas détectables visuellement. La traçabilité des bois potentiellement sensibles est donc primordiale. Il est néanmoins possible d'envoyer des échantillons en laboratoire pour mesurer les taux de chlore et d'azote, deux composés signe de la pollution du bois.

ASPECTS RÉGLEMENTAIRES

✓ UTILISATION DE DÉCHETS BOIS EN CHAUFFERIE

Les règles régissant l'utilisation de différentes sources de bois en chaufferie découlent de la réglementation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE), qui se décline en plusieurs rubriques :

Rubrique ICPE		Classes de bois
2910 A	Installation de combustion consommant exclusivement, seuls ou en mélange, du gaz naturel, des gaz de pétrole liquéfiés, du fioul domestique, du charbon, des fiouls lourds ou de la biomasse propre, à l'exclusion des installations visées par d'autres rubriques	Classe A
2910 B	Installation de combustion consommant seuls ou en mélange des produits différents de ceux visés en 2910 A	Classe B : produits faiblement adjuvantés
167C	Traitement ou incinération de déchets industriels provenant d'installations classées	Classe C : déchets de bois souillés et fortement adjuvantés

Remarque : il n'existe pas d'équivalences acquises entre les classes de déchets de bois habituellement utilisées par les gestionnaires de déchets (A, B, C) et les rubriques ICPE (2910 A, 2910 B, 167 C). Tout particulièrement, le classement d'une chaufferie utilisant du bois de rebut en rubrique 2910 B relève d'une appréciation au cas par cas de la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement. Il importe pour cela que le combustible soit proche de celui accepté en 2910 A et que le combustible et les fumées aient des caractéristiques constantes.

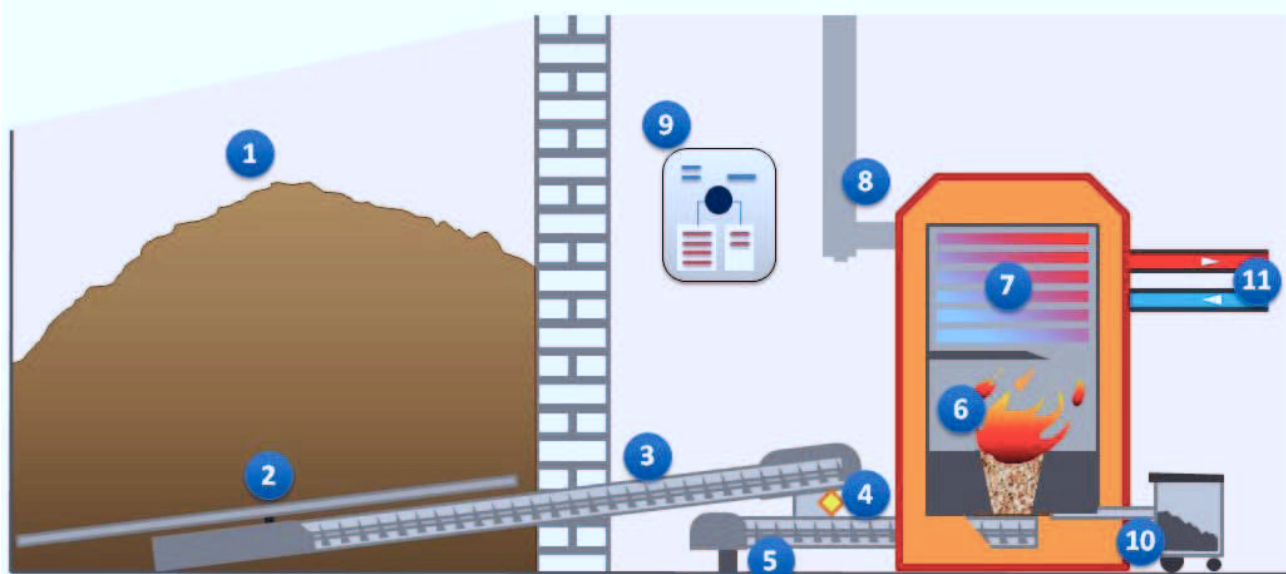
Le gestionnaire de la chaufferie sera dans tous les cas responsable de la conformité de son installation avec la réglementation ICPE.

Pour plus d'informations, consultez le site de l'INERIS : <http://www.ineris.fr/aida/>

QUALITÉ DE COMBUSTIBLE ET CHAUFFERIE BOIS

La qualité du combustible est primordiale au bon fonctionnement d'une chaufferie automatique à bois : un combustible de mauvaise qualité peut entraîner une forte baisse de rendement, la mise en arrêt voire l'endommagement de l'installation (cf. tableau).

Principe de fonctionnement d'une chaufferie automatique à bois



- | | |
|------------------------------|--|
| 1. Silo d'alimentation | 7. Echangeur de chaleur |
| 2. Dessileur rotatif à pales | 8. Extracteur de fumée et cheminée |
| 3. Vis de transfert | 9. Armoire de régulation |
| 4. Dispositif coupe-feu | 10. Vis et bac de décendrage |
| 5. Vis d'alimentation | 11. Alimentation de chaleur vers radiateurs,
plancher chauffant ou eau chaude sanitaire |
| 6. Chambre de combustion | |

Attention : les critères de qualité du combustible (humidité, granulométrie, etc.) sont liés au type et à la technologie (type de foyer, types d'éléments de convoyage du combustible, ...) de chaque installation. Il faut donc adapter les caractéristiques des combustibles en conséquence et se référer au cahier des charges du combustible de l'installation.

✓ DEUX PROBLÈMES PROPRES À LA COMBUSTION DE BOIS

- ↪ Mâchefer : résidus des éléments minéraux du bois ayant fusionné pour former des amas de cendres compacts et solides pouvant encrasser le foyer et endommager les systèmes de décendrage les plus sensibles.
- ↪ Goudronnage : encrassement aggravé du foyer, des échangeurs et de la cheminée par un dépôt de goudron. Le nettoyage d'un goudronnage est contraignant et coûteux.

✓ **CONSÉQUENCES POSSIBLES DE DÉFAUTS DE QUALITÉ DU COMBUSTIBLE**

Défaut de qualité	Incidences sur la chaudière
Taux d'humidité trop élevé (combustible trop humide)	Température de combustion trop basse : combustion incomplète, polluante et faible rendement de la production de chaleur ; extinction
	Encrassement aggravé du foyer, des échangeurs et de la cheminée, voire goudronnage
	Phénomène de voûtage dans le silo : problèmes d'extraction du combustible
Taux d'humidité trop bas (combustible trop sec)	Température de combustion trop élevée : envol de poussière, création de mâchefer et émissions de polluants atmosphériques (dioxines, ...)
Granulométrie trop élevée	Problèmes de coincements dans les systèmes d'amenée provoquant la mise en défaut de l'installation
Forte quantité de poussières et fines	Envol de poussières dans les fumées : pollution par les particules
	Problème de coincements dans les systèmes d'amenée provoquant la mise en défaut de l'installation
	Possible irritation des voies respiratoires lors de la manipulation du combustible
	Encrassement aggravé du foyer, des échangeurs et de la cheminée
Bois adjuvanté ou souillé (dans une chaudière inadaptée)	Production de mâchefer
	Emissions de substances polluantes et corrosives dans les fumées (ex. : acide chlorhydrique) Pollution de l'air et tendance à l'usure accélérée de l'installation
Présence de corps étrangers	Blocage voire endommagement des systèmes de convoyage du combustible et des cendres
Forte proportion d'écorces, de branches et menus bois ou essences exotiques	Production accrue de cendres entraînant une fréquence élevée de vidage du bac à cendres
	Production de mâchefer

3^e partie :

le contrat d'approvisionnement

DEFINITION ET OBJECTIFS

✓ DÉFINITION

Le contrat d'approvisionnement constitue une convention formelle, passée entre deux parties ou davantage, ayant pour objet l'établissement de livraisons, programmées et définies, de biens ou de services.

Dans les marchés publics, c'est le Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP) qui contient des clauses et prescriptions similaires.

La règle première est de fournir un combustible adapté à la chaufferie, au bon moment et au prix convenu.

✓ OBJECTIFS

- ↻ Garantir un approvisionnement pluriannuel pour le client
- ↻ Fidéliser sa clientèle
- ↻ Se garantir une sécurité de travail sur plusieurs années
- ↻ Permet de garantir l'amortissement des investissements
- ↻ Organiser la gestion des stocks et ainsi limiter les coûts de stockage
- ↻ Etablir des circuits d'approvisionnement et ainsi limiter les coûts de transport
- ↻ Posséder un document opposable en cas de conflit
- ↻ Montrer sa capacité d'adaptation et d'engagement aux différentes situations
- ↻ Construire sa réputation d'approvisionneur

LES ARTICLES INDISPENSABLES

Pour être pertinent et utilisable, un contrat d'approvisionnement doit comporter un certain nombre d'articles indispensables.

✓ L'OBJET DU CONTRAT

Objet du marché, identité des parties, chaufferie concernée, exclusivité, durée du contrat, bien et/ou service souhaité, options éventuelles, ...

✓ CARACTÉRISTIQUES DU COMBUSTIBLE

Nature du combustible, origine de la matière première, essences, taux d'humidité sur brut (de référence et fourchette de tolérance), granulométrie, PCI, taux de cendres, absence de corps étrangers, ...

✓ LIVRAISONS : QUANTITÉS, VOLUMES ET CONDITIONS

↻ Consommation annuelle prévisionnelle, répartition de la consommation sur la période de chauffe, contraintes d'accès au site de livraison, moyens de livraison, ...

↻ Volume(s) unitaire(s) de livraison (quantités minimales et maximales), fréquence de livraison, délai après commande, jours et horaires de livraison, matériel de livraison, description du bon de livraison, ...

✓ CONTRÔLES DE LA CONFORMITÉ DU COMBUSTIBLE ET PÉNALITÉS

↻ Modalités de contrôle des quantités livrées, de la qualité du combustible, de refus ou d'acceptation de la livraison, de contrôle contradictoire par un laboratoire, ...

↻ Pénalités pour défaut de livraison dans les délais convenus, pénalités pour fourniture non conforme, cas des livraisons refusées, ...

✓ SERVICES ANNEXES (OPTIONNEL)

Nettoyage du site après livraison, ramassage des cendres, ...

✓ FACTURATION ET PAIEMENT

- ↪ Règles pour la rémunération de la fourniture : facturation en euros par tonne ou par MAP, pour un taux d'humidité moyen et un PCI défini, ou en €/MWh entrée ou sortie chaufferie, modalités de facturation, fréquence de facturation, ...
- ↪ Prix du combustible proposé : prix annuel, modalités de révision annuelle, formule et indices de révision des prix, ...

✓ FORCE MAJEURE

Liste des cas de forces majeures invocables par les parties afin de se dégager des obligations contractuelles.

✓ GARANTIES DE FOURNITURE

Moyens mis en œuvre par le fournisseur afin d'assurer les livraisons et de respecter ses engagements envers le client.

✓ RENÉGOCIATION, RÉSILIATION

Modalités de renégociation exceptionnelle du contrat, de résiliation anticipée par le client et par le fournisseur, ...

✓ ENGAGEMENTS

Engagements réciproques au respect du contrat, signature des parties, ...

Se procurer un exemple de contrat

Des contrats-type d'approvisionnement sont disponibles auprès de :

↪ l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie

<http://www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=96&m=3&catid=13462>

↪ la Mission de promotion du bois-énergie en Lozère et dans le Gard
coordonnées en fin de livret

⇒ *Ils doivent être complétés et adaptés à chaque situation. Ils n'ont pas de valeur opposable sans ces compléments et adaptations.*

4^e partie :

Annexes

BIBLIOGRAPHIE

Agence de l'environnement et de la maîtrise des énergies :

- Rapport d'activité du Programme National Bois Energie 2000-2005
- POUËT J.-C., *Mise en place d'une chaufferie au bois : étude et installation d'une unité à alimentation automatique*, 2007, éditions EDP Sciences.
- <http://www.ademe.fr>
- *Référentiels combustibles bois énergie : définitions et exigences*, étude réalisée pour le compte de l'Ademe par le FCBA, 2008



Institut Technique Européen des Bioénergies :

- <http://www.itebe.org>
- *Caractéristiques commerciales des combustibles bois*
- *Mémento 2004 du bois-énergie*



Centre Technique du Bois et de l'Ameublement :

- *L'essentiel sur le bois*, 1998
- *Coffret Reconnaissance des bois*, 2000



Institut Technologique Forêt, Cellulose, Bois et Ameublement :

- *Mémento de la filière bois*, 2008-2009
- <http://www.fcba.fr>



Comité National pour le Développement du Bois :

- Fiches essences : http://www.cndb.org/?p=fiches_essences



Bois Energie 66 :

- Travaux de recherches
- <http://www.be66.fr>



GLOSSAIRE

- **Bois anhydre** : bois qui ne contient plus d'eau (parfaitement sec).
- **Bois vert** : bois récemment abattu qui n'a pas significativement perdu d'humidité. Le bois vert est moins résistant que le bois sec, il sera broyé plus facilement.
- **Coefficient de foisonnement** : rapport entre volume apparent et volume de bois plein.
- **Granulométrie** : mesure de la dimension des morceaux constituant un ensemble.
- **Masse volumique** : rapport entre la masse d'une substance et le volume qu'elle occupe (exprimée en kg/m^3).
- **Masse volumique apparente** : masse d'une certaine quantité de produits foisonnants, divisée par le volume qu'elle occupe. Ce volume peut varier, selon le tassement des produits, la granulométrie, etc.
- **Mètre cube Apparent de Plaquette (MAP)** : unité de volume foisonnant de plaquettes.
- **Plaquette blanche** : plaquette ne contenant pas d'écorce.
- **Plaquette grise** : plaquette contenant de l'écorce.
- **Plaquette verte** : plaquette n'ayant pas perdu l'humidité qu'elle présentait lors de l'abattage de l'arbre.
- **Plaquette forestière** : plaquette issue d'une matière première d'origine forestière ou bocagère n'ayant subi aucune transformation mécanique ou chimique.
- **Plaquette industrielle** : plaquette constituant un sous-produit ou produit connexe de l'industrie de la transformation du bois.
- **Pouvoir Calorifique Inférieur (PCI)** : quantité de chaleur théoriquement dégagée dans une combustion parfaite (mais sans condensation des fumées), par unité de masse (exprimé en kWh/tonne ou kWh/kg).
- **Stère** : quantité de bois contenue dans 1 m^3 apparent de bûches empilées en 1 mètre de longueur.
- **Taux de cendres** : ratio entre la masse de cendres après combustion et la masse de bois anhydre avant combustion.
- **Taux d'humidité sur brut** : rapport entre la masse d'eau contenue dans le bois et la masse totale du bois à cette humidité.
- **Taux d'humidité sur sec** : rapport entre la masse d'eau contenue dans le bois et la masse de bois anhydre.
- **Taux de siccité** : rapport entre la masse de bois anhydre et la masse de bois à cette humidité.

Office National des Forêts

Agence départementale Lozère

5, avenue de Mirandol
48000 MENDE
Tel: 04 66 65 63 00
Courriel: ag.lozere@onf.fr



Agence départementale Gard

1, impasse d'Alicante BP 4033
30001 NIMES CEDEX 5
Tel: 04 66 04 79 00
Courriel: ag.gard@onf.fr

Centre Régional de la Propriété Forestière

Antenne de la Lozère

16, quai de Berlière
48000 MENDE
Tel: 04 66 65 26 79
Fax: 04 66 49 15 33
Courriel : lozere@crpf.fr



Antenne du Gard

288 chemin de Blatiès
30140 BAGARD
Tel: 04 66 60 92 93
Fax: 04 66 60 93 02
Courriel : gard@crpf.fr

Coopérative de la FORÊT PRIVÉE Lozérienne et Gardoise

16, quai de Berlière
48000 Mende
Tél. 04 66 65 39 69
Fax 04 66 49 15 33
Courriel: coop.foret.privee.48et30@ucff.asso.fr



MSA

MSA de la Lozère

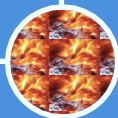
10, Cité des Carmes
48007 MENDE CEDEX
Tel: 04.66.49.79.20
Fax: 04.66.49.79.59
<http://www.msa48.fr>



MSA du Gard

Rue Edouard Lalo
30924 NIMES CEDEX
Tél. : 04.66.63.68.68
Fax : 04.66.63.68.90

Aide-mémoire du fournisseur de bois-énergie en Lozère et dans le Gard



Mission de Promotion du Bois-Energie en Lozère et dans le Gard

Chambre de Commerce et d'Industrie de la Lozère
16 bd du Soubeyran 48002 Mende Cedex
Tél. 04 66 49 00 33 - Fax 04 66 65 35 29
site internet : www.lozere.cci.fr

Les objectifs :

La Mission Bois-Énergie accompagne le développement du chauffage automatique à bois et de ses filières spécifiques d'approvisionnement en combustible, en Lozère et dans le Gard.

Les actions :

- information personnalisée des porteurs de projets de chaufferie automatique ;
- réalisation d'analyses et de notices d'opportunité technico-économiques ;
- aide à la constitution de dossiers de demandes de subventions ;
- accompagnement au cours de l'avancée des projets ;
- conseil pour l'organisation et le développement des filières d'approvisionnement.

Autres documents destinés aux approvisionneurs bois-énergie

- L'annuaire (liste indicative et non-exhaustive) des approvisionneurs en combustible bois en Lozère et dans le Gard , disponible gratuitement, en ligne :

<http://www.lozere.cci.fr/documents/file.php?id=182>

- Une série de fiches techniques concernant la production et la gestion de la qualité des combustibles bois-énergie.

Pour obtenir les documents, s'adresser à la Mission bois-énergie

