



## Les Missions BOIS ÉNERGIE

Afin de promouvoir et développer l'utilisation du bois comme énergie en Occitanie, l'ensemble du territoire est couvert par un réseau d'animateurs-trices proposant :

- Des informations et des conseils objectifs, indépendants et gratuits
- Des notes pour l'opportunité technique et économique
- Une aide aux démarches administratives
- Le suivi des chaufferies en fonctionnement
- La structuration des filières d'approvisionnement



Agence  
Locale  
de l'Énergie  
du Département  
de l'Ariège

55 rue des mûriers  
ZA Joulieu - BP 10177  
09000 Saint Jean de Verges  
www.aleda09.fr  
Tél : 05 34 14 63 81

Retrouvez leurs coordonnées sur le site de l'Observatoire Bois  
Énergie Occitanie : <https://boisenergie-occitanie.org>



# MÉMENTO

## POUR L'APPROVISIONNEMENT DES CHAUFFERIES AUTOMATIQUES À BOIS DÉCHIQUETÉ

### EN OCCITANIE



*Un combustible de qualité  
pour des chaufferies performantes !*

Les Missions Bois Énergie sont cofinancées par l'ADEME, la Région, l'Europe et les Conseils départementaux en Occitanie.



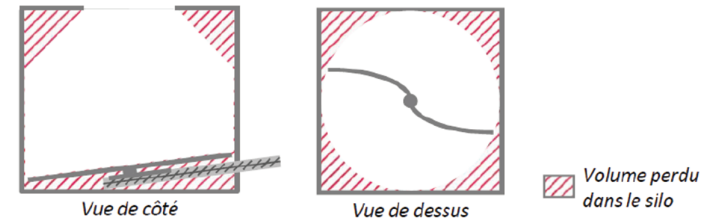
# SOMMAIRE

Glossaire	3
Chiffres à retenir	4
Combustibles bois-énergie	5
Equivalences énergétiques	6
Taux d'humidité	7
Mesure du taux d'humidité (four à micro-ondes)	9
Granulométrie	10
Masse volumique	12
Pouvoir Calorifique Inférieur - PCI	14
Cendres de bois	16
Qualité de combustible et chaufferie	18
Contrat d'approvisionnement	20
Articles indispensables	21
Remplissage du silo	23
Missions bois-énergie	24

# REMPLISSAGE DU SILO

## ✓ VOLUME BRUT ET UTILE DU SILO

Volume utile = 50 à 60 % du volume brut pour un silo avec dessileur à pâles  
 = 80 % du volume brut pour un silo avec dessileur à échelles mobiles



## ✓ ADÉQUATION VÉHICULE DE LIVRAISONS ET SILO

Mode de transport	Volume	Rayon de braquage	Distance de livraison	Caractéristiques du silo
Tracteur + remorque	15 à 20 m <sup>3</sup>	8 à 10 m	< 20 km	Silo enterré ou avec trémie et vis sans fin, transport de proximité pour chaufferies < 100 kW
Camion benne	25 à 35 m <sup>3</sup>	12 m	< 50 km	Silo enterré ou avec trémie et vis-sans-fin pour chaufferies < 200 kW
Camion benne + remorque	50 à 70 m <sup>3</sup>	12 à 14 m	< 70 km	Silo enterré pour chaufferies < 600 kW
Semi-remorque à fond mouvant	70 à 90 m <sup>3</sup>	16 m	< 100 km	Silo enterré ou de plain pied pour chaufferies > 600 kW
Camion souffleur	25 à 40 m <sup>3</sup>	12 à 14 m	< 50 km	Silo muni d'une bouche avec raccord <i>pompier</i> pour chaufferies < 200 kW

Plus d'informations dans le guide technique *Concevoir et dimensionner un silo de chaufferie bois* - FIBOIS Ardèche-Drôme [www.fibois.com](http://www.fibois.com)



### ✓ **FACTURATION ET PAIEMENT**

- Facturation en € par tonne ou par MAP, pour un taux d'humidité moyen et un PCI défini, ou en € par MWh entrée chaufferie, modalités de facturation, fréquence de facturation, ...
- Prix du combustible proposé : prix annuel, modalités et cadence de révision, **formules et indices de révision des prix** (cf. fiche 7 du guide ADEME *Production de chaleur biomasse, qualité des approvisionnements*)

### ✓ **FORCE MAJEURE**

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

### ✓ **RESPONSABILITÉ ET ASSURANCE**

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, ...

### ✓ **EXEMPLES DE CONTRATS**

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

- QBéO [www.qbeo.org](http://www.qbeo.org)
- Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie <http://www.ademe.fr>

Chaque contrat doit être complété et adapté au contexte du projet.

## 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 de bois plein** : rapport entre la masse d'une substance et le volume qu'elle occupe (exprimée en kg/m<sup>3</sup>).
- **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 Bûches (MAB)** : unité de volume foisonnant de bûches.
- **Mètre cube Apparent de Plaquelette (MAP)** : unité de volume foisonnant de plaquelettes.
- **Plaquelette blanche** : plaquelette ne contenant pas d'écorce.
- **Plaquelette grise** : plaquelette contenant de l'écorce.
- **Plaquelette verte** : plaquelette issue de bois fraîchement abattu.
- **Plaquelette forestière** : plaquelette issue d'une matière première d'origine forestière ou bocagère n'ayant subi aucune transformation mécanique ou chimique.
- **Plaquelette industrielle** : plaquelette 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).
- **QBEO** : Qualité Bois-Energie Occitanie - démarche qualité pour le bois déchiqueté
- **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.

## CHIFFRES A RETENIR

**En France**, le bois-énergie est aujourd'hui la première énergie renouvelable, devant l'énergie hydraulique, et représente 6,6 % de la consommation finale brute d'énergie en France (source Observatoire bois-énergie Occitanie 2018).

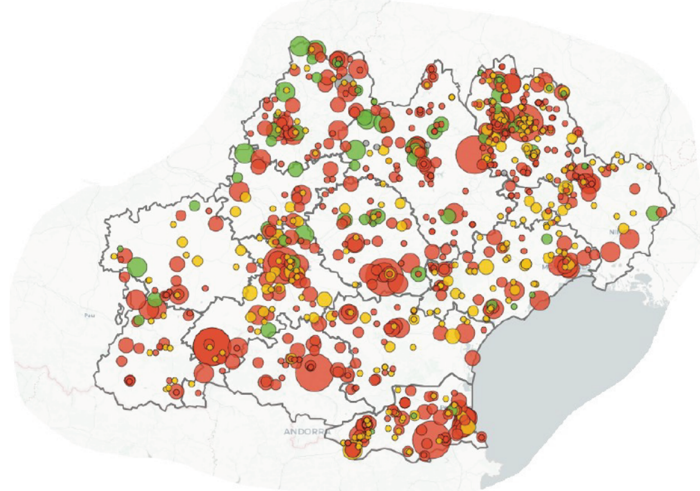
**En Occitanie**, 949 chaufferies automatiques collectives sont en service, tous combustibles confondus, soit l'équivalent de 576 000 tonnes de bois à 30 % d'humidité (source Observatoire bois-énergie Occitanie 2020).

**La forêt en Occitanie** couvre 36 % du territoire, avec une croissance biologique annuelle estimée à 9,8 millions de m<sup>3</sup> par an. Le volume total prélevé est estimé à 3,9 millions de m<sup>3</sup> par an.

Retrouvez d'autres données sur la filière forêt bois et le bois-énergie en Occitanie sur le site de l'[Observatoire Bois-Energie Occitanie](https://boisenergie-occitanie.org) :

<https://boisenergie-occitanie.org>

A voir notamment, les données cartographiées par département (listes des chaufferies, des entreprises d'approvisionnement et des plateformes) ; l'actualité du réseau et l'état d'avancement des réalisations.



## ARTICLES INDISPENSABLES

### ✓ L'OBJET ET DURÉE DU CONTRAT

Bien et/ou service souhaité, chaufferie concernée, identité des parties, **durée du contrat**, ...

### ✓ NATURE ET CARACTÉRISTIQUES 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 ET CONDITIONS

- Consommation annuelle prévisionnelle (fourchette minimale et maximale) en tonnes, MWh ou MAP, obligation annuelle d'achat, volume par livraison, ...
- Contraintes d'accès au site de livraison, fréquence et moyens de livraison, délai après commande, jours et horaires de livraison, modalités de réception, ...
- Éléments à fournir : bordereau de livraison, bon de pesée, taux d'humidité, ...

### ✓ CONTRÔLES DE LA CONFORMITÉ DU COMBUSTIBLE ET PÉNALITÉS

- Modalités de contrôle des quantités livrées, de la qualité du combustible, modalité d'échantillonnage et mesure du taux d'humidité, 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, ...

# CONTRAT D'APPROVISIONNEMENT

## ✓ 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.

L'objectif 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

## COMBUSTIBLES BOIS-ENERGIE

	1200 à 1600 kWh / MAB (bûches 50 cm)	2200 à 3900 kWh / tonne	2200 à 3400 kWh / tonne	1600 à 4400 kWh / tonne	1600 à 2800 kWh / tonne	2800 à 3800 kWh / tonne *	taux d'humidité en %
Bûches unité : MAB 							
Plaquettes forestières unité : MAP ou tonne 							
Granulés unité : tonne 		4600 à 5100 kWh / tonne					
Plaquettes industrielles unité : MAP ou tonne 							
Sciures et copeaux unité : tonne 							
Ecorces unité : tonnes 							
Bois d'emballages (Sortie de Statut Déchet, ou non) et autres bois unité : tonne 							
							10%
							20%
							30%
							40%
							50%
							60%

L'utilisation de différentes sources de bois en chaufferie est régie par la réglementation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE). Pour plus d'informations : site [INERIS http://www.ineris.fr](http://www.ineris.fr)

\* bois d'emballage

# EQUIVALENCES ENERGÉTIQUES



## Unités courantes :

1 tonne équivalent pétrole - tep = 11 630 kWh

1 kWh = 3,6 Mj

1 tep de fioul domestique économisée = 3,076 t. de CO<sub>2</sub> économisée

## ✓ CONSÉQUENCES 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

## QUALITÉ DE COMBUSTIBLE ET CHAUFFERIE

Tous les critères vus dans les pages précédentes influent fortement sur les performances de la chaudière. La qualité du combustible est primordiale à son bon fonctionnement. En effet, un combustible de mauvaise qualité peut entraîner une forte baisse de rendement, la mise en arrêt voire l'endommagement de l'installation (cf. tableau ci-contre).

**Un bon combustible doit correspondre aux exigences de l'installation**

Il convient donc de se référer aux préconisations du constructeurs et au cahier des charges transmis lors de la consultation des fournisseurs.

Le bois doit globalement être le plus propre possible, sans corps étrangers (ferraille, cailloux, terre, plastiques...). La présence de bois faiblement adjuvanté peut être autorisée pour certaines installations équipées de moyens de filtration et en accord avec la réglementation en vigueur (ICPE).

### ✓ DÉMARCHE QUALITÉ QBÉO



Qualité Bois Énergie Occitanie (QBEO) est une démarche qualité sur le bois déchiqueté (plaquettes forestières, industrielles, bois d'emballage). Elle est **destinée aux professionnels et aux gestionnaires de chaufferies** et vise :

- une amélioration globale de la qualité du bois déchiqueté fourni en chaufferies
- une amélioration du lien fournisseur/client en apportant plus de transparence et de sécurité dans l'approvisionnement.

QBEO a été créée à la demande des professionnels, en 2017. Pour en savoir plus, rendez-vous sur [www.qbeo.org](http://www.qbeo.org)

## TAUX D'HUMIDITÉ

**Plus le taux d'humidité est faible, plus le pouvoir calorifique est élevé.**

- ✓ **TAUX D'HUMIDITÉ SUR BRUT** : utilisé pour le bois-énergie

$$H_b = \frac{\text{masse d'eau}}{\text{masse totale du bois à cette humidité}} \times 100$$

- ✓ **TAUX D'HUMIDITÉ SUR SEC** : utilisé dans l'industrie du bois

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

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

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

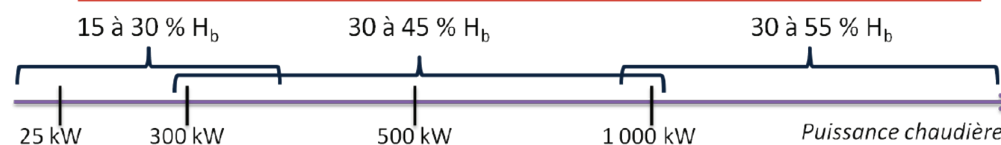
$$H_a = (450 / 550) \times 100 = 82 \%$$

### ✓ CLASSIFICATION DE L'HUMIDITÉ - NORME ISO 17 225-1

L'humidité est définie par la **lettre M** suivie du % d'humidité sur brut maximal

	Humidité sur brut
M 20	< 20 %
M 30	< 30 %
M 40	< 40 %
M 45, etc.	< 45 %

### ✓ PLAGES DE TAUX D'HUMIDITÉ SELON LA PUISSANCE DE CHAUFFIÈRE



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

Méthode d'évaluation	Coût (€ HT)	Précision	Durée de la mesure	Avantage(s)	Inconvénient(s)
Envoi au laboratoire (mesure à l'étuve)	25 € à 35 € par analyse	Très bonne	24 à 48 heures	Précision Aucun investissement	Délai pour avoir la réponse Coûteux à long terme
Etuve & balance (en interne)	Environ 1 500 € à l'achat	Très bonne	24 heures	Précision	Longue durée de mesure Investissement initial élevé
Micro-ondes & balance	Environ 0 à 300 € à l'achat	Bonne	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	Non fiable si humidité supérieure à 35 %

✓ **DÉTERMINER LE VOLUME DE CENDRES PRODUITES, EN M<sup>3</sup>**

$$\text{volume en m}^3 = \frac{\text{poids en tonne}}{\text{masse volumique en kg/m}^3} * 1000$$

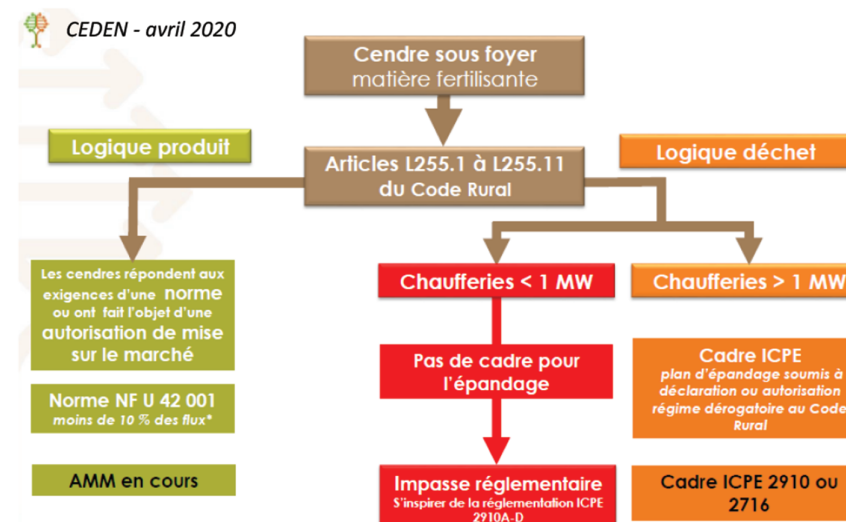
Exemple : 2,2 tonnes de cendres sèches

$$\frac{2,2}{650} * 1000 = 3,38 \text{ m}^3$$

✓ **RÉGLEMENTATION**

Le producteur de cendres est responsable de celles-ci jusqu'à leur destination finale et de leurs incidences sur le milieu.

2 types de cendres : sous foyer (sèche ou humide) et volantes (sous le système de traitement des fumées). Seules les cendres sous foyer peuvent servir de matière fertilisante, si elles respectent les seuils en **ETM - Eléments Traces Métalliques**.



\* Principalement petites chaufferies < 1 MW car cendres sèches plus concentrées en NPK

L'épandage, de cendres seules ou en co-compostage, représente 1,5 à 4 t. / ha, tous les 2 à 3 ans. Coût épandage : 100 à 300 € / t.

En dehors de ce cadre réglementaire, les cendres doivent être traitées en ISDnD—installation de stockage de déchets non dangereux ou via une entreprise de recyclage, habilitée. Plus d'information [www.ceden.fr](http://www.ceden.fr)



## CENDRES DE BOIS

La teneur en cendres dépend de la proportion de :

- matières minérales de la biomasse (écorces, feuilles, aiguilles)
- éléments indésirables (pierres, terre, fer, plastiques, etc.).

Les cendres sont principalement composées d'azote, de potassium ou de phosphore.

**Un faible taux de cendres est révélateur d'une bonne combustion dans une chaudière**

Pour connaître une composition exacte, en vue d'une valorisation, un échantillon doit être envoyé en laboratoire. Coût : entre 70 à 200 €.

La quantité de cendres produite est calculée par rapport à la masse anhydre du bois, sans eau.

Taux de cendres moyens :

- granulés et plaquettes blanches (sans écorce) : 0,5 %
- bois déchiqueté / Plaquettes grises (avec écorce) : 1 à 3 %
- écorces : 6 à 8 %

Masses volumiques moyennes des cendres :

- Cendres sèches : 650 kg/m<sup>3</sup>
  - Cendres humides : 1000 kg/m<sup>3</sup>
- ⇒ pH moyen de 11,9

### ✓ DÉTERMINER SA PRODUCTION DE CENDRES, EN TONNES

tonnage de cendres annuel

$$= \text{qté de bois en tonne} * (1 - \text{tx humidité en \%}) * \text{tx cendres en \%}$$

**Exemple :** 160 tonnes de plaquettes grises, à 30 % d'humidité

$$160 * \left(1 - \frac{30}{100}\right) * \left(\frac{2}{100}\right) = 2,24 \text{ tonnes de cendres/an}$$

## EXEMPLE : MESURE DU TAUX D'HUMIDITÉ SUR BRUT AVEC UN FOUR À MICRO-ONDES

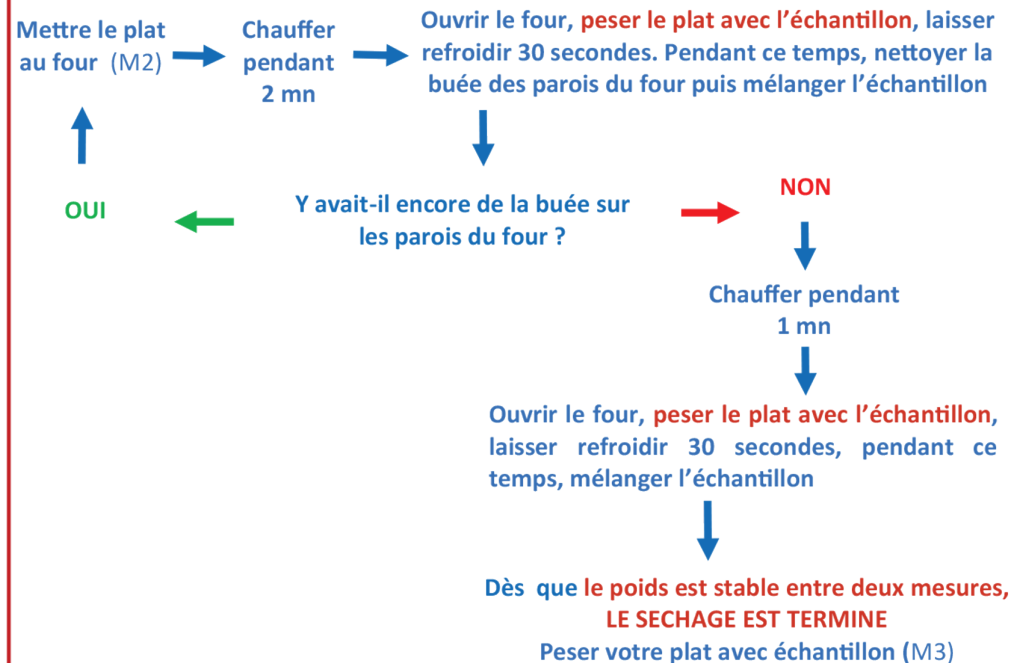
Pour un résultat fiable, l'échantillon doit être représentatif et se conformer au protocole OPTI- SCREEN, soutenu par l'ADEME (cf. fiche 15 du guide ADEME *Production de chaleur biomasse, qualité des approvisionnements*)

### ✓ ELEMENTS A RELEVER

- peser le plat vide : **M1** en grammes (g)
- peser le plat rempli avec l'échantillon : **M2** en g
- peser le plat avec l'échantillon après séchage : **M3** en g

$$\text{humidité sur brut} = \frac{M2 - M3}{M2 - M1} * 100 \text{ (en \%)}$$

### ✓ ETAPES DU SECHAGE



**⚠ Ne pas utiliser de plat ou éléments métalliques dans le four à micro-ondes**  
**RISQUE D'INFLAMMATION DU COMBUSTIBLE :** dès l'apparition de fumée ou de tâche brunâtres sur le bois, **ARRETER IMMEDIATEMENT LE FOUR**

# GRANULOMÉTRIE

La **granulométrie** est la mesure de la dimension des morceaux de bois. La classe de granulométrie d'un combustible est nommée à l'aide des lettres **P** et **F** et s'exprime de la manière suivante :

**Exemple P31 F05** = combustible dont la fraction principale comprise entre 3,15 mm et 31,5 mm doit comporter plus de 60% du poids du combustible, qui a moins de 6% de fraction grossière supérieure à 45 mm avec une longueur maximale à indiquer et pour lequel la fraction fine est inférieure à 5%.

## ✓ MÉTHODES DE MESURE DE LA GRANULOMÉTRIE

Méthode	Obtention du résultat	Avantage(s)	Informations complémentaires
Mesure en laboratoire	Entre 2 à 5 jours ouvrés	Précis Non opposable	Coût environ 70 €
Mesure en interne	Mesure 30 minutes, résultat dans la journée	Rapide et précis	Nécessite un équipement spécialisé (tamiseuse oscillante), coût environ 8500 €

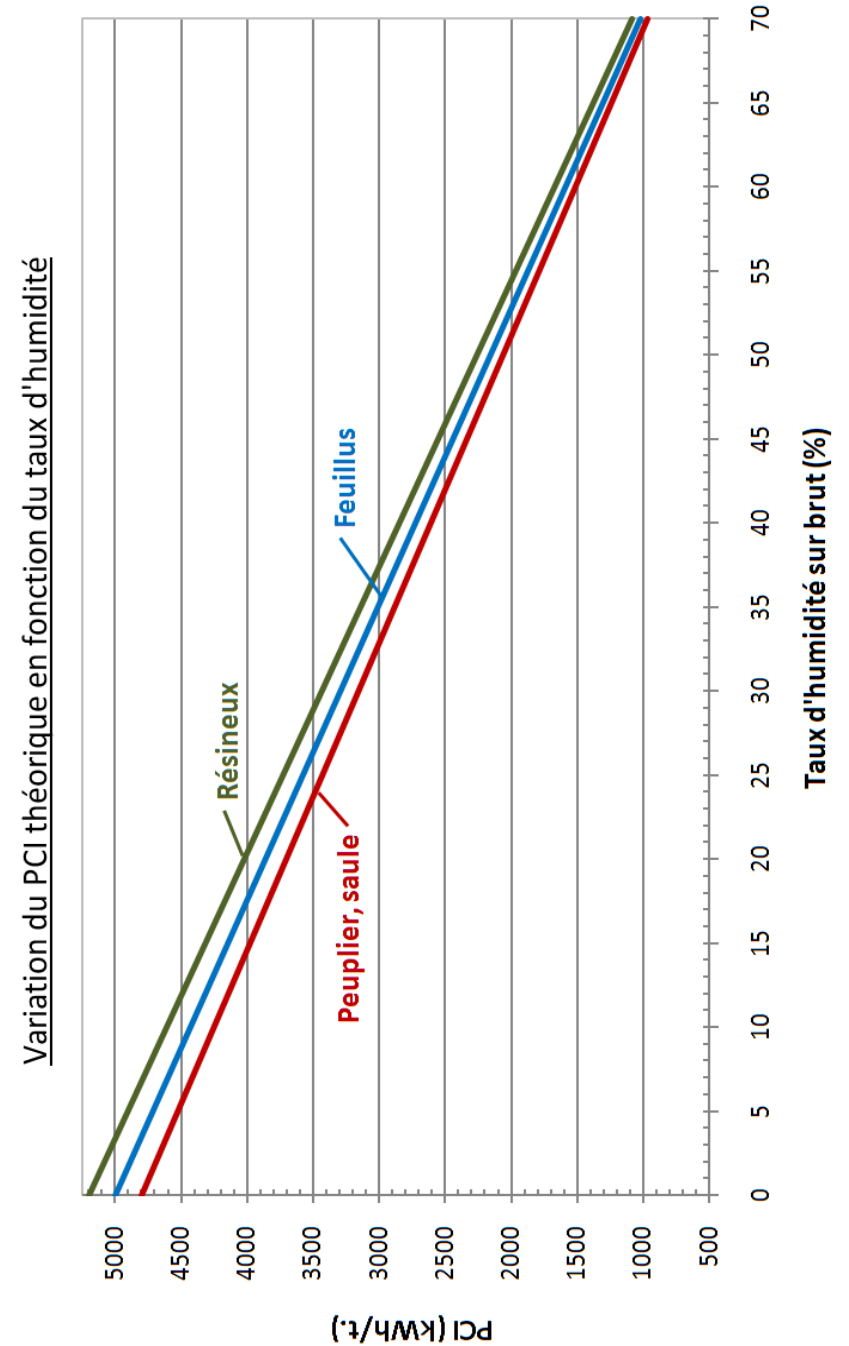
La mesure de la granulométrie doit être réalisée selon la norme ISO 18127-1 et nécessite un échantillon représentatif du combustible à analyser (15 litres). Se référer au protocole OPTI-SCREEN, soutenu par l'ADEME (cf. fiche 15 du guide ADEME *Production de chaleur biomasse, qualité des approvisionnements*).

## ✓ FRACTION FINE SELON NORME ISO 17225-1 (<3,15mm, % en masse)

F02 bois criblé	F05	F10	F15	F20	F25	F30	F30+
≤ 2%	≤ 5%	≤ 10%	≤ 15%	≤ 20%	≤ 25%	≤ 30%	>30%, valeur max à indiquer

## ✓ 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.**



# POUVOIR CALORIFIQUE INFÉRIEUR - PCI

Le **PCI** correspond à l'énergie contenue dans le bois, généralement exprimé en kWh/tonne, sans tenir compte de la chaleur latente contenue dans la vapeur d'eau produite.

PCI théorique du bois (en kWh/t.) selon son humidité :

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

où : H = l'humidité sur masse brute, en %  
 PCI (H) = le Pouvoir Calorifique Inférieur, selon l'humidité H  
 PCI (0) = le Pouvoir Calorifique Inférieur du bois anhydre

## ✓ MÉTHODES D'ÉVALUATION DU POUVOIR CALORIFIQUE INFÉRIEUR

	Envoi d'échantillon pour analyse en laboratoire	Détermination à partir de l'essence du bois et de son humidité *
Coût	De 100 € à 200 € HT par mesure	Gratuit
Précision	Bonne	Assez bonne
Durée de la mesure	1 à 2 semaines	Instantanée
Avantages	Précis	Gratuit et précis
Inconvénients	Coûteux & délai pour avoir réponse	Dépend de la précision de la mesure de l'humidité et de la justesse des données

\* voir courbes ci-contre

## ✓ CLASSE DE GRANULOMÉTRIE DU BOIS DÉCHIQUETÉ SELON NORME ISO 17225-1 (EXTRAIT EN COURS DE VALIDATION)

Classe	Fraction fine <3,15mm	Fraction principale > 60% de la masse (m)	Fraction grossière, % en masse, et L longueur maximale à indiquer	
P 16	A indiquer selon classes F. (cf. page précédente)	3,15 mm ≤ m < 16 mm	≤ 6% ≥ 31,5 mm L longueur maximale à indiquer	
P 31		3,15 mm ≤ m < 31,5 mm	≤ 6% ≥ 45 mm L max. à indiquer	
P 45		3,15 mm ≤ m < 45 mm	≤ 10% ≥ 63 mm L max. à indiquer	
P 63		3,15 mm ≤ m < 63 mm	≤ 10% ≥ 100 mm L max. à indiquer	
PL 10		(PL : combustibles grossiers) Mentionner les résultats de tamisage		Pour L > 100 mm : 10% < m ≤ 20% L max. à indiquer
PL 20				Pour L > 100 mm : 20% < m ≤ 30% L max. à indiquer
PL 30				Pour L > 100 mm : m > 30 % L max. à indiquer
PL 30+	Pour L > 100 mm : m > 30 % valeur max. en % à indiquer L max. à indiquer			

Exemples :



P16



P 31

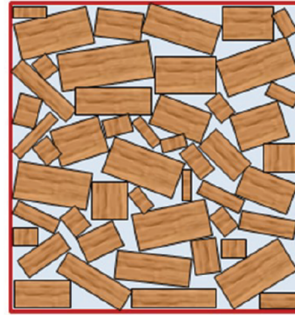


P 63

# MASSE VOLUMIQUE

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.



- Volume apparent
- Volume d'air
- Volume de bois plein

Le volume apparent peut varier selon le tassement du produit, son humidité, sa 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. Exemples de coefficients de foisonnement :

- sciure : 3
- copeaux (fins et enroulés) : 5,5
- plaquettes fines : 2,2 à 2,4
- plaquettes moyennes : 2,5 à 2,7
- plaquettes grossières : 2,8 à 3

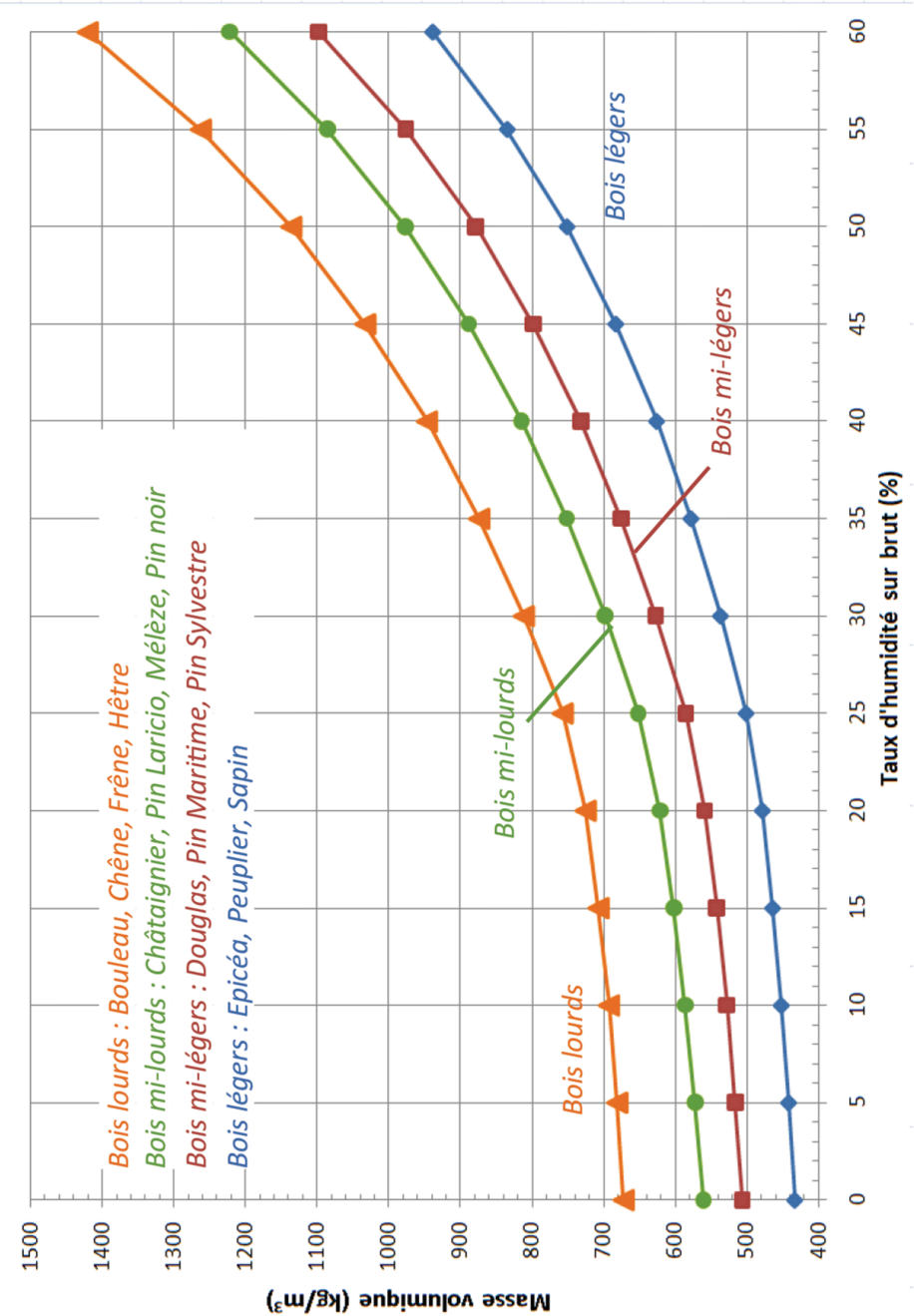
**Exemple n°1** : en lisant la courbe ci-contre, des plaquettes moyennes et vertes de pin sylvestre (bois mi-léger) à 45 % d'humidité sur brut, ont une masse volumique réelle de 800 kg/m<sup>3</sup>.

Masse volumique apparente = 800 / 2,6 soit 307,7 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<sup>3</sup> environ.

Masse volumique apparente = 560 / 2,3 soit 243,5 kg / MAP.

## VARIATION DE LA MASSE VOLUMIQUE DU BOIS EN FONCTION DU TAUX D'HUMIDITÉ



Source : données CNDB