

FOURNITURE ET LIVRAISON
DE PLAQUETTES BOIS

CAHIER DES CLAUSES PARTICULIERES
(CCP)

Sommaire

Sommaire	2
Article 1. Préambule	3
Article 2. Objet du marché – Lot unique.....	3
Article 3. Durée du marché	3
Article 4. Pièces constitutives du marché.....	3
Article 5. Caractéristiques du combustible bois livré	3
5.1. Nature	3
5.2. Quantités.....	4
5.3. Caractéristiques et qualité du combustible bois requis.....	4
Article 6. Conditions de livraison et qualité service.....	4
6.1. Qualité de service.....	4
6.2. Modalités des livraisons	5
Article 7. Prix et facturation	5
7.1. Prix de base contractuel	5
7.2. Retenue de garantie	6
7.3. Avance.....	6
7.4. Enregistrement des livraisons et facturation.....	6
7.5. Révision du prix	6
Article 8. Contrôle qualité.....	7
8.1. Définition des contrôles et conséquences possibles.....	7
8.2. Coûts liés au contrôle en laboratoire	7
Article 9. Facturation - Paiement.....	8
Article 10. Pénalités	8
10.1. Vidange du silo.....	8
10.2. Pénalités relatives à l'humidité du combustible.....	8
10.3. Pénalités en cas d'arrêt ou de dégradation de l'installation	9
10.4. Pénalités en cas de non respect des quantités contractualisées.....	9
Article 11. Rupture du marché - résiliation.....	10
ANNEXES	12

Article 1. Préambule

La mairie de Villard St Pancrace (ci-après dénommée le Client) exploite une chaufferie à plaquettes de bois adaptée à la combustion de combustible bois propre et destinée à la production de chaleur pour des bâtiments communaux, la crèche et l'école.

Article 2. Objet du marché – Lot unique

Par le présent marché, le titulaire (ci-après dénommé le Fournisseur) s'engage à fournir et à livrer, sur toute la durée du marché, aux conditions définies ci-après, les quantités de plaquettes bois nécessaires à l'approvisionnement de la chaufferie située à l'adresse suivante :

Pôle social de Villard-St-Pancrace
12 rue de l'école
05100 Villard-St-Pancrace

Le silo de la chaufferie a une capacité de 100 m³.

L'enlèvement des cendres de la chaufferie bois n'est pas inclus dans le présent marché.

Le Cahier des Charges Particulières (C.C.P) précise la nature de la fourniture, les conditions techniques et économiques de livraison, et les engagements mutuels du FOURNISSEUR et du CLIENT.

Article 3. Durée du marché

Le marché est conclu pour une durée de 2 ans, et entre en vigueur à compter de la date sa notification (date prévisionnelle : 1 novembre 2024).

Article 4. Pièces constitutives du marché

Les pièces constitutives du marché et leur hiérarchie sont définies dans l'acte d'engagement.

Article 5. Caractéristiques du combustible bois livré

5.1. Nature

Le Combustible devra être conforme :

- à la notion de biomasse et à sa qualité telle que définie dans les textes réglementaires (arrêté du 25 juillet 1997, rubrique 2910) ainsi qu'à la norme européenne EN 14961 ;

Le combustible sera totalement exempt de tout corps étranger (cailloux, sable, terre, plastiques, éléments métalliques, etc...) ainsi que de tout adjuvant (colle, traitement des bois, peinture, etc...).

En cas de présence de ces éléments dans le combustible livré, créant une avarie dans le fonctionnement des chaudières ou de leurs périphériques d'alimentation ou entraînant un non respect de la réglementation concernant les émissions, la responsabilité du FOURNISSEUR pourra être recherchée pour toutes les conséquences dommageables matérielles ou immatérielles. De plus, des pénalités, prévues à l'article 9 pourront être appliquées dans certains cas.

5.2. Quantités

Le FOURNISSEUR s'engage à fournir le CLIENT et à lui livrer sur le site de la chaufferie bois une quantité prévisionnelle annuelle de 95 tonnes par an ou 380 MAP sous forme de plaquettes correspondant à la quantité annuelle de référence. L'engagement contractuel entre le FOURNISSEUR et le CLIENT se limite à une valeur de plus ou moins 20% de la quantité de référence soit par an 76 T (304 MAP) au minimum et 114 T (456 MAP) par an au maximum.

Ces quantités sont données à titre indicatif pour permettre au FOURNISSEUR de gérer la production et le séchage de ses plaquettes. En cas de dépassement, au cours d'une saison de chauffe, de la quantité minimale ou maximale **non imputable au combustible**, les pénalités prévues dans l'article 9 pourront être appliquées au CLIENT.

En cas de problème de fonctionnement sur la chaufferie au cours d'une saison, de besoins plus faibles ou plus élevés, le CLIENT s'engage à prévenir le FOURNISSEUR le plus tôt possible et à lui fournir les informations nécessaires pour estimer les nouveaux besoins.

Le FOURNISSEUR s'engage à garantir au CLIENT la sécurité des approvisionnements sur la durée du marché dans les quantités contractualisées.

5.3. Caractéristiques et qualité du combustible bois requis

Le combustible fourni doit satisfaire aux caractéristiques (granulométrie, humidité) de la **classe C1** de la classification simplifiée des combustibles figurant en annexe 1, correspondant aux exigences requises par la chaufferie bois.

A l'intérieur de cette classe, le FOURNISSEUR s'engage à respecter les seuils de tolérance suivants sur l'humidité et la granulométrie :

- **Humidité** : Humidité moyenne : **25%** d'humidité sur brut. Tout au long de l'utilisation de combustible, le FOURNISSEUR est autorisé à une variation du taux d'humidité de +/- 5%. L'humidité du combustible devra donc se situer entre 20 % au minimum et 30 % au **maximum**.
- **Granulométrie** : Granulométrie moyenne : G30 ezt ou G50 selon la norme ÖNORMM7133. Le FOURNISSEUR pourra livrer un combustible ayant une granulométrie se situant dans la plage définie en annexe 1.

Le combustible bois pourrait être issu d'exploitations forestières engagées dans un processus de gestion durable, la démarche peut être prouvée par l'obtention d'une marque délivrée par un système international de certification de la gestion durable des forêts (type PEFC ou équivalent).

Article 6. Conditions de livraison et qualité service

6.1. Qualité de service

Le FOURNISSEUR s'engage à respecter les principaux engagements de qualité liés à la fourniture de combustible bois déchetés notamment à :

- fournir un combustible de qualité, aux caractéristiques constantes, correspondant aux exigences de la chaufferie bois ;
- assurer la continuité et la fiabilité des approvisionnements ;
- respecter les délais de livraison ;

- indiquer la nature et la provenance du combustible bois livré au CLIENT ;
- accepter les contrôles qualité des produits livrés (voir article 7) ;

6.2. Modalités des livraisons

Le FOURNISSEUR s'engage à livrer le combustible bois selon un planning et des modalités définies entre les parties.

La demande de livraison devra être fournie au FOURNISSEUR 3 jours ouvrés (non compris samedi, dimanche et jours fériés) au moins avant la date de livraison demandée. Le FOURNISSEUR prendra contact avec le CLIENT ou son représentant pour organiser la livraison.

La livraison pourra être effectuée tous les jours entre 8h et 11h et de 14h à 17h à l'exception du vendredi après midi, samedi et dimanche, en présence du CLIENT.

Dans tous les cas, le FOURNISSEUR prendra contact avec le CLIENT pour définir un horaire de livraison. En cas d'impossibilité de maintenir l'horaire, le FOURNISSEUR s'engage à prévenir son CLIENT au moins 1 heure avant l'horaire convenu.

Le FOURNISSEUR s'engage à livrer le combustible bois à l'aide de véhicules équipés d'une benne basculante.

Le CLIENT assure l'accès des véhicules du FOURNISSEUR au lieu de stockage. De même, il tient les lieux prêts pour la livraison.

Les opérations de déchargement sont assurées par le FOURNISSEUR à ses risques et périls et sous sa responsabilité. **A ce titre, le FOURNISSEUR déclare avoir pris connaissance préalablement à la signature du marché des conditions d'accès et de déversement (dépotage) du combustible.**

Défaut de livraison – Cas de force majeure

En cas de défaillance du FOURNISSEUR dans l'approvisionnement, celui-ci s'engage à trouver une solution alternative afin de pallier sa défaillance dans un délai maximum de 3 jours ouvrés sauf en cas de force majeure. Les frais et risques liés à la mise en place et au fonctionnement de cette solution alternative sont à la charge du FOURNISSEUR.

Peuvent être considérés comme cas de force majeure uniquement les cas suivants : routes enneigées non déblayées, routes verglacées non salées ou sablées, barrières de dégel, les catastrophes naturelles reconnues par arrêté préfectoral, les décisions imposées par arrêté préfectoral sur les conditions de circulation routière. Le FOURNISSEUR qui voudrait invoquer la survenance d'une force majeure devra en informer le CLIENT immédiatement par fax, confirmée par lettre recommandée avec accusé de réception.

Article 7. Prix et facturation

7.1. Prix de base contractuel

Pour une facturation à la tonne:

Le prix P0 de la fourniture du combustible bois est exprimé en euros HT par tonne, avec un taux d'humidité de référence Hréf de 25 % correspondant à un PCI réf de 3598 kWh/tonne
La quantité livrée sera déterminée grâce au bon de pesée fourni par le FOURNISSEUR

Pour une facturation au MAP :

Le prix P0 de la fourniture du combustible bois est exprimé en euros HT par MAP, avec un taux d'humidité de référence Hréf de 25 % correspondant à un PCI réf de 3598 kWh/tonne.
Le volume de la livraison sera estimé à partir de la contenance de la benne.

7.2. Retenue de garantie

Sans objet

7.3. Avance

Sans objet

7.4. Enregistrement des livraisons et facturation

A chaque livraison, le FOURNISSEUR délivrera au CLIENT ou à son représentant, un bon de livraison à entête du FOURNISSEUR, indiquant à minima :

- La date de livraison ;
- La quantité livrée (en tonne avec bon de pesée pour les facturations à la tonne ou au kWh) ;
- Le taux d'humidité mesuré sur la plateforme de stockage au moment du chargement ;
- La référence du véhicule transporteur et sa provenance ;
- La classe de combustible livré (origine, nature et caractéristiques).

Les éléments de ce bon de livraison serviront de base à la facturation.

7.5. Révision du prix

Chaque année, à date anniversaire du marché le prix du combustible bois est révisé par application de la formule suivante :

Valeurs de pondération : $0,2 < b < 0,4$ valeur de base 0,3

$0,8 < a < 0,6$ valeur de base 0,7

Il est demandé de faire une proposition sur ces deux indices de pondération.

$$P_{\text{Bois}} = P_{\text{Bois0}} \times \left(a \times \frac{I_{\text{Bois}}}{I_{\text{Bois0}}} + b \times \frac{I_{\text{T}}}{I_{\text{T0}}} \right)$$

Avec :

P_{Bois} = prix du bois au moment de la révision (en €)

P_{Bois0} = prix du bois au moment de la signature du marché (en €)

I_{Bois} = Indice bois = la moyenne 4 derniers indices CEEB (publiés trimestriellement) disponibles correspondant au combustible utilisé

I_{Bois0} = Indice bois au moment de la signature du marché = la moyenne 4 derniers indices CEEB (publiés trimestriellement) disponibles au moment de la signature du marché correspondant au combustible utilisé

I_{T} = indice transport = la moyenne des 12 derniers « Indice régional Porteur » du CNR (publiés mensuellement) disponibles au moment de la révision du marché

I_{T0} = indice transport au moment de la signature du marché = la moyenne des 12 derniers « Indice régional Porteur » du CNR (publiés mensuellement) disponibles au moment de la signature du marché

a et b sont les facteurs de pondération de chaque indice (**a et b ≤ 1 et a+b=1**)

Si les indices venaient à disparaître le FOURNISSEUR et le CLIENT se rapprocheront pour définir les indices de remplacement.

En cas d'écart de plus de 10 % entre le prix calculé et le prix moyen du combustible (pour la même catégorie) constaté sur la région PACA (source MRBE), le CLIENT et le FOURNISSEUR se rapprocheront pour décider de l'évolution du prix.

Article 8. Contrôle qualité

8.1. Définition des contrôles et conséquences possibles

Le CLIENT peut à tout moment vérifier la conformité de la livraison aux spécifications décrites dans l'article 5.

Tous les contrôles seront effectués **au moment de la livraison**.

Plusieurs types de contrôle pourront être effectués :

- Un contrôle sensoriel (selon le protocole défini dans en annexe 4) sera systématiquement effectué par le CLIENT avant que le FOURNISSEUR ne déverse le combustible dans le silo, voire pendant le déchargement selon les cas.

.En cas de doute sur le respect des caractéristiques du combustible en terme d'humidité, un contrôle via un test micro-onde pourra être effectué par le CLIENT (selon le protocole défini dans en annexe 2). Ce contrôle aura un rôle de vérification pour engager un échange avec le FOURNISSEUR. Sur cette base le CLIENT sera en droit de refuser la livraison si elle s'avère non conforme. En revanche ce contrôle, ne pourra passer de base à des indemnités. De même en cas de non respect flagrant des caractéristiques granulométriques du combustible le CLIENT sera en droit de refuser la livraison.

- Des contrôles en laboratoire d'analyse à partir de prise d'échantillon (selon le protocole défini dans en annexe 3) pourront être effectués en cas de désaccord entre le FOURNISSEUR et le CLIENT. Leur résultats seront portés à connaissance des deux parties, ils seront opposables et pourront servir à un calcul d'indemnités (voir article 9). Dans le cas d'une facturation au kWh, ils serviront également à l'établissement de la facturation de la livraison contrôlée (en remplacement du taux d'humidité donné par la méthode choisie à l'article 6).

En cas de doute sur le respect des caractéristiques du combustible, le CLIENT devra émettre une réserve sur le bon de livraison afin que le fournisseur soit informé du problème.

En cas de livraison non conforme refusée par le CLIENT, le FOURNISSEUR dispose d'un délai de 2 jours pour effectuer une nouvelle livraison conforme aux spécifications.

8.2. Coûts liés au contrôle en laboratoire

Le CLIENT assure l'envoi des échantillons en laboratoire et assume dans un premier temps les coûts liés à la procédure de contrôle en laboratoire.

Si la non-conformité d'une des caractéristiques physiques du combustible est validée par le contrôle, les coûts de contrôle seront à la charge du FOURNISSEUR et répercutés sous forme d'avoir.

Si la non-conformité d'une des caractéristiques physiques du combustible est invalidée par le contrôle, les coûts liés au contrôle sont à la charge du CLIENT. De plus, dans le cas d'un refus de livraison d'un camion sur le site de la chaufferie et si le refus est invalidé par le contrôle, le CLIENT

devra verser une indemnisation de 100 euros hors taxes au FOURNISSEUR pour les frais de transport engagés par celui-ci.

Article 9. Facturation - Paiement

Le FOURNISSEUR effectuera une facturation à la livraison. Sa facturation comprendra au moins les éléments suivants :

- Quantité livrée en tonne ou MAP (avec en annexe copie des bordereaux de livraison correspondants et pour la vente au kWh le calcul des kWh livrés à partir de la formule donnée en 6.1) ;
- Prix unitaire HT du combustible bois ;

Conformément au code des marchés publics, un délai global de paiement de 30 jours sera appliqué. Ce délai court à compter de la réception de la facture par la commune de Villard St Pancrace.

Article 10. Pénalités

10.1. Vidange du silo

Si le combustible livré ne correspond pas aux conditions de l'article 5, le CLIENT sera en droit d'exiger du FOURNISSEUR l'enlèvement des produits non conformes aux frais du FOURNISSEUR dans deux cas :

- Le CLIENT a émis une réserve sur le bon de livraison et il constate plus de 3 blocages de vis ou arrêts de l'installation dus au combustible pour la même livraison
- La casse ou le blocage d'un élément dû au combustible entraînant une intervention nécessitant la vidange du silo.

Dans les deux cas, le CLIENT devra prévenir le fournisseur du problème survenu et conserver les preuves (photos, cailloux, gros morceaux de bois, etc) mettant en cause le combustible.

10.2. Pénalités relatives à l'humidité du combustible

Les pénalités définies dans cet article 10.2 ne sont applicables qu'en cas de facturation à la tonne ou au MAP.

En cas de combustible présentant une humidité supérieure à l'humidité maximale définie à l'article 4, le CLIENT sera en droit de réclamer au FOURNISSEUR une baisse du prix du combustible pour la livraison considérée.

Le prix de la livraison défectueuse sera calculé selon la formule suivante :

$$P_{\text{ind}} = P_{\text{comb}} \times \frac{100 - 2 \times (H_{\text{réelle}} - H_{\text{max}})}{100} \times Q$$

Avec :

P_{ind} = le prix en euros à payer pour la livraison en cause (en €)

P_{comb} = le prix unitaire normal de la plaquette défini au marché (en €/tonne ou €/MAP)

$H_{\text{réelle}}$ = le taux d'humidité de la plaquette (en %) basé sur les résultats du test laboratoire

H_{max} = le taux d'humidité maximal de la plaquette (en %) défini à l'article 4 du CCP

Q = la quantité livrée (en tonne ou en MAP)

10.3. Pénalités en cas d'arrêt ou de dégradation de l'installation

En cas d'arrêt de l'installation dû au combustible, le CLIENT mettra en œuvre les moyens nécessaires à sa remise en fonctionnement dans les plus brefs délais.

En cas d'arrêt de l'installation, de plus de 2 jours ou de dégradation de l'installation (casse de vis notamment) imputable au FOURNISSEUR (combustible non conforme, défaut de livraison), contraignant le CLIENT à utiliser une autre énergie que le bois, le CLIENT sera en droit de réclamer une pénalité financière. Le FOURNISSEUR et le CLIENT se rapprocheront pour évaluer le montant du préjudice subi par le CLIENT (utilisation d'une autre énergie, remplacement de pièces, intervention d'une entreprise de maintenance, etc.)

En cas d'absence d'accord entre le CLIENT et le FOURNISSEUR, le calcul de l'indemnité s'effectuera selon la formule suivante :

Avec :

$$P = \frac{2 \times P_{\text{comb}} \times Q \times J}{100}$$

P

P_{comb} = le montant des pénalités (en €)

Q = le prix unitaire du combustible défini au marché (en en €/tonne ou €/MAP ou €/kWh)

J = la quantité de combustible annuelle de référence définie dans l'article 4 (en tonnes, MAP ou kWh)

= le nombre de journées au cours desquelles la chaudière a été arrêtée à cause du combustible. Un jour est considéré entier si la chaufferie n'est pas en mesure de fonctionner après 12h00.

Le CLIENT devra conserver les preuves (photos, cailloux, gros morceaux de bois, etc.) mettant en cause le combustible.

10.4. Pénalités en cas de non respect des quantités contractualisées

Dépassement du maximum

Pour des livraisons au-delà du seuil maximal des quantités définies dans l'article 5 non imputable au combustible, le FOURNISSEUR sera en droit d'appliquer une augmentation du prix du combustible de 10%.

Non atteinte du minimum

En cas d'arrêt de l'installation ou de fonctionnement ralenti **non imputable au fournisseur** entraînant une commande en combustible inférieure à la quantité minimale définie à l'article 5, le FOURNISSEUR sera en droit de réclamer une pénalité financière sauf si le CLIENT invoque un cas de force majeure.

Peuvent être considérés comme cas de force majeure uniquement les cas suivants : l'incendie ou la destruction de la chaufferie, les catastrophes naturelles reconnues par arrêté préfectoral. Le CLIENT qui voudrait invoquer la survenance d'une force majeure devra en informer le

FOURNISSEUR immédiatement par fax, confirmée par lettre recommandée avec accusé de réception.

Le calcul de l'indemnité s'effectue selon la formule suivante :

$$P = (Q_{\min} - Q_{\text{réelle}}) \times \frac{10 \times P_{\text{Comb}}}{100}$$

Avec :

P = le montant de la pénalité (en €)

Q_{min} = la quantité minimale annuelle définie à l'article 4 (en tonnes, en MAP ou en kWh)

Q_{réelle} = la quantité annuelle réellement commandée (en tonnes, en MAP ou en kWh)

P_{Comb} = le prix unitaire du combustible (en €/tonne, en €/MAP, en €/kWh)

Article 11. Rupture du marché - résiliation

En cas de manquement de la part du FOURNISSEUR le CLIENT pourra lui notifier la faute par lettre recommandée avec accusé de réception et inversement. Quatre fautes notifiées pendant la durée du marché constituent un motif de rupture anticipée du marché sous réserve de la formalisation d'un courrier et du respect d'un délai de 6 mois.

Peuvent être considérés comme faute pour le FOURNISSEUR :

- Combustible non conforme aux caractéristiques du CCP
- Quantité livrée non conforme à celle définie à l'article 5 du présent CCP
- Défauts et retards de livraisons répétés
- Dégradation des installations de livraison du combustible

Peuvent être considérés comme faute pour le CLIENT :

- Défauts/retards de paiements répétés
 - Défauts répétés d'accès à l'aire de livraison et au silo
 - Aire de livraison/trappe/silo ne garantissant pas la sécurité des biens et des personnes lors de la livraison.

De plus le FOURNISSEUR sera en droit de rompre le marché de manière anticipée sous réserve de la formalisation d'un courrier et du respect d'un délai de 6 mois dans les deux cas suivants :

- modification de l'aire de livraison ne permettant plus au fournisseur d'effectuer les livraisons avec le type de véhicule défini à l'article 6.2.
- arrêt de la chaufferie entraînant l'absence de commande de combustible sur la totalité d'une saison de chauffe.

De même, le CLIENT aura la possibilité de rompre le marché de manière anticipée, sous réserve de la formalisation d'un courrier et du respect d'un délai de 6 mois, si la chaufferie n'est plus en mesure de fonctionner pour une longue période ou une durée indéterminée (expertise judiciaire, dégradation durable ne permettant plus son utilisation, etc.).

L'esprit du présent CCP restant celui d'une loyale fourniture et d'engagements réciproques, toute difficulté pouvant survenir à l'occasion de son exécution sera éventuellement soumise au jugement d'un arbitre choisi d'un commun accord.

Les parties s'efforceront de résoudre à l'amiable les difficultés rencontrées dans l'exécution du présent marché. A défaut, pour tous litiges, compétence exclusive est attribuée aux tribunaux du lieu du siège social du Fournisseur.

Fait à, le

Signature du FOURNISSEUR

ANNEXES

A1. Classification simplifiée des combustibles bois

A2. Méthodologie de détermination de l'humidité du combustible avec un four micro onde

A3. Protocole de prélèvement d'échantillons pour test en laboratoire

A4. Appréciation sensorielle de la qualité des plaquettes bois énergie

Annexe 1

CLASSIFICATION SIMPLIFIÉE DES COMBUSTIBLES BOIS

Cette classification des combustibles :

- a été mise en place par le Comité Interprofessionnel du bois-énergie (CIBE) après consultation de l'ensemble des chaudiéristes et FOURNISSEURS de combustible au niveau National ;
- a été retenue par l'Ademe comme référence ;
- fait partie intégrante de la Charte Qualité Bois Déchiqueté Provence-Alpes-Côte d'Azur.

Classes de combustibles

Classes de combustibles bois déchiqueté				
Classes de combustibles	Granulométrie	Humidité	Contenu énergétique (kWh/t)	Préconisations d'utilisation (exemples)
C1	P16 - 45A	M15 - M30	3 400 à 4 200 Moyenne à 3 800	P < 200 - 300 kW foyer volcan
C2	P45 - P63	M30 - M40	2 800 à 3 400 Moyenne à 3 100	400 kW < P < 1500 kW foyer volcan
C3	P63 - P125	M35 - M45	2 500 à 3 100 Moyenne à 2 800	800 kW < P < 1500 kW Foyer grille ou volcan
C4	P100 - P200	M10 - M20	3 900 à 4 500 Moyenne à 4 200	800 < P < 3 000- 5 000 foyer grille
C5	P100 - P200	M40 - M55	1 900 à 2 800 Moyenne à 2 400	P > 5 000 kW

Signification des critères de qualité

Classe de granulométrie	Fraction de 75% du poids		Fraction grossières plaquettes		Fraction fine (< 3,15 mm)
	minimale (mm)	maximale (mm)	% en masse	longueur max	
P16 - P45A	3,5mm	45 mm	< 3%	< 100 mm	< 8%
P45 - P63	8 mm	63 mm	< 6%	< 100 mm	< 6%
P63 - P125	8 mm	125 mm	< 6-10%	< 200 mm	< 4%
P100 - P200	16 mm	200 mm	< 10%	< 350 mm	< 10%

Humidité	Valeur
M15 - M30	15% < H < 30%
M30 - M40	30% < H < 40%
M35 - M45	35% < H < 45%
M10 - M20	10% < H < 20%
M40 - M55	40% < H < 55%

Annexe 2

Mesure du taux d'humidité sur brut avec un four à micro-ondes : méthode

• Principe de la mesure

Détermination de la masse d'eau contenue dans le bois, en comparaison à la masse totale de bois à cette humidité.

Le taux d'humidité sur brut se calcule ainsi : $Hb = \frac{\text{Masse d'eau contenue dans le bois}}{\text{Masse de bois à cette humidité}} \times 100$

Soit:

$$Hb = \frac{\text{Masse bois avant séchage} - \text{Masse bois après séchage}}{\text{Masse bois avant séchage}} \times 100$$

• A propos du matériel de mesure et de l'échantillon

- **Type de four à micro-ondes** : appareil ménager, puissance 1000 à 1500 W

A utiliser à un niveau moyen de sa puissance, afin de ne pas surchauffer le combustible, ce qui pourrait entraîner un risque d'inflammation du combustible et/ou un biais dans la mesure du taux d'humidité (causé par l'évaporation de substances autres que l'eau, telles les essences du bois).

⚠ Usage non prévu par le fabricant : risque de perte de garantie.

- **Type de récipient** : plat à tarte en verre
diamètre : 25 à 30 cm ; rebord : au moins 2 cm.
- **Echantillon** : échantillon de bois humide, masse : 400 g minimum afin d'obtenir une différence de masse significative après séchage. (voir la fiche « Prélèvement d'échantillons représentatifs de combustibles : méthode »)



-Précautions

L'utilisation d'un appareil non- conçu pour le séchage du bois présente plusieurs risques :

- Inflammation possible du combustible, malgré les précautions de refroidissement (période de 30 sec. entre 2 cycles de séchage) → Surveillance indispensable d'une personne tout au long du déroulement du séchage + arrêt immédiat du séchage dès l'apparition de tâches brunâtres ou de fumées

⚠ Ayez constamment un extincteur ou une couverture afin d'éteindre une potentielle inflammation.

- Echauffement du combustible et du plat pendant le séchage (températures dépassant les 100°C) → Utiliser des maniques ou des gants de cuisine lors de leur manipulation
- Emission de vapeurs toxiques lors du séchage d'un combustible composé de bois de rebut →
 - Vérifier la propreté du bois avant séchage
 - Eviter le séchage si ce risque est possible
 - Aérer la pièce

Cette fiche a été réalisé par la Mission de promotion du bois-énergie en Lozère et dans le Gard et reprise par la MRBE PACA pour une utilisation régionale

La Mission Régionale Bois Energie décline toute responsabilité en cas de dommage matériel ou corporel lié à l'usage de la méthode de mesure d'humidité au four à micro-ondes.


• Méthode

Matériel :

- un four à micro-ondes et des gants ou maniques ;
- un récipient à rebord, utilisable en four à micro-ondes (ex : plat en verre) ;
- une balance précise au gramme près ;
- une fiche de mesure vierge, un crayon et des serviettes en papier.


1

Peser le plat vide.
→ noter m_1 (en grammes) sur la fiche de mesure.




2

Remplir le récipient
d'une couche de combustible de 2 à 5 cm.




3

Peser le plat rempli avec l'échantillon avant le séchage.
→ noter m_2 (en grammes) sur la fiche de mesure.



4

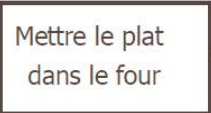
Etapes du séchage du combustible :



**Risque d'inflammation
du combustible**

```

graph TD
    A[Mettre le plat dans le four] --> B[Chauffer pendant 2 min]
    B --> C[Ouvrir le four, laisser refroidir 30 secondes. Pendant ce temps, mélanger l'échantillon puis nettoyer la buée des parois du four]
    C --> D{Y avait-il encore de la buée sur les parois du four ?}
    D -- oui --> B
    D -- non --> E[Chauffer pendant 1 min]
    E --> F[Ouvrir le four, laisser refroidir 30 secondes, pendant ce temps, mélanger l'échantillon]
    F --> G{Dès l'apparition de tâches brunâtres sur le bois ou des fumées → arrêter immédiatement le four et retirer le plat : le séchage est terminé}
    G --> H[Calculer le taux d'humidité sur brut grâce à la formule suivante :]
            
```



5

Peser le plat avec l'échantillon après le séchage.
→ noter m_3 (en grammes) sur la fiche de mesure.

6

Calculer le taux d'humidité sur brut grâce à la formule suivante :

$$H_b = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100 \quad (\text{en pourcents})$$

Annexe 3

Protocole de prélèvement d'échantillon pour test en laboratoire

Matériel utilisé

Pour réaliser des prélèvements de combustible pour l'envoi en laboratoire, le matériel suivant sera nécessaire :

- Une pelle pour les prélèvements
- Sacs congélation de 6L pour le conditionnement

Echantillonnage

L'échantillon devra avoir un **volume minimal de 9 litres** pour que les tests laboratoires puissent être menés. Il est donc préconisé de prélever deux sacs de 6 litres.

Pour constituer l'échantillon, il sera nécessaire de faire **au minimum 5 prélèvements** à différentes étapes du déversement du camion.

Attention : si la livraison est réalisée via deux bennes, il sera nécessaire de constituer l'échantillon à partir de 5 prélèvements par benne (soit 10 prélèvements en tout).

Conditionnement et envoi en laboratoire

L'échantillon sera conditionné dans deux sacs congélation de 6L chacun fermés.

Ces sacs seront ensuite mis dans un paquet pour l'envoi postal.

L'opérateur devra envoyer l'échantillon **dans les 2 jours suivant le prélèvement** au laboratoire d'analyse de son choix afin de limiter les variations d'humidité liées au stockage.

Il est possible de consulter la MRBE pour obtenir des adresses de laboratoires pouvant réaliser ce type d'analyse. On peut tout de même déjà citer les laboratoires SOCOR (59) et CERIBOIS (26).

Une fois les résultats obtenus, ils seront communiqués dans les plus brefs délais à l'autre partie afin de décider des suites à donner.

Annexe 4

Appréciation sensorielle de la qualité des plaquettes bois énergie

Mise en garde : l'appréciation sensorielle de la qualité du combustible bois déchiqueté est très pratique car elle ne demande aucun matériel et très peu de temps. Elle ne peut néanmoins être qu'une appréciation subjective, et non une mesure précise, et nécessite une connaissance bien étalonnée des caractéristiques des plaquettes, à partir de plaquettes de granulométrie et de taux d'humidité connus. Par ailleurs, il convient de prendre garde aux contre-exemples : pour des plaquettes inhabituelles, il est possible que les critères usuels d'une appréciation sensorielle ne permettent pas une analyse correcte.

-Taux d'humidité

Plaquette verte ou humide

- Bois : couleur brune/beige foncée
- Feuilles, aiguilles : couleur verte
- Poussières : collées à la plaquette



- Sensation de fraîcheur, de douceur
- Plaquette lourde en main
- Poussières humides collant aux doigts, après manipulation

- Sonorité sourde des chocs entre les plaquettes • « Ploc ploc plac »

- Odeur : bois fraîchement scié, compost ou sous-bois après la pluie

Plaquette sèche

- Bois : couleur beige/blanche
- Feuilles, aiguilles : couleur beige/marron
- Poussières : envol lors de la manipulation



- Sensation râpeuse, sèche
- Plaquette légère en main
- Peu de poussières collant sur les doigts, après manipulation

- Sonorité sèche des chocs entre les plaquettes • « Tic tic toc »

- Odeur : bois de menuiserie

-Granulométrie

- Granulométrie fine : majorité des éléments de la taille d'un timbre poste conventionnel ou d'une pièce de deux euros (1 à 3 cm de côte maximale)



- Granulométrie moyenne : majorité des éléments de la taille d'un domino ou d'un briquet (2 à 5 cm de côte maximale)



- Granulométrie grossière : majorité des éléments de la taille d'une carte de visite ou d'un paquet de cigarettes (5 à 10 cm de côte maximale)

