

L'utilisation des plaquettes bocagères

Note technique - Recommandations

1. Contexte et échantillons

« Les bois bocagers sont issus de l'entretien des haies, qui sont des clôtures faites d'arbres et d'arbustes alignés, plantés parfois sur talus. Elles se composent normalement de trois strates végétales (arborescente, arbustive et herbacée) » (ADEME).¹

La plaquette bocagère est utilisée aujourd'hui pour alimenter des chaufferies biomasses de petite et moyenne puissance ²sur l'ensemble du territoire national.

L'essentiel de la production de plaquette bocagère est présent sur le Grand Ouest (Bretagne, Pays de la Loire, Normandie).

Le volume annuel estimé de cette ressource est entre 600 à 1000 kt MS selon les études (ADEME).

Un consortium piloté par FIBOIS Ardèche-Drôme, avec le soutien de l'ADEME, a réalisé une campagne d'analyse physico-chimique afin d'améliorer les connaissances et la caractérisation du produit.

Ces résultats permettent d'établir des préconisations pour l'utilisation de ce combustible en fonction des types de chaudières et des systèmes de convoyage.

La priorité a été mise sur les types de haies « Arbre Hors Forêt focus agro-foresterie (intra et extra-parcellaire/bocagère) »³ dans l'ordre :

1. Bord de culture (contrainte de remise en culture en fonction des rotations, peut entraîner une fréquence d'entretien plus élevée avec plus de petits diamètres et possibilité de terre sur les branches)
2. Bord de cours d'eau (ces espaces sont potentiellement plus fournis dû à des fréquences d'entretien plus longues : accessibilité, portance, équipement type treuil parfois nécessaire pour la gestion des embâcles. Au-delà des aspects techniques, les ripisylves constituent des abris pour la faune aquatique et font souvent l'objet d'une gestion concertée pour concilier tous les usages : gestionnaire rivière, fédération de pêche, gestionnaire Fluvial, agriculteur)
3. Bord de prairie (intermédiaire).



Figure 1 : Bord de culture ⁴



Figure 2 : bord de cours d'eau ⁴



Figure 3 : bord de Prairie ⁴

¹ Mise en place d'une chaufferie au bois étude et installation d'une unité à alimentation automatique. ADEME éditions.

² Des chaufferies de plusieurs MW sont également approvisionnées avec de la plaquette bocagère dans une proportion bien moindre que du forestier

³ Il n'y a pas de bois issus de taillis bord de route dans les échantillons.

⁴ Source : AILE - Bocag'Air 2

Comité Interprofessionnel du Bois-Energie

Les échantillons de la campagne 2021-2022 ont été prélevés sur du bois bocager, principalement feuillu, provenant majoritairement de l'Ouest de la France. Ils ont été collectés :

- En sortie de déchiqueteuse (majorité des échantillons)
- Au pied de la haie
- Légèrement ressuyés (supérieur à M40) afin d'éviter d'éventuelles perturbations chimiques dû à l'effet du séchage⁵

Plusieurs paramètres ont été mesurés (Tableau 1) et comparés avec les résultats d'échantillons de bois forestier (feuillu, résineux) provenant de toute la France et du broyat d'emballage en bois « SSD » (Sortie de statut de déchet).

Tableau 1 : Paramètres mesurés par le laboratoire FIBOIS Ardèche Drôme

Paramètres	Norme machine	Matériel
Humidité	ISO 18134-2	Etuve ventilée
Masse volumique	ISO 17828	Seau 10 L taré
PCI massive et volumique	ISO 18125	Calorimètre
Taux de cendre Taux de Matière Organique	ISO 18122	Four de calcination
Teneur totale en carbone, hydrogène et azote	ISO 16948	Analyseur élémentaire
Teneur total en soufre, chlore	ISO 16994	Chromatographie ionique
Éléments majeurs – Ca, K, Mg, Na, Fe, Si, Mn	ISO 16967	Spectromètre infrarouge
Éléments mineurs – As, Cd, Cr, Cu, Pb, Hg, Ni, Zn	ISO 16968	Spectromètre infrarouge
pH	NF EN 13037	pH mètre
Conductivité	NF EN 13038	Conductimètre
Rétention en eau	NF EN 13041	Seau volumétrique
Granulométrie	ISO 17827 -1	Tamiseuse oscillante

Cette campagne d'analyse est venue enrichir celles déjà réalisées sur la plaquette forestière et le broyat d'emballage (SSD).

⁵ Étude de l'évolution des caractéristiques physico- chimiques des plaquettes forestières en fonction des modalités de stockage et de séchage-2009

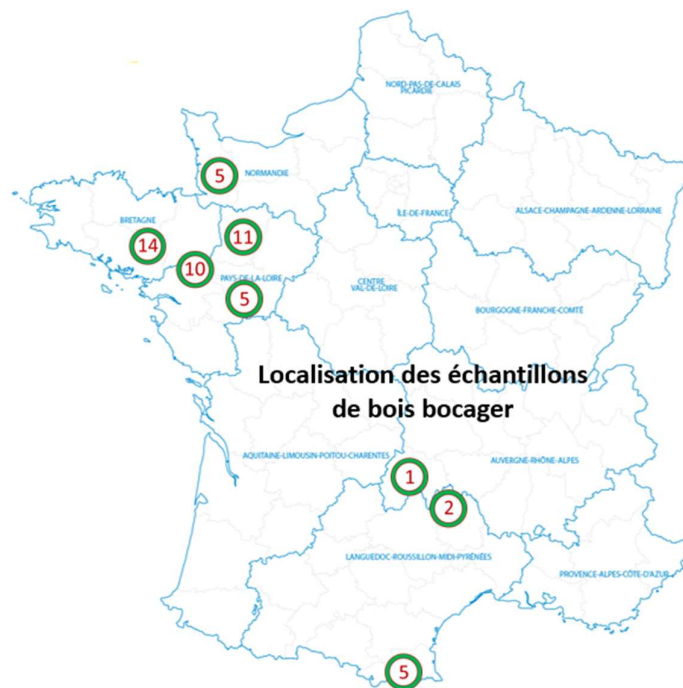
Comité Interprofessionnel du Bois-Energie

2. Résultats d'analyses chimiques des plaquettes bocagères

Les échantillons de bois bocager ont été comparés avec un panel d'analyses de plaquettes forestières et de broyat SSD emballages

Les échantillons de ces derniers sont issus d'analyses réalisées par FIBOIS Ardèche-Drôme sur l'année 2022 Les échantillons proviennent de toute la France et d'opérateurs divers (chaudiéristes, exploitants, fournisseurs,) l'origine des échantillons et la station pédoclimatique peut avoir un impact significatif sur la composition chimique de certains paramètres.

Type d'échantillon	Nombre d'échantillon
Bois bocager	55
Bois forestier	177
Broyats d'emballage SSD	41



Comité Interprofessionnel du Bois-Energie

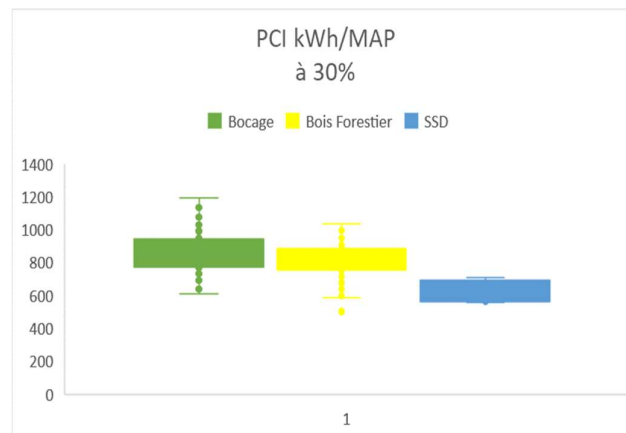
Ci-dessous quelques résultats d'analyse de l'Azote, PCI et métaux lourds d'échantillons de bois bocager, bois forestier et broyas d'emballage SSD avec en rouge les seuils préconisés à ne pas dépasser.

Comparaison des résultats avec un panel d'échantillon de plaquettes forestières et de broyats d'emballage SSD

- **Masse volumique** : le bois bocager est légèrement plus lourd que le bois forestier ou broyat d'emballage SSD. La présence de feuillus dur en très forte proportion en est sûrement la cause.



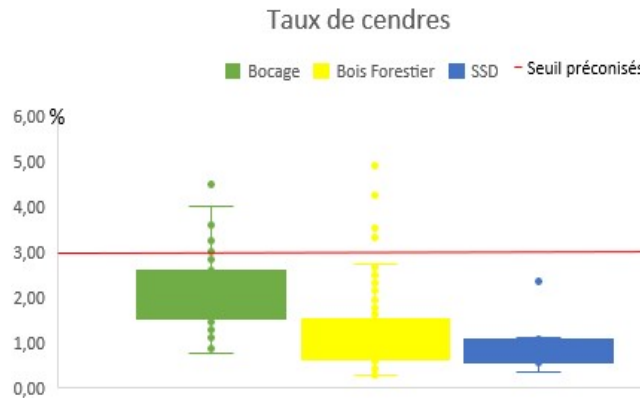
- **PCI ramené à 30% d'humidité** : du même ordre de grandeur que celui du bois forestier.



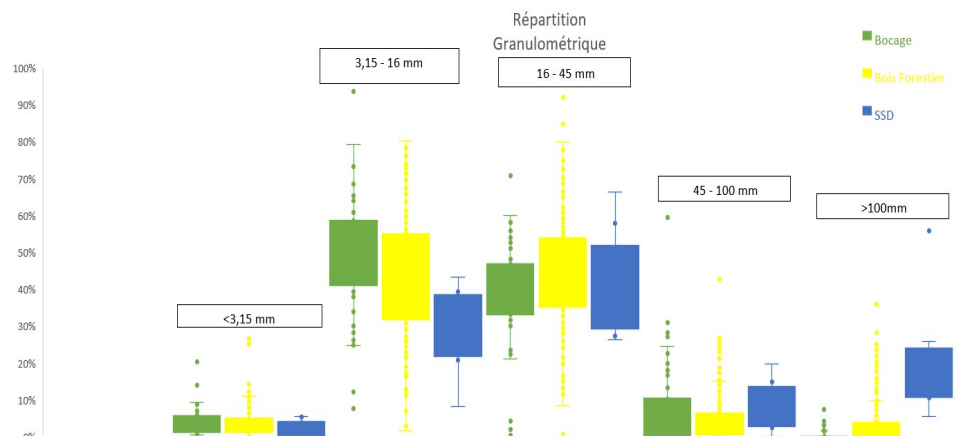
- **Taux de cendres** : un peu plus élevé que celui du bois forestier (qui est lui plutôt inférieur à 1% et on peut monter jusqu'à 2%) car le bois bocager est plus jeune (avec plus de minéraux) et le ratio écorce / matière ligneuse est défavorable au

Comité Interprofessionnel du Bois-Energie

bois bocager. Malgré tout ce n'est pas rédhibitoire puisque ce taux de cendres reste en dessous du seuil de la norme ISO 17225-9 classe I1 (fixé à 3 %).



- **Granulométrie⁶** : Le bois bocager est globalement plus fin entre P16 et P31 (la fraction principale (plus de 60%) est atteinte dès le tamis de 31,5 mm) du fait du type de ressources utilisées (diamètre plus fin) et dans certains cas du type de matériel utilisé, mais il ne contient pas plus de fines que les plaquettes forestières. Tous les produits sont de petite granulométrie ce qui correspond à un produit adapté aux petites chaufferies.

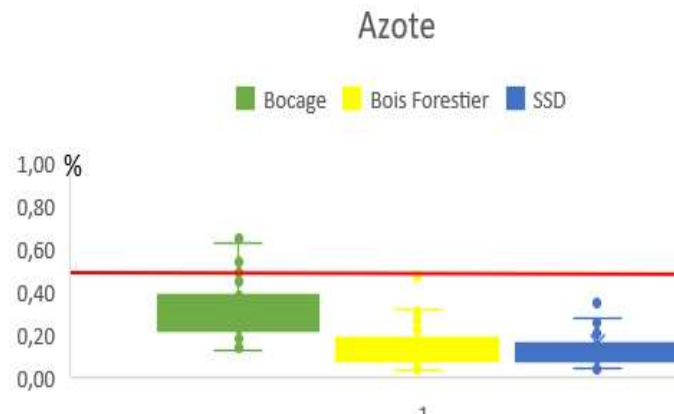


- **Azote, halogènes :**
 - o **Soufre** : Une présence plus importante de soufre sur le bois bocager par rapport au bois forestier. Or les échantillons ont été pris sur des abatages hors feuille donc ça ne semble pas être la quantité de feuille qui fait varier le taux de soufre.

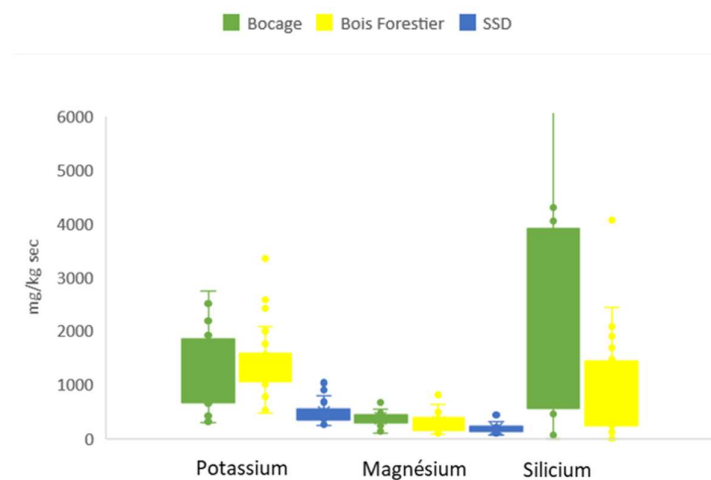
⁶ Sur la granulométrie, il est très difficile de comparer dans la mesure où les broyeurs sont différents et le type de matière à broyer diffère : forêt billons, bocage branche et arbres entiers qui ne sont pas façonnés et dont les fourches limitent souvent l'entrée et l'alimentation en continue de la déchiqueteuse.

Comité Interprofessionnel du Bois-Energie

- **Chlore**⁷ : valeurs assez basses et similaires à celle de la plaquette forestière.
- **Azote** : taux un peu plus élevé que celui du bois forestier ou du broyat d'emballage SSD mais qui reste en dessous du seuil de 0,5% de la norme ISO 17 225-9 classe I1



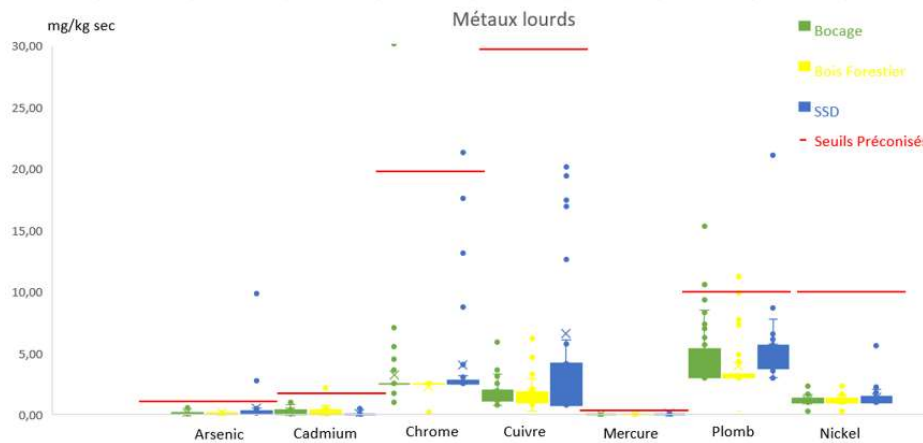
- **Éléments majeurs – Ca, K, Mg, Na, Fe, Si, Mn** : Les taux sont similaires à ceux de la plaquette forestière sauf pour la silice (Si) où le taux est plus important. Or la silice vient user les vis d'extraction et tous les autres équipements en contact avec ce combustible chargé en silice (même un échangeur, toute la chaîne, les systèmes qui ont un mouvement et qui viennent frotter contre).



⁷ Le taux de chlore dépend des sols se sont des problèmes régionaux liés au terroir.

Comité Interprofessionnel du Bois-Energie

- **Éléments mineurs - Métaux lourds** : Globalement, on retrouve très peu de métaux lourds et ils ne dépassent pas les seuils fixés par la norme ISO 17225-9 classe I1. De plus, ils ne sont pas plus élevés que ceux des broyats d'emballage SSD et des plaquettes forestières.



Comité Interprofessionnel du Bois-Energie

3. Recommandations/bonnes pratiques pour l'utilisation de la plaquette bocagère en combustion

Cette campagne d'analyse a permis de mettre en évidence que les produits issus des bois bocagers sont peu différents des autres gisements utilisés (plaquette forestière et (ADEME)⁸ SSD), et qu'il est tout à fait possible de les utiliser en combustible bois.

Les principales spécificités sont :

- Des produits potentiellement plus fins (P16 – P31)
- Des taux de cendres légèrement plus haut (environ 2%)
- Une proportion de silice plus élevée pouvant entraîner des problématiques de mâchefer lors de mauvaise combustion
- Un taux de soufre et azote plus élevé compte tenu de la forte proportion de branches.

De ce fait, il ne ressort pas de recommandations particulières, autres que celles préconisées sur les autres combustibles. Des analyses peuvent cependant être entreprises pour caractériser le produit via des analyses afin d'adapter la conduite des installations.

Ainsi, quel que soit le combustible les recommandations sont les suivantes :

Masse volumique et PCI

Si une réelle différence par rapport aux valeurs par défaut est observée, calibrer :

- Le système de calcul de consommation de la chaudière
- L'amenée du bois

Taux de cendres

S'il y a un risque de formation de mâchefer, réaliser les mêmes préconisations que pour le bois forestier ou broyat d'emballage SSD à savoir :

- Nettoyer plus régulièrement le foyer
- Surveiller le taux de remplissage des bennes des petites chaudières (<1,5 MW)
- Ajuster les dispositifs de décendrage si besoin

Concernant les réglages de la chaudière, pas de paramètre particulier à modifier, un ajustement du recyclage des gaz à la mise en service et un suivi sur les premières utilisations pourra permettre d'ajuster le fonctionnement.

Granulométrie

- Pour les installations sensibles aux petites granulométries procéder en amont à un criblage de la plaquette bocagère ou réaliser des mix produits sur plateforme avec des produits plus grossiers.
- Sur le fonctionnement de l'installation, calquer le réglage de l'alimentation en bois de la chaudière et de l'extraction du silo sur celui du bois forestier.

⁸ *Mobilisation de la biomasse agricole, état de l'art analyse et prospective*. ADEME 2016

Comité Interprofessionnel du Bois-Energie

Azote, halogènes

Pour éviter la formation de vapeur acide du fait d'un défaut de combustion, les préconisations sont similaires à celle de la plaquette forestière à savoir :

- **Procéder au bon réglage des débits d'airs primaire et secondaire**
- **Nettoyer régulièrement les systèmes de traitement de fumées** afin d'enlever le dépôt de suie acide et d'éviter la corrosion
- En fonction des Valeurs Limites d'Émission (VLE) auxquelles sont soumises les installations utiliser une chambre de combustion bas-NOx et/ou bas-CO ou **installer un système de traitement de fumées** (par exemple SNCR, SCR pour l'azote) pour satisfaire aux VLE
- Si utilisation régulière du bois bocager **augmenter la fréquence d'entretien et de contrôle la chaudière** par rapport au bois forestier

Éléments majeurs – Ca, K, Mg, Na, Fe, Si, Mn

Pour limiter le risque d'usure accélérée des vis de remontées :

- Privilégier les remontées avec un convoyeur plutôt qu'une vis, mais il est difficile de proscrire les vis pour l'extraction du silo car cela reste le plus économique notamment pour les plus faibles puissances, dans ce cas le client doit être informé qu'il y a une usure de la vis plus importante/rapide.
- Limiter au maximum les longueurs des vis
- Encourager un entretien annuel et une inspection de l'usure des systèmes de convoyage de l'installation

Température de fusibilité

- Réaliser une analyse de fusibilité du combustible, au moins une fois au démarrage de l'installation en préconisation ;
- Si besoin, prévoir une technologie adaptée (dalle réfractaire, sortie d'air primaire pour éviter toute obstruction)