



## La valorisation locale des cendres de chaufferies biomasse : un modèle d'économie circulaire

Le bois est la première source d'énergie renouvelable utilisée en France. Avec une consommation de l'ordre de 13 millions de tonnes de matière brute/an, il est appelé à contribuer fortement aux objectifs énergétiques et climatiques nationaux.

Le parc de chaufferies biomasse en France compte aujourd'hui environ 6 600 installations supérieures à 50 kW. Cette montée en puissance, sous l'impulsion du Fonds Chaleur de l'ADEME notamment, rend la question du devenir des cendres issues de la combustion de plus en plus centrale, avec un flux estimé à 245 000 t/an à l'échelle nationale.

Celles-ci présentent de fortes teneurs en calcium, potassium et magnésium, leur donnant un véritable intérêt agronomique. Ainsi, aujourd'hui, le principal mode de valorisation des cendres bois est l'épandage en agriculture. Il s'agit d'une voie vertueuse, permettant de limiter l'exutoire des cendres en centres d'enfouissement de déchets et présentant l'avantage d'une valorisation en circuit court. Mais, comme tout mode de valorisation, il doit s'accompagner d'une vigilance pour garantir l'innocuité des cendres sur les sols.

D'autres voies de valorisation sont possibles, qui restent néanmoins à des stades de développement moins avancés (amendement des sols en forêt, secteur des céramiques ou de la construction).

Le développement durable du bois énergie, associé à une valorisation vertueuse de cendres, est une belle illustration d'un modèle d'économie circulaire pour une gestion efficace des ressources.

Simon THOUIN  
Ingénieur Biomasse Energie à l'ADEME

SMRA 68  
2 allée de Herrlisheim  
68000 COLMAR  
Représentant : M. Habig

Directeur de publication :  
M.Habig

Responsable de la rédaction :  
Nathalie Valentin



*Grappin automatique pour le convoyage des plaquettes.*

## La biomasse énergie, un choix d'avenir

Dans le cadre de la lutte contre le changement climatique, et face à la raréfaction des ressources naturelles, le bois-énergie ou, plus généralement, la biomasse énergie, sont devenus des alternatives intéressantes. Ceci pour les usages domestiques comme pour les industriels ou les collectivités, qui cherchent de plus en plus à réduire leur impact environnemental et à s'engager dans la transition énergétique.

Avec une ressource abondante et locale, le bois-énergie est aujourd'hui la 1<sup>ère</sup> source d'énergie renouvelable utilisée en France, devant l'énergie hydraulique (respectivement 36 et 18 % en 2019). Elle est considérée comme peu émettrice de CO<sub>2</sub> (par rapport aux énergies fossiles), compétitive en termes de coût, créatrice d'emplois et, donc, positive pour la dynamique territoriale.

Elle représente ainsi un atout pour atteindre les objectifs que s'est fixés la France en matière de chaleur renouvelable : aboutir à 23 % d'énergies renouvelables d'ici fin 2020 et réduire de 30 % la consommation de combustibles fossiles à l'horizon 2030. L'ADEME, notamment, a pour mission d'animer, de gérer et de coordonner le programme en faveur de la biomasse énergie pour atteindre ces objectifs, y compris pour le chauffage collectif et industriel.

Quant au terme générique de « biomasse », il recouvre une large gamme de combustibles utilisables en chaufferies : produits de la forêt et sous-produits de l'industrie du bois (plaquettes, granulés, sciures, copeaux...), sous-produits de l'agriculture et des industries agro-alimentaires (pailles, rafles...), cultures dédiées (taillis à courte rotation, miscanthus...), etc. Il s'agit là de ressources renouvelables et, le plus souvent, locales.

### Des installations automatisées

La grande majorité des chaufferies biomasse présente le même schéma de principe (cf. InfoPRO n°10, de décembre 2019) : stockage et alimentation en

combustible, générateur de chaleur, système d'épuration des rejets gazeux et d'évacuation des cendres. En général, le bois (le plus souvent sous forme de plaquettes ou de granulés) est déposé dans un silo d'alimentation avant d'être acheminé automatiquement vers la chaudière. Un processeur contrôle alors les arrivées d'air à l'intérieur, afin d'optimiser la qualité de la combustion et assurer un bon rendement, dans le respect des normes anti-pollution. Celles-ci concernent les oxydes d'azote (ou NO<sub>x</sub>, issus pour 65 à 95 % de l'azote du combustible), les imbrûlés gazeux et les particules. La conception et le réglage des chaudières sont ici primordiaux pour en réduire les émissions. A noter que la qualité de la biomasse entrante (essence, humidité, granulométrie...) va également influencer notablement sur le rendement énergétique de l'installation.

Le choix précis des équipements et leur dimensionnement vont ensuite dépendre de chaque projet, des objectifs et des besoins identifiés, comme le type de combustible à utiliser, la forme d'énergie (électricité, réseau de chaleur, eau chaude sanitaire...) et la puissance à fournir, etc.

Notons que les biomasses agricoles posent des problèmes techniques par rapport au bois. Ainsi, pour éviter la formation d'imbrûlés, et surtout de mâchefers, des températures minimale et maximale doivent être maintenues dans le foyer. Cette zone, dite « d'opérabilité », est plus réduite pour les biomasses agricoles, voire nulle. De plus, de par leur nature alcaline, elles induisent, entre autres, un volume de cendres plus important (jusqu'à 10 % en masse) et des fumées plus chargées en soufre et chlore, à l'origine de la formation d'acides.

### La gestion des cendres

Les cendres résultant du process représentent de l'ordre de 1 à 2 % de la biomasse entrante. Leur devenir doit être défini le plus en amont possible.

Les flux de cendres de biomasse pourraient ainsi s'élever, d'ici fin 2020, à près de 300 kt en France (pour un objectif initial de 600 kt) et 5 500 kt en Europe (cf. étude RECORD sur la valorisation des cendres de décembre 2015). Leur composition physique et chimique dépend de très

nombreux facteurs, dont la nature du combustible et son conditionnement, le type d'équipement de combustion utilisé (lit fluidisé, four à grille ou autres), le mode de traitement des fumées et les modalités de récupération des cendres. Elle varie également selon qu'il s'agisse de cendres sous foyer ou de cendres volantes (issues du traitement de l'air, plus chargées en métaux). Les cendres présentent, néanmoins, toutes un réel intérêt agronomique, en tant que fertilisant phospho-potasique, voire en tant qu'amendement calcaire.

Encore souvent dirigées en centre de stockage à l'échelle européenne, elles pourraient pourtant être valorisées. De nombreux programmes de recherche se sont d'ailleurs penchés sur les modes de valorisation possibles. La voie la plus connue et « éprouvée » reste, pour les cendres sous foyer, la filière du retour au sol (agriculture et forêt – cf. InfoPRO n°10 de décembre 2019). Ainsi, à l'inverse de ses voisins européens, c'est la voie que privilégie la France, avec de l'ordre de 70 à 80 % de cendres sous foyer épandus en agriculture. Ce qui représentait plus de 130 kt en 2015 (cf. étude RECORD de décembre 2015). Mais d'autres débouchés, plus marginaux, peuvent être recensés, comme la briquetterie ou les techniques routières (cf. guides SETRA/CEREMA). Elles peuvent aussi, sous réserve du respect des normes en vigueur, être utilisées dans les matériaux pour la construction et les travaux publics (constituant du ciment, composant supplémentaire du béton...).

## Et dans le Haut-Rhin ?

Avec 40 % de sa superficie couverts de forêts, l'Alsace est particulièrement bien placée pour développer cette alternative aux classiques gaz ou fioul. Le Haut-Rhin

compte ainsi, aujourd'hui, un peu plus de 350 chaufferies biomasse collectives en fonctionnement. Parmi celles-ci, seule une dizaine d'unités est classée à ce jour (puissance > 1 MW).

La destination préférentielle des cendres est ici l'épandage agricole, sous plan d'épandage rattaché à la chaufferie et avec traçabilité jusqu'à la parcelle agricole. Trois installations, parmi les plus importantes, ont ainsi effectué leurs premiers épandages en 2018. En 2020, on enregistre 5 chaufferies autorisées à valoriser leurs cendres en agriculture, sous régime dérogatoire. Pour 2 d'entre elles, les épandages concernent des cendres brutes, soit au total, 350 à 400 t annuelles à épandre, à une dose de 5 à 7 t/ha, chez 6 utilisateurs. Ces cendres apportent essentiellement de la potasse (de l'ordre de 250 à 400 kg/ha selon la dose et le produit) et, dans une moindre mesure, du phosphore (125 à 140 kg/ha). Elles peuvent être épandues sur des sols à pH compris entre 5 et 6, si elles présentent un effet neutralisant avéré, mais constituent, dans tous les cas, un apport non négligeable en CaO (1 400 à plus de 1 950 kg/ha) et MgO (130 à 195 kg/ha environ).

Autre type épandu, un mélange de cendres brutes (contrôlées avant mélange) avec du compost de déchets verts certifié NF U44-051. Ceci concerne 2 sites et représente de l'ordre de 400 t à épandre par an, à une dose de 10 à 15 t/ha environ, chez 4 agriculteurs. Plus facile à manipuler, le mélange est aussi plus complet d'un point de vue agronomique (apport d'azote, phosphore, potasse et matière organique). Si les apports en phosphore, CaO et MgO sont, ici, assez comparables à ceux obtenus avec les cendres brutes, l'apport en potasse est moindre (de l'ordre de 200 kg/ha).



Chaudière bois 8 MW à grilles : une installation conséquente (CTI - 68).



## Un partenariat gagnant-gagnant



**M. Albert FUCHS,**

Agriculteur utilisateur de cendres de chaufferies biomasse de l'Illberg depuis 2018

La Ferme des Quatre Saisons, située à Bollwiller, dans le secteur des collines sous vosgiennes, travaille en techniques culturales simplifiées depuis près de 25 ans. M. Fuchs y cultive du blé, du colza, du maïs et du soja, en plus de la vigne. En 2020, l'exploitation a bénéficié d'un épandage de cendres de la chaufferie de l'Illberg (Mulhouse), sur une dizaine d'hectares.

« On a choisi une parcelle implantée en colza suite à un blé. C'est une parcelle qui n'est pas irriguée car je n'ai pas d'eau dans ce secteur. Cette parcelle est séparée en deux zones : une assez caillouteuse et sableuse, avec une réserve utile faible, et une plus argileuse. Cette parcelle a été déchaumée après blé. Ensuite, nous avons épandu des cendres. C'est le groupe Suez qui m'avait contacté pour épandre ce type de produit. »

Les cendres intéressaient l'agriculteur pour différentes raisons, mais, en premier lieu, pour le chaulage. « On est sur des sols sableux à tendance acide, qui s'acidifient avec

le temps. On peut vite se retrouver avec des pH entre 5,5 et 6, alors que d'autres parcelles, qui sont dans les limons, présentent, elles, des pH de 7 ou 8. Notre objectif, c'est de tourner entre 6,2 et 6,5 sur l'ensemble des parcelles, pour qu'il n'y ait aucun blocage, ni en phosphore, ni en aluminium. Donc, je voulais redresser le pH mais, surtout, entretenir le chaulage. »

En complément, les cendres apportent du phosphore, intéressant pour le colza, par exemple, et, surtout, de la potasse. « J'ai donc pu faire aussi des économies de fumure de fond. »

Par ailleurs, M. Fuchs tient à faire l'épandage l'été, de préférence avant colza, « car c'est la tête d'assolement », et lorsque les conditions sont sèches, « pour éviter le tassement et bien incorporer le produit au sol ».

Déjà utilisateur de boues de papeteries par le passé, M. Fuchs a tout de suite été intéressé par l'épandage de cendres de chaufferie biomasse et a mis à disposition de l'installation un peu plus de 60 hectares. « Ce produit vient de ma région et c'est un partenariat gagnant-gagnant, aussi bien pour le producteur de cendres, qui doit les valoriser, que pour moi, grâce au principe du rendu racine gratuit. Il y a une vingtaine d'années, pour redresser le pH, on achetait des scories, qui sortaient des hauts fourneaux. C'était le même genre de produit que les cendres d'aujourd'hui. Mais celles-ci sont gratuites. Je les recommanderais donc forcément à mes collègues. La seule limite est la quantité disponible. »

Propos recueillis par **Cédric Durringer**  
Suez Organique



*Épandage de cendres chez M. Fuchs.*