

## FICHE PROCÉDÉS



# Les technologies de combustion



Combustion du miscanthus dans une unité industrielle

Matière première	Procédé	Produits finaux / forme d'énergie
Déchets méthanisables Matières sucrées Matières amylicées <b>Biomasses lignocellulosiques</b> Oléagineux	<b>COMBUSTION</b>	<b>Biocombustible solide</b> ↳ Chaleur ↳ Electricité (co-génération)

\* Texte en gris : autres biomasses existantes qui n'entrent pas dans le procédé décrit ; texte encadré : biomasses entrant dans le procédé décrit.

Le schéma reprenant l'ensemble des procédés possibles pour la valorisation énergétique de la biomasse est téléchargeable dans la rubrique RMT Biomasse du portail [www.chambres-agriculture-picardie.fr](http://www.chambres-agriculture-picardie.fr)

## 1. Procédés

**La combustion est l'oxydation complète du combustible généralement en présence d'un excès d'air.**

Dans le cas des chaudières, la chaleur est transférée à un médium caloporteur, souvent l'eau. L'eau chaude ou la vapeur ainsi obtenues sont utilisées dans les procédés industriels ou dans les réseaux de chauffage urbain.

### Repères

- rendement de conversion énergétique : 45 à 90 % selon le type de chaudière (maximum 4000 kCal/kg),
- taille des unités : des chaudières domestiques aux chaudières industrielles.

### Facteurs limitant liés à l'utilisation de biomasse

- excès d'air,
- fusion du lit de combustion,
- corrosion,
- rejets atmosphériques polluants.

La vapeur peut également être envoyée dans une turbine ou un moteur à vapeur pour la production d'énergie mécanique ou, surtout, d'électricité. La production combinée de chaleur et d'électricité est la **co-génération**.

**Deux paramètres doivent être optimisés :**

- le contenu énergétique de la ressource (amélioration grâce au tri, séchage préalable à l'air, ou en valorisant les rejets de chaleur inutilisés, broyage...),
- le rendement de conversion énergétique.

Ce dernier varie énormément : de 45 à 66 % avec les chaudières traditionnelles à tirage naturel, de 70 à 85 % avec les chaudières à tirage forcé et à combustion inversée. **La combustion est l'oxydation complète du combustible généralement en présence d'un excès d'air.**

Le passage de chaudières individuelles à des chaufferies collectives distribuant l'énergie par un réseau de chaleur local permet une rationalisation de la collecte, du conditionnement et du transport de la ressource (bois, paille...). Il permet aussi une automatisation de l'approvisionnement et de la conduite des chaudières, en optimisant les paramètres de combustion de façon à minimiser les rejets gazeux et à augmenter le rendement de combustion (jusqu'à 90 %).

## 2. Types de chaudières

Il existe différentes techniques de combustion :

- **Chaudière à chargement renversé** : chaudière de petite capacité destinées à des combustibles à faible teneur en cendres. L'alimentation se fait en-dessous.

- **Chaudière à grille** : chaudière avec des grilles fixes pour les chaudières de plus de 1MWthermique ou à étages mobiles. Cette technique est appropriée pour des combustibles ayant des caractéristiques d'humidité, de taux de cendres et de particules variables.

- **Chaudière à lit fluidisé dense ou bouillonnant** : chaudière industrielle de plus de 10MWth. Le procédé consiste à injecter de l'air dans le foyer (1 à 2,5m/s) pour fluidifier les cendres et obtenir une meilleure combustion.

- **Chaudière à lit fluidisé circulant** : chaudière industrielle de plus de 30 MWth, avec une injection d'air dans le foyer à une vitesse de 5 à 10m/s.



Chaudière biomasse pour les particuliers (50 kW)



Chaudière à plaquettes de bois de 400 kW pour un village de 2000 habitants



Exemple de biocombustibles : les plaquettes de bois



Exemple de biocombustibles : les granulés de miscanthus

## 3. Les problèmes liés à la combustion

- **Excès d'air** : Nécessaire à une bonne combustion, il peut entraîner des volumes de fumée très grands et des pertes importantes de rendement.
- **Fusion ou prise en masse du lit de combustion** provoquée par la présence de potassium dans les cendres riches en silice ou créant un eutectique à bas point de fusion : la présence de potassium conduit à un point de fusion inférieur à 1200°C. Pour éviter ce problème, il convient de diminuer les teneurs en silice (qui peuvent éventuellement être dues au lit de sable utilisé en combustion en lit fluidisé) et potassium (jouer sur la ressource), associer les plantes avec du bois (qui contient moins de potassium que les pailles : mixité de la ressource), augmenter la température de fusion des cendres (ajout de 1 à 2% de chaux).

➤ **Corrosion des conduits par les acides produits :**

- La présence de soufre dans les plantes entraîne la formation d'acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) et d'acide chlorhydrique (HCl). Ces corrosions dépendent de la nature des matériaux utilisés pour la fabrication des conduits : des aciers inoxydables (chers !) peuvent être attaqués par des chlorures. De l'acide nitrique (HNO<sub>3</sub>) se forme également.
- Lorsque les fumées passent dans les échangeurs thermiques, leur température baisse. Les acides se condensent, passant de l'état gazeux à l'état liquide. Ils attaquent les conduits.
- Les composés alcalins présents dans les fumées ou les cendres jouent également un rôle dans la corrosion en détruisant les liaisons des aciers CrFe. Ils forment des chromates alcalins qui favorisent le transfert des composés chlorés des gaz chauds dans le métal des échangeurs thermiques.

➤ **Rejets polluants dans l'atmosphère :** pour éviter ces rejets, le seul moyen serait d'installer un système de lavage de fumées.

## 4. Réglementation

Nous renvoyons sur ce point au « **Guide de la réglementation énergétique des installations de combustion** ». DGEMP-DIDEME –2006  
( [http://www.industrie.gouv.fr/energie/developp/econo/textes/se\\_combu.htm](http://www.industrie.gouv.fr/energie/developp/econo/textes/se_combu.htm) ).

Type d'installation	Réglementation
Puissance supérieure à 20MW	Directive 2001/80/CE du Parlement et du Conseil Européen du 23 octobre 2001
Puissance comprise entre 2 et 20MW	Arrêté du 25 juillet 1997 relatif aux prescriptions générales applicables aux Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) qui définit les limites d'émissions
Petite et moyenne puissance (<2MW)	Pas de réglementation. Les seuils de la norme européenne EN 303.5 concernant les chaudières de puissance ≤300kW sont utilisées comme références.

Les partenaires  
du RMT Biomasse



Contact / coordination du RMT Biomasse : Emeline Défossez *Chambre Régionale d'Agriculture de Picardie*  
e.defossez@picardie.chambagri.fr 03 22 33 69 33