

Bois-énergie - Note d'opportunité

1. Contexte – présentation du système étudié

La biomasse solide représente en Europe en 2011 une production globale de 79 kTep, dont 11% (8,9 kTep) pour la France métropolitaine, générant environ 45 500 emplois directs et indirects (274 000 en Europe). Cela correspond à environ 5,1 emplois créés par Tep produite, soit encore 1 emploi pour 2,3 MWh produits annuellement (source EurObserv'ER 2012). Une petite chaufferie de 100 kW produit en moyenne 100 MWh annuels, soit 40 emplois créés.

La consommation de bois local pour le chauffage est une source importante de création d'activité économique, durable, sans GES, et locale. Le bois-énergie est fortement créateur d'emploi en Europe, il privilégie l'investissement dans la création d'emplois plutôt que dans les dépenses d'importation d'énergie fossile.

2. Recensement des guides et outils existants

2.1. Organismes

- ADEME - Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie - Rubrique Gestion des déchets
- AMORCE - Association de collectivités territoriales et de professionnels pour une bonne gestion locale des déchets et de l'énergie
- ATEE - Association Technique Énergie Environnement
- CIBE - Comité interprofessionnel du bois-énergie
- COFOR – Association des communes forestières
- EurObserv'ER - Observatoire des énergies renouvelables, soutenu par la Commission Européenne et l'Ademe
- OFME - Observatoire de la Forêt Méditerranéenne
- Observatoire des énergies renouvelables - EurObserv'ER – état des énergies renouvelables en Europe – bilan 2012
- RAEE – Association Rhônalpénergie-Environnement

2.2. Documents utiles

ADEME :

- « Le Bois Énergie pour les Collectivités Territoriales »
- « Évaluation technique, environnementale et économique des techniques disponibles de dépoussiérage pour les chaufferies bois de puissance installée comprise entre 0 et 4 MW »
- Chaudière bois à hydroaccumulation maisons individuelles : www.ademe.fr/alsace/pdf/fiche_bois.pdf

OFME – ressources documentaires : <http://www.ofme.org/bois-energie/>

OFME – tarifs bois-énergie mars 2013 : http://www.ofme.org/bois-energie/documents/Combustible/Mercuriale_2013_03.pdf

Aide au dimensionnement - Chauffages au bois maisons individuelles :

http://www.energie-bois.ch/uploads/tx_tproducts/datasheet/329_Aide_au_dimensionnement.PDF

CIBE : « Les réseaux de chaleur bois-énergie en 2011 » :

http://www.cibe.fr/IMG/pdf/2011_01_-_Carte_reseaux_de_chaleur.pdf

CIBE - « Perspectives d'usage des granulés de bois comme combustible dans les secteurs Collectif, Tertiaire et Industriel » :

http://www.cibe.fr/IMG/pdf/Perspectives_d_usage_des_granules_-_Rapport_final.pdf

3. Principaux types de matériels existants

3.1. Technologies

3.1.1. Chaudière

- Combustion normale ou inversée
- Chaudière à poussée inférieure (chaudière volcan) à combustion directe ou inversée, chaudière à grille

3.1.2. Silo

- Sac souple, silo en dur avec bras rotatif (pales souples ou articulées), vis sans fin ou échelle racluse
- Alimentation chaudière par aspiration, vis sans fin, tapis

3.1.3. Dépoussiérage des fumées

- Filtre cyclonique
- Filtres secs (filtre mécanique, électro-filtre)
- Lavage humide (grande puissance)

3.1.4. Condensation

L'eau contenue dans le bois absorbe une partie de la chaleur produite pour s'évaporer. Un bois sec (hygrométrie < 20%) est préférable, surtout si on ne peut pas condenser l'eau des fumées.

La condensation n'est possible qu'avec un retour d'eau à basse température dans la chaudière (<35°C) et si la chaudière est équipée d'un échangeur à condensation inoxydable.

La condensation permet d'atteindre ou dépasser des rendements de 95%.

3.2. Dimensionnement

3.2.1. Tableau estimatif de sélection technique

Puissance	< 35 kW	20 à 100 kW	100 à 400 kW	400 à 1000 kW	> 1000 kW
usage	Particulier Petit tertiaire	Petit tertiaire	Moyen tertiaire	Grand tertiaire	Industrie
Appoint utile	ECS en été	ECS en été	X	X	X
Couverture besoins	100%	100%	80%	80%	50 à 100%
Réseau de chaleur			X	X	X
Cogénération				X	X
Technologie					
Poêle – insert à bûches	X				
Poêle – insert à granulés	X	En appoint			
Silo tissu	X	X			
Silo à vis	X	X			
Silo rotatif		X	X		
Silo à échelles				X	X
Combustible					
bûches	X			X	X
granulés	X	X			
plaquettes			X	X	X
écorce				X	X
Déchets biomasse - paille				X	X

3.2.2. Appoint

Un surdimensionnement entraîne un fonctionnement à bas régime qui altère le rendement et la durée de vie de la chaudière, ainsi qu'un surcoût d'investissement occasionné pour peu d'utilisation.

L'appoint permet de couvrir les pics ponctuels de puissance, pour un surinvestissement réduit : par exemple nuit très froide en plein hiver. Il permet également de couvrir les faibles besoins (ECS en été). Il est généralement dimensionné pour couvrir au maximum 20% des besoins énergétiques. Il doit être régulé afin de ne démarrer que si la chaudière bois n'arrive plus à produire les besoins durant un certain temps (nécessité d'un hystérésis sur son démarrage) ou lorsque sa charge est trop faible.

Solutions envisageables pour l'appoint :

- Ballon de stockage tampon pour les puissances inférieures à 100 kW : permet de lisser les pics de puissance (réduction de la puissance maxi à prévoir), et d'optimiser le rendement à faible puissance (début et fin de saison, et production d'ECS l'été)
- Chaudière à énergie fossile : meilleure régulation de l'ensemble et sécurisation en grande puissance, permet de répondre aux pics ponctuels de puissance
- Énergie solaire : difficile à rentabiliser face au bois, compte tenu du surinvestissement, sauf si utilisation forte du solaire en été (ECS, besoins permanents en eau chaude, ...)
- Chaudière à granulés de bois : pour faire l'appoint ECS d'été sur une chaudière à plaquette de plus grande puissance

3.2.3. Réseau de chaleur

Un réseau présente des pertes proportionnelles à sa longueur, à sa profondeur d'enfouissement et la qualité de l'isolation des canalisations. Il est généralement rentable si la densité énergétique est supérieure à un seuil de rentabilité, de l'ordre de 2 MWh / ml.an, soit en général une puissance nominale de l'ordre de 2 kW / mètre de réseau.

Densité énergétique :

- Inférieure à 2 MWh / ml : rarement rentable (prévoir plutôt une production localisée)
- Entre 2 et 4 MWh / ml : rentabilité à vérifier
- Au-delà de 4 MWh / ml : généralement rentable

3.3. Ressources énergétiques

On distingue 3 catégories principales de bois : dur, moyen, tendre. La capacité calorifique du bois est directement liée à sa densité à sec et à son hygrométrie.

Choix de la ressource :

ressource	Bûches	Granulés de bois	Plaquette forestière	Écorces	Déchets divers
Besoins thermiques	Faibles	Faibles	Moyens	Importants	(usage industriel) Palette Déchets de scierie Paille Grains ...
Avantage	Ressource parfois gratuite	Densité du stockage	économique	Très économique	
Inconvénient	Chargement manuel	Plus coûteux	volumineux	Usage compliqué	
PCI (MWh/m3)	1,2 à 2	3	0,6 à 0,87	1,6 à 2,8	
Densité (T/m3)	0,5 à 1,3 (suivant humidité)	0,66	0,25	0,2 à 0,5	
hygrométrie	20 à 60 %	5 à 10 %	20 à 30 %	5 à 60 %	
Prix MWh (HT)	5 à 35 €	35 à 50 €	18 à 30 €	5 à 20 €	
condens	2 à 5 %	1 à 2 %	1 à 2 %	3 à 10 %	

4. Les principaux problèmes constatés

4.1.1. Surdimensionnement

- Mauvaise rentabilité, perte de rendement : dimensionnement inadapté au site, non prise en compte d'un fonctionnement transitoire, besoins irréguliers

4.1.2. Chaudière

- Oxydation corps de chauffe : fonctionnement à trop bas régime
- Oxydation sur évacuation fumées : condensation intempestive
- Génération de scories : mauvaise combustion, combustible de mauvaise qualité, cycles d'arrêt-démarrage liés à un surdimensionnement

4.1.3. Alimentation

- Rupture vis sans fin : vis sous-dimensionnée en diamètre, mauvaise qualité du combustible (calibre, poussières)
- Casse bras rotatif : bras trop longs, hauteur stockage trop importante

4.1.4. Qualité combustible

- Humidité trop importante, mauvaises conditions de stockage, mauvais calibrage des plaquettes, poussières

4.1.5. Régulation

- Régulation inadaptée à l'usage, appoint non maîtrisé

4.1.6. Nuisances environnementales

- Non prise en compte des nuisances sonores générées par les livraisons de combustible
- Dépoussiérage insuffisant des fumées
- Humidité trop importante du combustible

5. Les bonnes pratiques (dans les grandes lignes)

- Prendre en compte les principes généraux du tableau de sélection
- Pour les puissances de 50 à 100 kW : vérifier et comparer la rentabilité économique des différents types de combustible (granulés, plaquettes) par rapport à l'investissement
- Pour les puissances supérieures à 100 kW : prévoir un appoint couvrant environ 15 à 20% des besoins
- Réseaux de chaleur : assurer une densité énergétique suffisante, prévoir une substitution locale pour les besoins réduits (ECS en été par exemple)
- Analyser la rentabilité en coût global, en distinguant la part fixe (investissement + entretien) de la part variable (coût du combustible)
- Logements : assurer un appoint performant pour la production des besoins ECS en été

6. Identification des besoins (guide méthodo, méthode de mesures, formation, information des MO, guide maintenance, etc...)

- Guide de présélection
- Outil d'évaluation économique et environnementale en coût global
- Rentabilité sociale (création d'emplois générés)
- Guide d'instrumentation d'une installation bois-énergie (production, distribution, réseau)
- Graphiques de pré-sélection économique granulés - plaquettes – appoint fossile selon plusieurs critères : typologie d'usage (logement, tertiaire, scolaire, piscine, ...), puissance, besoin thermique, prix combustible, ...
- FAQ : économique, social, environnemental, investissement, fonctionnement, entretien

7. 2 ou 3 exemples d'installations qui fonctionnent bien

Contenu à préciser

Installation nominative, schéma préconisé, ...

8. Ratios d'investissement

Le tableau ci-dessous n'est qu'indicatif, il est établi sur les bases suivantes :

- Investissement énergie fossile : 200 € / kW (amorti sur 15 ans)
- Investissement bois-énergie : 1000 € / kW (amorti sur 15 ans)
- Prix de l'énergie au MWh : fioul : 85€, GNV : 55 €, plaquettes : 30 €, granulés : 45 €
- Inflation : 2%, hausse sur fossile : 6%, hausse sur bois : 2%

La rentabilité du bois énergie est quasi immédiate aujourd'hui par rapport au fioul, elle se situe entre 8 et 12 ans par rapport au gaz naturel.

