

# Commission Interprofessionnelle Bois Energie

## Simulations de la production combinée d'électricité et de chaleur Commentaires sur les hypothèses et les résultats (février 2006)

### Hypothèses adoptées

Seule la filière chaudière vapeur a été étudiée, car c'est actuellement la seule au stade de la maturité industrielle ; autrement dit, un opérateur énergétique peut la mettre en œuvre, au moins au plan technique, sans prendre de risque inconsidéré, ce qui n'est pas le cas de la gazéification (au stade de la R&D ou de la démonstration).

Seule **la cogénération** a été prise en compte, car les rendements électriques de l'option vapeur/turbine sont médiocres ; le souci d'efficacité énergétique et environnementale et l'exploitation raisonnée des ressources en biomasse (renouvelables mais sur des cycles longs) exigent de ne pas disperser dans l'atmosphère l'énergie thermique coproduite (plus des 3/4 de l'énergie valorisable).

Seule la gamme de puissance de 0,5 à 5 MW<sub>e</sub> a été examinée car c'est dans cette plage que se situe la quasi totalité des applications de cogénération bois dans l'industrie (à l'exception du cas particulier des papeteries) et dans les réseaux de chaleur :

- D'une part parce que la puissance thermique appelée en base (soit 40 % de la puissance crête dans un réseau de chaleur) est 3 à 4 fois plus importante que la puissance électrique « installable » ;
- D'autre part parce que les grosses entreprises et réseaux de chaleur consommant de la vapeur de process ou de la chaleur (> 20 MW puissance thermique appelée) sont pour la plupart déjà équipés de cogénération gaz (turbine, moteur...) ou font déjà appel à une base existante (récupération de chaleur fatale, incinération d'ordures ménagères...).

Le segment à forte potentialité de la cogénération bois est donc celui des entreprises et des réseaux de chaleur appelant entre 10 et 20 MW de puissance et par voie de conséquence susceptibles d'installer une unité de moins de 5 MW<sub>e</sub>.

Les paramètres technico-économiques (rendements globaux, rendements électriques...) et les hypothèses de coûts d'investissement ont été tirés de différentes publications européennes (Biocogen – Etude du parc de 120 installations chaleur/électricité ex-biomasse en Europe) et de l'interrogation des constructeurs d'équipements dans cette gamme de puissance.

Les coûts d'exploitation ont été établis sur la base d'une consultation des exploitants de chauffage.

On soulignera que pour une chaudière vapeur haute pression, à laquelle s'ajoutent turbine, équipements électriques et de couplage au réseau, les coûts d'investissement sont beaucoup plus lourds que pour une chaudière alimentant en vapeur basse pression ou en eau chaude une

industrie ou un réseau urbain. De même, les coûts d'exploitation d'une installation vapeur (en raison d'un fonctionnement avec présence continue de personnel) sont beaucoup plus élevés que pour une chaudière à eau chaude 90-70 °C.

Le prix du combustible bois a été pris à 13 €/MWh entrée chaudière (environ 40 €/tonne de bois pour un PCI de 3 MWh/tonne), ce qui correspond au prix du marché pour des volumes importants et un produit préparé (calibré, homogénéisé...) et mixte (forestiers, industries du bois, bois de rebut). Ce prix ne correspond pas à un approvisionnement basé exclusivement sur de la plaquette forestière.

Le prix de vente de la chaleur sortie chaudière et livré à un industriel ou à un opérateur de réseau correspond à un prix moyen de chaleur fatale, c'est-à-dire comprenant une décote par rapport à une production autonome à partir d'un combustible commercial (l'acheteur de vapeur ou de chaleur conserve en général ses chaudières existantes en appoint secours).

Une subvention éventuelle a été calculée sur la base de l'assiette d'investissement qui serait celle d'une chaudière bois à eau chaude fournissant une puissance thermique équivalente. On évite ainsi les aides croisées « subvention à l'investissement sur le surcoût de la chaudière vapeur et la partie électrique de l'installation » et « prix d'achat de l'électricité bonifié ».

La durée d'amortissement a été prévue sur 15 ou 20 ans. Compte tenu de la durée de vie de ce type d'équipement et d'une provision pour renouvellement et gros entretien, la durée de 20 ans semble plus légitime (il faut évidemment dans ce cas que le contrat d'achat de l'électricité soit établi sur la même durée).

Le TRI de 12 % est le taux moyen de rentabilité pris en compte par les opérateurs de réseau.

## Résultats obtenus

En conclusion, parmi les trois options étudiées, on peut observer :

- Que **l'option mixte (desserte d'un réseau de chaleur et d'industries en hiver et demi-saison)** est la plus favorable, surtout dans une gamme de 2 à 5 MWé ;
- **La fourniture de vapeur de process à l'industrie apparaît en second**, également dans une plage de 2 à 5 MWé ; le rendement électrique le plus faible (du fait d'un soutirage à plus haute température) est compensé par une durée de fonctionnement plus longue (6 270 h en moyenne) ;
- En raison des coûts d'investissement à consentir pour produire de l'électricité à partir d'une chaudière / vapeur turbine à contre-pression, **la fourniture de chaleur à un réseau pendant l'hiver tarifaire est moins intéressante** (durée de fonctionnement trop courte). Dans ce cas, les résultats sont acceptables seulement si l'installation bénéficie d'une subvention aux investissements (équivalente à celle qui serait attribuée à une chaudière bois à eau chaude de puissance équivalente).

En résumé, pour établir le prix d'achat de l'électricité à partir de biomasse ligneuse, la CIBE propose la grille tarifaire suivante (pour l'année 2006 et sur la base d'un contrat de 20 ans).

**Proposition de prix d'achat de l'électricité 2006  
à des unités de cogénération bois (taux de valorisation global 65 %)**

Puissance	1 MWé	2 MWé	3 MWé	4 MWé	5 MWé
Prix €/MWhé	170	155	140	125	110

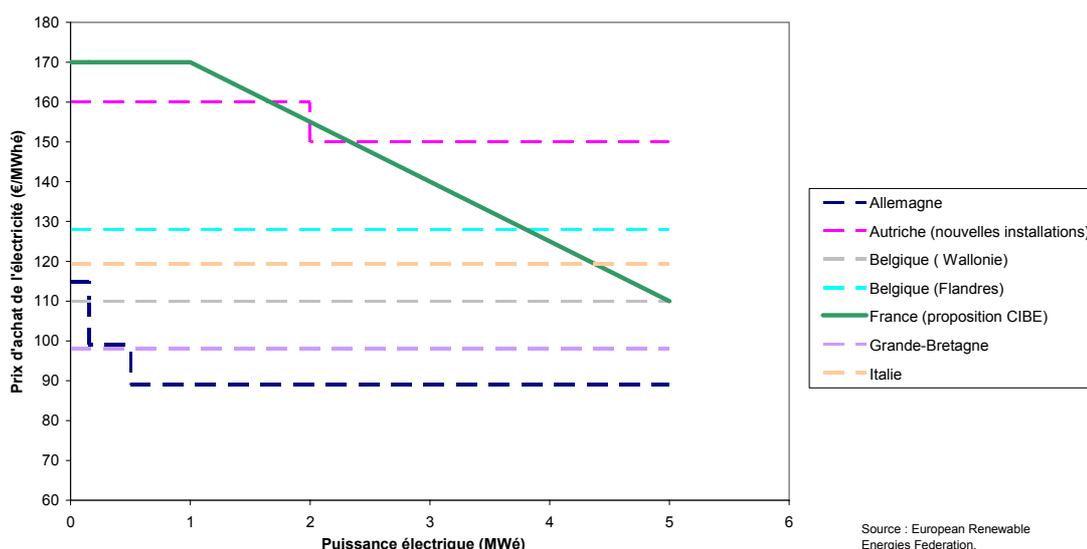
Ce tarif sera réservé exclusivement à des unités fonctionnant en cogénération et ayant un taux de valorisation globale de l'énergie sortie chaudière (électricité + chaleur) égale ou supérieure à 65 %. Dans l'hypothèse où ce taux de valorisation ne serait pas atteint, une décote sur le prix d'achat de l'électricité sera effectué.

Par contre, aucune pénalité ne sera appliquée si la puissance électrique nominale de l'installation n'est pas délivrée au réseau, car le fonctionnement en cogénération impose de se caler sur les appels de puissance thermiques.

Ce tarif sera bien évidemment appliqué aux quelques installations pionnières qui sont en fonctionnement à la date d'adoption du nouveau tarif.

À titre indicatif, on a superposé la courbe tarifaire proposée aux prix d'achat en vigueur dans quelques pays européens qui développent les usages collectifs du bois énergie (en particulier les réseaux de chaleur) et encouragent en parallèle la cogénération ex-biomasse. On soulignera que malgré des tarifs d'achat de l'électricité beaucoup plus attractifs que celui en vigueur en France, la plupart des centrales biomasse en Europe produisent exclusivement de la vapeur basse pression pour l'industrie ou de la chaleur pour les réseaux et que les unités de cogénération demeurent très minoritaires puisque leur rentabilité, du fait de coûts d'investissement et d'exploitation élevés et d'un rendement électrique médiocre, est souvent difficile à atteindre.

**Tarif d'achat d'électricité ex-biomasse dans plusieurs pays européens (2004)  
et proposition tarifaire CIBE (2006)**



CIBE, février 2006