



Le BOIS

INTERNATIONAL

Le cahier du bois-énergie n°46

Les réseaux de chaleur au bois

(1^{ère} partie)



CAHIER N° 46

Les réseaux de chaleur au bois : état des lieux et perspectives (1^{ère} partie)

Édito

Chauffage collectif au bois : privilégier les réseaux de chaleur

Historiquement, les promoteurs du chauffage collectif au bois ont d'abord mis en place des chaufferies et des réseaux techniques dans des bourgs ruraux, au plus près des ressources ligneuses disponibles. Toutefois, le développement du bois-énergie à grande échelle passe par la création de chaufferies et de réseaux de chaleur dans des agglomérations plus importantes.

Depuis le début des années 1960, avec la diffusion massive du fioul et du gaz (et de l'électricité), la logique "un bâtiment = une chaudière" s'est imposée. Celle-ci n'est toutefois pas adaptée à un combustible solide, tout particulièrement dans les villes (sauf situation particulière d'un bâtiment gros consommateur d'énergie thermique). La densité urbaine se prête mal en effet à la dissémination d'installations de taille moyenne et a fortiori petite : le bois-énergie requiert une superficie au sol très supérieure à celles des installations fioul ou gaz, notamment pour le stockage du combustible (dans un même volume, le bois concentre dix fois moins d'énergie que le fioul) et exige une aire de manœuvre pour les camions de livraison.

Une distribution de chaleur par réseau permet à l'inverse :
- de ramasser en un seul endroit la chaufferie / silo ;
- de limiter le nombre et la taille des équipements et les contraintes d'exploitation afférentes ;
- d'assurer une meilleure maîtrise des nuisances (bruit, camions, rejets gazeux et cendres) ;
- d'atteindre une taille critique autorisant la viabilité économique d'un projet et l'éventuel recours à des tiers investisseurs (exploitants de chauffage en délégation de service public...).

On commence à mieux connaître le parc des réseaux de chaleur au bois qui se sont créés depuis une quinzaine d'années, à quelques exceptions antérieures près. L'enquête réalisée en 2009 par le CIBE et Amorce indique que ceux-ci délivrent 730 GWh/an : 3% seulement de

l'énergie produite et distribuée par l'ensemble des réseaux de chaleur en France (en 2010, on doit se situer plutôt autour de 1.000 GWh). 120 réseaux de chaleur au bois de plus de 1 MW en fonctionnement ou en construction (une vingtaine) sont dénombrés, auxquels s'ajoutent une centaine de petits réseaux de puissance inférieure, le tout représentant une puissance installée, ou en cours, de 580 MW (dont 10% pour les moins de 1 MW). Ce constat est encourageant, mais n'est pas à la hauteur du Grenelle de l'environnement qui a fixé comme objectif à l'horizon 2020, 6,2 millions de tonnes équivalent pétrole (tep) supplémentaires pour la biomasse toutes applications confondues, dont 1,2 Mtep aux réseaux de chaleur.

En milieu urbain, les débouchés "chauffage et eau chaude" du bois-énergie sont importants, plus que dans les zones rurales à faible densité de population... Si on souhaite se mettre en ligne avec les objectifs du Grenelle, **il faut viser les 1.700 villes de plus de 5.000 habitants (60% de la population)**, dans lesquelles sont implantés de grands équipements collectifs et tertiaires susceptibles d'être chauffés au bois : logements sociaux (plus de quatre millions), établissements du secteur sanitaire et social (2.800 hôpitaux, maisons de retraites...), du secteur éducatif (universités, 4.300 lycées, 7.000 collèges...), ainsi que le patrimoine des communes ou des établissements publics de coopération intercommunale (écoles, centres socioculturels et sportifs, piscines...). Monter une chaufferie bois, associée à un réseau de chaleur dans des villes moyennes à grandes, suppose de **bien évaluer les conditions techniques et économiques** qui vont garantir le succès de l'opération. Par ailleurs, il faut s'inscrire dans un cadre juridique précis, mobiliser des financements et surmonter un certain nombre de difficultés désormais bien identifiées, liées à des législations / réglementations... que les professionnels de la filière (et le CIBE s'y emploie) souhaiteraient voir évoluer.

Serge DEFAYE
Président du CIBE

Sommaire

- Edito, par Serge Defaye p.21
- Développement significatif des réseaux de chaleur au bois depuis 10 ans p.22
- Les cibles et les perspectives à l'horizon 2020 p.26
- Opportunités de développement du bois-énergie sur les réseaux de chaleur équipés de cogénérations gaz p.28

Les Cahiers du bois-énergie, co-édités par Biomasse Normandie et le Comité interprofessionnel du bois-énergie (CIBE), sont publiés avec le soutien de l'Ademe (direction production et énergie durable - service bioressources) et du Bois International, sous la responsabilité éditoriale de Biomasse Normandie. Ce cahier a été préparé par Stéphane COUSIN et Mathieu FLEURY (Biomasse Normandie) et Serge DEFAYE (CIBE). Nous remercions les membres de la commission "réseaux de chaleur au bois" du CIBE, notamment Jean-Pierre TACHET (CIBE, secrétaire de cette commission), Yann OREMUS et Eléonore DUEE (Amorce). Mise en page par la rédaction du Bois International.

■ Les réseaux de chaleur au bois : état des lieux et perspectives (1^{re} partie)

Développement significatif des réseaux de chaleur au bois depuis 10 ans

D'un point de vue juridique, on parle de "réseau de chaleur" quand la chaufferie dessert au moins un usager distinct du maître d'ouvrage : il y a alors vente de chaleur. Toute autre configuration s'apparente à une "chaufferie dédiée", y compris lorsque des canalisations enterrées alimentent en chaleur des bâtiments non mitoyens gérés par un seul maître d'ouvrage (bâtiments communaux, parc de logements d'un organisme HLM...).

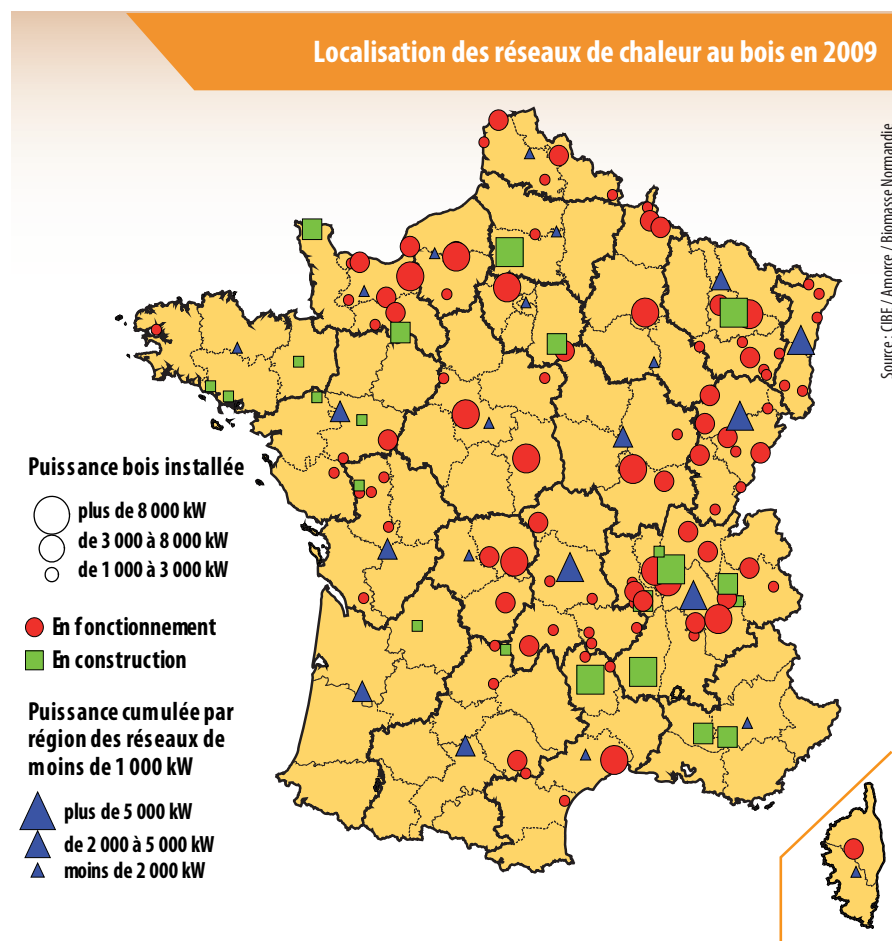
On dénombre aujourd'hui environ 150 réseaux de chaleur équipés d'une chaufferie bois. Ils totalisent une puissance bois installée de 260 MW, pour une fourniture d'énergie issue du bois d'environ 730 GWh/an (un millier de GWh lorsque les opérations en cours seront en service) et une consommation de combustible de l'ordre de 400.000 t/an.

Les résultats présentés ci-après sont issus de l'analyse des données collectées sur 109 réseaux (enquête CIBE / Amorce).

Les premières chaufferies bois sur réseau de chaleur ont été installées au début des années 1980. L'inflexion commence cependant au milieu des années 1990 avec le lancement des "plans bois-énergie et développement local" et une accélération est observée depuis 2005. Les installations bois sont très majoritairement de puissance inférieure à 1,5 MW et près de 90% ont été mises en place avec création des réseaux. Seuls 12% des projets correspondent à une substitution d'énergies fossiles sur des réseaux existants (exclusivement des chaudières bois de plus de 3 MW).

Plusieurs motivations expliquent le choix du bois-énergie :

- les critères économiques sont prépondérants pour les grandes installations ;
- la préoccupation de développement local (notion de "filière locale") est



largement citée pour les "petits" réseaux de chaleur ;

- la lutte contre le changement climatique, fréquemment avancée par les maîtres d'ouvrage / opérateurs des réseaux de forte puissance, est peu mise en avant pour les plus petites installations. Actuellement, les petites installations (puissance inférieure à 500 kW) représentent 36% de l'effectif des chaufferies bois alimentant des réseaux de chaleur, mais seulement 5% de l'énergie qu'elles délivrent. Au contraire, celles de plus de 3 MW qui ne représentent que 21% de l'effectif assurent 65% de la contribution énergétique. On observe plusieurs grandes familles d'utilisateurs :

- le logement collectif constitue un des principaux débouchés des réseaux de chaleur bois-énergie : près des trois quarts d'entre eux ont comme clients des logements sociaux ;
 - 72% des réseaux alimentent des établissements d'enseignement et 45% des établissements du secteur sanitaire et social ;
 - l'industrie demeure un client "marginal" (9%) mais les choses commencent à changer ;
 - enfin, pour les réseaux récents (depuis trois ans), on a constaté une augmentation des raccordements de logements individuels.
- Les chaufferies bois sur réseau sont principalement situées en milieu rural

ou dans des petites villes (54% des communes concernées comptent moins de 2.000 habitants et près des trois quarts moins de 5.000). Les grandes villes de plus de 100.000 habitants, où le chauffage urbain est pourtant souvent présent, sont encore actuellement peu équipées, bien que l'on ait vu se multiplier les réalisations depuis deux à trois ans.

Les modes de gestion sont principalement liés à la puissance des installations :

- la gestion directe (régie) est la plus répandue (les 2/3 de l'effectif), mais il s'agit pour l'essentiel de réseaux de petite puissance qui n'intéressent pas (ou peu) les opérateurs énergétiques ; à partir de 2-3 MW bois, les collectivités renoncent souvent à opter pour la régie à cause de la complexité technique et contractuelle de ce type d'opération et de l'engagement financier que cela suppose ;

- la délégation de service public est par contre adoptée majoritairement pour les réseaux de chaleur de taille importante, leur chiffre d'affaires étant suffisamment élevé pour motiver les entreprises gestionnaires de chauffage urbain ; on rencontre peu la gestion déléguée pour des réseaux dont la puissance bois est inférieure à 1,5 MW (quelques réalisations sont toutefois en cours dans le cadre de contrat de concession).

✓ ZOOM

Les modes de gestion d'un réseau de chaleur

On distingue trois grands modes de gestion des réseaux de chaleur :

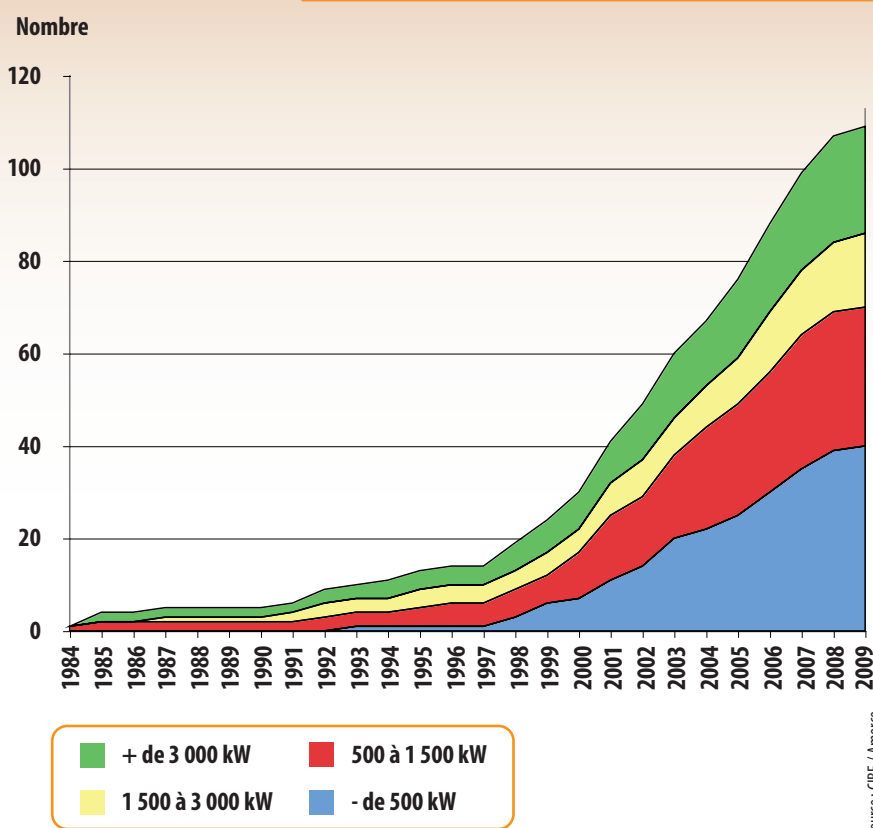
- la **gestion directe, dite "en régie"**, dans laquelle la collectivité assure la totalité du service (financement, exploitation, facturation), éventuellement en s'appuyant sur des entreprises via des contrats d'exploitation ;

- la **délégation de service public**, où la collectivité confie la gestion du réseau de chaleur à une entreprise spécialisée, soit dans le cadre :

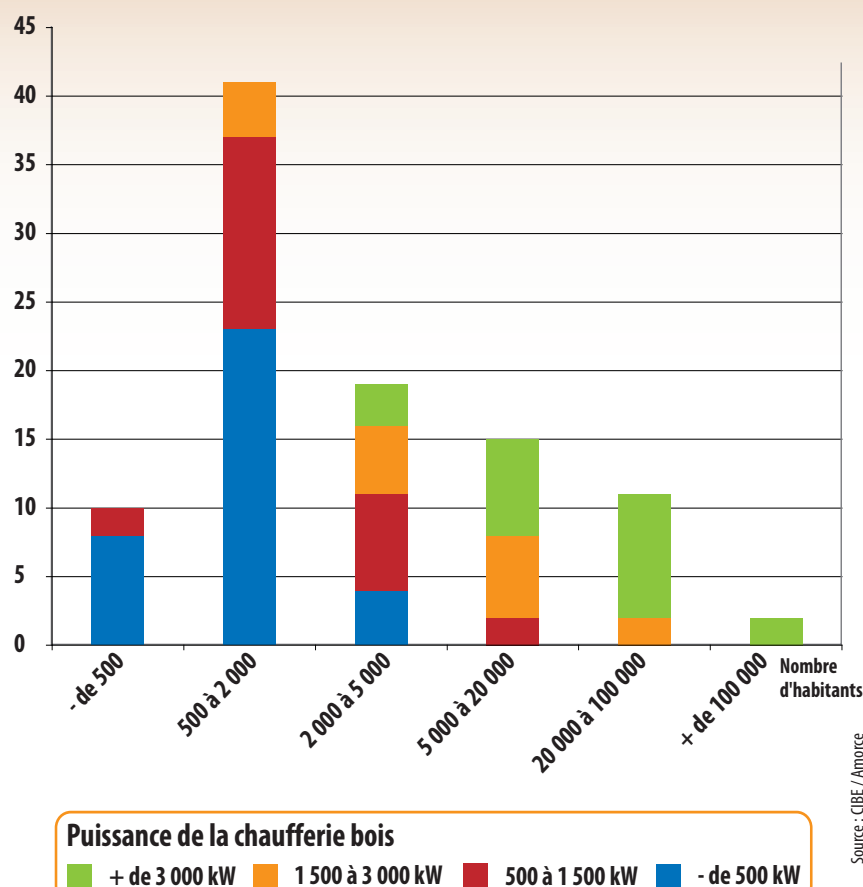
- d'une **concession** : l'entreprise délégataire prend alors en charge l'investissement initial pour lequel elle se rémunère sur la vente d'énergie ;

- d'un **affermage** : c'est dans ce cas la collectivité qui réalise l'investissement, l'entreprise gestionnaire prélevant alors une redevance versée à la collectivité pour le financement des installations.

Évolution du nombre de chaufferies bois en service sur des réseaux de chaleur



Puissance des chaufferies bois en fonction de la taille de la ville d'implantation



■ Les réseaux de chaleur au bois : état des lieux et perspectives (1^{ère} partie)

Caractéristiques techniques et économiques des réseaux de chaleur au bois

Dimensionnement des chaufferies bois

La plupart des réseaux de chaleur équipés de chaufferies bois fonctionnent avec une ou plusieurs énergies complémentaires : fioul domestique (notamment les chaufferies bois de puissance inférieure à 1,5 MW), gaz naturel et autres combustibles sur les réseaux les plus gros. Ce choix permet de limiter les montants d'investissement pour la chaufferie tout en couvrant une part importante des besoins de chaleur du réseau (on retient souvent comme ordre de grandeur qu'une chaudière bois d'une puissance équivalente à 45-50% de la puissance maximale appelée sur le réseau peut couvrir 80-85% des besoins de chauffage). En outre, les chaudières bois ont des contraintes de fonctionnement plus fortes que les chaudières fioul ou gaz que l'on peut utiliser en appoint (notamment la baisse du rendement lorsque la chaudière bois est maintenue à bas régime).

Pour les chaufferies de petite taille (moins de 500 kW), il est cependant parfois choisi de dimensionner la chaufferie bois à un taux élevé par rapport à la puissance maximale appelée sur le réseau (cela peut par exemple correspondre à un choix technique lié aux combustibles que l'on souhaite utiliser). Il est alors préconisé de prévoir un système d'hydroaccumulation (stockage d'eau chaude) permettant un bon fonctionnement de la chaudière bois lorsque les appels de puissance sont réduits.

Dimensionnement des réseaux

La densité thermique, c'est-à-dire le rapport entre la quantité d'énergie distribuée par le réseau et la longueur de celui-ci, est un critère important pour le dimensionnement d'un réseau. Pour effectuer une première approche de la faisabilité économique d'un projet, on

retient habituellement comme valeur clé une densité thermique de l'ordre de 3 MWh par an et par mètre linéaire de réseau. La valeur minimale considérée par l'Ademe pour l'attribution des aides du Fonds chaleur est 1,5 MWh/ml (il convient de noter que cette valeur n'est pas atteinte pour de nombreux réseaux bois existants de moins de 1,5 MW, y compris certains mis en service à partir de 2007 et qu'elle devient impossible à garantir si on envisage le raccordement de maisons individuelles).

Investissement et subventions

À quelques valeurs extrêmes près, les ratios d'investissement se situent, hors création de réseau de chaleur, entre 500 et 1.000 €/HT/kW pour les installations de plus de 1,5 MW, et de 700 à 1.300 €/HT/kW pour les installations de plus faible puissance. Pour les projets avec création de réseau, les coûts d'investissements sont évidemment très liés au linéaire de tranchées à prévoir : il

convient de majorer le ratio précédent de l'ordre de 300 à 500 €/HT/kW.

Le taux moyen de subvention est tendanciellement décroissant avec le niveau de puissance. Des variations parfois importantes sont toutefois constatées, reflétant probablement un contexte spécifique à chaque projet. On peut également raisonner en termes d'aide publique rapportée à la fourniture d'énergie par les chaufferies bois (donc à la substitution d'énergies fossiles). Le "coût en aide publique" est alors très nettement dégressif en fonction de la puissance de chaufferie bois.

Les aides publiques sont donc dictées par une double logique :

- de soutien à la production d'énergie renouvelable en substitution d'énergie fossile (diminution des émissions de gaz à effet de serre) pour les gros projets ;
- de développement local et d'entretien de l'espace rural qui justifie une aide publique majorée (ramenée à la tonne équivalent pétrole fossile économisée).

Ratios observés pour les chaufferies bois alimentant des réseaux de chaleur (Source CIBE / Amorce)

Puissance bois	Taux de couverture par le bois	Taux de puissance bois	Nbre d'heures équivalentes à puissance nominale bois
	MWhbois / MWh total annuel	P bois installée / P totale souscrite	
- de 500 kW	94%	78%	1.483
500 à 1.500 kW	92%	76%	1.849
1.500 à 3.000 kW	88%	57%	2.178
+ de 3.000 kW	64%	34%	3.277

Caractéristiques des réseaux de chaleur bois en fonctionnement en 2009 (Source CIBE / Amorce)

Puissance bois	Taux de création de réseau	Densité moyenne	Longueur max des réseaux créés
		en MWh/ml	en km
- de 500 kW	93%	1,31	1,17
500 à 1.500 kW	83%	1,57	3,2
1.500 à 3.000 kW	94%	2,91	3,6
+ de 3.000 kW	26%	4,92	15

Prix de vente de la chaleur

Le prix moyen de vente de la chaleur pour les réseaux alimentés par des chaufferies bois était de 61,1 €TTC/MWh en 2008 (le prix moyen de vente pour l'ensemble des réseaux de chaleur français constaté par Amorce est de 68,4 €TTC/MWh (1)).

L'analyse par tranche de puissance de chaufferie bois montre une dégressivité en fonction de la puissance bois. On peut toutefois remarquer :

- que les chaufferies bois mises en œuvre en milieu rural (moins de 500 kW voire certaines jusqu'à 1,5 MW) sont en concurrence avec les solutions fioul car hors zone de desserte du gaz naturel, ce qui permet un prix de vente un peu supérieur tout en restant compétitif ;
- que les chaufferies de plus de 3 MW sont généralement sur des réseaux de chaleur préexistants, le bois ne représentant qu'une part du mixte énergétique ; le prix de la chaleur n'est ainsi que partiellement lié à l'introduction de bois-énergie.

Attention toutefois à l'utilisation / interprétation des chiffres. L'enquête fournit une photographie du parc, c'est-à-dire d'opérations démarrées entre le milieu des années 1990 et 2007, avec une accélération à partir de 2003. Certaines ont été montées dans un contexte de prix de l'énergie très déprimé et les opérateurs et leurs sous-traitants ont tiré les prix vers le bas pour les "sortir aux forceps". On a pu tabler alors sur des

Subventionnement des réseaux de chaleur au bois en fonctionnement en 2009 (Source CIBE / Amorce)

Puissance de chaudière bois	Taux de subvention moyen	Coûts en "aide publique" du MWh bois annuel
- de 500 kW	65%	1.100 €
500 à 1.500 kW	66%	628 €
1.500 à 3.000 kW	60%	391 €
+ de 3.000 kW	40%	146 €
Moyenne	46%	619 €

ressources abondantes (connexes de scierie et bois de rebut propres) et un prix du combustible bois très bas.

Cette situation n'est plus d'actualité car il faut faire appel de façon croissante à des produits d'origine forestière, en particulier dans des régions où les sous-produits des industries du bois et les bois de recyclage sont quasiment épuisés. Par ailleurs, le Fonds chaleur impose un taux minimum de plaquettes forestières (entre 20 et 50% selon la quantité d'énergie produite) et des traitements de fumée (50 mg/Nm³) exigeant des filtres qui renchérissent fortement les coûts d'investissement,

surtout dans la gamme de 1 à 4 MW. L'ensemble de ces éléments aboutit à ce que la chaleur produite et distribuée par les réseaux de chaleur au bois mis en service actuellement se situe plutôt dans une fourchette de 60 à 80 €TTC/MWh utile. Ce niveau de prix est à rapprocher toutefois de coûts de référence fioul ou gaz en augmentation également, compte tenu de l'évolution du marché de l'énergie et de la fiscalité environnementale (quotas...).

(1) Sur la base d'une part fixe moyenne (R2) de 36% du prix HT (source SNCU 2008)

Prix de vente de la chaleur pour les réseaux de chaleur au bois (2008, source CIBE / Amorce)

Puissance de chaudière bois	Prix moyen de vente de la chaleur en €T.T.C./MWh
- de 500 kW	66,3
500 à 1.500 kW	62,5
1.500 à 3.000 kW	59,8
+ de 3.000 kW	56
Moyenne	61,1







• Segem conçoit, fabrique et installe des parcs à bois complets, dont l'objectif est de participer activement à l'optimisation du rendement matière, ainsi qu'au strict contrôle des coûts de fonctionnement.

71 route de Bayonne | 33830 Belin-Beliet FRANCE | Tél : +33 (0) 556 880 407 | www.segem.com | segem@segem.com

Les cibles et les perspectives à l'horizon 2020

Dans la droite ligne du Grenelle de l'environnement, l'Etat soutient, à juste titre, que les réseaux de chaleur ont un rôle essentiel à jouer pour atteindre les objectifs de développement de la chaleur renouvelable. L'augmentation attendue de la production de chaleur issue de la biomasse est importante (1,2 million de tonnes équivalent pétrole – tep – par an à l'horizon 2020) et correspond à une multiplication par 15 de la production actuelle. Devant l'ampleur du défi, deux questions émergent : le potentiel existe-t-il et comment le réaliser ? Deux situations peuvent se présenter : création d'une chaufferie et d'un réseau ex nihilo ou chaudière bois intégrée à une chaufferie alimentant un réseau existant.

Création d'une chaufferie bois et d'un réseau

La création d'une chaufferie bois et d'un réseau a pour objet de desservir des ensembles immobiliers et équipements existants dans un rayon de quelques centaines / milliers de mètres autour d'un site d'implantation. Cette configuration est potentiellement fréquente et on peut en trouver de très nombreuses applications. Encore faut-il que la collectivité décide de porter le projet politiquement et juridiquement (en régie ou en délégation de service public – DSP) et que les usagers identifiés veuillent bien se raccorder au futur réseau (en conservant éventuellement leur propre installation en appoint, parfois en bon état de fonctionnement et non encore amortie).

On distingue :

- les gros bourgs et petites villes (2.000 à 5.000 habitants), qui ont une logique de proximité et font le choix de la ruralité ;

- les villes moyennes de 5.000 à 50.000 habitants, qui représentent le cœur de cible pour un développement à grande échelle.

Dans une petite ville, la puissance de la chaudière bois et la longueur du réseau seront relativement modestes (respectivement de 0,5 à 1,5 MW et de 1 à 2 km) et desserviront principalement des immeubles collectifs (ensemble de moins de 200 logements), des bâtiments communaux, quelques équipements publics (collège, maison de retraite...). L'équilibre économique d'un tel projet est possible à atteindre si les bâtiments sont très regroupés mais cela exclut ceux qui sont dispersés ou à usages très intermittents. En deçà de cette taille, on peut certes créer une chaufferie bois pour des bâtiments communaux ou tel ou tel établissement particulier, mais il est souvent très difficile, en raison du nombre restreint et de la taille modeste des bâtiments concernés de créer un réseau de chaleur à part entière, c'est-à-dire au sens de la définition juridique donnée précédemment.

Toutes les villes moyennes sont potentiellement concernées par un projet de réseau de chaleur. Elles ont en effet des quartiers de logements collectifs HLM (500 à 1.000 parfois sur un même site), avec à proximité des équipements publics consommateurs d'énergie thermique (hôpitaux, lycées, piscines...). Ce contexte urbain est donc très propice à l'installation en base de chaufferies bois de plusieurs MW, associées à un réseau de 2 à 5 km de long, alimentant des sous-stations consommant plusieurs centaines / milliers de MWh/an. L'agrégation des besoins des différents bâtiments aboutit à un volume total d'énergie distribuée par le réseau qui peut être compris entre

10.000 et 15.000 MWh utiles par an, voire plus. Cette chaleur "centralisée" entre en compétition avec celle produite par le gaz naturel de façon décentralisée. La globalisation permet de compenser les coûts d'amortissement et d'exploitation supplémentaires de la chaufferie et du réseau, grâce aux économies obtenues sur le combustible (le différentiel de prix entre le gaz et le bois est dans un rapport de 1 à 3 en faveur du second), moyennant néanmoins des subventions aux investissements qui permettent d'abaisser la charge d'amortissement de la chaufferie centrale et du réseau.

Réseaux de chaleur existants s'équipant d'une chaudière au bois

La création d'une chaufferie bois sur un réseau existant est le plus souvent dictée par des considérations économiques. Aujourd'hui, l'intérêt de ces projets est accru par des éléments contextuels majeurs :

- le bénéfice d'une TVA à taux réduit sur la totalité de la facture de chaleur dès lors que celle-ci est produite à plus de 50% à partir d'énergies renouvelables ou de récupération ; les réseaux de chaleur utilisant déjà des énergies de récupération (sur usine d'incinération par exemple) mais dont le taux de couverture des besoins est inférieur à ce seuil ont pour principal moyen de l'atteindre la mise en place d'une chaufferie bois ;

- l'entrée en vigueur, en 2005, du système d'échange de quotas de CO₂ dont l'impact sur les réseaux de chaleur est fortement accentué par la réduction des quotas alloués pour la seconde période (2008-2012) ; là

encore, la mise en œuvre de chaufferies bois est l'un des vecteurs de réduction des émissions les plus efficaces (environ 180 réseaux de chaleur français, les plus gros, sont confrontés à cette problématique) ;

- l'arrivée à échéance, dans les cinq à dix prochaines années, des contrats d'obligation d'achat de l'électricité produite par les centrales de cogénération au gaz naturel (environ 200 réseaux de chaleur concernés en France) ; certaines de ces centrales seront probablement maintenues en service (éventuellement avec diminution de la puissance installée) mais cette échéance représente une opportunité d'évolution du mix énergétique des réseaux concernés avec une part accrue de bois.

L'opération se réalise souvent à l'occasion de la restructuration d'une chaufferie et/ou du renouvellement d'un contrat d'affermage ou de concession par exemple ; le maître d'ouvrage ou son exploitant installe une chaudière bois en remplacement de générateurs fioul ou gaz, qu'il peut conserver en appoint. Cette opportunité existe, mais les contrats de gestion / exploitation en place sont de longue durée (25 à 30 ans) et nombre de réseaux de chaleur sont déjà alimentés en base par une usine d'incinération d'ordures ménagères, une cogénération au gaz naturel ou une centrale géothermique (en Ile-de-France en particulier) : la substitution par une chaudière bois, qui doit elle aussi fonctionner en base (ou en

✓ ZOOM

Le Fonds Chaleur, un outil incontournable pour développer les réseaux

Mis en place depuis fin 2008 à la suite du Grenelle de l'environnement, le Fonds Chaleur a pour objectif d'aider au développement de la production de chaleur à partir de la biomasse, de la géothermie et du solaire.

D'un montant de 1 milliard d'euros pour la période 2009-2011, sa gestion est confiée à l'Ademe et ses directions régionales.

Pour les réseaux de chaleur, l'aide est composée de deux parties, fonctions :

- de la production de chaleur renouvelable (l'aide totale est obtenue par le cumul d'aides partielles relatives à des tranches de production) ;
- de l'investissement dans le réseau de distribution de la chaleur et les sous-stations (si le réseau est alimenté à plus de 50% par des énergies renouvelables, dans le cadre d'une création de réseau ou d'une extension d'un réseau existant d'au minimum 200 mètres linéaires et visant à délivrer plus de 25 tep d'énergies renouvelables par an avec une densité thermique d'au moins 1,5 MWh par mètre linéaire et par an).

Pour plus d'information, se reporter au Cahier du bois-énergie n° 45

"Les aides financières au bois-énergie" ainsi qu'au site www.ademe.fr/fondschaleur.

deuxième base), n'est pas toujours envisageable. L'anticipation sur le terme d'un contrat existant est certes théoriquement possible dans l'hypothèse où on prévoit de recourir à une énergie renouvelable (loi sur la chaleur de 1980), mais la collectivité doit pour cela rompre le contrat et indemniser le gestionnaire / exploitant, ce qui n'est jamais très facile et ne se présente en pratique que dans un nombre de cas assez restreint.

Autre possibilité : procéder par voie d'avenant. Cependant, l'économie générale du contrat est alors profondément modifiée (en particulier les proportions relatives de l'énergie au compteur et de l'abonnement).

Actuellement, cette option ne rencontre pas nécessairement l'adhésion des collectivités, ni l'approbation du contrôle

de légalité. La loi Grenelle 2 devrait toutefois autoriser la restructuration et la prorogation des contrats de délégation de service public pour favoriser le recours à une énergie renouvelable, si cette solution intervient au moins trois ans avant le terme du contrat.

Un important potentiel pour le bois

Comme souligné précédemment, le cœur de cible pour un développement massif des réseaux de chaleur au bois sont les **villes de 5.000 à 50.000 habitants**, au nombre de 1.700 en France. Si l'on considère une production de chaleur à partir du bois de 15.000 MWh/an en moyenne dans la moitié de ces villes, **le potentiel est de 13 TWh/an**. Si 20% des 2.700 villes de







• Segem conçoit et fabrique une gamme complète d'écorceuses à rotor fixe ou flottant pour toutes les essences de bois de 70 à 1100 mm de diamètre.



71 route de Bayonne | 33830 Belin-Beliet FRANCE | Tél : +33 (0) 556 880 407 | www.segem.com | segem@segem.com

2.000 à 5.000 habitants s'équipaient de réseaux bois produisant en moyenne 1.500 MWh/an, la production totale serait de l'ordre de **0,8 TWh/an**.

Sur les 400 réseaux de chaleur existants, le potentiel réside dans :

- le remplacement d'énergies fossiles par le bois ;
- l'extension des réseaux pour alimenter d'autres bâtiments.

Concernant la substitution, trois cas sont à considérer :

- **substitution partielle de cogénérations gaz ; 1 TWh/an** pourrait être produit à partir de bois sur environ 200 réseaux ;
- **complément de récupération de chaleur issue de l'incinération des déchets ménagers** ; cette situation représente un potentiel de **0,5 TWh/an** pour le bois, concentré sur 14 installations ;
- **installation de chaufferies bois sur les autres réseaux** ; la création d'une centaine d'unités produisant en moyenne 15.000 MWh/an permettrait la production de **1,5 TWh/an**.

L'impact des extensions est quant à lui difficile à chiffrer.

Ainsi, le potentiel de développement du bois sur les réseaux de chaleur, de l'ordre de 17 TWh/an soit 1,45 million de tep par an, est en phase

✓ ZOOM

"Le réseau de chaleur : un vecteur de développement du bois-énergie"

Tel est l'intitulé de trois journées techniques organisées par le Comité interprofessionnel du bois-énergie (CIBE) à destination d'un large public, tout particulièrement les collectivités territoriales. La première de ces journées s'est déroulée le 19 mars dernier, dans le cadre du salon Bois énergie de Saint-Etienne. La matinée a été consacrée à des exposés : enquête 2009 sur les réseaux de chaleur au bois, outils de simulation technico-économique, Fonds chaleur appliqué aux réseaux. Un débat a suivi, qui a permis de cerner les spécificités des réseaux de chaleur au bois. 80 personnes étaient présentes et les échanges ont été nombreux et riches, mettant bien en évidence l'importance et l'intérêt du sujet. L'après-midi, une cinquantaine de participants a visité la chaufferie d'Andrézieux-Bouthéon, réalisée par le Siel (Syndicat d'énergies de la Loire) et exploitée par Coriance. Deux autres journées seront organisées sur le même thème à Rouen (24 juin) et à Toulouse (automne 2010).

avec les objectifs du Grenelle de l'environnement (1,2 million de tep par an à l'horizon 2020). Mais il ne faut toutefois pas perdre de vue que la concrétisation de cette approche théorique nécessitera **beaucoup de travail de la part des professionnels de la filière bois-énergie et une forte motivation et implication des acteurs politiques à tous les échelons de décision :**

- le rythme de création de 85 réseaux par an en moyenne d'ici 2020 dans les villes de 5.000 à 50.000 habitants est

très élevé, d'autant qu'il s'écoule fréquemment de quatre à six ans entre l'émergence d'un projet et la mise à feu de la chaudière bois ;

- **la structuration de l'approvisionnement des chaufferies devra être mûrement réfléchie** pour mobiliser "de façon raisonnée et durable" **6 millions de tonnes de bois supplémentaires par an,** en majorité d'origine forestière.

■ Les réseaux de chaleur au bois : état des lieux et perspectives (1^{ère} partie)

Opportunités de développement du bois-énergie sur les réseaux de chaleur équipés de cogénérations gaz

Dans le cadre de la commission "réseaux de chaleur au bois" du Comité interprofessionnel du bois-énergie (CIBE), une réflexion a été conduite sur les perspectives de développement du bois-énergie sur des réseaux de chaleur équipés de centrales de cogénération au gaz (moteurs ou turbines).

Ces derniers sont en effet confrontés à des problématiques spécifiques liées à l'arrivée à échéance des contrats d'obligation d'achat de l'électricité produite avec :

- une interrogation sur l'intérêt de prolonger le fonctionnement de ces

installations (des exemples d'arrêt à l'issue du contrat sont déjà constatés) ;

- les possibilités de développement des énergies renouvelables pour atteindre le seuil d'éligibilité à la TVA à taux réduit sur la fourniture de chaleur (la part thermique de la cogénération n'étant pas comptabilisée parmi les énergies de récupération permettant d'atteindre ce seuil) ;
- la problématique des quotas de CO₂. Même s'il n'est pas certain (et probablement pas souhaitable) que ces réseaux stoppent massivement leurs installations de cogénération gaz, ces

échéances sont l'occasion d'une réflexion sur les possibilités d'évolution du "mix énergétique" avec, notamment, l'intégration du bois.

Une arrivée massive à échéance des contrats d'obligation d'achat de l'électricité

Le développement de la cogénération au gaz naturel s'est amorcé au début des années 1990 puis s'est fortement accentué à partir de 1997 avec la mise en place d'un tarif incitatif d'obligation d'achat de l'électricité produite, pour

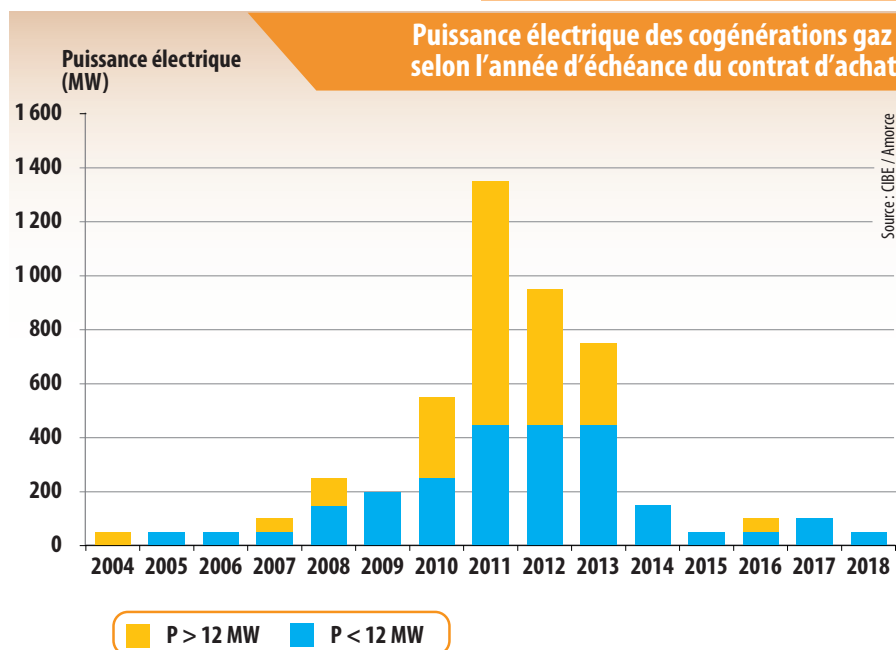
quasiment s'arrêter cinq ans après, de nombreux sites étant déjà équipés et les conditions tarifaires désormais moins attractives (nouveaux tarifs et hausse du gaz naturel, avec effet de pincement entre prix d'achat du gaz et prix de vente de l'électricité dont l'indexation sur le prix du gaz est plafonnée).

A l'échelle nationale, la puissance électrique installée est aujourd'hui de l'ordre de 5 GWé et à peu près autant en puissance thermique disponible. Les réseaux de chaleur en concentrent plus du tiers sur 200 sites et la chaleur issue de la cogénération gaz (6,4 TWh/an) représente 26% de leur bouquet énergétique, soit autant que les énergies renouvelables et de récupération.

Les contrats d'achat d'électricité ont été conclus pour 12 ans et les trois quarts de la puissance installée arrivent à échéance entre 2010 et 2014.

Ces échéances contractuelles sont particulièrement importantes, puisqu'en fin d'obligation d'achat les opérateurs ont le choix entre plusieurs options :

- une rénovation de l'installation avec un investissement de plus de 350 €/kWé, qui permet de repartir avec un nouveau contrat d'obligation d'achat, la centrale étant alors considérée comme "neuve" ; les conditions tarifaires sont celles de l'arrêté du 31 juillet 2001 indexées ;
- le maintien en fonctionnement de l'installation (éventuellement avec la rénovation juste nécessaire pour ce faire) avec une vente d'électricité hors obligation d'achat (donc "sur le marché libre") ;



- l'arrêt de l'installation, hypothèse qui, si elle est retenue massivement par les opérateurs, posera problème en termes de perte de capacité de production d'électricité hivernale. On peut également envisager d'autres choix, laissant de la place à une énergie renouvelable avec l'objectif d'atteindre le seuil d'éligibilité à une TVA à taux réduit sur la fourniture de chaleur :

- rénover partiellement la cogénération (un moteur sur deux ou trois par exemple), avec des investissements supérieurs à 350 €/kWé rénové pour pouvoir bénéficier d'un nouveau contrat d'achat de l'électricité ;
- vendre de l'électricité "à bien plaisir" sur le marché libre au cœur de l'hiver,

lorsque les prix de l'électricité sont les plus élevés, pendant quelques centaines à milliers d'heures (mais moins longtemps que sous obligation d'achat et de vente).

Un mariage possible entre cogénération gaz et chaufferie bois

Dans ce contexte d'arrivée à échéance des contrats d'obligation d'achat, les possibilités de développement du bois-énergie s'envisagent :

- en complément de cogénérations rénovées à l'identique pour des réseaux sur lesquels une seconde base est envisageable ;

segem
macbo

RP 900

RÉDUCTEUR DE PATTES

• Les arrondisseurs, ou réducteurs de pattes racinaires permettent d'arrondir la partie conique des grumes.

Segem conçoit et fabrique des réducteurs qui s'intègrent dans des installations neuves ou existantes afin d'améliorer les performances des lignes de sciage en aval.

71 route de Bayonne | 33830 Belin-Beliet FRANCE | Tél : +33 (0) 556 880 407 | www.segem.com | segem@segem.com

- en complément de cogénérations renouvelées partiellement, avec l'objectif d'atteindre le seuil d'éligibilité à la TVA à taux réduit sur la fourniture de chaleur (50% d'énergies renouvelables et de récupération) ;

- en substitution à la base cogénération sur les réseaux concernés par l'arrêt de leur unité ou par le choix de vente de l'électricité sur le marché.

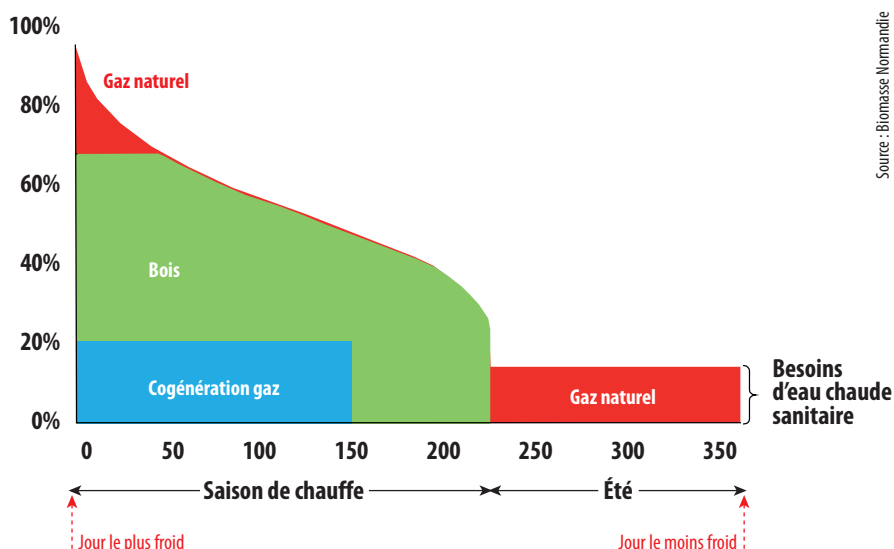
Pour chiffrer le potentiel bois-énergie, seules les deux premières solutions sont explorées. En effet, le scénario "arrêt de la cogénération" peut difficilement être retenu (même si ponctuellement certains réseaux de chaleur opteront pour cette solution) puisque la cogénération gaz a toute sa place dans le bouquet énergétique de la production d'électricité en France et en Europe. Par ailleurs, le maintien de la cogénération avec vente de l'électricité "au coup par coup" est difficilement appréhendable, vu la volatilité des prix de l'électricité sur le marché spot.

Le premier scénario étudié est donc celui de la rénovation à l'identique de la cogénération avec un fonctionnement en base sur la période d'hiver tarifaire (1^{er} novembre au 31 mars). Un projet bois-énergie en complément (en seconde base en hiver et en première base quand la cogénération est à l'arrêt) est considéré comme pertinent si, avec une chaudière bois d'au minimum 1,5 MW fonctionnant plus de 2.000 h/an à équivalent pleine puissance, on peut atteindre un taux de couverture par les énergies renouvelables et la cogénération de 85%. On recense ainsi 47 projets potentiels, avec des chaufferies bois dont la puissance peut aller jusqu'à 30 MW et un potentiel total de fourniture d'énergie par le bois de 1,5 TWh/an. Pour 15 de ces projets, le seuil de 50% d'énergies renouvelables peut être dépassé.

Le second scénario est celui d'une rénovation partielle de la cogénération, donc d'une réduction de sa capacité, de façon à atteindre, avec une seconde base bois, le seuil de 50% d'énergies renouvelables et de récupération. Avec les critères précédents de puissance et de fonctionnement de la chaudière bois et l'hypothèse d'une réduction de capacité de la cogénération d'au maximum 50% (un moteur sur deux rénové par exemple), une centaine de projets potentiels a été recensée pour 2,7 TWh de chaleur issue du bois (puissance maximale de l'ordre de 20

Puissance appelée par rapport à la puissance maximale

Exemple de monotone de chauffage associant cogénération gaz et chaudière bois



Source : Biomasse Normandie

MW bois). Si tous ces projets se réalisaient, la réduction de production de chaleur par la cogénération gaz serait de 0,7 TWh/an.

Ces deux scénarios permettent d'envisager de 50 à 100 projets bois-énergie, avec des productions respectives d'énergie à partir de bois de 1,5 et 2,7 TWh/an. En considérant que des projets seront effectivement réalisés sur une partie seulement des sites identifiés, le complément et/ou la substitution partielle aux cogénérations gaz pourrait

conduire à **augmenter la contribution du bois-énergie d'environ 1 TWh/an soit multiplier par 2 à 3 la quantité actuelle de chaleur issue du bois sur les réseaux de chaleur** (0,73 TWh/an selon l'enquête CIBE / Amorce 2009) et cela, à périmètre constant des réseaux considérés, c'est-à-dire sans prise en compte de possibles extensions.

Pour que ce virage énergétique puisse être pris de la façon la plus harmonieuse possible, il est essentiel

✓ ZOOM

La problématique quotas de CO₂ pour les réseaux équipés de cogénérations gaz

Une problématique importante qui risque d'orienter le choix des opérateurs sur l'avenir des installations de cogénération est celle du système d'échange de quotas de CO₂. Les installations de combustion de plus de 20 MW sont concernées par ce système, ce qui fait qu'environ 180 réseaux de chaleur français y sont soumis. Le secteur du chauffage urbain est le seul mode de chauffage directement concerné et ses concurrents (chauffage individuel et petit collectif) sont en dehors de ce mécanisme. Les installations de cogénération ont ainsi, jusqu'à fin 2012, une attribution gratuite de quotas de CO₂ correspondant à leurs consommations de gaz naturel totales en 2003 (pour la production de chaleur et d'électricité).

Le problème auquel elles sont confrontées avec la réduction d'attribution de quotas dans le cadre du deuxième plan national d'allocation (PNAQ) est que, du fait de leurs engagements contractuels sur la fourniture d'électricité (qui est une obligation d'achat mais également une obligation de fourniture), leur capacité de réduction de leurs consommations de gaz naturel sont limitées. La seule parade est de travailler, à l'échelle du réseau, sur les équipements d'appoint de la cogénération, et c'est notamment là que trouvent leur place les chaufferies bois, la consommation de bois étant neutre en termes de CO₂.

Les perspectives pour la période 2013-2020 sont assez différentes : l'attribution gratuite va être progressivement réduite, pour arriver à un système dans lequel la totalité des quotas de CO₂ sera mise aux enchères, sans aucune attribution gratuite. Cela revient peu ou prou à une taxe sur les émissions de CO₂ sur les installations concernées (celles classées pour la protection de l'environnement – ICPE – de plus de 20 MW), dont le montant sera connu en fonction du marché des quotas de CO₂.

que les collectivités maîtres d'ouvrage aient les éléments d'information nécessaires pour conduire (avec leur opérateur lorsqu'il y a délégation de service public) une réflexion objective sur l'évolution du réseau. En effet, les possibilités qui s'offrent à l'occasion de

l'arrivée à échéance des contrats d'obligation d'achat de l'électricité produite par cogénération ne sont pas toujours bien identifiées ni analysées de façon spécifique et des choix un peu tranchés (arrêt total ou rénovation totale) peuvent être arrêtés

sans approfondissement des pistes intermédiaires. **Une démarche de sensibilisation est donc particulièrement urgente vu la cinétique d'arrivée à échéance des contrats entre 2010 et 2014.**

■ Les réseaux de chaleur au bois : état des lieux et perspectives (1^{re} partie)

Développement des chaufferies bois en complément de la récupération de chaleur issue de l'incinération des ordures ménagères

Les réseaux de chaleur sont un support essentiel pour la valorisation de l'énergie produite par les usines d'incinération des ordures ménagères (UIOM). En France, 40 réseaux sont alimentés par des UIOM, à hauteur de 4,2 TWh/an : c'est la deuxième source d'énergie utilisée, derrière le gaz naturel.

On distingue deux grandes familles :

- les réseaux qui se sont construits à partir de l'UIOM, c'est-à-dire pour répondre à la problématique "une UIOM produit de l'énergie, où peut-elle être valorisée ?" ; le taux de couverture par l'UIOM est alors généralement élevé, le réseau n'étant parfois capable d'enlever qu'une partie de la chaleur, même en hiver ;
- les réseaux de chaleur préexistants par rapport à l'usine, sur lesquels un raccordement a été fait pour compléter le "mix énergétique" ; le taux de couverture est alors beaucoup plus variable.

Le développement du bois-énergie sur ces réseaux peut s'envisager selon deux axes principaux :

- à périmètre de réseau constant (hors extension), en complément de la récupération sur UIOM avec l'objectif d'atteindre un taux de couverture ENR supérieur à 50%, de façon à bénéficier d'une TVA à taux réduit sur la fourniture de chaleur ;

- avec extension de réseau tout en maintenant, voire accroissant, le taux d'énergies renouvelables et de récupération.

Le potentiel d'installation de chaufferies bois d'au minimum 1,5 MW fonctionnant plus de 2.000 h/an à équivalent pleine puissance se résume à 14 sites (hors réseaux de Paris et Grenoble, pour

lesquels des potentiels importants existent mais qui ont une taille et une logique de diversification trop spécifiques pour être intégrés dans le scénario proposé), pour une fourniture d'énergie à partir de bois de 0,5 TWh/an. On constate que 50% du potentiel énergétique identifié sont portés par 3 projets, et 80% par 7 projets.

