

Le chauffage urbain¹

Synthèse

L'emploi

En 2007, le chauffage urbain comptait 4 500 techniciens et cadres.

Les emplois du secteur se situent essentiellement en Île-de-France (et dans une moindre mesure en Rhône-Alpes), dans la mesure où près d'un tiers des réseaux de chaleur et de froid en France y sont localisés, ce qui représente près de 40 % des installations nationales, 40 % de la longueur totale des réseaux, et 50 % de la puissance installée en France.

Les évolutions technologiques et la contrainte carbone

Le mix énergétique s'est largement réorienté, depuis vingt ans, vers le gaz naturel, mais une majorité de réseaux sont multi-énergie.

Les réseaux de chauffage urbain ont une part notable dans les émissions de CO₂ du secteur énergétique (de l'ordre de 10 %). Le PNAQ II s'est traduit par une baisse des allocations de quotas de plus de 25 %, mais celle-ci semble n'avoir été guère contraignante : la réduction des émissions de CO₂ a été très inégale d'un réseau à l'autre, et pourtant tous ont un excédent de quotas.

En 2007, un tiers de la puissance produite provient d'énergies renouvelables ou de récupération : déchets, biomasse, géothermie. Sachant que le taux de recours des réseaux de chaleur aux énergies renouvelables est très variable d'une région à l'autre, que la géothermie est une énergie « d'appoint », que le potentiel de développement des usines d'incinération des ordures ménagères est limité, et que le bois permet d'adapter la taille des chaufferies à des réseaux plus petits, les marges de manœuvre pour augmenter la part des EnR dans le mix énergétique se situent donc du côté de la biomasse. Toutefois, l'ampleur de

¹ Auteur : Antoine Rémond (CEP) avec la collaboration d'Hélène Warein (Secafi).

l'investissement et la contrainte liée à la ressource bois sont de nature à limiter son développement.

Une incertitude pèse sur la cogénération. Les contrats d'achat de l'électricité produite ont été conclus pour 12 ans. Les installations mises en service entre 1992 et 2006 arrivent ainsi à échéance d'obligation entre 2004 et 2018. L'électricité était vendue à un prix très avantageux. À l'échéance des contrats, elle le sera aux conditions du marché, ce qui provoquera une baisse sensible de la recette électrique. Dès lors, plusieurs scénarios sont envisageables : arrêt des installations et substitution par du bois, rénovation partielle des cogénérations, rénovation à l'identique.

Selon la PPI chaleur, l'objectif de production de chaleur renouvelable par les réseaux de chaleur est de 3,2 Mtep en 2020. S'il était atteint, il contribuerait d'ici 2020 à plus du quart de l'objectif du Grenelle en matière d'énergies renouvelables.

Les évolutions concurrentielles et l'impact de la crise économique de 2008-2009

Près de 60 % de la chaleur livrée vont au résidentiel, le reste étant essentiellement destiné au secteur tertiaire, mais le nombre d'équivalents logements est faible. Le potentiel de développement des réseaux de chaleur est donc très important. Deux entreprises se partagent 85 % de la puissance installée des réseaux. L'exploitation par les entreprises locales qui sont leurs filiales obéit à une pluralité de modes de gestion (concession, affermage, contrat d'exploitation, etc.). En termes de puissance installée, le régime de concession est majoritaire. Ce duopole imparfait est soumis à la concurrence du chauffage individuel (gaz, électricité) et collectif (gaz, fioul).

La compétitivité des réseaux de chauffage urbain, du seul point de vue du coût subi directement par le consommateur, n'est aujourd'hui pas complètement évidente, même si l'étroitesse des fourchettes estimées pour le coût par logement des différents modes de chauffage rend les comparaisons sensibles aux conventions de calcul retenues. À l'avenir, cette compétitivité dépendra du coût de la tonne de CO₂ mais, pour qu'elle soit franchement assurée, il faudrait que ce coût soit assez élevé (au moins 100 euros). Par ailleurs, d'autres facteurs sont susceptibles de freiner la progression des réseaux de chaleur (incidence des modes de gestion sur les investissements, modes de facturation, absence de possibilité d'arbitrage pour le consommateur, etc.).

En revanche, la biomasse ouvre des perspectives d'extension des réseaux en milieu rural, même si le coût et le rendement des chaudières au bois peuvent encore constituer des obstacles. Par ailleurs, les pouvoirs publics incitent activement à la progression des réseaux de chaleur par des aides financières (fonds chaleur renouvelable, TVA à taux réduit) et des mesures réglementaires (augmentation de la durée de concession, simplification de la procédure de classement des réseaux). Parallèlement, l'entrée en vigueur de la taxe carbone augmentera le coût du chauffage au fioul et au gaz. L'évolution de la taxe pourrait rendre le chauffage urbain plus compétitif à plus ou moins brève échéance.

La crise n'a pas de conséquences majeures sur le secteur. Elle n'engendre pas de diminution de la demande concernant les capacités existantes. Mais certains projets d'extension des réseaux sont éventuellement ralentis à cause de la morosité de la conjoncture immobilière (programmes de logements et de bureaux).

Grenelle de l'environnement : des objectifs discutés

Le chauffage urbain est un secteur dans lequel le volontarisme incitatif des politiques publiques joue un rôle leader. Il constitue l'un des vecteurs privilégiés de la promotion des énergies renouvelables. Les contraintes techniques font du bois et de la biomasse les ressources premières pour assurer cette promotion.

L'objectif officiellement envisagé (30 % d'énergies renouvelables dans le mix énergétique du chauffage urbain en 2012, puis 94 % avec un quasi-doublement des logements raccordés en 2020) est cependant discuté par les professionnels : le fonctionnement en tranches ne permet pas de se passer des énergies fossiles. Selon eux, le taux d'EnR&R doit donc être compris à réseau constant et l'objectif devrait plutôt être d'atteindre un taux d'EnR&R de 50 % et un quasi-doublement des réseaux d'ici 2020. Or, l'extension des réseaux est prise en compte par la PPI. Celle-ci précise d'ailleurs que si un taux de 50 % d'EnR&R devait être retenu, il devrait s'accompagner d'un quadruplement des raccordements (8 millions d'équivalent-logements raccordés en 2020, contre 2 millions en 2005).

Les scénarios de développement des réseaux

Les scénarios de développement des réseaux de chaleur combinent la rénovation et l'extension des réseaux existants. La promotion des énergies renouvelables, par l'installation de chaufferies à bois ou à

biomasse, se fait à la fois par substitution aux énergies fossiles sur les réseaux existants et par des installations *ex nihilo*. L'énergie fossile reste nécessaire pour assurer le fonctionnement en tranches. Ainsi, dans les réseaux équipés de cogénération, les contrats d'achat de l'électricité arrivent à échéance d'ici 2018. Comme ces centrales seront majoritairement maintenues en service, ce sera l'occasion de la rénovation partielle d'une part plus ou moins importante des moteurs existants, complétée par l'installation de chaufferies au bois assurant le franchissement d'un seuil au moins majoritaire dans le recours aux énergies renouvelables. L'annonce présidentielle de tarifs d'achat obligatoire de l'électricité attractifs, mais conditionnés par le recours au bois, contribuera à cette évolution du mix énergétique. Le recours à la biomasse pour l'alimentation des réseaux UIOM mise aussi sur la substitution aux énergies fossiles dans les réseaux existants et sur l'extension des réseaux. Les scénarios disponibles du CIBE (Comité Interprofessionnel Bois Energie) identifient avec précision la liste des projets potentiels.

La conjonction des incitations publiques devrait puissamment concourir à leur réalisation : soutien à l'investissement par le Fonds chaleur renouvelable, conditionné par un recours majoritaire aux énergies renouvelables ; taux réduit de TVA sous la même condition ; subventions des petits projets par diverses institutions publiques ; tarification des émissions de CO₂, par la taxe carbone à partir de 2011 pour les installations de moins de 20 MWh et dans le cadre du marché des droits d'émission pour les autres ; simplification de la procédure de classement d'un réseau, qui permet d'imposer le raccordement des bâtiments.

Il reste que la rentabilité et la compétitivité des projets aujourd'hui listés restent soumises à examen précis. Un paramètre déterminant à cet égard est la disponibilité suffisante de la ressource bois à un prix qui, à la fois, incite à son usage et concourt à la bonne gestion des ressources forestières. Des controverses existent à cet égard, qui seront peut-être positivement tranchées par une meilleure structuration de la filière.

L'avenir de l'emploi et des compétences

Sans tenir compte des emplois de la filière bois énergie en amont, la réalisation des projets de réseaux de chauffage urbain pourrait permettre la création de 20 000 à 25 000 emplois à horizon 2020 : de l'ordre de 6 000 emplois par an dans la construction de chaudières, tant que cette activité bénéficiera du développement des projets ; de l'ordre de 4 000 à

5 000 emplois pour l'exploitation des réseaux rénovés, étendus et créés ; de 10 000 à 15 000 emplois dans les services énergétiques en aval (sécurisation du fonctionnement des chaudières, optimisation de la distribution et de la consommation).

Dans la filière bois énergie, les compétences nécessaires aux métiers du bois sont des compétences de base. Le spectre des emplois est large : exploitation de la forêt, finances, transport, logistique, manutention, chaudronnerie mécanique (construction), maintenance (exploitation de chauffage). Ces métiers peuvent être regroupés en deux grandes catégories :

- Les métiers du bâtiment et de la thermique pour lesquels il existe un réel besoin en main d'œuvre évalué à 3 000 personnes - allant des ingénieurs aux « bac pro » en passant par les techniciens. Ce sont principalement les métiers de thermicien, chaudronnier, soudeur, électricien pour lesquels le profil recherché est celui de généralistes. C'est pourquoi le CIBE préconise une formation polyvalente, flexible avec de bonnes bases techniques en thermique et en mécanique.

- Les métiers de la forêt et du bois : Le métier le plus recherché est celui de bûcheron. C'est un métier peu qualifié, dur et dangereux qui, pour cette raison, mobilise une part importante de travailleurs immigrés. Il n'y a pas vraiment de mesures, ni même de réflexion, destinée à attirer la main d'œuvre.

Concernant la conception et la construction des chaudières, les perspectives ne sont pas encore complètement déterminées, car celles de la biomasse ne sont pas claires. Pour le moment, c'est plutôt une évolution du marché de l'incinération qu'une progression de la biomasse qui se dessine. A terme néanmoins, une compensation du ralentissement du marché des UIOM par la progression de celui des chaudières à biomasse est envisageable. Mais elle ne devrait guère jouer sur le volume et la nature des emplois, étant donné que le fonctionnement des UIOM et des chaudières à biomasse est très proche. Le seul changement entraîné par le passage des premières aux secondes vient de la technologie de la chaudière et du stockage du combustible. Il n'existe donc pas de besoin de compétences spécifiques, ni de compétences nouvelles.

Pour les services énergétiques, les avis divergent. Pour le président de la FEDENE, ils pourraient constituer un gisement d'emplois important au cours des prochaines années : l'augmentation des contrats de performance

énergétique ainsi qu'une meilleure gestion énergétique des bâtiments devraient conduire à un accroissement de l'emploi allant de 10 à 15 000 personnes supplémentaires. Les profils recherchés seraient des techniciens de maintenance, autonomes afin de passer d'un site à l'autre, avec de bonnes compétences en électronique, de niveau bac + 2. Ceux-ci seraient en nombre insuffisant et il faudrait multiplier les formations initiales permettant de recruter ce type de main d'œuvre.

Néanmoins, cette anticipation est contestée car elle fait l'impasse sur les évolutions technologiques des chaudières collectives. De nombreux experts anticipent ainsi des bouleversements majeurs à un horizon de 10 à 20 ans. Des systèmes intelligents équiperont vraisemblablement les prochaines générations de chaudières et permettront l'installation de détecteurs de panne placés sur les points stratégiques de la chaudière. Ce changement devrait se traduire par des suppressions de postes de techniciens de maintenance, particulièrement ceux assurant la surveillance permanente des grosses installations. Le caractère progressif de cette évolution ne devrait pas entraîner d'insuffisance de compétences.

Concernant la gestion du chauffage urbain, le cas de la Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain (CPCU) montre que la composition du mix énergétique se prête aux projets et aux innovations, mais que la pénétration des énergies renouvelables peut être bornée par le fonctionnement en tranches des réseaux, pour s'adapter en souplesse à la saisonnalité des besoins. Il ne devrait pas en résulter de changements substantiels des compétences requises.

Dans la mesure où l'importance de la géothermie sera limitée, les effets de son développement sur l'emploi seront faibles, mais négatifs (la géothermie est une technologie automatisée), et les compétences requises ne nécessiteront pas de besoin particulier car ce sont des compétences classiques, largement répandues. L'évolution de l'emploi dans le secteur dépendra donc du développement de la biomasse. Celle-ci est aussi intensive en emploi que le charbon, mais l'est plus que le fioul. Les compétences sollicitées sont proches de celles des chaudières à charbon (conduite de chaudière utilisant des combustibles solides). Par rapport aux chaudières au fioul qu'elles sont destinées à remplacer, les chaudières biomasse nécessiteront un peu de formation (passage à un lit fluidisé circulant).

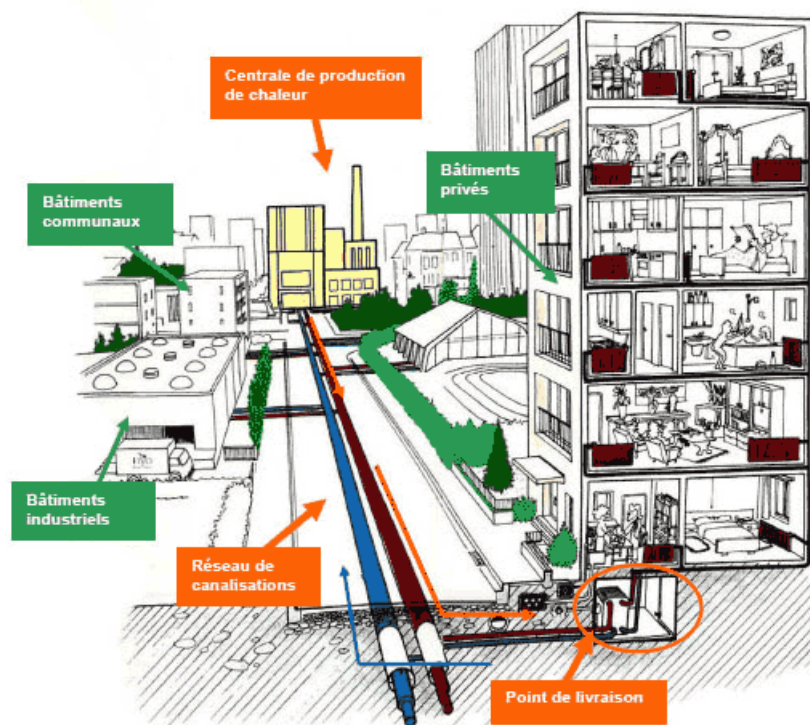
1. Un secteur à l'intersection des enjeux énergétiques et environnementaux

Production, transport et livraison de la chaleur

Un réseau de chaleur, également appelé réseau de chauffage urbain, est un chauffage central à l'échelle d'une ville. Il permet d'alimenter des bâtiments (privés, publics, industriels) en chauffage, en eau chaude sanitaire ou en process (pour l'industrie : vapeur, eau surchauffée).

Le réseau de chaleur est généralement un réseau public qui comprend une ou plusieurs centrales de production de chaleur, un réseau primaire de canalisations enterrées sous la voirie et permettant de transporter la chaleur, ainsi que des postes de livraison de celle-ci aux utilisateurs : les sous-stations.

Représentation d'un réseau de chaleur



La chaleur, produite par les centrales dans des chaudières classiques à brûleurs, dans des moteurs à gaz ou dans des turbines à gaz, peut être générée à partir de nombreuses sources d'énergie :

- Les *énergies fatales* : chaleur produite par les usines d'incinération des ordures ménagères (UIOM), biogaz issus de la fermentation organique.
- Les *énergies classiques* : énergies fossiles (fioul, gaz, charbon), cogénération (production simultanée de chaleur et d'électricité), et trigénération (électricité, chaleur et froid combinés).
- Les *énergies renouvelables* : bois, géothermie, solaire.

Généralement, les réseaux produisent leur chaleur par combustion d'énergie fossile, de biomasse, de déchets, ou par géothermie. Ils permettent également la récupération de chaleur sur une usine d'incinération ou sur un process industriel, gérés par une autre entité. Un réseau de chaleur est, dans la majorité des cas, alimenté par au moins deux énergies différentes : la principale utilisée « en base » et une autre de capacité égale ou supérieure utilisée pendant les périodes de pointe et comme secours. S'il y a cogénération, le réseau est alimenté par un mix cogénération / production de chaleur seule.

La chaleur peut être véhiculée sous trois formes :

- *L'eau chaude* dont la température est limitée par la réglementation à moins de 110°C.
- *L'eau surchauffée* qui est de l'eau chaude maintenue liquide à une température élevée généralement autour de 180°C par un maintien fort en pression.
- *La vapeur*. Les anciens réseaux ont été conçus à partir de techniques de production maritimes et fonctionnent ainsi à la vapeur. Ce choix ne nécessite pas l'usage de pompes pour la circulation du fluide dans le réseau contrairement aux réseaux à eau.

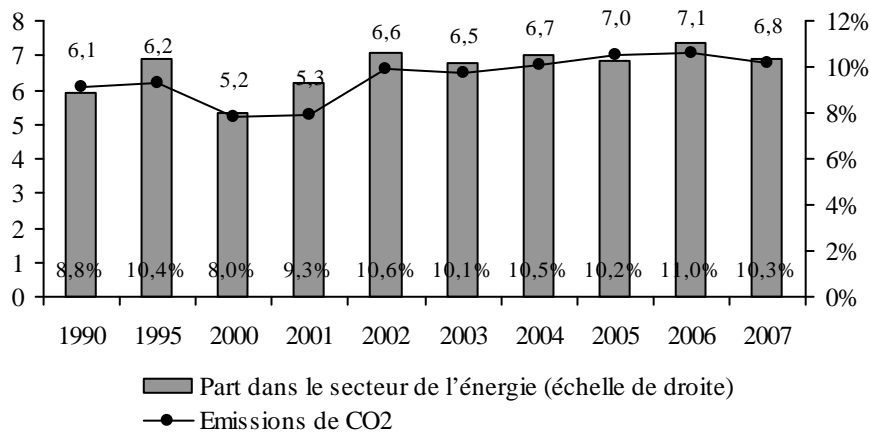
L'impact environnemental du chauffage urbain

L'impact du chauffage urbain sur l'environnement prend plusieurs formes :

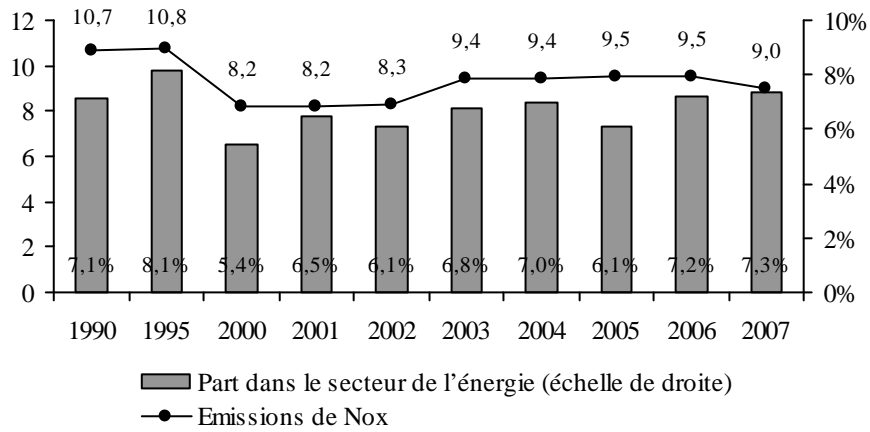
- l'aspect visuel : ce type d'installation nuit à la qualité du paysage et limite les possibilités d'utilisation des terrains voisins.
- le volume des transports : camions pour apporter les ordures et effectuer les transports de mâchefers.
- les rejets gazeux.
- les rejets liquides : les eaux qui permettent de refroidir et de mûrir les mâchefers sont recueillies et servent à « laver les fumées ». Néanmoins, elles sont particulièrement chargées, il faut veiller à ce qu'elles ne s'échappent pas dans le milieu naturel (en cas d'orage par exemple) sans traitement.
- les rejets ultimes : les résidus de lavage des fumées, et les cendres filtrées sont hautement toxiques ; ils sont entreposés dans des décharges contrôlées.

Part dans les émissions nationales de gaz à effet de serre

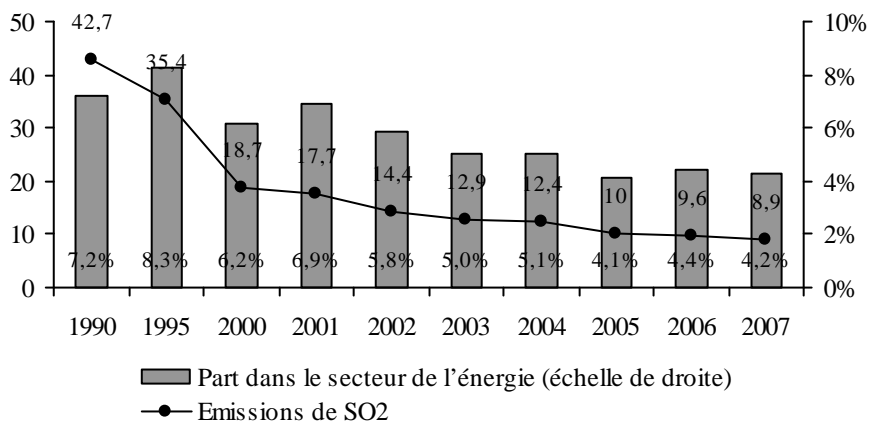
Émissions de CO₂ (Mt) et part dans le secteur de l'énergie (%)



Émissions de NOx (Mt) et part dans le secteur de l'énergie (%)

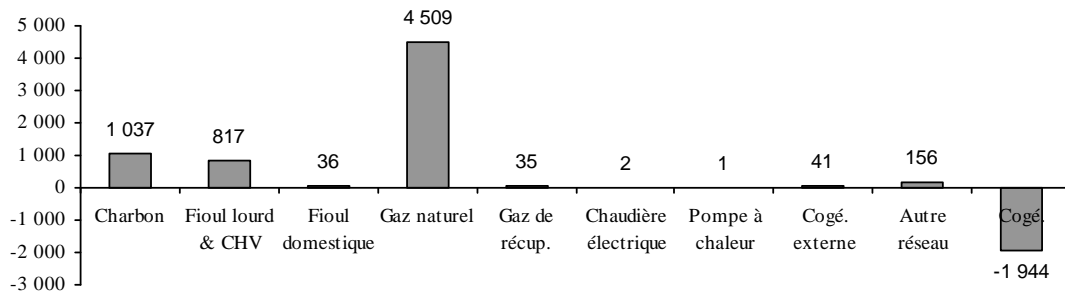


Émissions de SO₂ (Mt) et part dans le secteur de l'énergie (%)



Source : CITEPA / CORALIE / Format Secten

Émissions de CO₂ des réseaux de chaleur par énergie entrante (Ktonnes)



Légende : Les énergies suivantes n'émettent pas de CO₂ : Biomasse, gaz à caractère renouvelable, chaleur industrielle, UIOM, géothermie.

Source : SNCU, Enquête nationale de branche 2007

Des quotas en excédent : effets d'aubaine ou efforts méritoires ?

Le premier PNAQ a permis aux entreprises de gagner de l'argent² : la différence entre le nombre de quotas alloués et la quantité d'émissions de GES a atteint 41 %. Les quotas alloués (23,7 millions de tonnes de CO₂) ont été supérieurs aux émissions (16,8 millions de tonnes de CO₂).

Le PNAQ II s'est traduit par une baisse des allocations de quotas de plus de 25 %. Selon la simulation AMORCE-ADEME, réalisée en 2006 alors que le PNAQ II était en cours de validation, le plan d'allocation aurait entraîné, après une demande de révision à la baisse par la Commission, un déficit de quotas pour 80 % des réseaux. La réalité n'est pas si contraignante : tous les réseaux ont un excédent de quotas. L'évolution effective des émissions est variable d'un réseau à l'autre : entre 2005 et 2008, elle va de la stabilité à la baisse marquée (dans le cas du réseau grenoblois).

² AMORCE, ADEME « Le système d'échange de quotas de CO₂. Impact sur les réseaux de chaleur », décembre 2006. AMORCE : Association des collectivités locales et des professionnels pour une bonne gestion locale des déchets et de l'énergie

Nombre de quotas alloués et quantité d'émissions de GES

	2005	2006	2007	2008	
Dalkia France	Quotas alloués			1 100 308	
	Émissions de GES			974 996	
	Solde de quotas			125 312	
Elyo	Quotas alloués	1 209 601	1 209 601	1 297 226	882 724
	Émissions de GES	892 524	869 232	895 440	824 561
	Solde de quotas	317 077	340 369	401 786	58 163
Compagnie parisienne de chauffage urbain (CPCU)	Quotas alloués	1 489 737	1 489 737	1 489 736	1 230 180
	Émissions de GES	1 061 529	1 198 119	1 121 204	1 095 360
	Solde de quotas	428 208	291 618	368 532	134 820
I dex	Quotas alloués	135 026	138 701	138 700	95 814
	Émissions de GES	109 062	104 844	98 706	90 037
	Solde de quotas	25 964	33 857	39 994	5 777
Compagnie de chauffage intercommunale de l'agglomération grenobloise	Quotas alloués	220 905	220 905	220 905	152 288
	Émissions de GES	172 479	151 518	138 893	116 365
	Solde de quotas	48 426	69 387	82 012	35 923

Source : Registre français des quotas et crédits d'émission de GES, Caisse des dépôts

Un « mix » énergétique de plus en plus orienté vers le gaz naturel

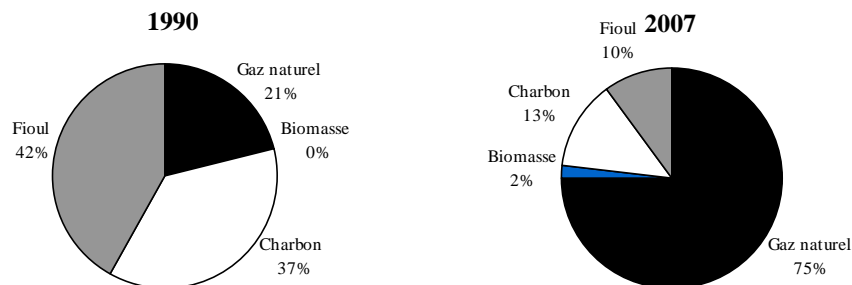
Les enquêtes annuelles de branche du SNCU ne retiennent pas les réseaux qui n'ont qu'un utilisateur lui-même propriétaire du réseau ou de la source de chaleur. En revanche, depuis 2007, elles intègrent les réseaux dont la puissance installée totale est inférieure à 3,5 MW (ceux-ci étaient au nombre de 39 en 2007).

Les installations de plus de 50 kW (environ 1/6^e des installations du secteur) sont recensées individuellement chaque année dans le cadre de l'inventaire GIC³. Ce sous-ensemble représente près de deux tiers de la consommation d'énergie du secteur. En 2007, la quantité d'énergie consommée par les réseaux de chaleur a atteint 3,126 Mtep (36 348 GWh, ≈ 1,7 % du bilan énergétique national⁴).

³ CITEPA, Inventaire des émissions des Grandes Installations de Combustion en France en application de la directive européenne 2001/80/CE, mars 2008.

⁴ Tableau 11A p.17, SNCU, Enquête nationale de branche. En 2007, les réseaux de froid ont, quant à eux, consommé 0,081 Mtep (947 GWh).

Combustibles utilisés dans les installations de chauffage urbain



Source : CITEPA, Rapport CNUCC, mars 2009

Énergies consommées par les réseaux de chaleur

	Hors cogé (GWh)	Par la cogé (GWh)
Énergies fossiles	12 397	15 665
Charbon	2 722	311
Fioul lourd & CHV	2 907	0
Fioul domestique	120	13
Gaz naturel	6 649	15 341
Énergies R&R	6 982	276
Biomasse	412	221
Gaz à car. renouvelable	0	0
Gaz de récupération	122	55
Chaleur industrielle	266	/
UIOM	5 375	/
Géothermie	807	/
Énergies autres	1 028	0
Chaudière électrique	12	/
Pompe à chaleur	30	/
Cogénération externe	200	/
Autre réseau	786	/
TOTAL	20 407	15 941

Source : SNCU, enquête nationale de branche 2007

2. La recherche du bouquet énergétique optimal

Une majorité de réseaux multi-énergie

En 2007, la puissance totale cumulée atteint 18 000 MW, la production annuelle 26 000 GWh. Un tiers de la puissance produite provient d'énergies renouvelables ou de récupération, fréquemment via l'utilisation de la chaleur dite « fatale » des incinérateurs d'ordures ménagères : le chauffage urbain est le premier opérateur d'énergie renouvelable en France, même sans tenir compte de la cinquantaine de petits réseaux (moins de 3,5 kW) qui exploitent généralement de la biomasse.

Bouquet énergétique détaillé des réseaux de chaleur

	Production thermique des réseaux	
	Quantité (GWh)	Part / Total (%)
Énergies fossiles	17 886	69 %
Charbon	2 558	10 %
Fioul lourd & CHV	2 587	10 %
Fioul domestique	113	0 %
Gaz naturel	12 628	49 %
Énergies R&R	7 051	27 %
Biomasse	471	2 %
Gaz à car. renouvelable	0	0 %
Gaz de récupération	131	1 %
Chaleur industrielle	266	1 %
UIOM	5 375	21 %
Géothermie	807	3 %
Énergies autres	1 028	4 %
Chaudière électrique	12	0 %
Pompe à chaleur	30	0 %
Cogénération externe	200	1 %
Autre réseau	786	3 %
TOTAL	25 965	100 %

Source : SNCU, enquête nationale de branche 2007

La plupart des réseaux sont multi-énergie :

- 42 % d'entre eux sont bi-énergie (avant tout fioul lourd et gaz, mais également UIOM et géothermie) et produisent 29 % de la chaleur totale.
- 24 % d'entre eux sont tri ou multi-énergies et produisent 56 % de l'énergie finale.
- 35 % des réseaux sont mono-énergie et produisent 15 % de la chaleur totale.

44 % de l'énergie totale entrante est affectée aux équipements de cogénération des réseaux de chaleur.

Modes d'alimentation des réseaux de chaleur

	Nombre de réseaux		Énergie finale	
	Nombre	%	GWh	%
Une seule énergie	134	34 %	3 3364	15 %
Deux énergies	165	42 %	6 386	29 %
Trois énergies	69	18 %	4 541	21 %
Quatre énergies ou plus	24	6 %	7 857	35 %

Source : SNCU, enquête nationale de branche 2007

Le recours à la biomasse

La biomasse peut fonctionner à partir de plusieurs combustibles : le bois (volumes de bois restant sur coupe : les rémanents), les déchets industriels banals (DIB), les déchets agricoles (paille, farines animales, comme à Grenoble). En amont, tout projet de centrale à biomasse nécessite de mettre en place une filière pérenne, à un prix acceptable, compatible avec les caractéristiques techniques des chaudières.

Pour les chaudières à bois, la technologie est proche des chaudières à charbon : il s'agit d'un combustible solide nécessitant des opérations de transport, de stockage, de manutention. À énergie égale, le pouvoir calorifique du bois est moins important et les plaquettes de bois prennent plus de place à stocker que le charbon. La conception de la chaudière à bois est plus élaborée : combustion, fluidification, répartition d'air, traitement de fumée + produits de traitement (bicarbonate de soude pour le soufre et urée pour le Nox), résidus de traitements de fumées à extraire et à évacuer par camion (ceux-ci peuvent éventuellement être valorisés, notamment en comblant les carrières). Le

traitement des fumées (Nox et poussières) se rapproche quant à lui des techniques d'incinération : désulfurisation de la chaudière, dénoxydation catalytique, filtres à manche. En comparaison, le fonctionnement des centrales au fioul lourd et au gaz coûte moins cher : combustibles liquides (pas besoin de transformation), pas de stockage, pas de manutention, pas de système mécanique complexe : les brûleurs crachent des flammes.

Le coût de l'investissement d'une chaufferie au bois peut constituer un obstacle au développement de l'usage de cette source. Une chaufferie à bois ou une chaufferie mixte bois-charbon-autres combustibles solides coûte 5 à 6 fois plus cher qu'une chaudière de même puissance au gaz ou au fioul (notamment à cause des traitements de fumée) : 500 euros par KW de puissance contre 100. La chaudière à charbon est un peu moins chère. Le coût d'usage est donc très dépendant de la *durée de fonctionnement de la chaudière* (rapport entre la quantité produite chaque année et la puissance nominale). Selon le rapport Prévot⁵, les rendements de chaudière sont de 80 % pour une chaudière au charbon ou au bois, de 85 ou 90 % pour une chaudière au fioul ou au gaz. Une chaudière au bois tournant plus de 5 000 heures par an est très performante. Un tel fonctionnement est possible dans des zones d'activité ou, en chauffage urbain, si l'on chauffe, l'été, des piscines, des hôpitaux, des entreprises ou encore pour faire du froid. Une « durée » de 2 500 heures par an est courante. En revanche, en dessous de 2 000 heures, la capacité de la chaudière est sans doute excessive et les coûts s'en ressentent durement. Cette situation explique les réticences à utiliser la biomasse et les autres énergies renouvelables sur la « troisième tranche » (cf. partie 4.4 sur le cas de la CPCU)

Toutefois, un des intérêts du bois vient de la possibilité d'adapter la taille des chaufferies à des réseaux plus petits. Il y a donc un *réel potentiel de développement du chauffage urbain dans des zones peu urbanisées à partir des bâtiments publics* (mairie, école, salle des fêtes, hôpital, équipements sportifs, maison de retraite, etc.) *assurant une durée de fonctionnement importante de la chaudière tout au long de l'année* (encadré).

⁵ Henri Prévot, « Les réseaux de chaleur », Rapport pour le Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie, mars 2006.

La création de chaufferies au bois servant à alimenter des réseaux de chaleur représente plusieurs points positifs :

1. les réseaux de chaleur sont peu développés en milieu rural (voir tableau « Les réseaux de chaleur et de froid en région »).
2. un approvisionnement privilégié par un accès facile au bois local qui permet de soutenir la filière bois.
3. des prix stables.
4. le dépassement de la contradiction entre intérêt de court terme (énergies fossiles) et intérêt de long terme (stabilité des prix, réduction des GES) peut être dépassée par l'attention des collectivités locales à leur intérêt de long terme et l'absence, pour l'instant, de délégation de service.

**Une relance de la filière bois par les réseaux de chaleur ?
L'exemple de la Picardie**

Confrontée à une crise de sa filière bois (les papeteries Seica et M-Réal n'utilisent plus de bois mais des pâtes fabriquées à partir de vieux papiers, pour partie importées de l'étranger), la région Picardie voit dans les réseaux de chaleur une alternative économique pour la région.

L'exemple de la chaufferie au bois de Mondidier (6 200 habitants) qui alimente depuis 2008 un réseau de chaleur, lequel couvre 85 % des besoins de chauffage et d'eau chaude sanitaire des établissements publics, pour une puissance de 1 500 KWh qui consomme 2 000 tonnes de bois énergie par an, n'est pas étranger à la mobilisation des acteurs locaux.

Ainsi la région Picardie, les départements de l'Aisne, de l'Oise, de la Somme et l'ADEME ont mobilisé une cinquantaine d'actionnaires privés de la filière bois pour créer Picardie énergie bois, une société coopérative d'intérêt collectif dont le but est de développer des réseaux de chaleur dans la région. Sa mission consiste à structurer l'approvisionnement, c'est-à-dire à garantir aux détenteurs des chaufferies bois la livraison du combustible quel que soit le volume de la commande, une bonne qualité de bois, un engagement à long terme, et un prix stable, indépendant de l'évolution des tarifs des énergies fossiles.

La Picardie compte 5 réseaux de chaleur en fonctionnement. Une vingtaine devraient voir le jour d'ici 2015, sous l'impulsion des communes, pour un coût de 100 millions d'euros, ce qui entraînerait une consommation de

120 000 tonnes de bois énergie par an et permettrait la création de 150 emplois locaux.

Un obstacle est constitué par l'assimilation, ou non, de la biomasse à de l'incinération, question non résolue. Cette question se pose pour le bois, et sans doute davantage pour certains déchets comme les boues de station d'épuration. La CPCU a essayé les boues de station d'épuration à Saint-Ouen. L'essai s'est révélé concluant mais l'administration les a assimilées à une incinération de déchets et a exigé une installation agréée.

3. Un petit nombre d'acteurs, concurrencés par les autres modes de chauffage

Un duopole imparfait à l'échelle nationale

En 2007, il existe 412 réseaux de chaleur comprenant 612 installations⁶. Près de 60% de la chaleur livrée, soit 1 200 ktep (13 920 GWh), vont au résidentiel. Le reste est essentiellement destiné au secteur tertiaire (36 %), puis à l'industrie (6 %).

Livraison de chaleur ou de froid par les réseaux

	GWh	%
Tertiaire	8 339	36 %
Santé	1 416	6 %
Enseignement	1 941	8 %
Tertiaire autre	4 982	22 %
Résidentiel	13 149	57 %
Industrie	1 424	6 %
Autre	203	1 %

Source : SNCU, enquête nationale de branche 2007

⁶ Il existe également 13 réseaux de froid comprenant 21 installations.

Les réseaux de chaleur alimentent surtout les grands quartiers d'habitat dense en périphérie des villes. Sur un nombre total de résidences principales de 24,5 millions (dont 10,6 millions en immeubles collectifs), ils desservent deux millions d'équivalent-logements⁷, dont 1,2 million de logements, contre 1,022 million en 2002 et 1,028 en 1990⁸. Ces logements sont pour plus de la moitié des logements sociaux ; un tiers de la chaleur vendue par les réseaux de chaleur dessert des logements sociaux ; 17 % de ces derniers sont alimentés par ces réseaux. *Le potentiel de développement des réseaux de chaleur est très important, à condition qu'ils soient moins chers que les autres modes de chauffage individuel ou collectif (cf. infra).*

Deux entreprises assurent 85 % de la puissance installée des réseaux de chaleur et 83 % de celle des réseaux de froid⁹ :

- Cofely (GDF Suez) : fusion de Cofathec (filiale de Gaz de France), 6 réseaux, et d'Elyo (Suez Lyonnaise des Eaux), 109 réseaux, correspondant à une puissance installée de 9 000 MW, soit 46,5 % de la puissance installée en France. Le réseau de la Ville de Paris (Compagnie Parisienne de Chauffage urbain) représente à lui seul 1/3 de la puissance totale exploitée par Elyo. Elyo exploite également deux réseaux de froid : Paris (Société CLIMESPACE) et Monaco (SPEG).

- Dalkia (groupe Vivendi) exploite 174 réseaux de chaleur représentant une puissance installée de 7 433 MW, soit 38,5 % de la puissance installée en France. Dalkia est présente dans le secteur de la climatisation urbaine, via CLIMADEF (la Société de Climatisation Interurbaine de la Défense), PRODITH (Société Production et Distribution Thermique) à Lyon, SUCLIM (Service Urbain de Climatisation des Hauts-de-Seine) à Courbevoie.

- Les autres : Soccram exploite 22 réseaux (6 % de la puissance totale installée en France), Idex 12 réseaux de chaleur.

Selon la FG3E, Paris accueille le plus vaste et le plus puissant réseau de chaleur en France : 25 % des habitations parisiennes, 960 km de

⁷ Unité de mesure conventionnelle utilisée par la filière qui traduit le fait qu'un même réseau dessert indifféremment des habitations, des bureaux, des bâtiments publics.

⁸ Source : « données et chiffres clés » de l'Observatoire de l'énergie, citée par Henri Prévot, « Les réseaux de chaleur », Conseil général des Mines, rapport au ministre de l'industrie, 29 mars 2006.

⁹ Note sur le chauffage urbain en France, Service public 2000, 16 décembre 2002.

conduites (450 km au départ des chaufferies et 410 km de retour), distribuant près de 6 millions de MWh (6 TWh), produits pour moitié par les usines d'incinération, et le reste par les chaufferies conventionnelles de CPCU (Compagnie Parisienne du Chauffage Urbain). C'est le seul réseau français où la chaleur est transportée sous forme de vapeur.

Une pluralité de modes de gestion

Le secteur du chauffage urbain n'est pas soumis à la concurrence étrangère. Les réseaux sont gérés par des entreprises locales qui appartiennent à des filiales de groupes et qui ont une situation de monopole le temps de l'exploitation du réseau.

Il existe différents modes de gestion, dont les trois principaux sont :

- La concession de service public : prise en charge par le concessionnaire des frais d'exploitation, d'entretien courant et des investissements. Le concessionnaire se rémunère directement auprès de l'utilisateur par une redevance fixée dans le contrat de concession, révisable selon une formule de variation proposée dans le contrat et utilisant les principaux indices publiés par l'INSEE. La collectivité délégataire est souvent dégagée de toute charge financière d'investissement. En contrepartie, elle doit accepter une durée de concession généralement plus longue que l'affermage (de 15 à 20 ans : la durée maximale est désormais fixée à 20 ans par la loi).

- Le contrat d'exploitation (contrat par lequel la personne publique confie à une entreprise une mission relative à l'exploitation du réseau).

- L'affermage : La collectivité délégataire assure les investissements, la société qui assure l'exploitation (le fermier) supporte les frais d'exploitation et d'entretien courant. L'exploitant se rémunère directement auprès de l'utilisateur par un prix convenu à l'avance dans le contrat d'affermage, révisable selon une formule inscrite dans le contrat et utilisant les principaux indices de l'INSEE. Pour couvrir les investissements nécessaires au maintien du patrimoine, la collectivité vote chaque année une part du tarif qui lui reviendra (la « surtaxe »). Le fermier est chargé de recouvrer cette part auprès de l'abonné et de la restituer à la collectivité dans un délai court fixé par le contrat (entre trois et six mois).

Mode de gestion des réseaux de chaleur en 2007

	Nombre de réseaux		Énergie finale	
	Nombre	%	GWh	%
Concession	149	36	13 647	61
Affermage	75	18	4 488	20
Régie publique	54	13	867	4
Réseau privé en exploitation directe	14	3	425	2
Réseau sous contrat d'exploitation	120	29	2 817	13

Source : Enquête annuelle de branche sur les réseaux de chaleur et de froid, 2007

La concurrence du chauffage collectif et individuel

Les concurrents des réseaux de chaleur sont le chauffage individuel au gaz ou à l'électricité et le chauffage collectif au gaz ou au fioul.

En 2006, le rapport Prévot a repris les résultats d'une étude d'Amorce d'avril 2004 sur la comparaison entre chauffage urbain, chauffage collectif et chauffage individuel. Il en ressort que, à l'exception des UIOM, les réseaux de chaleur coûtent plus cher que le chauffage collectif ou individuel au gaz. Les dépenses pour les modes de chauffage collectif les moins chers s'élèvent à 868 euros annuels par logement pour le gaz dans les villes desservies, 1 009 euros pour le fioul dans les autres. Pour autant, la plupart des nouvelles installations sont des chauffages individuels, au gaz (pour un coût de 980 euros par an) ou à l'électricité (pour un coût de 1 065 euros par an). Le coût du chauffage urbain est du même ordre que celui du chauffage collectif au fioul ou individuel à l'électricité.

Coût par logement de la chaleur des réseaux urbains selon l'énergie utilisée

Dépenses par logement hors TVA	Charbon fioul	UIOM 1	UIOM 2 Cogén.2	Cogéné. 2	Géotherm.	Biomasse 1	Biomasse 2
Coût chaudière principale	300				1150	500	650
Coût de l'énergie/MWh	17,6	9	15	32		15	15
Durée de fonctionn.t	2500	2500	2500	2500	4000	2500	2500
Pose du réseau €/mètre	1000	1000	1000	1000	1000	1000	300
Nbre de logements/km	1000	1000	1000	1000	1000	1000	300
Coût par MWh livré	62,8	39,4	46,5	62	52	64	70,2
Facture annuelle/logement	766	480	567	753	633	780	841
Dép. internes à l'immeuble	335	335	335	335	335	335	335
Coût total par logement	1101	815	902	1088	968	1115	1176

Source : Henri Prévot¹⁰

Il faut cependant préciser que les tarifs des réseaux de chaleur peuvent être sensiblement différents de ces coûts pour plusieurs raisons :

- Le prix de l'énergie de base est différent de celui retenu dans le rapport¹¹.

- Tous les réseaux ne facturent pas au même niveau les dépenses de gros entretien : elles peuvent différer de l'hypothèse du rapport (4 % de la valeur neuve).

- Les dépenses de réseau, les taux d'utilisation des chaudières, etc., peuvent être très différents d'un réseau à l'autre.

- Les prix fournis ici sont des prix hors TVA. La prise en compte de la TVA fait diverger ces prix car tous les modes de chauffage n'ont pas le même régime de TVA.

Une enquête plus récente donne le prix de vente TTC en 2006. Depuis 2006, la TVA pour les réseaux de chaleur au bois est de 5,5 %.

¹⁰ Henri Prévot, « Les réseaux de chaleur », *op. cit.*

¹¹ Le prix du gaz et du fioul a notamment été établi à partir d'un prix du pétrole à 50 dollars le baril.

Prix de vente de la chaleur en France en 2006

(facture totale moyenne, euros TTC/an)

Individuel électrique	1 114
Collectif fioul domestique	1 003
Individuel gaz	864
Réseau de chaleur R2 à 5,5 %	805
Réseau de chaleur R1+R2 à 5,5 %	744
Collectif gaz	714

Légende : La facture est souvent binomiale. Le R1 est exprimé en euros/MWh ; c'est le coût de l'énergie. Le R2 prend en compte la fourniture d'électricité et les charges d'exploitation, il s'exprime selon la puissance souscrite ou selon la surface du logement. S'y ajoute parfois une «surtaxe» soit pour permettre à la collectivité de rembourser ses investissements dans le cas de l'affermage, soit pour l'amortissement des travaux.

Source : AMORCE, enquête prix de vente de la chaleur 2006

Ces comparaisons sont-elles remises en cause par la prise en compte du coût des émissions de CO₂ ? Le rapport Prévot montre que les réseaux de chaleur deviennent compétitifs dès lors que la tonne de carbone est taxée entre 100 et 300 euros.

4. Grenelle Environnement : des objectifs discutés

La directive sur les énergies renouvelables (EnR), adoptée dans le cadre du paquet énergie climat, prévoit de porter en 2020 à 20 % la part des EnR dans la consommation d'énergie finale. Pour y parvenir, la directive fixe des objectifs au niveau de chacun des États membres. Pour la France, l'objectif est de 23 %.

Le Grenelle Environnement prévoit 20 Mtep supplémentaires à l'horizon 2020 en matière d'énergies renouvelables, dont 10 Mtep de chaleur renouvelable, parmi laquelle le bois représente 7,2 Mtep.

Secteur renouvelable	Situation en 2006	Objectif 2020	Croissance
Chaleur	9,6 Mtep	19,7 Mtep	+ 10 Mtep
<i>Bois (chauffage domestique)</i>	7,4 Mtep (5,7 millions d'appareils)	7,4 Mtep (9 millions d'appareils)	-
<i>Bois et déchets (collectif/tertiaire/industrie)</i>	1,8 Mtep	9 Mtep	+ 7,2 Mtep
<i>Solaire thermique, PAC et géothermie</i>	0,4 Mtep (200 000 logements)	3,2 Mtep (6 000 000 logements)	+ 2,8 Mtep
Electricité	5,6 Mtep	12,6 Mtep	+ 7 Mtep
<i>Hydraulique</i>	5,2 Mtep (25 000 MW)	5,8 Mtep (27 500 MW)	+ 0,6 Mtep
<i>Biomasse</i>	0,2 Mtep (350 MW)	1,4 Mtep (2 300 MW)	+ 1,2 Mtep
<i>Eolien</i>	0,2 Mtep (600 MW (2000 éoliennes))	5 Mtep (25 000 MW (8000 éoliennes))	+ 4,8 Mtep
<i>Solaire photovoltaïque</i>	0	0,4 Mtep (5 400 MW)	+ 0,4 Mtep
Biocarburants	0,7 Mtep	4 Mtep	+ 3,3 Mtep
TOTAL	~ 16 Mtep	~ 36 Mtep	+ 20 Mtep

Source : Rapport du COMOP10

Concernant plus spécifiquement les réseaux de chaleur, le volume de renouvelables à mobiliser devrait atteindre 3,2 Mtep en 2020 (biomasse : 1 200 ktep, géothermie profonde : 500 ktep, part ENR des UIOM et bois DIB : 900 ktep, biogaz : 555 ktep)¹².

En 2007, un tiers de la puissance produite provient d'énergies renouvelables et de récupération (EnR&R) : déchets, biomasse, géothermie. Sachant que le taux de recours des réseaux de chaleur aux énergies renouvelables est très variable d'une région à l'autre, que la géothermie est une énergie « d'appoint »¹³, que le potentiel de développement des

¹² COMOP 10.

¹³ Cette technologie est par ailleurs quasi-totalement automatisée. Excepté la phase de construction de la centrale, la géothermie n'engendre donc pas de création d'emplois significative.

usines d'incinération des ordures ménagères est limité¹⁴, et que le bois permet d'adapter la taille des chaufferies à des réseaux plus petits, les marges de manœuvre pour augmenter la part des EnR dans le mix énergétique se situent donc du côté de la biomasse. La biomasse peut fonctionner à partir de bois et de déchets agricoles (paille, farines animales).

La ressource bois est-elle suffisante pour atteindre ces objectifs ?

Comme il convient d'éviter les conflits d'usage avec les papetiers, deux problèmes se posent : la quantité et le prix.

La quantité

La croissance de 7,2 Mtep de chaleur renouvelable issue des bois et déchets correspond à un objectif de production de 9 Mtep à l'horizon 2020. Selon la DGEC, cet objectif est crédible et atteignable. En revanche, selon le ministère de l'agriculture, en pratique, les ressources n'excéderaient pas 4 Mtep.

Trois types de bois peuvent être utilisés comme combustibles par les chaudières à bois : le bois sur pied, les rémanents (bois restant sur coupe), les déchets industriels banals (DIB).

Un des moyens permettant une utilisation accrue de la ressource bois consiste à mieux utiliser les bois déchets. Il en existe trois catégories :

- Bois de classe A (liste verte) : bois propres non souillés (palettes, caisses, caquettes, etc.).
- Bois de classe B (liste orange) : bois faiblement adjuvantés (colles, vernis, peintures, etc.) provenant des panneaux de process ou de démolition (bois de chantier, logistique, ameublement). Actuellement ce type de bois en fin de vie n'est pas valorisé : mis en décharge et brûlé, il dégage des émissions de méthane. Sa valorisation a un coût non négligeable, principalement dû à la préparation du déchet avant valorisation : tri, broyage, etc.

¹⁴ Cette situation s'explique par l'application depuis le 28 décembre 2005 de la directive européenne 2000/76/CE du 4 décembre 2000 - laquelle a renforcé les mesures de sécurité dans les installations existantes et contraint à la fermeture les UIOM qui ne respectaient pas ces nouvelles normes -, ainsi que par les conflits que suscite généralement tout nouveau projet d'implantation.

- Bois de classe C (liste rouge) : bois créosotés ou imprégnés de sels métalliques (traverses de chemin de fer, poteaux télécoms). Considérés comme des déchets dangereux, ils doivent suivre les filières agréées de traitement.

La valorisation des déchets agricoles pourrait constituer une autre ressource supplémentaire. Selon Henri Prévot, une partie des 40 millions de tonnes de paille, produites sans être utilisées ni en élevage ni en enfouissement, serait utilisable et pourrait fournir 2 ou 3 Mtep¹⁵.

Enfin, la mobilisation du bois sur pied pourrait également être engagée, consécutivement à la mise en place de dispositifs incitatifs.

De la sorte, il n'y aurait pas de risque de pénurie de la ressource. Pour autant, il apparaît nécessaire de structurer la filière. Plusieurs mesures ont été proposées par le rapport Prévot, parmi lesquelles la création de fonds de développement de la sylviculture, l'instauration d'un financement des opérations de sylviculture pas des avances ou des prêts remboursables à terme, etc.

Le prix

Une des conditions du développement du bois est la stabilité de son prix de vente.

Le prix du bois sur pied n'est pas très élevé. Pour garantir le développement des chaudières à bois, il ne devrait pas suivre le prix du pétrole et être déconnecté de celui des énergies fossiles (voir *infra*).

Selon le président de la Fédération des services énergie environnement (FEDENE), il devrait être géré en *fonction du coût de sa constitution et de la main d'œuvre et évoluer plus ou moins comme l'inflation*. Cette stabilité du prix s'apparente à un prix réglementé. Toutefois, d'autres moyens permettraient d'atteindre ce résultat : des accords entre professions et pouvoirs publics permettraient de parvenir à une norme de comportement. Dans la mesure où une succession importante de professions intervient dans la filière du bois, ces accords assureraient un engagement réciproque de déconnexion.

¹⁵ Henri Prévot, « Les réseaux de chaleur », Rapport pour le Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie, mars 2006.

La traduction de ces objectifs en termes de mix énergétique

Ces objectifs se traduiraient par une augmentation de la part des EnR dans le mix énergétique. Celle-ci passerait de 30 % en 2012 à 94 % en 2020.

Taux de pénétration des EnR dans les réseaux de chaleur

	2012	2020
Biomasse	9 %	36 %
Déchets	14 %	27 %
Géothermie	6 %	15 %
Biogaz	2 %	16 %
Total EnR	30 %	94 %

Source : PPI Chaleur 2009-2020

Ce taux de pénétration de 94 % est contesté par la profession, notamment par la FEDENE : il serait inatteignable en raison du fonctionnement en tranches des réseaux¹⁶. Le SNCU interprète ces chiffres différemment : ceux-ci devraient être compris à réseaux constants. Il y aurait en quelque sorte un malentendu et les objectifs devraient plutôt être les suivants : 50 % d'EnR d'ici 2020 et quasi-doublement des réseaux¹⁷. Cette extension serait facilitée par la baisse des consommations unitaires des bâtiments, induite par les progrès d'efficacité énergétique.

Pourtant, la PPI chaleur prévoit un quasi-doublement du nombre de logements raccordés. Autrement dit, *elle prend en compte l'extension des réseaux*.

¹⁶ Voir encadré.

¹⁷ Ce point a été confirmé au cours d'un entretien par le président de la FEDENE.

Évolution du nombre de logements raccordés à des réseaux de chaleur

Millions	2005	2012	2020
Équivalents logement raccordés	2,0	2,3	3,8
dont résidences principales	1,0	1,3	2,5
dont bâtiments tertiaires	1,0	1,0	1,3
dont inputs EnR & déchets	0,5	0,7	3,6

Source : PPI Chaleur 2009-2020

Elle accepte la réserve des professionnels sur la part des EnR à atteindre dans les réseaux, mais précise que si cette dernière devait être de 50 % « l'atteinte des objectifs sur les renouvelables via les réseaux de chaleur impose alors de quadrupler le nombre de raccordements, et donc de passer à 8 millions d'équivalent-logements raccordés en 2020 ». Soit une multiplication par quatre du nombre de logements raccordés.

Les objectifs à atteindre ne sont donc pas unanimement reconnus.

5. Scénarios de développement des réseaux de chaleur

Le faible impact de la crise

L'évolution du secteur du chauffage urbain est largement indépendante de celle de la croissance. La crise économique n'a donc pas de conséquences majeures sur le secteur. Elle n'engendre pas de diminution de la demande concernant les capacités existantes. Mais certains projets d'extension des réseaux sont éventuellement ralentis à cause de la morosité de la conjoncture immobilière (programmes de logements et de bureaux). Le raisonnement qui suit suppose que l'évolution du secteur n'est influencée que par les politiques publiques. Ce choix est d'autant plus justifié que ce sont elles qui ont conduit au développement du chauffage urbain dans les pays qui y ont le plus recours.

Parts de marché des réseaux de chaleur dans les différents modes de chauffage en Europe

Islande	95 %		Finlande	60 %
Estonie	52 %		Pologne	52 %
Danemark	55 %		Suède	45 %
Slovaquie	40 %		Hongrie	16 %
Autriche	14 %		Allemagne (90 000 Gwhv)	13 %
France	6 %		Pays-Bas	3 %
Royaume-Uni	1 %		Italie	1 %

Source : Yann Orémus¹⁸

Une évolution influencée par les règles et les comportements

Plusieurs facteurs peuvent freiner le développement des réseaux de chaleur :

- Au niveau des logements, à mesure que ceux-ci vont devenir *plus économes en énergie*, les puissances souscrites et installées vont diminuer. *L'individualisation des charges* (installation des compteurs dans chaque logement), qui se développe pour les autres modes de chauffage collectif, pourrait également entraîner une diminution de la consommation d'énergie (- 15 % au Danemark).

- La variété des modes de gestion des réseaux soulève des interrogations : la concession est-elle une forme de délégation satisfaisante ?¹⁹ Comment garantir un entretien satisfaisant du réseau et s'assurer d'un contrôle performant ?

La Cour des comptes a ainsi observé une dégradation du réseau parisien qui se traduit par une augmentation des sinistres (des fuites dans la plupart des cas) sur le réseau de retour d'eau (129 en 2006 contre 89 en 2001), mais également sur le réseau vapeur (20 en 2006, 18 en 2001), ce malgré la mise en œuvre par la CPCU d'un plan de sécurisation, puis d'un plan de maintenance. En une dizaine d'années, les restitutions d'eau aux usines de production sont passées de 63 % à moins de 45 %, ce qui

¹⁸ Yann Orémus, « Les réseaux de chaleur », Rencontre régionale réseaux de chaleur bois-énergie en Pays de la Loire, 16 mai 2008.

¹⁹ Cf. Cour des comptes, « Le service public de chauffage urbain de la ville de Paris », in Rapport public annuel de la Cour des comptes, La Documentation française, 2009, pp. 315-346.

signifie que plus de la moitié du volume d'eau injecté dans le réseau sous forme de vapeur est perdue²⁰.

- L'absence de possibilité d'arbitrage pour le consommateur est contraignante : si l'immeuble est raccordé au réseau, il ne peut choisir un autre mode de chauffage. A contrario, il est difficile pour un petit syndic d'obtenir un raccordement car la décision de raccordement nécessite un accord de 75 % des votants. A cela s'ajoutent des incohérences administratives : il est impossible pour les usagers d'accéder au tarif social du gaz si leur résidence est raccordée à un chauffage urbain, même si celui-ci utilise une chaudière à gaz.

- La répercussion, par le bailleur social, sur le locataire de l'intégralité de la facture reçue par le gestionnaire soulève la question des charges récupérables : normalement tout ce qui relève de l'investissement, de l'amortissement et du gros entretien est à la charge du propriétaire. De même, l'individualisation des charges relève du bailleur. Il en résulte une mauvaise image des fournisseurs de chaleur auprès des clients : facturation incompréhensible, engagements contractuels trop longs.

- Le freinage éventuel des investissements par les modes de gestion : dans le cas de la concession, où le concessionnaire prend en charge les investissements, l'arrivée à échéance du contrat d'exploitation peut entraîner un report des investissements. La solution est alors la dénonciation puis le prolongement de la concession afin de permettre l'investissement (ex : CPCU). L'exemple de la mise aux normes des incinérateurs est éclairant : seules les concessions ont effectué les investissements (investissements trop lourds pour les communes).

Contextes de développement des chaufferies bois

Tout type de chaufferie peut être mis en place dans trois contextes différents : sur des réseaux existants, en extension de réseau ou en substitution d'une énergie fossile, ou lors de la création de réseaux de chaleur. Le contexte d'installation dépend de la taille des chaufferies bois²¹ :

²⁰ *Ibid.*, p. 322.

²¹ « Les réseaux de chaleur au bois », Rapport d'enquête réalisé en 2007 par la Commission 5 du CIBE, mars 2008. L'enquête porte sur les réseaux de chaleur, dont au moins l'une des chaufferies utilise du bois comme combustible, vendant l'énergie à au moins un usager distinct du maître d'ouvrage de la chaufferie. L'enquête comptabilise ainsi 91 réseaux de

- Les chaufferies d'au moins 3 MW (représentant 20 % des chaufferies bois et 75 % de la chaleur distribuée par réseau bois) : dans 25 % des cas, elles sont installées lors de la création de réseaux. Pour le reste, elles le sont sur des réseaux existants :

- Dans 50 % des cas, l'installation d'une chaufferie bois vient en substitution d'une énergie fossile en base : gaz, charbon, plus rarement fioul. Cette situation concerne exclusivement des chaufferies bois de plus de 3 MW. *La contribution de ces projets en termes de tep substitués ou évités est très importante.*

- Dans 25 % des cas, l'installation d'une chaufferie bois vise à étendre le réseau.

- Les chaufferies de moins de 3 MW (parmi lesquelles celles ayant une puissance inférieure à 1,5 MW représentent près des deux tiers des chaufferies bois et 10 % de la chaleur produite par réseau bois) : pour la quasi-totalité d'entre elles, l'installation a lieu lors de la création de réseaux de chaleur.

Création de réseau de chaleur, extension, substitution à des énergies fossiles

Taille de la chaufferie		< 3 MW	> 3 MW	Total
Réseaux existants	extension	0 %	25 %	13 %
	substitution	0 %	50 %	15 %
Créations de réseaux		100 %	25 %	72 %
Taxation du CO2		Taxe carbone	< 20 MW Taxe carbone > 20 MW ETS	Taxe ETS carbone

Champ : Enquête du CIBE de 2007 sur les réseaux de chaleur au bois, parc de chaufferies existant

Source : CIBE

chaleur en fonctionnement alors que les sources ADEME ont recensé environ 400 chaufferies bois (avec réseaux de distribution de plus de 100 mètres) financées. Le questionnaire élaboré par la Commission 5 du CIBE a été envoyé à l'ensemble des maîtres d'ouvrage des réseaux identifiés. 49 d'entre eux ont répondu. L'enquête examine ces 49 réseaux, et, pour une partie des données, les 21 réseaux de chaleur bois qui avaient répondu à l'enquête 2005 mais qui ne l'ont pas fait en 2007. Au total, elle porte sur 70 réseaux de chaleur.

Aucune évaluation du nombre de projets d'installation de chaufferie bois lors de la création de réseaux n'existe. En revanche, des scénarios de développement de chaufferie bois ont été élaborés sur les réseaux de chaleur existants.

Scénarios sur les réseaux de chaleur existants

Chaufferie bois en substitution d'une énergie fossile

Le bois ne peut se substituer qu'à une énergie fossile fonctionnant en base pour deux raisons :

- Une énergie fossile en appoint est nécessaire pour maintenir un fonctionnement en tranches.
- La taille d'une chaudière d'appoint doit être suffisante pour prendre la relève en cas de panne. Elle ne peut donc pas être une chaudière à bois car elle serait surdimensionnée par rapport au nombre d'heures de fonctionnement qui serait nécessaire pour que celle-ci soit rentable.

La plupart des réseaux fonctionne avec UIOM ou gaz en base. Étant donné que les mix énergétiques des différents réseaux ne font pas la distinction entre le gaz utilisé pour la cogénération et le gaz hors cogénération, il n'est pas possible de recenser les projets potentiels à partir de l'annuaire des réseaux de chaleur et de froid. Par conséquent, seuls les projets de substitution ou de complément du bois à la cogénération gaz prévus par le CIBE sont retenus. Dans le bouquet énergétique, la part du gaz utilisé pour la cogénération est supérieure à celle du gaz hors cogénération.

Bouquet énergétique détaillé des réseaux de chaleur en 2005 et 2008

	Production thermique des réseaux		
	Quantité (GWh)		Part / Total (%)
	2005	2008	2008
ÉNERGIES FOSSILES	20 987	18 333	67 %
Charbon	2 849	2 759	10 %
Fioul lourd & CHV	3 603	1 939	7 %
Fioul domestique	191	115	0 %
Gaz naturel	14 343	13 521	49 %
<i>Hors cogé</i>		4 431	16 %
<i>Cogé</i>		9 090	33 %
ÉNERGIES R&R	7 611	7 832	29 %
Biomasse	303	687	3 %
Gaz de récupération	182	138	1 %
Chaleur industrielle	651	330	1 %
UIOM	5 496	5 808	21 %
Géothermie	979	869	3 %
ÉNERGIES AUTRES	783	1 187	4 %
Chaudière électrique	22	30	0 %
Pompe à chaleur	5	38	0 %
Cogénération externe	0	253	1 %
Autre réseau	755	866	3 %
TOTAL	29 381	27 352	100 %

Source : SNCU, enquête nationale de branche 2008

Deux scénarios ont été élaborés par le CIBE²² : le développement d'une centrale biomasse sur les réseaux ayant une cogénération gaz, puis sur ceux ayant une UIOM, se traduisant par une augmentation de la part des EnR à réseau constant ou, en d'autres termes, par une substitution du bois à une énergie fossile en appoint.

Les critères de validation du projet sont les suivants : la chaufferie bois doit faire plus de 1,5 MW et fonctionner plus de 2 000 heures par an.

²² « Note sur les opportunités de développement du bois-énergie sur les réseaux de chaleur avec cogénération ou récupération sur UIOM », CIBE, Note AMORCE, série technique RCT29, décembre 2008, révisée en mars 2009.

Développement de la biomasse sur les réseaux équipés de cogénération au gaz

Les contrats d'achat de l'électricité ont été conclus pour 12 ans. Les installations mises en service entre 1992 et 2006 arrivent ainsi à échéance d'obligation d'achat entre 2004 et 2018. Environ 200 réseaux de chaleur sont concernés en France, la production thermique par cogénération représentant 26 % de leur bouquet énergétique. En termes de puissance électrique, les trois quarts de la puissance installée arriveront à échéance contractuelle entre 2010 et 2014. Ces centrales seront probablement pour une grande part maintenues en service²³. Dès lors, deux situations sont envisageables : maintien (rénovation à l'identique) ou réduction (rénovation partielle) de la cogénération. L'installation des chaufferies bois interviendra dans ces deux contextes.

- Rénovation à l'identique de la cogénération + chaufferie bois en complément

Une chaufferie bois est envisageable en complément, fonctionnant en seconde base en hiver et en première base quand la cogénération est à l'arrêt. Le projet bois est considéré comme pertinent si le taux de couverture par les énergies renouvelables et la cogénération peut atteindre 85 %.

Le CIBE recense ainsi 47 projets potentiels, avec des chaufferies bois d'une puissance comprise entre 1,5 MW et 30 MW. Le potentiel total de fourniture d'énergie par ces chaufferies est de 1,5 TWh par an. 15 de ces projets permettent d'atteindre le seuil de 50 % d'EnR, même avec une chaufferie bois en seconde base après la cogénération²⁴.

- Rénovation partielle de la cogénération + chaufferie bois permettant d'atteindre 60 % d'EnR

Deux hypothèses de réduction de la capacité de cogénération sont envisagées :

- Une réduction de 66 % (rénovation d'un moteur sur trois) : 125 projets potentiels avec des chaufferies comprises entre 1,5 et 22 MW représentant 3,5 TWh de fourniture de chaleur par le bois sont recensés.

²³ Un arrêt de la cogénération peut tout à fait être décidé par certains réseaux de chaleur. Mais le CIBE précise que, dans une approche macroscopique, ce scénario ne peut être retenu en raison de la place importante de la cogénération dans le bouquet énergétique de la production d'électricité en France et en Europe.

²⁴ Pour 7 de ces projets, le bois, en complément de la cogénération, permet de dépasser le seuil de 60 % d'énergies renouvelables.

S'ils se réalisaient, la réduction de production par la cogénération serait de 1,3 TWh par an.

- Une réduction de 50 % (rénovation d'un moteur sur deux) : une cinquantaine de projets potentiels représentant 1,8 TWh de fourniture de chaleur par le bois sont recensés. S'ils se réalisaient, la réduction de production par la cogénération serait de 0,4 TWh par an.

- **Rénovation partielle de la cogénération + chaufferie bois permettant d'atteindre 50 % d'EnR&R (seuil d'éligibilité à la TVA réduite)**

Une centaine de projets potentiels représentant 2,7 TWh de fourniture de chaleur par le bois sont recensés. S'ils se réalisaient, la réduction de production par la cogénération serait de 0,7 TWh par an.

Ces trois scénarios de développement de la biomasse sur les réseaux équipés de cogénération au gaz aboutissent à un nombre de projets potentiels compris entre 50 et 100, avec un enjeu en termes de fourniture d'énergie à partir de bois de 1,5 à 3,5 TWh par an.

Même en considérant qu'une partie seulement des projets identifiés sur les trois scénarios ne sera effectivement réalisée, par exemple un tiers, cette piste de développement du bois-énergie pourrait conduire à un facteur 2 ou 3 sur la fourniture d'énergie bois à périmètre constant sur les réseaux de chaleur considérés.

Développement de la biomasse sur les réseaux UIOM

La valorisation thermique des déchets est aujourd'hui la deuxième ressource énergétique pour les réseaux de chaleur, après le gaz naturel (voir le bouquet énergétique des réseaux de chaleur présenté précédemment). Une quarantaine de réseaux de chaleur sont alimentés par des UIOM, lesquelles fournissent 4,2 TWh. Le développement de la biomasse sur les réseaux UIOM peut se faire de deux manières :

- **Extension de réseau + maintien ou augmentation des EnR&R.**
- **Réseau constant + chaufferie bois en complément pour atteindre un taux d'EnR&R > 60 %.**

Ce cas équivaut donc à une substitution du bois à une énergie fossile en deuxième base ou en appoint. C'est celui qui a été privilégié par le CIBE. 14 projets potentiels représentant une fourniture d'énergie à partir de bois de 0,5 TWh par an sont identifiés.

Pour un objectif de taux de couverture de 80 % à partir d'EnR&R, 20 projets potentiels sont identifiés avec un potentiel énergétique théorique doublé par rapport au précédent (1,0 TWh), mais avec certains projets de très grande capacité (plus de 40 MW bois) dont la capacité de développement est actuellement mal évaluée.

Ainsi, le développement du bois-énergie sur les réseaux avec UIOM pourrait finalement représenter une quinzaine de projets potentiels, avec un enjeu énergétique compris entre 0,5 et 0,8 TWh par an.

Scénarios de développement du bois énergie sur les réseaux de chaleur à taille constante

	Sur base cogénération		Réseaux de chaleur avec UIOM
	Rénovation à l'identique de la cogé + chaufferie bois en complément	Réduction (rénovation partielle) de la cogé + remplacement par chaufferie bois	
		Réduction de 50 %	Réduction de 66 %
85 % EnR + cogé	47 projets 1,5 TWh/an (0,13 Mtep)		
80 % EnR			20 projets 1,0 TWh/an (0,08 Mtep)
60 % EnR	7 projets	50 projets 1,8 TWh/an (0,15 Mtep)	125 projets 3,5 TWh/an (0,3 Mtep)
50 % EnR	15 projets	100 projets 2,7 TWh/an (0,23 Mtep)	14 projets 0,5 TWh/an (0,04 Mtep)
2007			4,2 TWh/an (0,36 Mtep)

1 tep = 11,63 MWh

Source : CIBE

6. Les mesures prises par les politiques publiques

Cinq types de mesures sont susceptibles de favoriser le développement des réseaux de chaleur et l'utilisation d'énergies renouvelables.

Le fonds chaleur renouvelable

L'objectif du fonds chaleur est de soutenir la production de 5,5 Mtep supplémentaires de chaleur renouvelable d'ici 2020, soit plus du quart de

l'objectif fixé par le Grenelle Environnement en matière d'énergies renouvelables (20 Mtep supplémentaires à l'horizon 2020).

Le fonds chaleur prévoit un soutien spécifique à l'investissement sur le « réseau de distribution » (pompes et régulations du réseau, tuyaux isolés, génie civil des tranchées, équipements en sous stations) qui pourra s'ajouter aux aides mises en place pour les installations de production de chaleur renouvelable (biomasse, géothermie).

Pour bénéficier de l'aide du fonds chaleur, les réseaux de chaleur doivent être alimentés à au moins 50 % par des EnR&R²⁵.

Les opérations de création et d'extension de réseaux de chaleur sont éligibles selon certains critères de cohérence urbanistique, de performance et de taille.

L'aide financière du fonds chaleur pour la création ou l'extension de réseaux de chaleur peut atteindre 60 % d'une assiette plafonnée.

La fiscalité

Le seuil d'alimentation des réseaux par des sources renouvelables (hors cogénération) à partir duquel les abonnements et fournitures de chaleur par les réseaux bénéficient du taux réduit de TVA de 5,5 % a été abaissé de 60 % à 50 % par la loi de finances pour 2009.

Le prix du co2

TAXE CARBONE POUR LES INSTALLATIONS DE MOINS DE 20 MW

Le PNAQ ne s'applique qu'aux installations de combustion dont la puissance dépasse 20 MW. En 2007, le secteur comptait 425 réseaux de chaleur et 633 installations. Parmi ces réseaux, près de 50 % (204) représentant 87 % de l'énergie finale étaient soumis au PNAQ.

Pour les installations de moins de 20 MWh, le projet de loi portant engagement pour l'environnement (Grenelle 2) prévoyait initialement de soumettre les énergies fossiles utilisées par les réseaux de chaleur à la taxe carbone. Cependant, celles-ci en ont été exonérées jusqu'au 31

²⁵ À défaut, ils peuvent également en bénéficier si, après la réalisation d'un « schéma directeur » de programmation de travaux sur le réseau, le maître d'ouvrage s'engage à atteindre au moins 50 % d'EnR&R dans les prochaines années.

décembre 2010 par un amendement récent, déposé par le sénateur Philippe Marini, voté le 23 novembre.

LE MARCHÉ DE QUOTAS DE CO2

Aucun réseau de chaleur n'est contraint par le PNAQ II car tous ont un excédent de quotas (voir livrable 1). Dès lors, les émissions de CO2 ne devraient pas être payantes avant l'entrée en vigueur du PNAQ III (2013-2020). Pour les réseaux de chauffage urbain, 80 % du volume total des quotas seront attribués à titre gratuit en 2013, et ce taux diminuera chaque année pour atteindre 30 % en 2020 et 0 % en 2027.

L'assouplissement des règles administratives

LA SIMPLIFICATION DE LA PROCEDURE DE CLASSEMENT DES RESEAUX

En 2006, le rapport Prévot indiquait qu'il n'existait qu'un seul réseau classé²⁶ et que « *fort peu* » auraient pu l'être²⁷. Le projet de loi portant engagement pour l'environnement (Grenelle 2) simplifie la procédure de classement, laquelle permet d'imposer le raccordement des bâtiments à un réseau de chaleur :

- Jusqu'à présent, un réseau de chaleur ne pouvait être classé que s'il était démontré qu'il n'était pas plus cher qu'un autre mode de chauffage²⁸ conformément au décret du 13 mai 1981 pris pour application des titres Ier, II et III de la loi du 15 juillet 1980 relative aux économies d'énergie et à l'utilisation de la chaleur. Or, comme les articles 5 à 7 (le titre II) ont été modifiés, le décret y afférent est désormais caduque. Le projet de loi Grenelle 2 supprime la référence aux conditions tarifaires applicables aux énergies concurrentes²⁹. Autrement dit, il inverse la charge la preuve. Celle-ci incombe dorénavant aux propriétaires et exploitants de bâtiments.

²⁶ Un réseau classé est un réseau dont le développement est reconnu comme prioritaire.

²⁷ Henri Prévot, « Les réseaux de chaleur », Rapport pour le Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie, mars 2006, p. 75.

²⁸ Celui-ci précisait que pour être éligible à un classement, un réseau de chaleur et de froid devait justifier « *d'un équilibre financier reposant sur des conditions tarifaires équivalentes pour l'utilisateur à celles applicables aux énergies concurrentes pour des services de même nature* ».

²⁹ Il prévoit de n'assurer plus que « *l'équilibre financier de l'opération de l'opération pendant la période d'amortissement des installations* ».

- Le classement est prononcé par la *collectivité territoriale* et non plus par le préfet³⁰.
- Le seuil à partir duquel un réseau peut être classé est de 50 % de *chaleur renouvelable ou de récupération* (il exclut donc désormais la chaleur issue de la cogénération) et la ressource en EnR&R doit être pérenne. Si l'alimentation à plus de 50 % par une énergie renouvelable n'est plus garantie, le classement peut être abrogé.
- La décision de classement précise la zone de desserte du réseau et définit sur tout ou partie de celle-ci un ou plusieurs périmètres de développement prioritaire. Au sein de ce dernier, *toute nouvelle construction ou faisant l'objet de travaux de rénovation importants a l'obligation de se connecter au réseau pour toute installation > 30 kW* (industrielle, résidentielle ou tertiaire, chaud ou froid). Auparavant, le raccordement à un réseau de chaleur à l'intérieur d'un périmètre prioritaire pouvait être imposé, mais nécessitait pour ce faire une délibération de la collectivité territoriale.
- Des compteurs d'énergie devront équiper chaque sous-station dans un délai de 5 ans afin de lutter contre les pertes du réseau de chaleur. Par ailleurs, les abonnés d'un réseau de chaleur pourront désormais demander un réajustement de la puissance souscrite après avoir réalisé des travaux de rénovation.

PROLONGATION DE DELEGATION DE SERVICE PUBLIC EN CAS D'INVESTISSEMENTS EN ENR&R

Le projet de loi Grenelle 2 prévoit la possibilité de prolonger la durée de concession d'un réseau de chaleur en cas d'investissements en EnR&R réalisés par le délégataire.

³⁰ Les sénateurs n'ont pas souhaité supprimer l'enquête publique comme le prévoyait le projet de loi initial.

**Mesures spécifiques aux réseaux de chaleur dans les lois Grenelle et la
LF 2009**

Urbanisme	<ul style="list-style-type: none"> - Étude de faisabilité obligatoire pour tout nouvel aménagement urbain - Simplification du classement
Habitat	<ul style="list-style-type: none"> - Sous-station alimentée à plus de 50 % à partir d'EnR&R = équipement de production d'EnR - Obligation de comptage en sous-station - Révision de la puissance souscrite en cas de travaux d'économie d'énergie
Énergies renouvelables	<ul style="list-style-type: none"> - Réduction à 50 % du seuil d'éligibilité à la TVA réduite sur la fourniture de chaleur - Fonds chaleur - Possibilité de prolongation de la DSP pour investissement en EnR

Loi relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement

Loi portant engagement pour l'environnement

Loi de finances pour 2009

Une discussion a lieu actuellement entre les collectivités territoriales, le MEEDDM et le SNCU sur la méthode de calcul de contenu en CO2 des réseaux de chaleur : en complément du contenu en CO2, il pourrait être décidé d'afficher à l'avenir et pour chaque réseau un facteur de conversion entre énergie livrée en sous-station et énergie primaire (un rendement de production / distribution en quelque sorte).

7. Les projets retenus

Les contextes de développement de la biomasse ont permis de recenser un certain nombre de projets potentiels. Pour autant, tous ne se concrétiseront pas en raison d'une rentabilité insuffisante.

La question des tarifs d'achat de l'électricité issue de la biomasse

Les contrats d'obligation d'achat de l'électricité produite par les centrales de cogénération au gaz naturel arriveront à échéance dans les 5 à 10 prochaines années. L'électricité était vendue à un prix très avantageux. À l'échéance des contrats, elle le sera aux conditions du marché, ce qui provoquera une baisse sensible de la recette électrique. Cette échéance sera aussi l'occasion d'opportunité d'évolution du mix énergétique des réseaux concernés vers une part accrue de bois-énergie,

voire de bois-énergie alimentant la cogénération, dans la mesure où le président de la République a annoncé dans son discours sur le développement de la filière du bois du 19 mai 2009 à Urmatt un relèvement sensible du prix d'achat actuel d'électricité issue de la cogénération bois (50 euros par MWh) : « Avec Jean-Louis Borloo nous avons décidé de doubler, et si c'est nécessaire, de tripler le tarif d'achat obligatoire d'électricité produite par des unités de cogénération de taille moyenne à partir du bois. C'est du concret ça aussi ».

Ce contexte conduit à privilégier le scénario présenté précédemment d'une réduction de la cogénération avec remplacement par une chaufferie bois.

La rentabilité des projets

La détermination de la rentabilité d'un réseau de chaleur passe par l'examen de deux critères :

- *Le prix des énergies utilisées par le réseau de chaleur* : comparaison du prix du bois et des énergies fossiles consommées par le réseau. Les ER&R sont très compétitives, notamment car elles nécessitent moins de transformation.

Facteurs de ressource primaire³¹ (kWh_{ep}/kWh_{PCI} ou élec.)

Charbon*	1,20
Fioul domestique*	1,10
Fioul lourd*	1,10
Gaz naturel*	1,10
Biomasse*	0,10
Électricité	2,58
Géothermie	0,00
UIOM	0,5

* Norme EN 15316-4-5

Source : AMORCE, Enquête prix de vente de la chaleur 2008

³¹ L'énergie primaire est l'ensemble des produits énergétiques non transformés, exploités directement ou importés. Ce sont entre autres le pétrole brut, le gaz naturel, les combustibles minéraux solides, la biomasse, le rayonnement solaire, l'énergie hydraulique, la géothermie. Les facteurs de ressource primaire permettent de convertir l'énergie finale (exprimée en PCI) en énergie primaire.

Le prix des énergies utilisées par le réseau de chaleur va déterminer en partie l'évolution du prix de la chaleur payé par le consommateur.

- *Le prix de l'énergie livrée au consommateur* : comparaison du prix des réseaux de chaleur par rapport aux autres modes de chauffage (stabilité relative des prix grâce au mix énergétique).

L'enquête d'Amorce sur les prix de vente de la chaleur fournit les dépenses par logement pour différents types de logements. Seule la catégorie « parc social moyen » est retenue parce qu'elle correspond à ce qu'était le « logement-type » dans les précédentes enquêtes sur les prix de vente de la chaleur³².

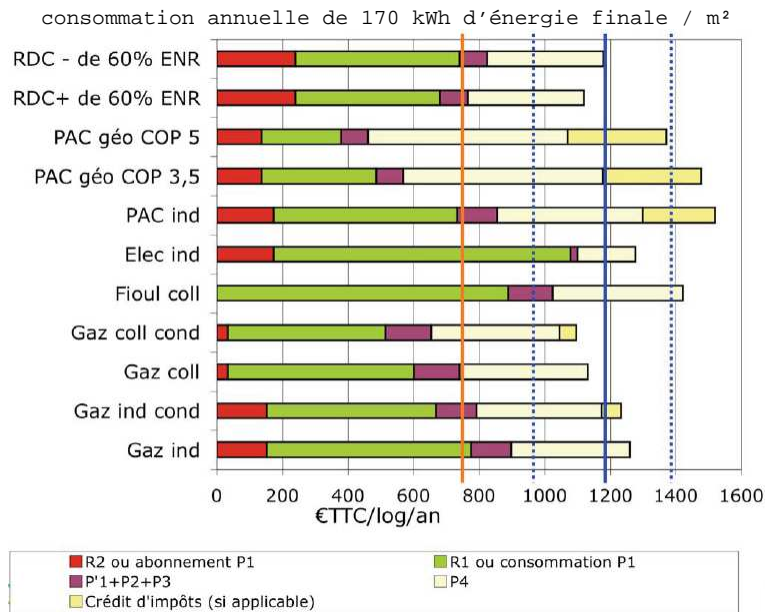
Du point de vue du coût global, les réseaux de chaleur se situent en moyenne en deuxième position, derrière le chauffage collectif au gaz naturel, hors crédit d'impôts. Mais les prix de vente sont différents selon les réseaux, et sont répartis en cinq classes. Le trait en pointillés de gauche marque la limite entre les classes I et II des réseaux de chaleur, celui de droite la limite entre les classes IV et V³³. Les réseaux de chaleur les plus performants en termes de prix de vente sont le système de chauffage le plus économique. Les moins performants sont parmi les plus chers systèmes de chauffage.

³² Les caractéristiques du logement type étaient les suivantes : immeuble de 50 logements, logement de 70 m², logement moyen existant (déperdition : 1 W/m³°C), climat moyen à 2 500 DJU (degrés jours unifiés).

³³ Les réseaux de chaleur sont classés en 5 catégories en fonction, selon le prix moyen des réseaux par rapport au prix moyen de vente national :

- Les réseaux de classe I regroupent ceux qui ont un prix inférieur d'au moins 30 % (inférieur à 41,8 €HT/MWh).
- Les réseaux de classe II : prix de vente compris entre - 30 et - 10 % par rapport à la moyenne nationale (entre 41,8 et 53,7 €HT/MWh).
- Les réseaux de classe III : prix de vente compris entre - 10 et + 10 % par rapport à la moyenne nationale (entre 53,7 et 65,7 €HT/MWh).
- Les réseaux de classe IV : prix de vente compris entre + 10 et + 30 % par rapport à la moyenne nationale (entre 65,7 et 77,6 €HT/MWh).
- Les réseaux de classe V : prix de vente supérieur d'au moins 30 % par rapport à la moyenne nationale (au-delà de 77,6 €HT/MWh).

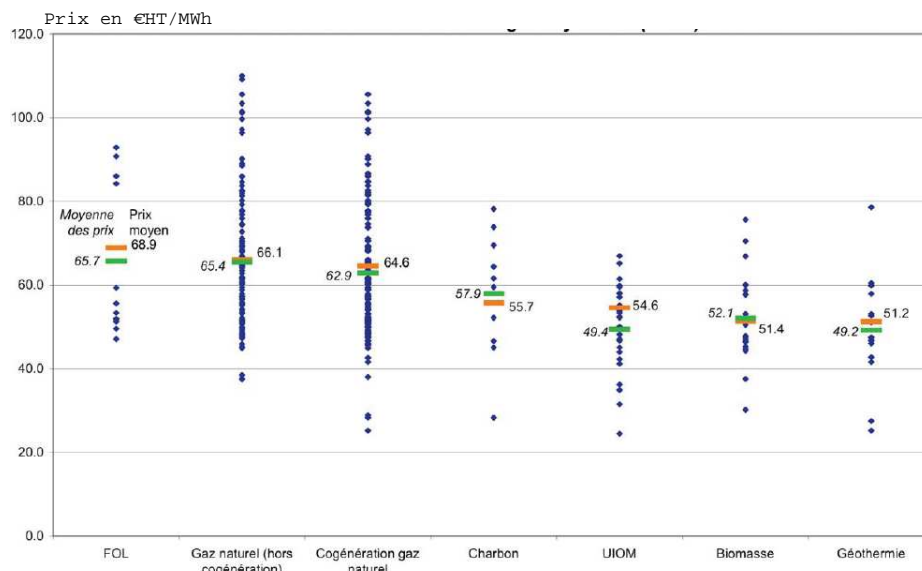
Dépenses de chauffage et d'eau chaude sanitaire (ECS) d'un logement du parc social moyen



Source : AMORCE, Enquête prix de vente de la chaleur 2008

Le prix de vente de la chaleur le plus faible et le moins volatil est obtenu lorsque le bois constitue l'énergie majoritaire utilisée par le réseau (ce qui est logique vu le point précédent).

Prix de vente de la chaleur en fonction de l'énergie majoritaire (> 30 %)



Source : AMORCE, Enquête prix de vente de la chaleur 2008

Une fois effectué ce constat, la taxe carbone doit être prise en compte. Celle-ci, à laquelle seront soumis, à partir de 2011, les réseaux de moins de 20 MW améliore la compétitivité d'un réseau de chaleur au bois car elle a une double incidence : au niveau du consommateur, elle renchérit le prix des autres modes de chauffage (excepté l'électricité) ; au niveau du réseau de chaleur, elle renchérit le prix des énergies fossiles.

Effets de la taxe carbone sur les énergies consommées par les réseaux de chaleur

	Taxe carbone en € / MWhPCI	Ordre de grandeur de l'impact
Fioul domestique	4,56	+ 10 %
Fioul lourd	4,77	+ 15 %
Gaz naturel	3,49	+ 6 à + 10 %
Charbon	6,23	

Source : AMORCE³⁴

Effets de la taxe carbone sur les différents modes de chauffage

	Sur facture	Sur coût global
Chauffage électrique	Aucun impact	
Gaz individuel	+ 6 %	+ 4,5 - 5 %
Gaz collectif	+ 9 %	+ 4,5 - 5 %
Fioul collectif	+ 10 %	+ 5 - 7 %
Réseaux de chaleur		
- installations sous quotas	Aucun impact	
- centrales soumises à la taxe		
• R1 : 100 % gaz	+ 6 %	+ 3,5 - 4 %
• R1 : 50 % Gaz / 50 % EnR	+ 3 %	+ 1,5 - 2 %
• R1 : 60 % cogé gaz + gaz	+ 14 %	+ 8 %

R1 représente 65 % de la facture

Source : AMORCE³⁵

Cependant, les économies réalisées sur l'achat du combustible ne suffisent pas à équilibrer le surcoût lié à l'investissement dans une chaudière à bois³⁶. Une aide à l'investissement est donc encore nécessaire. Celle-ci peut provenir de différentes subventions (ADEME, régions, départements, Europe) et de l'aide du fonds chaleur

³⁴ Nicolas Garnier, « Actualité des réseaux de chaleur », Communication à la 5^e Rencontre des réseaux de chaleur, Paris, 26 novembre 2009.

³⁵ *Ibid.*

³⁶ Selon le rapport Prévot, une chaudière à bois ou une chaudière mixte (bois, charbon, autres combustibles) coûte 5 à 6 fois plus cher qu'une chaudière de même puissance au gaz ou au fioul.

renouvelable, sachant que cette dernière peut représenter jusqu'à 60 % de l'investissement.

Plus précisément, comme la rentabilité d'un projet bois dépend du prix des énergies fossiles, lequel est très volatil, le niveau de la taxe et des subventions nécessaires pour soutenir les projets de chaufferie bois sont directement liées à celui-ci. Ainsi, si le prix du baril de pétrole atteint 130 dollars et s'y maintient durablement, aucune taxe ni subvention ne seront nécessaires pour soutenir les projets de chaufferie bois. Il est donc primordial que le prix du bois soit déconnecté de celui des énergies fossiles (voir *supra*).

Influence d'une écotaxe sur le niveau d'aide publique nécessaire pour assurer la rentabilité d'un projet de réseau de chaleur au bois de forte puissance

Ecotaxe € / CO2	Augmentation équivalente du coût du gaz par rapport à la situation considérée en référence	Niveau du cours du baril correspondant	Taux d'aide publique nécessaire (€ aide / € investissement)
0	0 %	70 \$	56 %
32	14 %	90 \$	43 %
50	22 %	100 \$	36 %
60	27 %	108 \$	32 %
80	36 %	120 \$	25 %
100	45 %	133 \$	17 %

Source : CIBE³⁷

Si l'on s'en tient au seul fonds de chaleur, un bilan des premiers mois de fonctionnement de celui-ci³⁸ fait état de 50 opérations en portefeuille (représentant plus de 120 km), dont 30 devraient être financées a priori en 2009. 55 % de la longueur a été consacrée à l'extension et 45 % à la création de réseaux. Sur 25 projets avancés, le coût moyen s'est élevé à 900 €/m (haute et basse pression confondues) et l'aide moyenne à 400 €/m, ce qui représente un taux d'aide publique moyen de 44 %.

³⁷ Comité interprofessionnel du bois énergie, « Impact d'une écotaxe sur la rentabilité des projets bois-énergie ».

³⁸ Jean-Louis Bal, « Chaleur renouvelable : le fonds chaleur », Communication à la 5^e Rencontre des réseaux de chaleur, Paris, 26 novembre 2009.

Compte tenu de ces différents éléments (prix des différents modes de chauffage, taxe carbone, aides publiques), la rentabilité des projets bois devrait être assurée, sous réserve d'un dimensionnement adapté des chaudières envisagées³⁹.

Parmi les projets potentiels de développement de chaudières à bois, on retient l'objectif d'un taux d'EnR&R de 60 % (en bleu dans le tableau p. 13) pour deux raisons : projets potentiels en complément UIOM et estimation en UIOM et en cogé, l'hypothèse la plus optimiste du point de vue du nombre de projets potentiels.

Même en faisant l'hypothèse très favorable que tous les projets potentiels deviennent des projets effectifs, et que tous soient rentables, le nombre de projets concernés est relativement modéré : 14 projets en substitution d'énergies fossiles sur base UIOM (+ 0,04 Mtep) et 125 projets de réduction de cogénération au gaz (+ 0,3 Mtep).

La puissance supplémentaire qui résulterait de la réalisation des projets potentiels en substitution d'énergies fossiles serait de + 0,34 Mtep. Le Grenelle Environnement vise un objectif de 3,2 Mtep supplémentaires. La différence (+ 2,86 Mtep) devrait donc être obtenue par la création et l'extension de réseaux : il semble particulièrement difficile d'y parvenir, ne serait-ce que parce que la production des petits réseaux représentent une faible part de la puissance totale (voir livrable 1). Il n'en demeure pas moins que de nombreux projets d'installations de chaufferies à bois devraient voir le jour lors de la création de petits réseaux.

Les petits réseaux ont leur logique propre

Les chaufferies bois mises en œuvre en milieu rural (moins de 500 kW en moyenne, certaines jusqu'à 1,5 MW) le sont hors zone de desserte du gaz naturel, énergie livrée au consommateur dont le prix est le plus faible (voir *supra*). Elles sont donc en concurrence avec le fioul, ce qui permet un prix de vente un peu supérieur tout en restant compétitif⁴⁰.

La quasi-totalité des réseaux ayant une chaufferie bois de moins de 1,5 MW sont gérés en régie (gestion directe par la collectivité territoriale,

³⁹ Les critères de dimensionnement des chaufferies bois sont les suivants :

- Ratio puissance de la chaudière sur puissance maximale appelée ;
 - Taux de couverture des besoins énergétiques par la chaufferie bois ;
- Densité thermique du réseau (énergie distribuée par mètre linéaire de réseau).

⁴⁰ « Les réseaux de chaleur au bois », Rapport d'enquête réalisé en 2007 par la Commission 5 du CIBE, mars 2008, tableau 14, p. 19.

celle-ci assurant la totalité du service : financement de la création du réseau, exploitation, facturation).

La taxe carbone à laquelle seront soumis, à partir de 2011, les réseaux de moins de 20 MW améliore la compétitivité d'un réseau de chaleur au bois car elle a une double incidence : au niveau du consommateur, elle renchérit le prix des autres modes de chauffage (excepté l'électricité) ; au niveau du réseau de chaleur, elle renchérit le prix des énergies fossiles (voir *supra*).

Les petits réseaux sont également ceux qui bénéficient du taux de subvention le plus élevé⁴¹, celui-ci ayant tendance à diminuer avec le niveau de puissance : le taux moyen observé varie entre 65 et 70 % pour les chaufferies de moins de 1,5 MW, entre 50 et 60 % pour celles de 1,5 à 3 MW, puis entre 40 à 45 % pour celles de plus de 3MW.

L'installation d'une chaudière à bois lors de la création d'un nouveau réseau permet d'assurer une durée de fonctionnement importante de la chaudière tout au long de l'année, car elle fonctionne en base, et donc un bon rendement, à condition qu'elle ait été bien dimensionnée⁴².

À ces spécificités s'ajoutent les autres mesures prises par les politiques publiques - communes à tous les réseaux quelle que soit leur taille - qui sont également des facteurs d'amélioration de la compétitivité : les aides du fonds chaleur renouvelable et la TVA réduite.

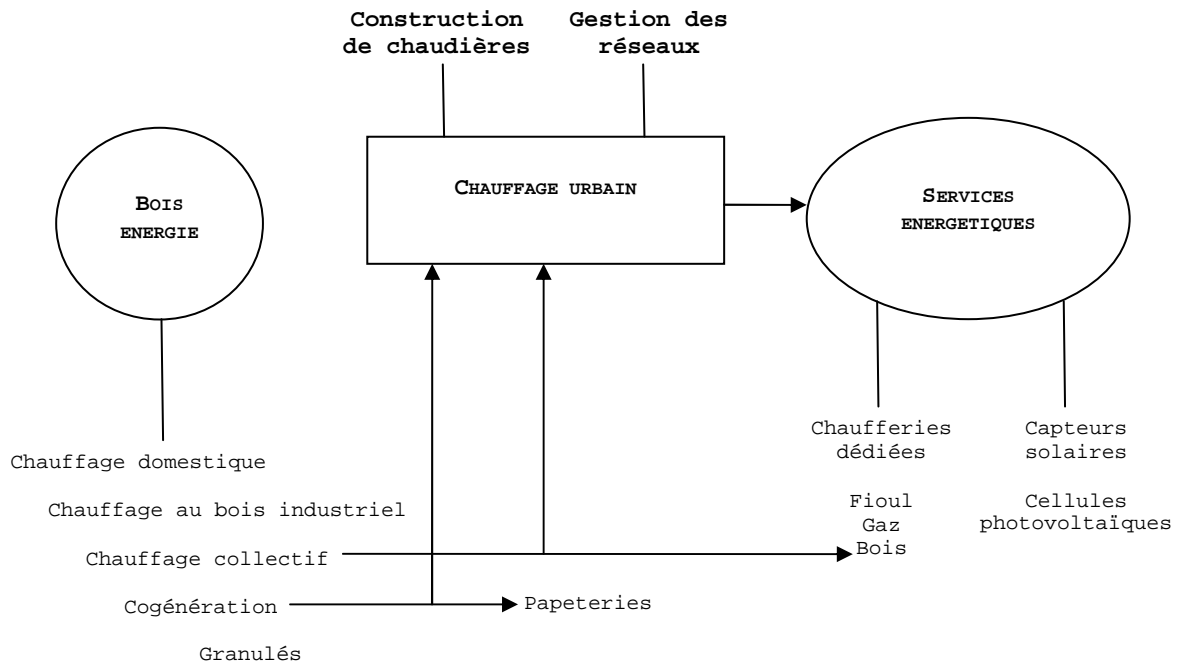
Il est donc raisonnable de penser que *la quasi-totalité des projets bien conçus, et pour lesquels les difficultés liées au montage des projets auront été surmontées, peuvent se concrétiser.*

8. L'avenir de l'emploi et des compétences

Quatre types d'emplois seront influencés par les politiques publiques : ceux directement liés au chauffage urbain (exploitation des réseaux et construction de chaufferies), ceux en amont du secteur relevant de la filière bois énergie, ceux en aval concernant les services énergétiques.

⁴¹ Les subventions considérées ici sont les aides publiques provenant de l'ADEME, les régions, les départements et l'Europe le cas échéant. L'aide accordée par le fonds chaleur renouvelable n'en fait donc pas partie.

⁴² Voir note 26.



Emplois et compétences dans la filière bois énergie⁴³

Les caractéristiques de l'évolution de la ressource bois pourraient être les suivantes : une montée en puissance lente et une ressource disponible, dont le prix évolue peu car le coût de production est largement indépendant de celui de la matière première⁴⁴. Des tensions sur

⁴³ Cette partie est basée sur la synthèse d'un entretien avec le président du Comité interprofessionnel bois énergie (CIBE). Le CIBE est une association interprofessionnelle se situant à l'interface des différents métiers du bois. Il regroupe six collèges :

- La propriété forestière.
- Les professionnels du bois : transformateurs, scieurs, recycleurs.
- Les énergéticiens.
- L'ingénierie technique et financière : bureaux d'étude, centres de recherche, promotion du bois énergie.
- Les usagers : Union sociale de l'habitat, Amorce, etc.
- Les bienfaiteurs : Dalkia, Cofely, CDC, etc.

⁴³ Concernant la bûche, 80 % du prix échappent au marché, il peut donc exister une tension sur les 20 % restants. Concernant le bois déchiqueté, 80 % du prix ne provient pas du coût de la matière première.

⁴⁴ Concernant la bûche, 80 % du prix échappent au marché, il peut donc exister une tension sur les 20 % restants. Concernant le bois déchiqueté, 80 % du prix ne provient pas du coût de la matière première.

le prix du bois sont possibles en cas de réalisation de très grosses centrales, ce qui paraît actuellement peu probable.

Organisation de la filière

La filière bois énergie comprend cinq domaines :

- Le chauffage domestique.
- Les granulés.
- Le chauffage au bois dans l'industrie (autoconsommation, déchets industriels, industrie du bois).
- Le chauffage collectif : concerne le petit collectif en milieu rural et le grand collectif en milieu urbain et prend la forme des chaufferies dédiées et des réseaux de chaleur.
- La cogénération : Elle est très peu développée en France. Elle existe essentiellement sur les réseaux de chaleur et un peu dans les papeteries.

LE CHAUFFAGE DOMESTIQUE

Il représente entre 4 et 5 Mtep. Mais ce segment est une économie grise répartie sur l'ensemble du territoire : 50 % de la production provient de l'autoconsommation, et 40 % de l'auto-alimentation. Les effets sur les emplois liés à l'exploitation de la forêt d'un développement de ce mode de chauffage sont nuls.

Concernant les appareils de chauffage à bois, les ventes sont en augmentation : elles sont passées de 250 000 il y a quelques années à près de 500 000 appareils, dont seulement 5 000 à granulés, en raison du renouvellement et de l'extension du parc. Cependant, tous les fabricants français sont spécialisés sur des appareils à foyer fermé alors que le marché se déplace vers le poêle, ce qui constitue un avantage pour les fabricants suédois et américains. La pose des appareils est effectuée par des travailleurs du bâtiment (plâtrier, maçon), si bien que le marché échappe aux installateurs de chauffage central classique.

LES GRANULES

Le seul débouché est l'exportation, principalement à destination des pays Scandinaves, de l'Angleterre, de l'Irlande et de l'Italie. Cette activité ne concerne que les transporteurs en aval. L'emploi devrait augmenter au cours des prochaines années sous l'effet de l'accroissement de la production. Celle-ci devrait passer de 200 000 tonnes actuellement à 1 million de tonnes sous deux ans.

LE CHAUFFAGE INDUSTRIEL

Il rassemble environ 1 000 chaufferies, essentiellement dans les papeteries, scieries et menuiseries.

Le marché de la construction de chaudières compte deux PME, employant chacune moins de 100 personnes, et quelques employeurs.

LE CHAUFFAGE COLLECTIF

Deux types d'approvisionnement sont possibles : le bois de récupération, qui nécessite une transformation sommaire, (connexes de scierie, bois d'élagage, etc.), et les produits forestiers, qui représentent 1 million de tonnes de bois par an (contre 30 millions pour le chauffage domestique), dont 10 % sous forme de plaquette forestière.

Le contenu en emplois des plaquettes est potentiellement plus important car leur fabrication nécessite de nombreuses opérations : abattage du bois en forêt, conditionnement, broyage, mélange, etc. Les plaquettes forestières devraient se développer mais il n'y a jusqu'à présent pas d'emballement.

Le transport est effectué par des sous-traitants et le volume d'emplois est estimé à un équivalent temps plein pour 4 000 tonnes de bois transportées.

LA COGENERATION

S'agissant des centrales de forte puissance, la fabrication n'est généralement pas réalisée en France (voir infra) qui est dépendante des technologies européennes. Il existe deux types d'approvisionnement : des bois de rebus souillés, qui nécessitent des traitements très poussés en amont et en aval, et des produits forestiers dont le contenu en emplois est plus faible que celui de la filière collective car le bois est moins conditionné que dans les petites chaufferies.

Toutefois, les rendements électriques sont médiocres et le développement attendu est peu important.

Les besoins en emplois et en compétences

Il n'existe pas de formation initiale ni de centre technique spécifique pour les métiers du bois. Tout au plus trouve-t-on quelques heures de formation. Pour autant, le président du CIBE souligne que cette situation n'a rien d'alarmant car les compétences nécessaires aux métiers du bois sont des compétences de base.

Le spectre des emplois est large : exploitation de la forêt, finances, transport, logistique, manutention, chaudronnerie mécanique (construction), maintenance (exploitation de chauffage).

Ces métiers peuvent être regroupés en deux grandes catégories :

LES METIERS DU BATIMENT ET DE LA THERMIQUE

Il existe pour ces métiers un réel besoin en main d'œuvre évalué à 3 000 personnes - allant des ingénieurs aux « bac pro » en passant par les techniciens - pour lesquelles le profil recherché est celui de généralistes. Ce sont principalement les métiers de thermicien, chaudronnier, soudeur, électricien.

Le CIBE a cherché à créer des centres de formation mais les effectifs se sont révélés insuffisants. Une formation de diversité thermique a ainsi été mise en place à l'IUT du bâtiment d'Eggleton. Mais elle a réuni trop peu d'étudiants pour être pérennisée (7 inscrits pour 25 places). Ce sont pourtant des emplois relativement bien payés et demandés par les entreprises, particulièrement celles d'exploitation de chauffage.

C'est pourquoi le CIBE préconise une formation polyvalente, flexible, avec de bonnes bases techniques en thermique et en mécanique.

Il semble par ailleurs qu'une meilleure communication concernant ces métiers pourrait utilement contribuer à leur visibilité.

LES METIERS DE LA FORET ET DU BOIS

Le métier le plus recherché est celui de bûcheron. C'est un métier peu qualifié, dur et dangereux qui, pour cette raison, mobilise une part importante de travailleurs immigrés. Il n'y a pas vraiment de mesures, ni même de réflexion, destinée à attirer la main d'œuvre.

L'Allemagne et les pays Scandinaves n'ont pas ce problème. L'image de ces métiers y est moins dévalorisée et le civisme écologique y est plus développé, ce qui donne envie aux jeunes de se diriger vers ces métiers.

Une meilleure communication et une valorisation de l'image de ces métiers pourraient également être envisagées. Certains pôles de compétitivité ont ainsi redonné un caractère attractif à certains métiers en les situant

dans un ensemble d'activités présentées de façon cohérente et positive, et en valorisant les formations⁴⁵.

Enfin, aucun besoin concernant les métiers et les compétences en R&D n'a été identifié - notamment pour les technologies relatives au traitement des fumées - car, dans ce domaine, la France est dépendante de l'étranger.

Emplois et compétences liés à la construction des chaudières

Ces emplois concernent principalement la conception et la construction des chaudières.

Les investissements liés à la construction de chaudières à bois ont été estimés à un milliard d'euros par an. En supposant que le montant d'investissement par emploi tourne autour de 150 000 euros par an, la construction de chaudières nécessiterait 6 000 emplois par an.

Toutefois, la construction et l'assemblage sont généralement réalisés en Europe de l'Est. Les écarts de coût de la main d'œuvre avec la France sont tels qu'il n'est pas envisageable dans un avenir proche de relocaliser leur production. Il ne sera donc question ici que de la conception⁴⁶.

Éléments de contexte

Inova France fournit des UIOM et des chaudières à biomasse avec cogénération prêtes à fonctionner⁴⁷. Son activité est donc déterminée par l'évolution des marchés de ces deux types de combustibles :

- Concernant les déchets, le marché est fluctuant :

D'un côté, le potentiel de développement des UIOM est limité à cause des nouvelles normes européennes et de l'opposition des mouvements écologistes à toute nouvelle implantation d'UIOM.

⁴⁵ Centre Etudes & Prospective du Groupe Alpha, Geste, « Etude monographique sur les implications des pôles de compétitivité dans le champ de l'emploi, de la formation et des compétences », Rapport pour le Centre d'analyse stratégique, octobre 2008.

⁴⁶ Cette partie est basée sur la synthèse d'un entretien avec le directeur du développement d'Inova France.

⁴⁷ La conception est réalisée en France, la construction est effectuée par ses filiales à l'étranger.

De l'autre, les élus doivent gérer le problème des déchets et le Grenelle de l'Environnement vise à augmenter la part du tri de recyclage.

Le marché de l'incinération se réorganise ainsi autour de la mise en place d'installations de tri de recyclage. Les refus de recyclage sont envoyés à l'incinération. Une substitution de l'incinération des refus de tri à celle des déchets bruts s'opère donc, l'objectif ultime est de réduire la part de l'incinération et de la faire passer en-dessous du seuil de 60 % du gisement sur un territoire.

- Concernant la biomasse, les perspectives de développement ne sont pas claires. En 2009, il n'y a quasiment pas eu d'appels d'offre des collectivités territoriales. Le coût de l'investissement dans ces chaudières constitue également un frein à leur développement.

Pour le moment, c'est donc plutôt une évolution du marché de l'incinération qu'une progression de la biomasse qui se dessine.

A terme néanmoins, l'hypothèse faite par Inova est que la progression du marché des chaudières à biomasse compensera le ralentissement de celui des UIOM, ce qui ne devrait guère jouer sur le volume et la nature des emplois (voir infra).

Une grande incertitude règne sur l'évolution du volume du marché de la cogénération biomasse. Celle-ci est déterminée par deux facteurs :

- La ressource bois : celle-ci est mal évaluée. C'est une des raisons pour lesquelles peu de projets ont jusqu'à présent été réalisés. D'où l'importance de travailler avec les forestiers et de structurer la ressource⁴⁸.

- Le débouché thermique : les concepteurs de chaudières doivent trouver des réseaux de chaleur convenant au dimensionnement de leurs équipements et des industriels ainsi que des industriels prêts à s'engager sur une vingtaine d'années.

A ces deux facteurs d'incertitude s'ajoutent un certain flou administratif lié à la manière dont les appels d'offre de cogénération à partir de biomasse émis par la Commission de régulation de l'énergie ont été conçus.

⁴⁸ 20 MW électriques représentent en moyenne une centaine d'emplois forestiers.

Les métiers concernés

En moyenne, la durée d'un projet de livraison d'une chaudière dure 5 à 6 ans (dont environ 30 mois pour la construction de celle-ci).

Trois catégories de métiers interviennent lors de la conception de chaudière : les commerciaux, les ingénieurs chefs de projet et les ingénieurs procédés, parmi lesquels :

- Les ingénieurs thermiciens (dimensionnement des chaudières)
- Les projeteurs et assembleurs (bureaux d'études : plans de chaudière, plans d'implantation)
- Les ingénieurs process avec un profil génie chimique (traitement des fumées)
- Les ingénieurs thermiques (valorisation énergétique et cycle vapeur des turbines)
- Les électriciens
- Les ingénieurs contrôle de commande
- Les informaticiens
- Les ingénieurs génie civil

Peu d'effets sur l'emploi et les compétences

Le seul changement entraîné par le passage des UIOM aux chaudières à biomasse vient de la technologie de la chaudière et du stockage du combustible.

Le fonctionnement des UIOM et des chaudières à biomasse est très proche, notamment en ce qui concerne le traitement des fumées.

Il n'existe donc pas de besoin de compétences spécifiques, ni de compétences nouvelles.

Emplois et compétences liés à la gestion du chauffage urbain

La gestion du chauffage urbain concerne entre 8 000 et 10 000 personnes. Les usines d'incinération représentent entre 3 000 et 4 000 personnes.

Le président de la FEDENE estime que le développement de chaudières au bois, sur des réseaux existants (en extension de réseau ou en substitution d'une énergie fossile) ou lors de la création de réseaux, devraient nécessiter entre 4 000 et 5 000 personnes supplémentaires. Il convient cependant de rappeler que les objectifs de la FEDENE (50 % d'EnR, quasi-doubling des réseaux) diffèrent de ceux du Grenelle (94 % d'EnR, quasi-doubling des réseaux). L'atteinte des objectifs du Grenelle engendrerait par conséquent des créations d'emplois plus importantes.

Concernant le volume d'emplois, la biomasse est équivalente au charbon car elle fait appel à des opérations semblables (transport, stockage, etc.), et en ce sens nécessite plus d'emplois que le fioul. Elle requiert également la préparation du bois de déconstruction et des tâches liées aux traitements des fumées. Les compétences sollicitées sont proches de celles des chaudières à charbon (conduite de chaudière utilisant des combustibles solides). Par rapport aux chaudières au fioul qu'elles sont destinées à remplacer, les chaudières biomasse nécessiteront un peu de formation (passage à un lit fluidisé circulant).

Les petites chaufferies à biomasse sont soumises à une réglementation spécifique et doivent répondre à des exigences des communes. Leur développement devrait entraîner une hausse du nombre d'emplois, principalement du personnel d'exploitation. Cependant les petites installations sont largement automatisées. Il faut compter en général entre 20 et 25 emplois pour une installation qui va traiter 200 000 tonnes en biomasse.

Le volume d'emploi en jeu est peu important et il n'y a pas de besoin de compétences majeur identifié.

Le taux de pénétration des EnR de 94 % en 2020 est-il un objectif réaliste ? On peut en douter.

IMPACT ATTENDU DE CERTAINS PROJETS SUR LE MIX ÉNERGETIQUE ET SUR L'EMPLOI :

LE CAS DE LA CPCU⁴⁹

Le mix énergétique actuel de la CPCU est le suivant :

- 47 % d'EnR :
 - chaleur achetée aux 3 usines de SYCTOM (Ivry-sur-Seine, Saint-Ouen, Issy-les-Moulineaux).
 - Géothermie : 1 %. La géothermie est une technologie spécifiquement locale dont l'objet est d'alimenter un quartier en eau chaude de quelques dizaines de Mwh (suffisant au printemps et en été), avec un appoint par vapeur qui réchauffe l'eau l'hiver.
- 25 % de la chaleur provient de deux grosses centrales de cogénération gaz (Saint-Ouen, Ivry-sur-Seine).
- 17 % est issue de la chaufferie à charbon de Saint-Ouen (2 chaudières).
- Le complément, environ 10 %, vient des chaufferies d'appoint au fioul lourd (Bercy, La Villette, Grenelle, Vaugirard, Ivry-sur-Seine).

Par rapport à l'objectif de 30 % d'EnR en 2012, la CPCU est déjà au-delà. Cependant la réalisation de plusieurs projets ferait passer la part d'EnR à 60 % d'EnR en 2012. Par la suite, il serait difficile d'aller au-delà. Les projets par type de source énergétique sont les suivants :

- UIOM : Pas de marge de manœuvre (plus de nouvelles constructions d'incinérateurs).
- Géothermie : un forage Porte d'Aubervilliers destiné au nord-est de Paris ; la remise en service de la Porte de Saint-Cloud (nouveau forage local abritant la centrale existante, récupération du réseau d'eau chaude existant et création d'un réseau nord de Paris). La géothermie s'épuise au bout de 30 ans. C'est une technologie qui fonctionne toute seule (tuyaux, pompes) et qui nécessite uniquement des tâches de

⁴⁹ Cet encadré repose sur la synthèse de l'entretien du 20/07/09 avec Roger Fourreau, directeur technique de la CPCU.

surveillance et de maintenance. Le forage, effectué selon la technique du forage pétrolier, n'est donc pas réalisé par la CPCU. Un projet comme la porte d'Aubervilliers représente 2 emplois à temps plein. La technologie est plus sophistiquée qu'une centrale géothermique classique, avec un système de pompe à chaleur destiné à diminuer la température de l'eau avant de la rejeter dans le sol. Cette technologie sollicite des compétences qui s'apparentent à la production de froid. Elle fait appel à des compétences relativement classiques, notamment électriques et mécaniques (pompes, tuyaux, régulation, contrôle commandes). Il n'y a donc pas de gros bouleversement à attendre en termes d'emplois, si ce n'est un impact faible ou négatif sur leur quantité. Pour autant, il faut relativiser ce constat car la géothermie n'est pas appelée à jouer un rôle primordial dans la production de chaleur. De 1 % actuellement, sa part dans le mix énergétique de la CPCU devrait passer à 3 ou 4 % maximum après la réalisation des projets Porte d'Aubervilliers et Porte de Saint-Cloud (dont 1 % pour le seul forage Porte d'Aubervilliers).

- Biomasse : c'est le projet le plus important en termes de production énergétique. Il représentera entre 5 et 10 % de chaleur produite. Il vise à remplacer les 3 vieilles chaudières au fioul de Grenelle par 2 nouvelles chaudières à bois équipées de traitements de fumée utilisant exclusivement les deux types de déchets de bois : déchets forestiers achetés à l'ONF (150 000 tonnes) ; déchets « sales », bois en fin de vie (150 000 tonnes) et bois de déconstruction acheté à Veolia et Cita (150 000 tonnes). Les compétences sollicitées sont proches de celles des chaudières à charbon (conduite de chaudière utilisant des combustibles solides). Concernant le volume d'emplois, la biomasse est équivalente au charbon car elle fait appel à des opérations semblables (transport, stockage, etc.), et en ce sens nécessite plus d'emplois que le fioul. Elle requiert également la préparation du bois de déconstruction et des tâches liées aux traitements des fumées. Par rapport aux chaudières au fioul qu'elles sont destinées à remplacer, les chaudières biomasse nécessiteront un peu de formation (passage à un lit fluidisé circulant). *Les marges de manœuvre pour augmenter la part des EnR dans le mix énergétique se situent donc du côté de la biomasse.* Toutefois l'ampleur de l'investissement et la contrainte liée à la ressource bois sont de nature à limiter son développement.

- Cogénération : l'avenir est ouvert. Les centrales de cogénération ont été mises en route en 2001. Le contrat d'achat d'électricité qui lie EDF et la CPCU prend fin en 2013. Jusque-là la CPCU vendait l'électricité à un prix très avantageux. À l'échéance de son contrat, elle devra la vendre aux conditions du marché, ce qui provoquera une baisse sensible de la recette électrique. L'objectif semble néanmoins de poursuivre la

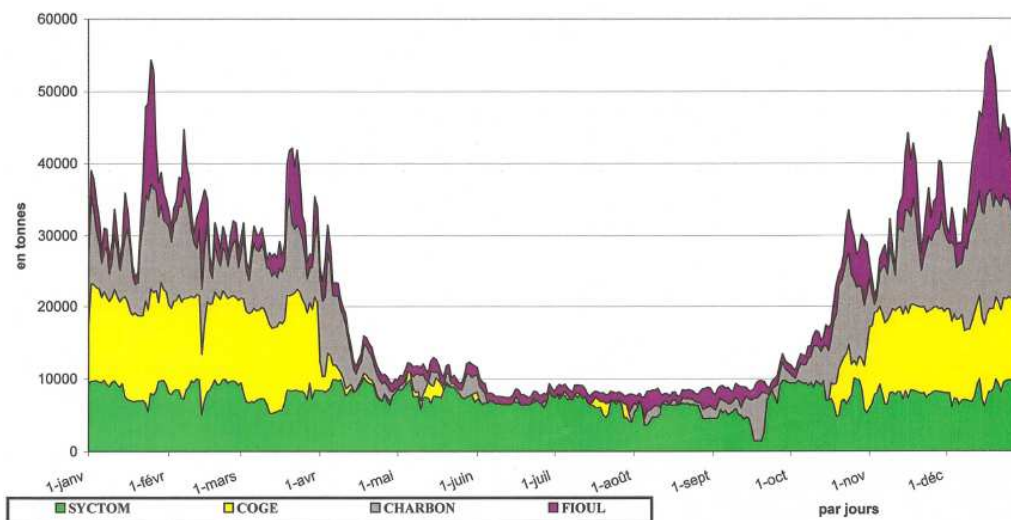
cogénération avec un projet de création d'une nouvelle centrale thermo-électrique visant à se substituer au charbon et au fioul : l'hiver, celle-ci produirait à la fois de la chaleur et de l'électricité, l'été uniquement de l'électricité par condensation (comme une centrale thermique classique).

L'intérêt du chauffage urbain tient à l'association des énergies :

- Une première tranche d'EnR en énergie de base
- Une deuxième tranche en cogénération
- Une troisième tranche composée d'énergies fossiles stockables, mobilisables rapidement de manière à constituer une source complémentaire dans les périodes de froid, ou de secours en cas de défaillance des EnR. Sur cette tranche, il n'est pas rentable d'utiliser les EnR.

Il y a donc une combinaison optimale à trouver entre les combustibles de base et ceux de pointe afin, notamment, d'assurer la stabilité des prix sans être dépendant d'une seule énergie.

Vapeur livrée en 2007 par la CPCU



Légende : De mai à octobre, la vapeur livrée est habituellement produite exclusivement par les UIOM. Au cours de cette période, la CPCU a dû faire appel aux centrales au fioul et charbon car une des quatre UIOM auxquelles elle achète sa vapeur était fermée pour cause de travaux.

Emplois et compétences dans les services énergétiques

Selon le président de la FEDENE, la plupart des emplois seront créés dans les services énergétiques. Toutefois, ceux-ci ne relèveront pas spécifiquement du secteur du chauffage urbain car ce sont des emplois transversaux aux secteurs énergétiques : le développement des capteurs solaires et des cellules photovoltaïques devraient aussi se traduire par un besoin pour ce type d'emplois. L'exploitation de chauffage, qui concerne l'installation d'équipements thermiques, leur maintenance et l'exploitation énergétique des bâtiments (le plus gros gisement d'emplois), compte environ 35 000 personnes actuellement, affectées pour l'essentiel au chauffage au gaz.

Trois opérations interviennent sur la partie secondaire du réseau liée à la distribution⁵⁰ :

- La sécurisation du fonctionnement de la chaudière (Dalkia, Cofely, c'est-à-dire les maisons mère des entreprises de chauffage urbain).
- L'optimisation de la consommation.
- L'optimisation de la distribution.

L'augmentation des contrats de performance énergétique ainsi qu'une meilleure gestion énergétique des bâtiments devraient conduire à un accroissement de l'emploi allant de 10 à 15 000 personnes supplémentaires.

Les profils recherchés seraient des techniciens de maintenance, autonomes afin de passer d'un site à l'autre, avec de bonnes compétences en électronique, de niveau bac + 2. Ceux-ci seraient en nombre insuffisant et il faudrait multiplier les formations initiales permettant de recruter ce type de main d'œuvre.

Les contrats de performance énergétique

Les contrats de performance énergétique couvrent un ensemble de prestations complémentaires visant à réduire la consommation énergétique. Ils lient un opérateur à un client : propriétaire ou gestionnaire de

⁵⁰ Les entreprises de chauffage urbain n'interviennent que sur la partie primaire (fourniture de chaleur jusqu'au poste de livraison).

bâtiments (publics ou privés) résidentiels ou tertiaires, de sites industriels, ou d'infrastructures publiques. Ils se caractérisent par la mise en œuvre d'actions dans la durée conduisant à l'amélioration de l'efficacité énergétique de manière vérifiable et mesurable (ou estimable dans le cas où un comptage n'est pas adapté), assortie d'une garantie de résultats, apportée par l'opérateur.

Les CPE incluent :

- l'achat et la gestion des énergies : passent par l'analyse et la modélisation des besoins afin de déterminer le choix des ressources les mieux adaptées aux contraintes économiques et environnementales. Le prestataire de services définit la meilleure stratégie d'achat et assure les négociations et la gestion des contrats avec les différents fournisseurs du marché : contrats mixtes, contrats d'effacement...
- la conduite des installations : porte sur la surveillance des paramètres de fonctionnement, leur ajustement et leur adaptation, ainsi que l'assistance à la maîtrise des besoins.
- la maintenance des installations : est assurée grâce à un programme préventif, associé à un système de surveillance et d'intervention vingt-quatre heures sur vingt-quatre, qui contrôle et suit les performances, puis s'adapte en fonction de l'évolution des régimes de fonctionnement.
- le gros entretien et le renouvellement des équipements.

Néanmoins cette anticipation est contestée car elle fait l'impasse sur les évolutions technologiques des chaudières collectives. De nombreux experts anticipent ainsi des bouleversements majeurs à un horizon de 10 à 20 ans. Des systèmes intelligents équiperont vraisemblablement les prochaines générations de chaudières et permettront l'installation de détecteurs de panne placés sur les points stratégiques de la chaudière. Ce changement devrait se traduire par des suppressions de postes de techniciens de maintenance, particulièrement ceux assurant la surveillance permanente des grosses installations.

Il n'existe pas de frein technologique à cette évolution et le parc des chaudières est vieillissant : quitte à remplacer une chaudière, les collectivités la remplaceront par une machine intelligente.

Toutefois, cette évolution vers des équipements de moins en moins consommateurs de services devrait se faire progressivement car il s'agit

d'un changement de modèle économique : alors que les entreprises faisaient leur marge sur la maintenance des appareils, elles vont devoir se repositionner en apporteurs de solution. Plus précisément, cette évolution devrait se faire en deux étapes :

- Dans un premier temps, les entreprises cherchent à améliorer le rendement énergétique. C'est dans cet objectif qu'elles développent des contrats de performance énergétique (CPE). Le rendement énergétique pourrait être amélioré davantage mais les entreprises gardent des réserves pour plus tard. Le développement des CPE ne fait pas apparaître d'augmentation des effectifs des entreprises. Si ceux-ci augmentent, c'est uniquement parce qu'elles prennent de nouveaux contrats à leurs concurrents.

Au cours de cette phase, les évolutions technologiques sont minimales (télé-intervention par exemple), mais elles existent, ce qui a une incidence négative sur l'emploi. Les compétences techniques évoluent sous l'effet des modifications de l'équipement change, mais fondamentalement celui-ci reste le même.

- Dans un second temps, les évolutions technologiques des équipements qui se diffuseront seront plus importantes et nécessiteront moins de services, toujours dans le but d'améliorer le rendement énergétique (au moins dans un premier temps). Autrement dit, la régulation fine exercée aujourd'hui par les techniciens le sera par la machine elle-même.

Le caractère très progressif de cette évolution ne devrait pas entraîner d'insuffisance de compétences car il existe un décalage entre les compétences que permettront d'acquérir les formations initiales et les compétences nécessaires aux équipements existants, les formations étant dispensées sur des équipements souvent plus modernes que ceux du parc moyen.