



*réseaux de chaleur*



ENQUÊTE

## Les réseaux de chaleur au bois en 2012

Série Technique

RCT 38

Sept. 2013

*Réalisé avec le soutien technique et financier de*



# SOMMAIRE

---

<b>SOMMAIRE</b> .....	<b>2</b>
<b>1 Préambule</b> .....	<b>3</b>
<b>2 Méthodologie suivi pour la réalisation de l'enquête</b> .....	<b>4</b>
<b>3 Retour sur les réseaux de chaleur au bois</b> .....	<b>6</b>
3.1 Quel développement des réseaux de chaleur au bois en France ?.....	6
3.2 Représentativité de l'échantillon et extrapolation sur la filière bois énergie au sein des réseaux de chaleur.....	7
3.3 Répartition des réseaux de chaleur au bois identifiés par AMORCE et de la ressource bois correspondantes.....	8
3.4 Réseau de distribution au gaz naturel et réseau de distribution de chaleur.....	10
<b>4 Caractéristiques générales des réseaux de chaleur au bois</b> .....	<b>11</b>
4.1 Puissances installées et quantités de chaleur livrée.....	11
4.2 Taille des communes d'implantation des réseaux.....	11
4.3 Contexte de mise en œuvre des chaufferies bois.....	13
4.4 Les bâtiments alimentés.....	15
4.5 Mode de gestion des réseaux de chaleur.....	18
<b>5 Caractéristiques techniques des chaufferies bois</b> .....	<b>21</b>
5.1 Dimensionnement.....	21
5.2 Température des réseaux.....	25
5.3 Densité thermique.....	26
5.4 Bouquet énergétique.....	28
5.5 Les fumées.....	30
5.6 Les cendres.....	33
<b>6 Economie des réseaux de chaleur au bois</b> .....	<b>34</b>
6.1 Investissements.....	34
6.2 Prix de vente de la chaleur.....	36
6.2.1 Analyse dynamique par classe de puissance.....	36
6.2.2 Focus sur l'année 2012.....	37
6.2.3 Analyse des indices de révision.....	40
6.3 Subventions et aides à l'investissement.....	41
<b>7 Approvisionnement du bois pour les réseaux de chaleur</b> .....	<b>42</b>
7.1 Rappel juridique sur les régimes des installations classées de combustions..	42
7.2 Type de combustible biomasse.....	42
7.3 Fournisseur de combustible biomasse.....	45
7.4 Indice de révision des contrats d'achat.....	46
7.5 Capacité de stockage.....	47
<b>8 Retours d'expériences</b> .....	<b>48</b>
8.1 Difficultés rencontrées lors du montage du projet.....	48
8.2 Difficultés rencontrées dans le fonctionnement.....	49
8.3 Projets d'extension.....	50
<b>9 Le développement des réseaux de chaleur bois</b> .....	<b>51</b>
9.1 Segmentation des réseaux de chaleur bois.....	51
9.2 Des stratégies différenciées.....	51
<b>10 Conclusion</b> .....	<b>54</b>

# 1 Préambule

---

Ce rapport est la synthèse des résultats de l'enquête sur les réseaux de chaleur au bois menée auprès des collectivités locales. L'enquête est réalisée par l'association AMORCE dans le cadre du Club des collectivités chaleur biomasse<sup>1</sup> (C<sub>3</sub>Biom) en partenariat avec l'ADEME.

L'objet de cette enquête est multiple :

- faire un état des lieux des réseaux de chaleur français utilisant du bois-énergie,
- caractériser au mieux les installations pour améliorer la connaissance de l'existant,
- permettre aux réseaux existants de se situer les uns par rapport aux autres,
- constituer une base de référence pour les maîtres d'ouvrages en phase de montage de projet.

Ce document est d'abord un recueil de données caractéristiques des installations réalisées depuis environ 25 ans dans les réseaux de chaleur utilisant du bois énergie. Les commentaires proposés ont pour objectif de restituer les réponses recueillies et d'explicitier certains constats. Les données antérieures à 2013 présentées dans ce document sont issues des enquêtes précédentes menées par AMORCE (y compris celles menées dans le cadre de la commission 5 « RC » du CIBE<sup>2</sup>, « Etat des lieux et promotion des Réseaux de chaleur »).



Chaufferie bois de Besançon

---

<sup>1</sup> Plus d'informations sur : <http://www.amorce.asso.fr/C3BIOM-Club-des-Collectivites.html>

<sup>2</sup> Comité Interprofessionnel du bois énergie

## 2 Méthodologie suivi pour la réalisation de l'enquête

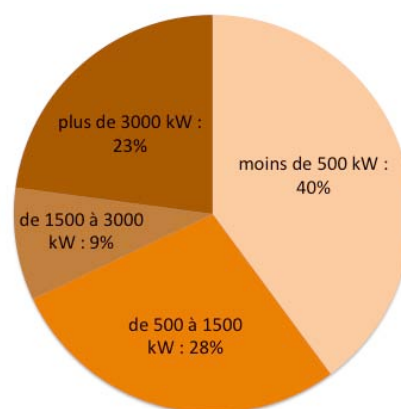
### Périmètre de l'enquête

La présente enquête porte sur les réseaux de chaleur répondant simultanément aux quatre critères suivants :

- un réseau au sens technique, c'est-à-dire constitué d'une ou plusieurs chaufferies alimentant, via des canalisations primaires, plusieurs bâtiments, donc plusieurs sous-stations,
- l'une au moins des chaufferies utilise du bois comme combustible,
- le réseau a été réalisé en maîtrise d'ouvrage publique,
- il existe au moins un client différent du maître d'ouvrage et un comptage de chaleur par client.

Ce dernier point écarte donc les réseaux de chaleur alimentant plusieurs bâtiments d'un seul maître d'ouvrage.

On dénombre environ 400 à 500 réseaux de chaleur de toutes tailles actuellement en fonctionnement et répondant à ces 4 critères.



**Répartition du nombre de réseaux par tranche de puissance (enquête 2013 sur 153 réseaux)**

### Déroulement de l'enquête

Le questionnaire de l'enquête a été réalisé en collaboration avec l'ADEME, il a pour but de couvrir les thématiques majeures liées aux réseaux de chaleur et de faire ressortir les particularités et caractéristiques de la filière.

Ce questionnaire en ligne a été envoyé aux collectivités maîtres d'ouvrage de réseaux de chaleur au bois. Les réseaux identifiés par AMORCE sont issus du travail de l'association sur la thématique bois énergie mais aussi d'autres sources institutionnelles comme l'ADEME qui recense les bénéficiaires du Fonds chaleur.

Une vingtaine de collectivités ont transféré le courriel à leur exploitant pour qu'il réponde à l'enquête.

Sur les 226 réseaux ayant répondu au questionnaire, un certain nombre n'était pas concerné par l'enquête en vue des caractéristiques de leurs installations (chaufferie bois collective, réseau privé, réseaux n'utilisant pas de bois) ou de part le manque de renseignements fournis.

Les données de l'enquête ont été consolidées via une série de tests<sup>3</sup>. Des demandes de renseignements complémentaires ont permis de s'assurer de la fiabilité des données des 153 réseaux de chaleur au bois identifiés. En nombre de réseaux, l'échantillon de l'enquête sur les données 2012 est similaire à l'échantillon de l'enquête précédente menée en 2011

<sup>3</sup> Nous avons par exemple calculé le temps de fonctionnement à puissance nominale (Quantité de chaleur produite / Puissance bois) et évalué sa cohérence avec les données « types » dont nous disposons.

sur les données 2010 qui comprenait 160 réseaux de chaleur au bois. A noter que les variations de rigueur climatique entre 2010 et 2012 peuvent expliquer les évolutions de certains indicateurs.

Pour la présente enquête, nous avons obtenu 153 réponses exploitables et correspondant aux critères retenus. L'analyse proposée ci-après porte ce panel qui représente environ 30% des réseaux de chaleur au bois du territoire national. L'échantillon des 153 réseaux s'étend de 28 kW Bois à 63 MW Bois. L'enquête prend aussi en compte quelques chaudières mixtes (couplant le bois à d'autres combustibles).

**Nous remercions chaleureusement tous les élus, les techniciens et les exploitants qui ont pris le temps de répondre à la présente enquête.**

**Tableau récapitulatif des principales données de l'enquête :**

Nombre de réseaux de chaleur au bois ayant répondu à l'enquête	153
Puissance des chaufferies bois	Total : 373 MW / 437 MW (avec chaudière mixte) Moyenne : 2880 kW Médiane : 700 kW
Quantité de chaleur livrée par les chaudières bois	1 005 GWh/an
Quantité de chaleur livrée totale par les réseaux de chaleur	2 860 GWh/an
Consommation de combustible bois	450 000 tonnes de bois
Chiffre d'affaires des réseaux <sup>4</sup>	165 millions d'euros H.T
Prix moyen de vente de la chaleur <sup>3</sup>	65,6 € H.T/MWh

**Informations de compréhension du rapport**

Par abus de langage, on utilise souvent le terme « XX kW bois » lors de l'analyse par classe de puissance. Cela signifie que le réseau comprend une chaudière bois dont la puissance est de « XX kW».

Par ailleurs, le terme « réseaux enquêtés » signifie l'ensemble des réseaux (l'échantillon) ayant été utilisés lors de la construction du graphique ou du tableau considéré.

Dans un souci de clarté et de lisibilité, les quelques réseaux dont la puissance de la chaufferie biomasse est supérieure à 30 MW ont parfois été retirés des graphiques.

Le nombre de réseaux utilisé pour construire le graphique est précisé en dessous de ce dernier. La taille variable des échantillons s'explique par le fait que les réseaux ne sont pas tous concernés par l'ensemble du questionnaire. Parfois elle révèle l'absence de réponse (dû la plupart du temps au manque d'information de la personne répondant à l'enquête).

<sup>4</sup> Résultats basés sur un échantillon de 108 réseaux. Le prix moyen comprend la fourniture de chaleur et l'abonnement (R1 et R2).

### 3 Retour sur les réseaux de chaleur au bois

#### 3.1 Quel développement des réseaux de chaleur au bois en France ?

Le développement du bois-énergie au sein des réseaux de chaleur a été appuyé par différentes mesures gouvernementales. La première, le « Plan bois Energie et développement local », fut initiée en 1994. Elle avait pour objectif de structurer le secteur via 13 régions lauréates et de favoriser le développement local. Cette mesure est à l'origine de nombreuses créations de réseaux de chaleur en milieu rural ou dans de petites villes, le plus généralement de puissance inférieure à 1500 kW bois.

Considéré comme une phase d'expérimentation, le « Plan Bois Energie » devient en 2000 le « Programme Bois Energie de l'ADEME ». La réorientation des aides à la Tonne Equivalent Pétrole (TEP) met cette fois-ci l'accent sur les gros programmes des villes moyennes. Cette mesure s'étend à l'ensemble du territoire national. On peut constater sur le graphique suivant l'effet bénéfique des mesures d'accompagnement à la mise en place d'un réseau de chaleur bois. Ainsi, depuis 1997 la création de chaufferies bois connaît une forte croissance.

Le graphique expose l'évolution du nombre de réseaux de chaleur par panel de puissance ainsi que les périodes relatives aux mesures gouvernementales mises en place pour stimuler la filière.

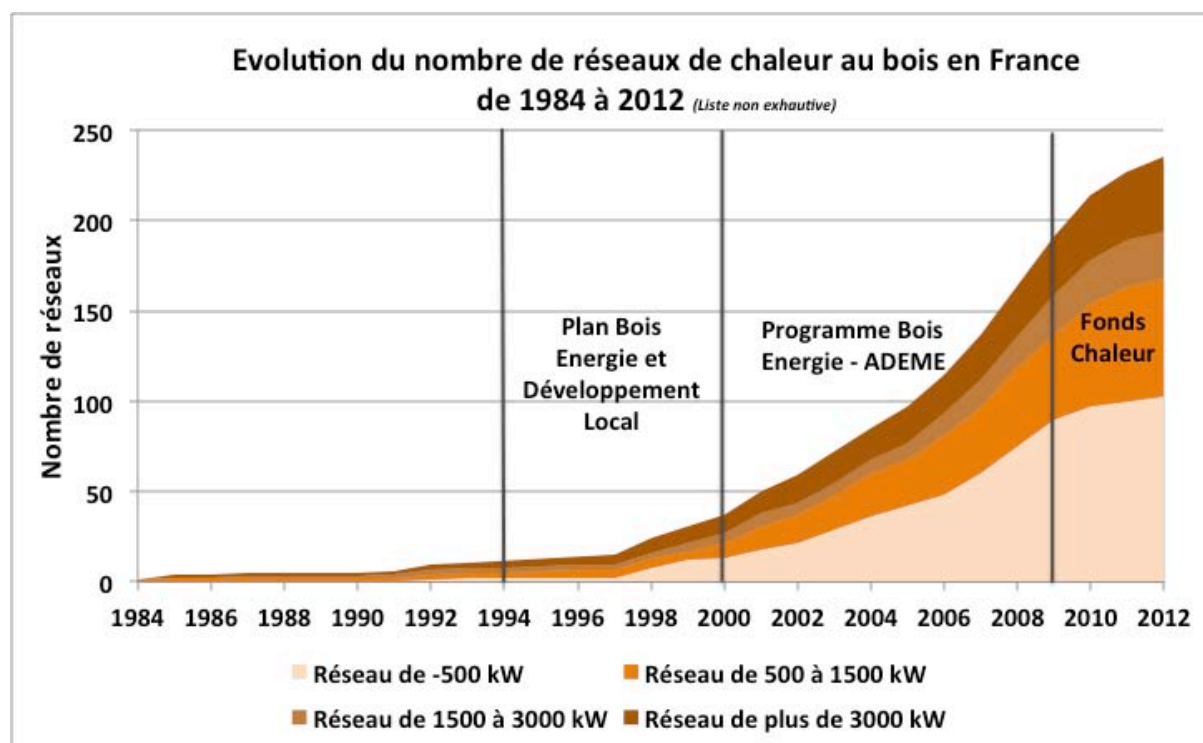


Figure 1 : Evolution du nombre de réseaux de chaleur au bois en France (237 réseaux)

**Note :** Ce graphique représente les dates de mise en service des réseaux de chaleur au bois (ou date de mise en service de la chaufferie bois sur un réseau existant). Compte tenu du décalage entre l'accord des financements et la mise en service des installations (environ 2 ans), les effets du Fonds chaleur ne figurent pas tous sur le graphique. L'ensemble des réseaux de chaleur identifiés lors des précédentes enquêtes réalisées par AMORCE (incluant ceux identifiés lors de l'enquête 2013) est compris dans ce graphique dans la mesure où les dates de mise en service et la puissance des chaufferies sont connues.

Comme le montre le graphique, ce n'est qu'à partir de 2009 qu'apparaît le Fonds chaleur renouvelable de l'ADEME initié par le Club Chaleur renouvelable créé par AMORCE en 2000. Réservé, pour la biomasse, aux installations produisant plus de 100 Tep<sup>5</sup> par an (1160 MWh/an), ces aides visent en priorité le développement du bois énergie sur les gros réseaux de chaleur existants. Les plus petites chaufferies, principalement implantées dans des zones rurales, peuvent tout de même bénéficier des « Contrats de Projets Etat Régions » dans la continuité du « Programme Bois Energie de l'ADEME » à sa disparition.

Le graphique ci dessous, basé sur les mêmes réseaux que le précédent, montre que la puissance cumulée a plus que doublé depuis 2006. La part des réseaux de plus de 3000 kW bois est majeure dans la répartition des puissances cumulées, elle atteint en 2012 près de 75 % de l'ensemble de l'échantillon.

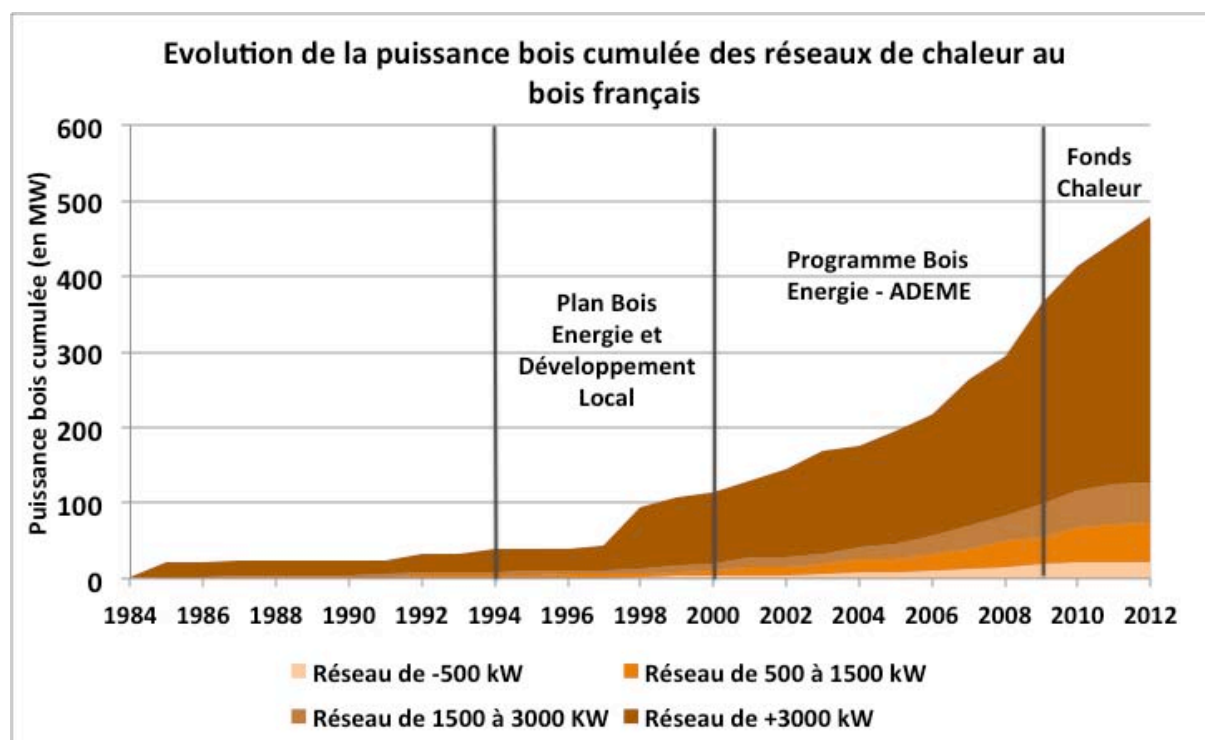


Figure 2 : Evolution de la puissance bois cumulée des réseaux de chaleur au bois français (237 réseaux)

À noter que le présent rapport d'enquête ne prend pas en compte tous ces réseaux pour l'analyse mais seulement les 153 enquêtés en 2013 sur les données 2012.

### 3.2 Représentativité de l'échantillon et extrapolation sur la filière bois énergie au sein des réseaux de chaleur

L'ensemble des mesures d'accompagnement mises en place depuis 1994 nous permettent d'arriver aujourd'hui à 137 kTep produits par environ 30% des réseaux de chaleur au bois du territoire (153 réseaux de la présente enquête). En identifiant les réseaux de plus de 3 MW bois non recensés dans l'enquête<sup>6</sup> et en réalisant une extrapolation de nos résultats<sup>7</sup>, on

<sup>5</sup> Tep : Tonne équivalent pétrole (1Tep = 11600 kWh)

<sup>6</sup> Pour trouver ces réseaux nous avons comparés nos données avec celles de l'Enquête Annuelle de Branche (EAB) de 2011, celle de 2012 n'étant pas encore disponible.

<sup>7</sup> L'extrapolation s'est faite en multipliant par 3,5 les consommation de combustible bois des réseaux dont la puissance bois est inférieure à 3 MW (115 réseaux) et en y additionnant les consommation de bois des chaudières dont la puissance dépasse 3 MW, soit 70 réseaux pour cette classe de puissance (ceux de l'enquête AMORCE et ceux de l'EAB 2011).

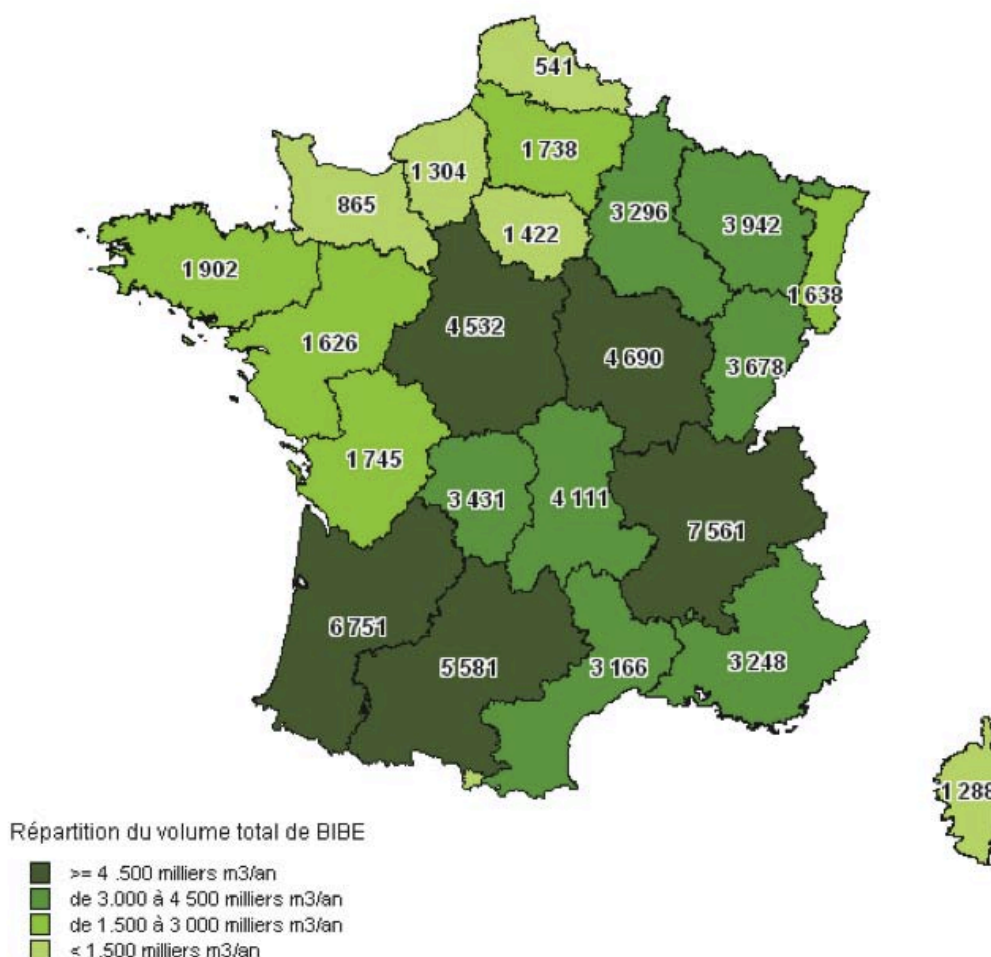
obtient une production de chaleur de l'ensemble des réseaux de chaleur biomasse du territoire de près de 271 ktep. L'objectif 2012 fixé à 300 ktep semble presque atteint selon notre extrapolation. Ce constat concorde avec les données de l'ADEME qui annonce dans le bilan du Fonds chaleur 2012, 220 ktep de biomasse (hors BCIAT) aidés par le Fonds chaleur.

### 3.3 Répartition des réseaux de chaleur au bois identifiés par AMORCE et de la ressource bois correspondantes

La carte ci-dessous recense les ressources régionales en Bois d'Industrie et Bois Energie (BIBE) sur le territoire français. Il est intéressant de remarquer les grandes variations qu'il existe entre les régions, par exemple la région Nord Pas de Calais dispose de 10 fois moins de bois que la région Rhône Alpes.

À la vue de cette répartition hétérogène, il semble légitime de s'interroger sur l'influence de la ressource sur l'implantation des réseaux de chaleur au bois.

#### Répartition du volume total de BIBE



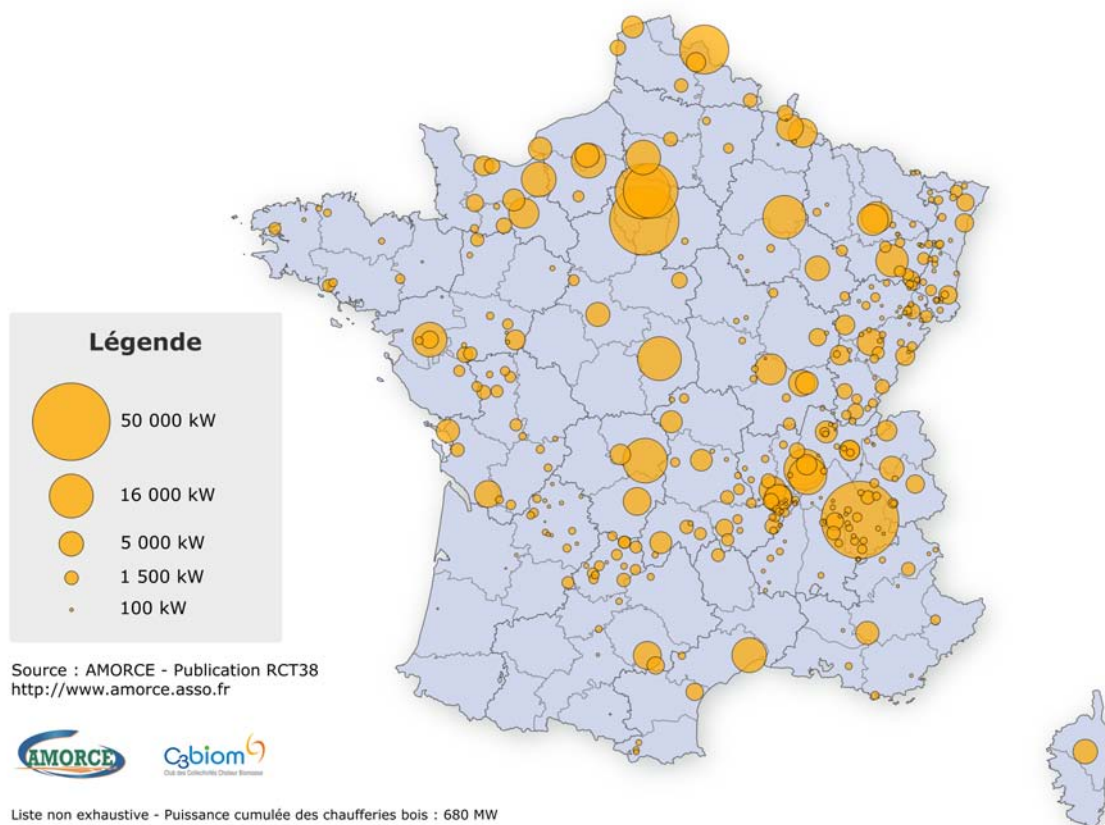
Source : Étude ADEME-IFN-FCBA-SOLAGRO, 2009

**Figure 3 : Répartition du volume total de Bois d'industrie et Bois d'énergie (BIBE)**

La carte ci-dessous indique l'emplacement de tous les réseaux de chaleur au bois identifiés par le travail d'AMORCE au fil des différentes enquêtes. Elle n'est pas exhaustive.



## Les réseaux de chaleur au bois en 2012



**Figure 4 : Etat 2012 des réseaux de chaleur au bois (Hors projet CRE<sup>8</sup> et BCIAT<sup>9</sup>)**

La région Nord Pas de Calais, l'Ile de France et la Normandie (Basse et Haute) sont des régions avec des ressources en bois limitées mais de nombreux réseaux de chaleur y sont implantés. L'Aquitaine, au contraire, dispose du 2ème gisement de BIBE français mais n'a vu s'établir que très peu de réseaux de chaleur au bois.

Les deux cartes montrent une faible corrélation jusqu'à présent entre la ressource bois et l'implantation des réseaux de chaleur au bois. Cette analyse illustre la nécessité d'une bonne structuration de l'approvisionnement dans toutes les régions afin d'optimiser l'utilisation par la mise en place d'échanges intra et interrégionaux.

En effet, les régions où les réseaux de chaleur au bois sont nombreux sont celles ayant mis en place un accompagnement fort des projets. Cet accompagnement, réalisé par les acteurs locaux de l'énergie (Agence régionale de l'énergie, Syndicat Départemental de l'Énergie, Association dédiée départementale ou locale, etc.), a permis de structurer et de développer de la filière dans ces régions.

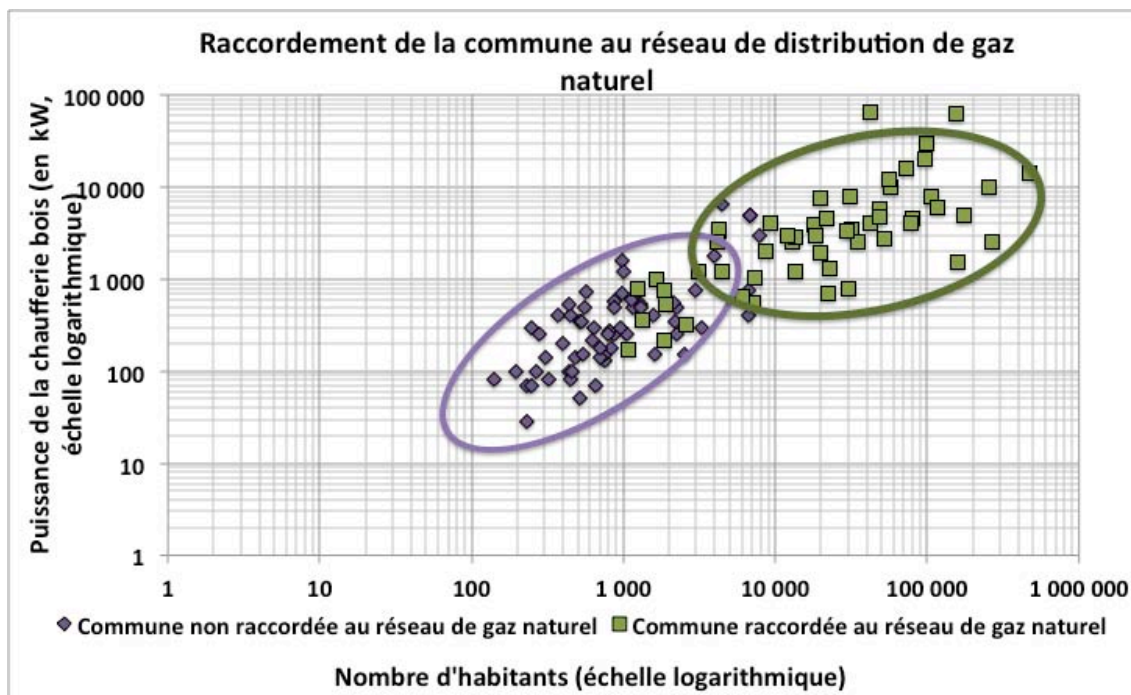
<sup>8</sup> CRE : Commission de Régulation de l'Énergie

<sup>9</sup> BCIAT : Biomasse Chaleur, Industrie, Agriculture et Tertiaire.

### 3.4 Réseau de distribution au gaz naturel et réseau de distribution de chaleur

Lors de toute étude d'opportunité ou de faisabilité d'un projet de réseau de chaleur au bois, l'une des premières questions est : quelle est la solution de chauffage de référence sur le territoire ? Quel est le coût global du chauffage pour un logement type ? L'énergie de référence souvent retenue est le chauffage collectif au gaz naturel, qui implique la présence sur la commune du réseau de distribution au gaz naturel.

Le graphique suivant fait état de la présence du réseau de distribution au gaz naturel des communes enquêtées. On y distingue deux groupes.



**Figure 5 : Raccordement de la commune au réseau de distribution de gaz naturel (125 réseaux)**

Le premier (en violet) concerne les réseaux de chaleur implantés dans des communes de moins de 10 000 habitants non desservies par le gaz naturel et possédant une chaufferie bois d'une puissance généralement inférieure à 1 000 kW. Les projets de réseau de chaleur au bois énergie se caractérisent souvent par des densités thermiques<sup>10</sup> plus faibles. Ces réseaux de chaleur sont en compétition avec des énergies chères telles que le fioul domestique, le propane, l'électricité, ou le chauffage au bois individuel.

Le second groupe concerne les réseaux de chaleur implantés dans des villes de plus de 5 000 habitants, où le réseau de gaz naturel est présent. Les réseaux de chaleur au bois se caractérisent ici par des puissances plus élevées (5 MW pour la chaufferie bois en moyenne) et se présentent comme une alternative à des modes de chauffage plus compétitifs (aux prix actuels).

<sup>10</sup> La densité thermique du réseau correspond à la quantité de chaleur livrée par mètre linéaire de réseau (en MWh/m), voir partie 6.3.

## 4 Caractéristiques générales des réseaux de chaleur au bois

### 4.1 Puissances installées et quantités de chaleur livrée

Comme l'illustrent les graphiques ci-dessous, le nombre de réseaux équipés d'installations biomasse de plus de 3 MW correspond à 23% du panel de l'enquête et 93% de la chaleur livrée par les chaufferies bois<sup>11</sup>. De l'autre côté, les réseaux équipés de chaufferies bois de moins de 500 kW représentent 40% de l'effectif, mais seulement 1% de l'énergie délivrée.

Les résultats des analyses de la présente enquête seront donc bien différents selon que l'on mène l'étude sur le nombre de réseaux ou sur les puissances bois ou sur les quantités de chaleur livrée.

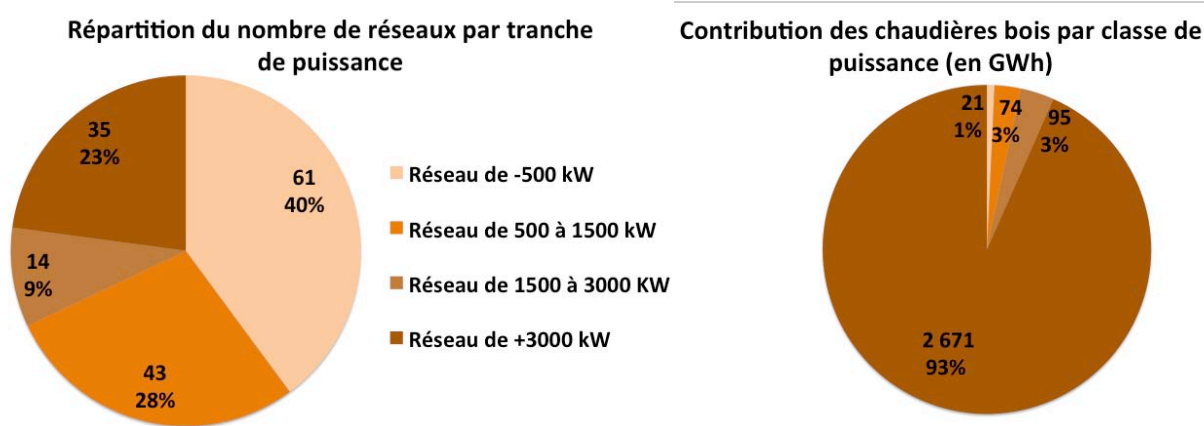


Figure 6 : Nombre et contribution des chaufferies bois en 2012 (153 réseaux)

### 4.2 Taille des communes d'implantation des réseaux

Historiquement, les réseaux de chaleur se sont développés sur les centres villes et les gros centres urbains : ces réseaux, implanté dans des communes de plus de 20 000 habitants, pèsent 21% de l'échantillon de l'enquête<sup>12</sup>. Les grands équipements collectifs et tertiaires, gros consommateurs de chaleur, sont plutôt présents dans les communes de plus de 5 000 habitants.

Pour autant, le développement des réseaux de chaleur au bois concerne principalement, en nombre, les villes de moins de 5 000 habitants (65% des réseaux enquêtés) voire même moins de 2 000 habitants (52% des réseaux enquêtés).

<sup>11</sup> Notons qu'en 2010 cette classe de réseau représentait 19 % du panel et 81 % de l'énergie livrée.

<sup>12</sup> Il ne pesait que 16% dans l'enquête précédente. Cela confirme la dynamique de verdissement des grands réseaux de chaleur urbains.

## Répartition du nombre de réseaux de chaleur selon la taille de la commune d'implantation

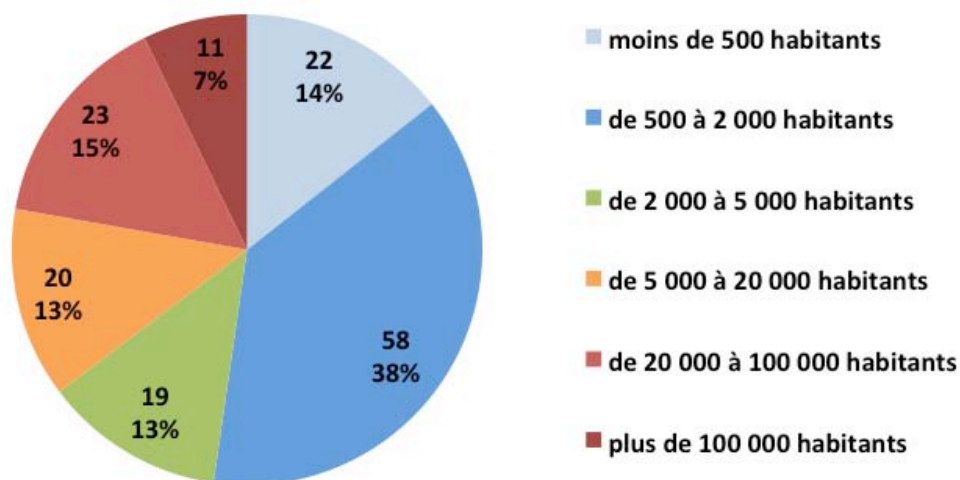


Figure 7 : Taille des villes où sont implantés les réseaux de chaleur (153 réseaux)

Lorsque l'on se focalise sur la répartition des puissances bois en fonction de la taille de la ville (voir graphique suivant), on remarque logiquement la forte corrélation qu'il existe entre la puissance bois et le nombre d'habitants de la commune d'implantation.

Les chaufferies équipées de chaudières bois de plus de 1,5 MW bois desservent des communes à partir de 2 000 habitants, alors que les chaufferies de moins de 500 kW bois sont très largement implantées dans des communes de moins de 2000 habitants.

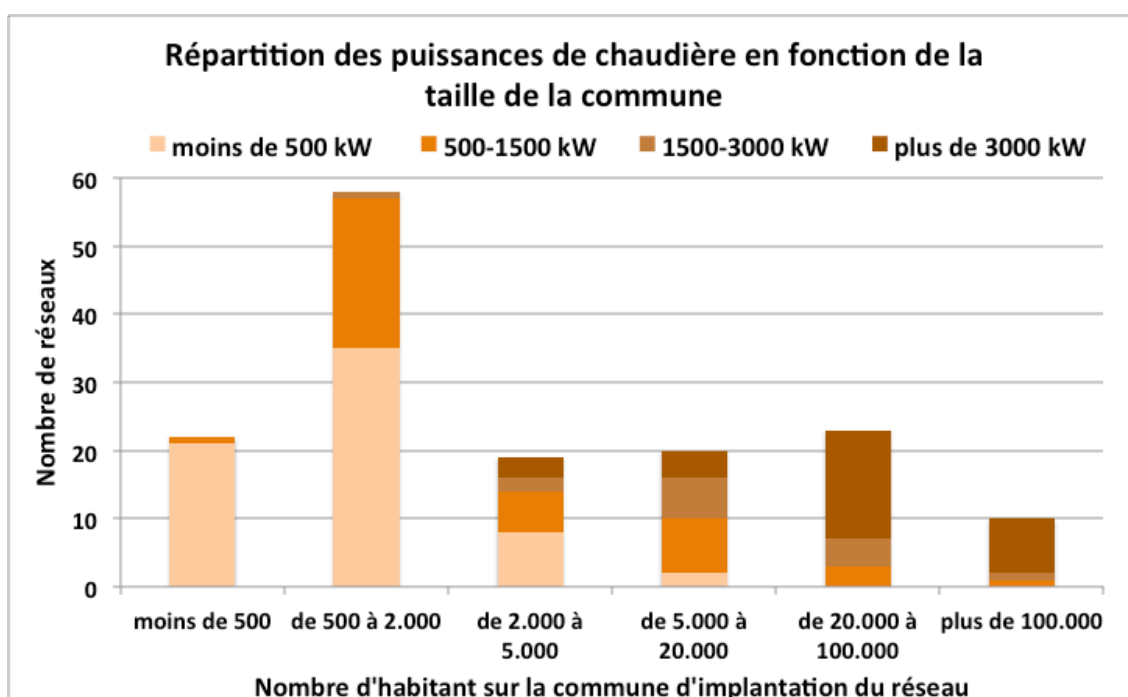


Figure 8 : Répartition des puissances de chaudière en fonction de la taille de la ville (153 réseaux)

Le fait qu'il n'y ait pas de petites chaufferies recensées dans les grandes villes peut provenir de 2 raisons différentes :

- Soit les nouveaux éco-quartiers équipés de petits réseaux de chaleur biomasse n'apparaissent pas encore dans l'enquête.
- Soit la tendance est plutôt de développer le bois dans les grands réseaux et de créer des extensions pour alimenter les écoquartiers, dans une logique de mutualisation des investissements.

L'étude AMORCE « Réseaux de chaleur et Bâtiments Basse Consommation : l'équation impossible ? »<sup>13</sup> montre en effet que, malgré la baisse des consommations, les réseaux de chaleur restent pertinents pour alimenter des éco-quartiers.

### 4.3 Contexte de mise en œuvre des chaufferies bois

Situation initiale lors de l'installation de la chaudière bois

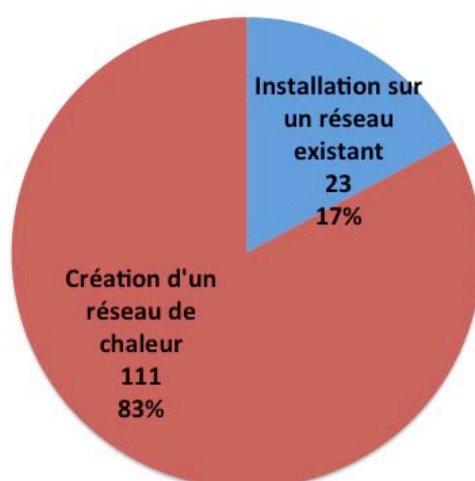
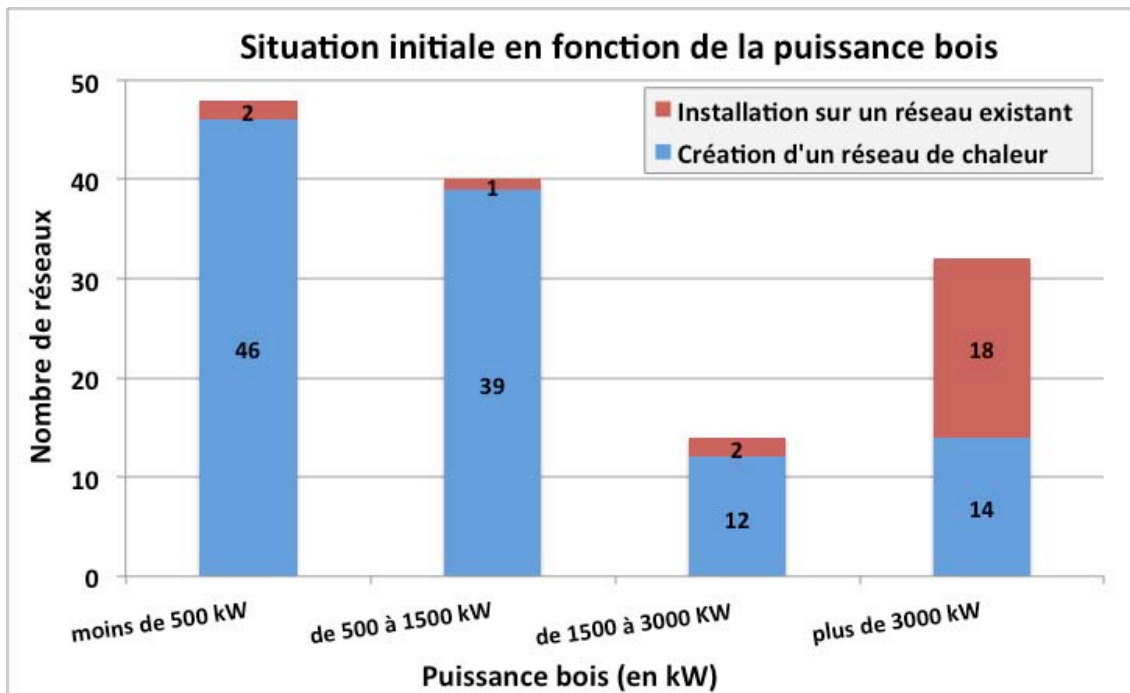


Figure 9 : Situation initiale lors de l'installation de la chaudière bois (134 réseaux)

Près de 83 % des chaufferies bois construites sur des réseaux de chaleur l'ont été à l'occasion de la création du réseau. Seuls 17% des chaufferies concernent des réseaux de chaleur existants.

<sup>13</sup> Référence de la publication : RCE 12, mai 2011

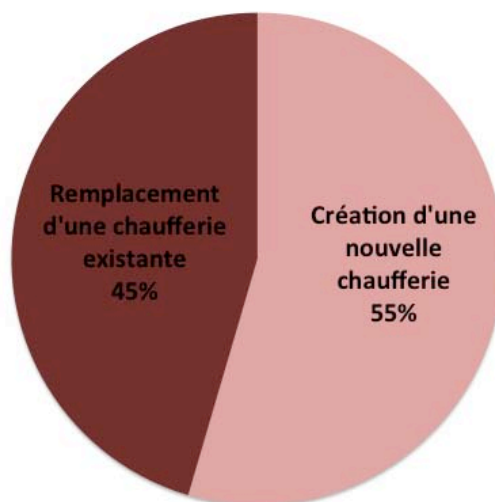


**Figure 10 : Situation initiale en fonction de la puissance bois (134 réseaux)**

L'installation sur des réseaux de chaleur existants concerne dans plus de 75 % des cas des chaufferies bois de plus de 3 MW et des villes de plus de 50 000 habitants.

Nous allons étudier plus en détail les installations sur des réseaux existants, puis les installations dans le cadre d'une création de réseau.

#### Cas 1 : installation sur un réseau de chaleur existant

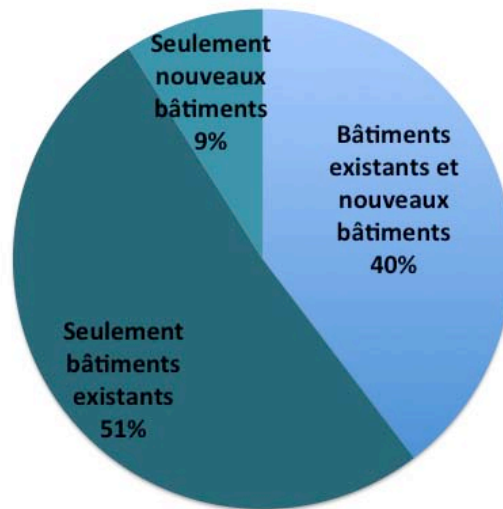


**Figure 11 : Cas de l'installation sur un réseau de chaleur existant (23 réseaux)**

Les installations sur réseaux existants viennent pour 45 % en remplacement d'énergie fossile. La contribution de ces projets en termes de TEP substituées ou évitées est très importante.

La création de nouvelles chaufferies biomasse sur le réseau (55% des cas) permet d'augmenter le potentiel de livraison de chaleur tout en intégrant un pourcentage d'EnR&R plus important au sein de sa production.

## Cas 2 : création de réseau



**Figure 12 : Cas de la création de réseau (111 réseaux)**

La création de réseau de chaleur s'effectue dans la plus grande partie des cas pour desservir des bâtiments existants (102 réseaux). À noter que la desserte de bâtiments existants et de nouveaux bâtiments est également significative : 45 réseaux font état de l'utilisation du réseau de chaleur pour alimenter des nouvelles constructions en plus de celles déjà existantes.

La création de nouveaux bâtiments sur un secteur représente donc souvent l'opportunité de monter un projet de production de chaleur biomasse, qui bénéficie aussi à des bâtiments existants.

### 4.4 Les bâtiments alimentés

Les logements collectifs<sup>14</sup> et les établissements d'enseignement (4300 lycées et 7000 collèges) constituent encore un des principaux « supports » de développement des réseaux de chaleur bois énergie : en effet 81% des réseaux desservent des établissements d'enseignement et 62% desservent des logements collectifs. Au total, 50 % de l'échantillon livre de la chaleur à ces deux types de bâtiments. Les établissements de santé, importants consommateurs de chaleur, sont aussi raccordés sur 43% des réseaux de chaleur. La typologie « Bureaux, commerces... » englobe aussi les bâtiments communaux, cela explique ce pourcentage élevé.

Notons que ces données sont très similaires à celles obtenues lors de la précédente enquête.

<sup>14</sup> 14,5 millions de logements collectifs dont 4 millions de logements HLM en France

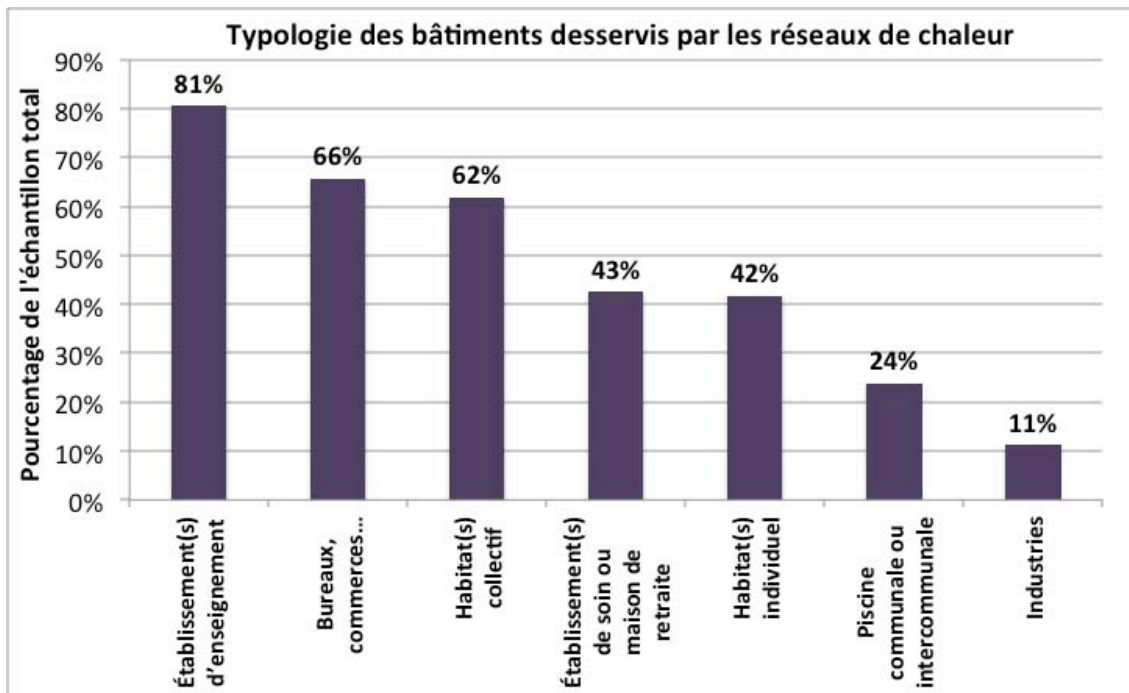


Figure 13 : Typologie des bâtiments desservis par les réseaux de chaleur (135 réseaux)

Les pourcentages présents sur le graphique correspondent à la proportion de réseaux enquêtés alimentant le type de bâtiment considéré. Etant donné que les réseaux de chaleur alimentent plusieurs bâtiments, on obtient une somme de pourcentage supérieur à 100 %.

Les profils de consommations sont très différents d'une typologie d'abonné à l'autre. Le réseau de chaleur permet de mutualiser des équipements et d'optimiser leur dimensionnement en tenant compte du foisonnement des besoins de chaleur entre abonnés. Ces variations de la demande sont dues à des intermittences très diverses entre un bâtiment de logements collectif chauffé à la même température tout l'hiver et un gymnase ou une salle des fêtes qui ne sont chauffés qu'en cas d'occupation.

Le graphique ci-dessous illustre l'intermittence des besoins de chaleur des bâtiments en fonction de la période de l'année considérée.

Intermittence	Faible	Moyenne	Forte
Logement collectif	←	→	
Enseignement		(internat) ←	→
Bâtiments publics, tertiaires, commerces		←	→
Loisirs	(piscine)		(gymnase)
Hôpital, Maison de retraite	↔		
Saison de chauffe	sept - juin	oct - mai	oct - mai
Variation diurnes	19 à 21 °c (24/24)	19°c (jour) 17°c (nuit)	19° (jour) 15°c (nuit+WE) 8°c (cong és)

Figure 14 : Intermittence des besoins de chaleur des bâtiments en fonction de la période de l'année considérée

Source : Commission MOP du CIBE.

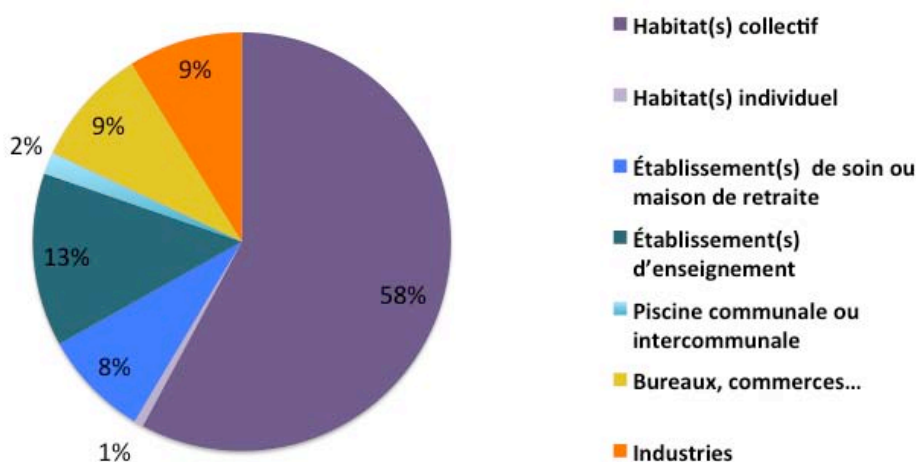


Le graphique suivant montre la répartition des consommations en MWh par typologie de bâtiments. Le foisonnement des usages est assez explicite sur le graphique :

- L'habitat collectif et individuel regroupe 59 % des consommations
- Le secteur tertiaire regroupe 41 % des consommations.

À noter que ce graphique est largement influencé par les gros réseaux de chaleur : moins d'un tiers des 153 réseaux ont répondu à cette question mais cet échantillon représente 56% de la quantité totale de chaleur livrée renseignée dans cette enquête.

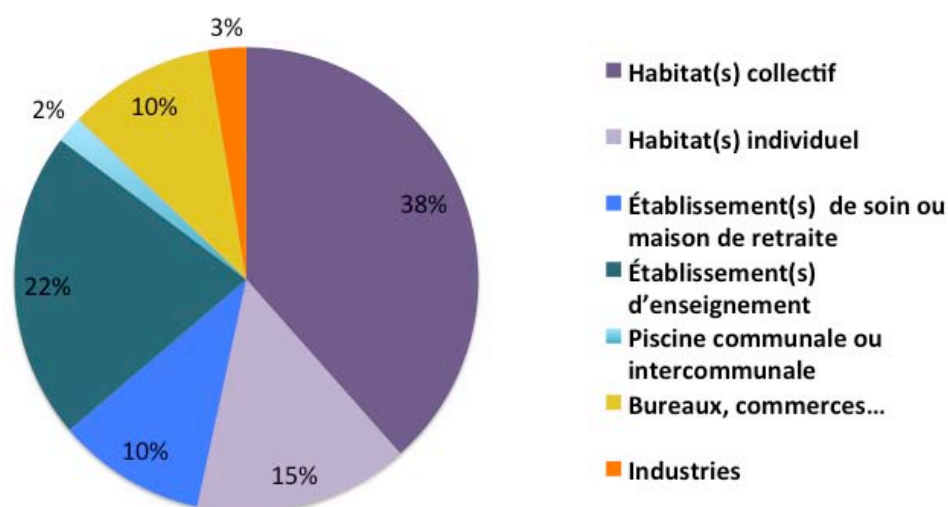
### Répartition des livraisons thermiques en fonction du type de bâtiment (en pourcentage de la chaleur totale livrée par les réseaux enquêtés)



**Figure 15 : Répartition des livraisons thermiques en fonction du type de bâtiment (en % de l'ensemble de la chaleur livrée par les réseaux enquêtés) - (47 réseaux)**

Dans le graphique ci-dessous chaque réseau possède la même importance (non pondéré par les quantités de chaleur livrée). Cette représentation permet de mettre en valeur la diversité qu'il existe au sein des réseaux de chaleur. Il nuance aussi le graphique précédent et démontre que de nombreux réseaux de petites tailles livrent de la chaleur à des habitations individuelles pour des volumes de chaleur peu conséquents à l'échelle nationale mais parfois structurant pour l'équilibre local du réseau.

### Répartition des livraisons thermiques en fonction du type de bâtiment (moyenne des ventilations)



**Figure 16 : Répartition des livraisons thermiques en fonction du type de bâtiment (moyenne de la ventilation) - (47 réseaux)**

## 4.5 Mode de gestion des réseaux de chaleur

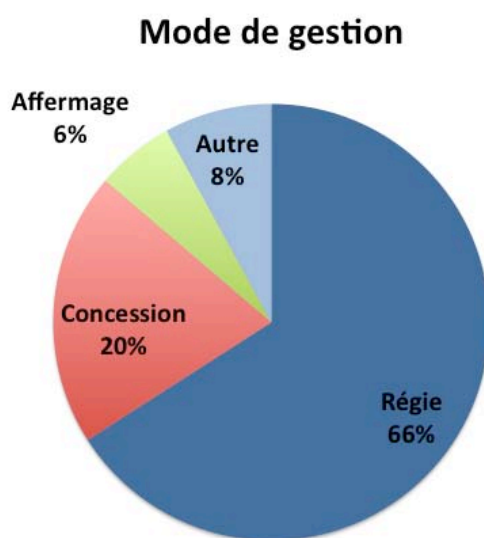
### 4.5.1 Analyse globale

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

- la **gestion directe**, dite « en régie », dans laquelle la collectivité assure la totalité du service (financement, exploitation, facturation), éventuellement en s'appuyant sur des entreprises via des contrats d'exploitation,
- la **délégation de service public**, où la collectivité confie la gestion du réseau à une entreprise spécialisée, soit dans le cadre d'une concession (l'entreprise délégataire prend alors en charge l'investissement initial qu'elle finance grâce à la vente d'énergie) soit dans le cadre d'un affermage (dans ce cas la collectivité réalise l'investissement, l'entreprise gestionnaire prélevant alors sur les abonnés une redevance reversée à la collectivité pour le financement des installations).

La délégation de service public est surtout envisageable pour les réseaux de chaleur de taille importante, pour lesquels le chiffre d'affaire est suffisamment élevé pour apporter les niveaux de rentabilité nécessaires au positionnement des investisseurs privés et des entreprises gestionnaires.

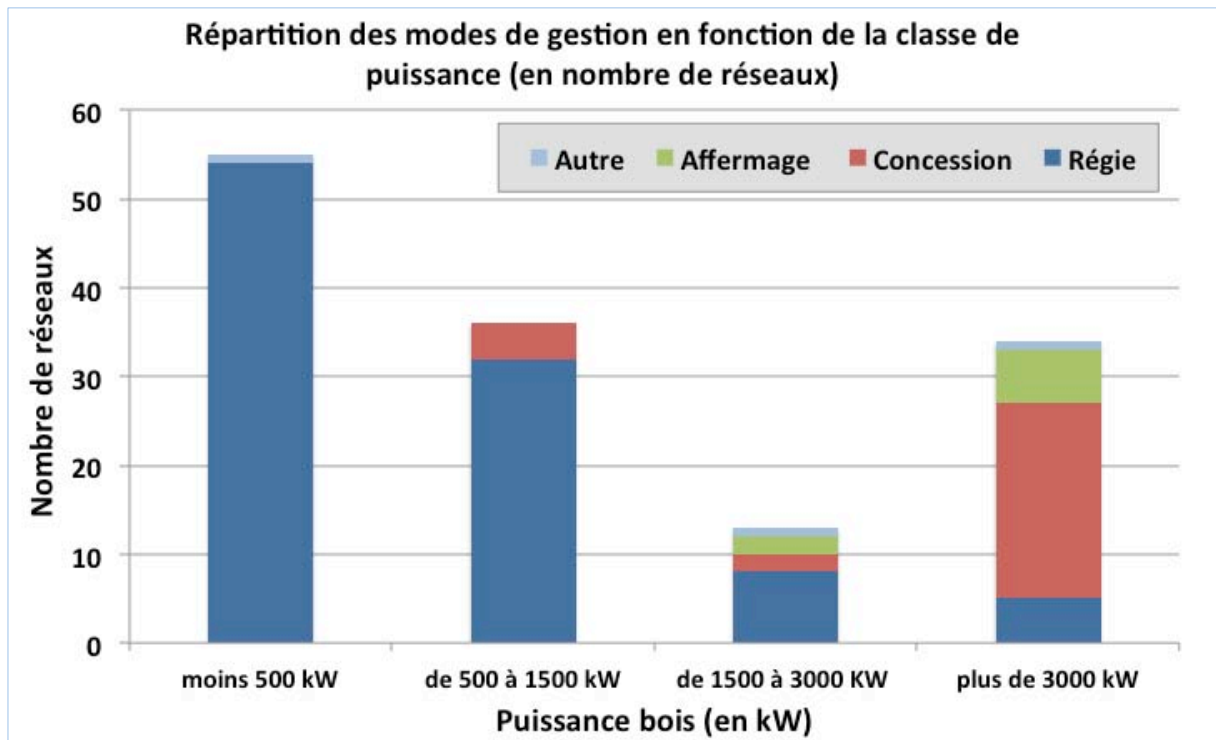
Pour les grands réseaux, le choix du mode de gestion est généralement dépendant de l'historique du réseau (lorsque la chaufferie bois est implantée sur un réseau existant), des capacités d'investissement et de suivi technique des collectivités, voire de positionnements plus politiques (par rapport notamment à l'ouverture aux opérateurs privés des services publics).



**Figure 17 : Mode de gestion des réseaux de chaleur  
(138 réseaux)**

Globalement, la gestion directe en régie est la plus répandue avec 66% du panel enquêté. Les réseaux de plus de 3 MW sont majoritairement gérés en affermage ou en concession, comme l'illustre le graphique suivant présentant les modes de gestion en fonction des classes de puissances.

La case « Autre » regroupe ici des réseaux ayant des systèmes de gestion différents : on y trouve une Associations Foncière Urbaine Libre (AFUL) et des variantes de la régie « classique ».



**Figure 18 : Répartition des modes de gestion en fonction de la classe de puissance (138 réseaux)**

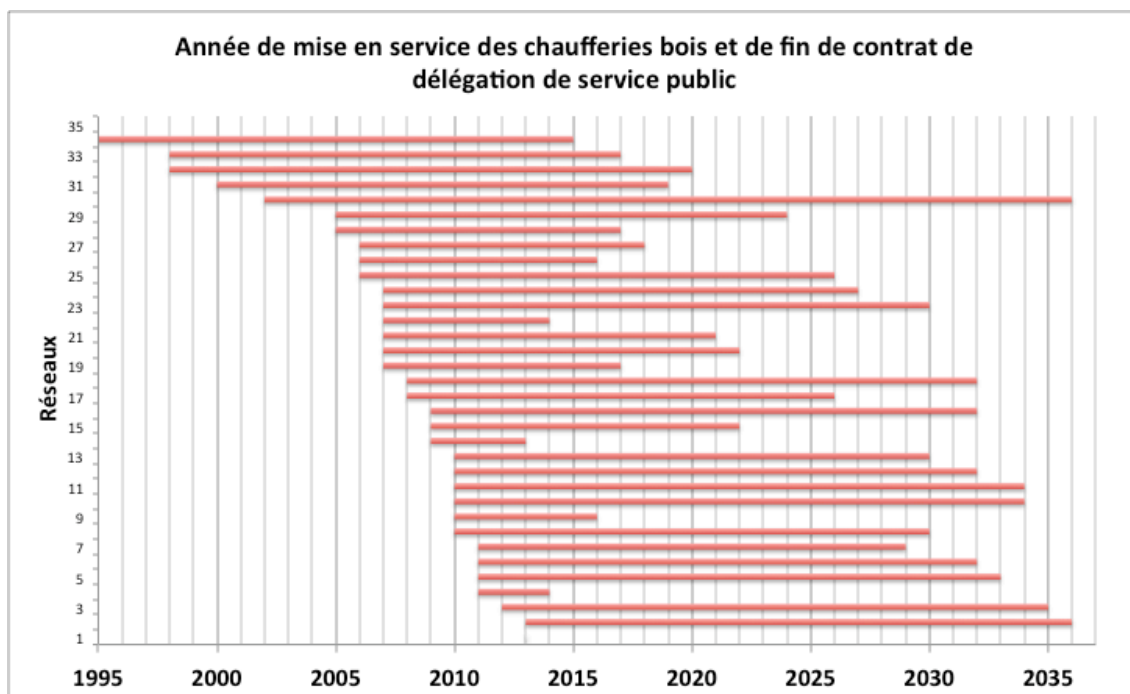
Les réseaux de moins de 1500 kW bois sont gérés en majorité en régie alors que les réseaux équipés de grosses chaufferies bois sont essentiellement gérés en délégation de service public.



## 4.5.2 Durée des Délégations de Service Public (DSP)

Le graphique ci-dessous présente l'année d'installation de chaufferie bois et l'année de fin de contrat pour les 34 réseaux enquêtés gérés en DSP.

Le début de la barre rouge correspond à l'année d'installation de chaudière bois et la fin montre l'année à laquelle se termine le contrat de délégation de service public.



**Figure 19 : Année de mise en service des chaufferies bois et de fin de contrat de délégation de service public - (34 réseaux)**

Généralement, soit la chaufferie bois est réalisée dans les premières années du contrat de Délégation de Service Public, soit elle fait l'objet d'un avenant prolongeant la durée du contrat. Ceci étant, quelques projets ont été lancés sur la fin de la Délégation de Service Public, sans pour autant en prolonger la durée.

## 5 Caractéristiques techniques des chaufferies bois

---

### 5.1 Dimensionnement

La plupart des réseaux de chaleur équipés de chaufferies bois fonctionnent avec une ou des énergies d'appoint ou de secours pour satisfaire au cahier des clauses techniques générales (CCTG) Génie Climatique (brochure des marchés public n°2015) et assurer un service continu de fourniture de chaleur. Ce choix permet aussi de limiter les montants d'investissement pour la chaufferie bois tout en couvrant une part importante des besoins de chaleur du réseau par la biomasse. En outre, les chaufferies bois ont des contraintes de fonctionnement plus fortes que les chaudières fioul ou gaz que l'on peut utiliser en appoint (les rendements se dégradent lorsque la chaudière bois fonctionne à bas régime).

Cependant la logique de dimensionnement n'est pas la même pour les petites et les grosses chaufferies. Pour les chaufferies de petite taille (moins de 500 kW bois), l'optimisation technico-économique amène souvent à dimensionner la chaudière bois pour couvrir 80% à 90 % des besoins. Ceci étant, une vigilance s'impose : chercher à tout prix un taux de couverture de plus de 95% (souhait politique) peut coûter cher. L'étude de l'optimum économique est fortement conseillée.

Sur des réseaux de chaleur de plus grandes tailles, le taux de couverture bois sera plus faible, tout en assurant un taux global d'énergies renouvelables et de récupération supérieur à 50%<sup>15</sup>.

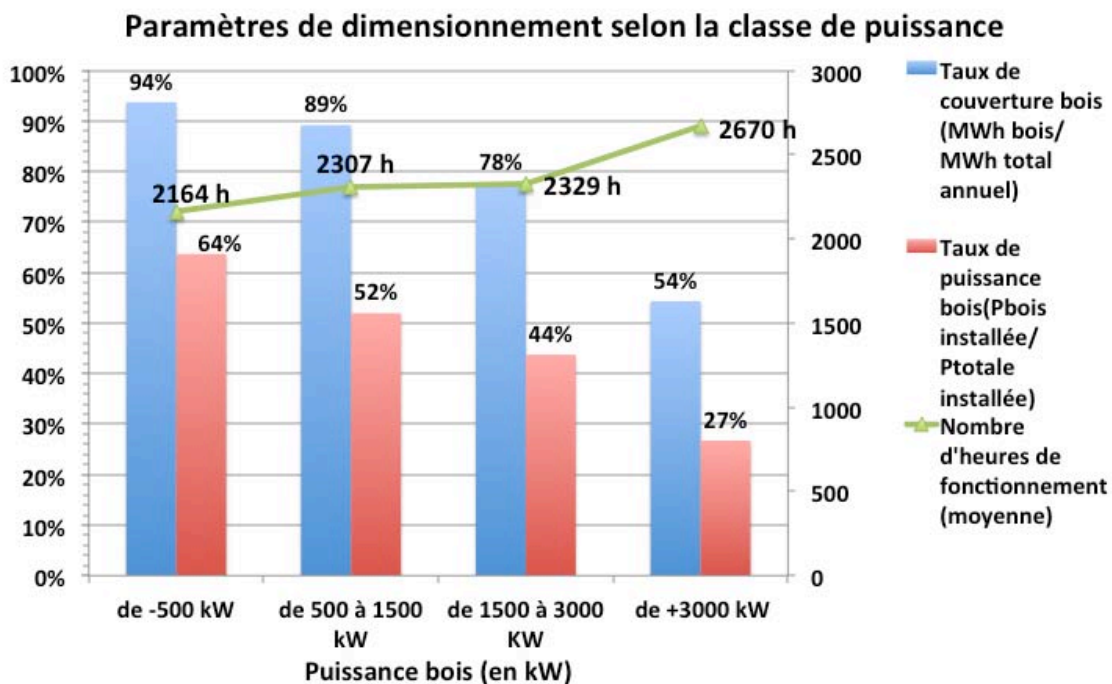
Les critères de dimensionnement des chaufferies bois sont les suivants :

- le taux de puissance bois de la chaudière bois (soit Puissance Bois / Puissance totale installée) ;
- le taux de couverture des besoins énergétiques par la chaufferie bois (soit la production de la chaudière bois / production totale) ;
- le nombre d'heures théorique de fonctionnement par an de la chaufferie à puissance nominale (soit énergie produite / puissance).

On retient généralement comme ordre de grandeur qu'avec un dimensionnement de la chaudière bois à 45 ou 50% de la puissance maximale appelée sur le réseau, on peut couvrir 80 à 85% des besoins de chauffage.

---

<sup>15</sup> La partie tarifaire proportionnelle aux consommations est taxée à un taux de TVA réduit (5,5% en 2013) dès lors que le mix énergétique du réseau de chaleur est supérieur à 50% d'énergies renouvelables et de récupération.



**Figure 20 : Paramètres de dimensionnement selon la classe de puissance (137 réseaux)**

Ce graphique nous permet de faire le même constat que lors de l'enquête 2010 : le maître d'ouvrage doit être vigilant quant aux risques de surdimensionnement des chaufferies bois dans les réseaux de chaleur de faible puissance. Les fonctionnements à bas régime altèrent le rendement et la durée de vie de la chaudière et provoquent une augmentation des polluants, du taux de cendres et des imbrûlés<sup>16</sup>. Optimiser la puissance bois installée en fonction de la monotone des appels de puissance et des besoins des bâtiments à chauffer est en effet essentiel pour un bon fonctionnement technique mais aussi économique.

Une autre piste est de répartir la puissance bois nécessaire sur plusieurs chaudières, augmentant le coût d'investissement au kW bois installé d'un côté mais permettant ainsi d'accroître les possibilités de moduler et par conséquent le taux de couverture bois.

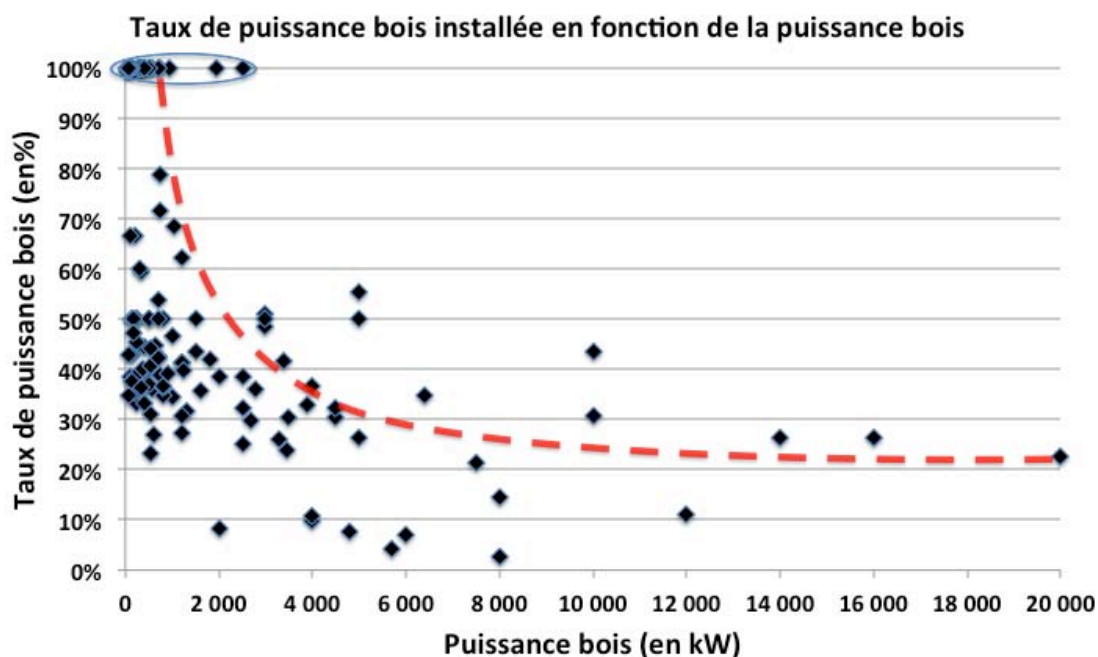
On remarque par ailleurs que plus la puissance des chaufferies est importante et plus celles-ci ont une durée de fonctionnement annuel élevée. Ce constat n'est pas contradictoire avec la mise en garde sur le surdimensionnement car il s'applique à des réseaux pour lesquelles le taux de couverture bois est plus faible.

Souvent se pose la question de la fourniture de chaleur pour les besoins en Eau Chaude Sanitaire (ECS), surtout pour les petits réseaux de chaleur (puissance bois inférieur à 500 kW). La chaudière bois, représentant en moyenne 64% de la puissance totale, ne pourra pas moduler sa production pour répondre à des besoins faibles en eau chaude sanitaire. Ceci étant, fournir la chaleur pour la production d'ECS avec une production biomasse, si celle-ci est assez conséquente, permet d'assurer un « fond de chauffe » plus important mais aussi d'augmenter la part bois dans le mix énergétique. Pour cela, le recours à un système d'hydro accumulation (stockage d'eau chaude) se révèle pertinent en permettant un meilleur fonctionnement de la chaudière bois lorsque les appels de puissance sont réduits. (cf. étude INDDIGO pour AMORCE « Optimisation des réseaux de chaleur pour le développement des BBC » - réf. RCT34).

<sup>16</sup> Pour plus de détails, voir les guides « bois-énergie » ADEME (collection : Connaître pour agir).

L'utilisation des différentes chaufferies, lorsque le réseau dispose de plusieurs moyens de production d'énergie, est décidée selon un ordre de priorité « au mérite ». Les énergies de récupérations<sup>17</sup> sont utilisées en premier puis, selon les besoins à couvrir, on enclenche les systèmes par ordre croissant du prix du combustible. Les chaufferies bois sur les gros réseaux dont le reste du mix énergétique est fossile sont donc logiquement utilisées « au maximum ».

Le graphique ci-après illustre cette tendance : les chaufferies bois les plus puissantes (pour lesquelles la puissance dépasse les 8 000 kW bois) ne représentent souvent qu'un quart de la puissance totale du réseaux.



**Figure 21 : Taux de puissance bois<sup>18</sup> installée en fonction de la puissance de la chaudière bois (130 réseaux)**

Par ailleurs, ce graphique reflète la grande diversité des cas rencontrés (contrairement au graphique précédent qui présentait des valeurs moyennes par classe de puissance de chaudière bois).

Le cercle bleu indique qu'il est possible de subvenir aux besoins de chaleur du réseau uniquement avec une chaudière bois, et ce même avec une puissance supérieure à 2 000 kW. Dans ces cas-là, sur les petits réseaux, le réseau ne fournit en général pas les besoins en eau chaude sanitaire, ce qui oblige les bâtiments à assurer par eux-mêmes leur production. La courbe rouge montre la tendance que l'on observe sur l'enquête. De manière générale, plus la chaudière bois est petite plus le taux de puissance bois est élevé. Ce taux se stabilise après 5 000 kW bois autour de 25-30% : le réseau possède alors souvent une deuxième énergie renouvelable ou de récupération.

<sup>17</sup> Par ex. la chaleur issue d'Unité d'Incineration d'Ordures Ménagères ou de process industriels

<sup>18</sup> Le taux de puissance bois correspond au ratio suivant : puissance de la chaudière bois / puissance totale installée sur le réseau.

### Fonctionnement de la chaufferie bois toute l'année :

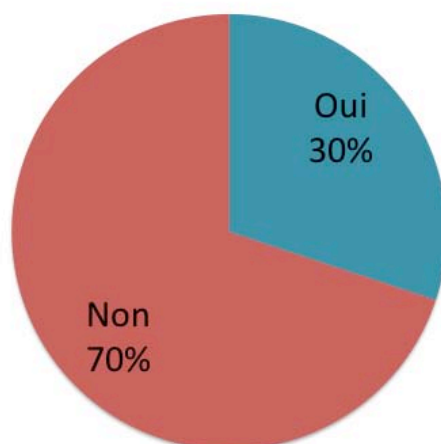


Figure 22 : Fonctionnement de la chaufferie bois toute l'année (133 réseaux)

70 % des chaufferies bois ne fonctionnent pas toute l'année. L'analyse des 30 % de réseaux restants montre que toutes les classes de puissance sont présentes avec une répartition assez homogène. Notons tout de même que plus de 50 % des réseaux de plus de 3000 kW bois mettent en marche leurs chaufferies bois durant toute l'année, assurant le fond de chauffe pour les besoins en eau chaude sanitaire.

### Production d'eau chaude sanitaire par le réseau :

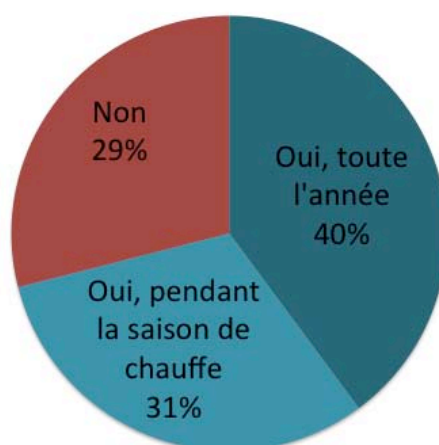


Figure 23 : Production d'ECS par le réseau (138 réseaux)

La plupart des réseaux enquêtés (71 %) produisent de l'eau chaude sanitaire. Ceux qui n'en produisent pas sont, à 93%, des réseaux d'une puissance inférieure à 1500 kW bois. A noter que 62 % des réseaux qui produisent de l'ECS toute l'année ont une puissance bois supérieure à 2000 kW bois.

**Il y a donc une forte corrélation entre la durée de fonctionnement de la chaudière bois, la production de chaleur pour les besoins d'eau chaude sanitaire, le taux de puissance bois et de couverture bois. L'importance accordée à l'étude de faisabilité doit donc être majeure.**

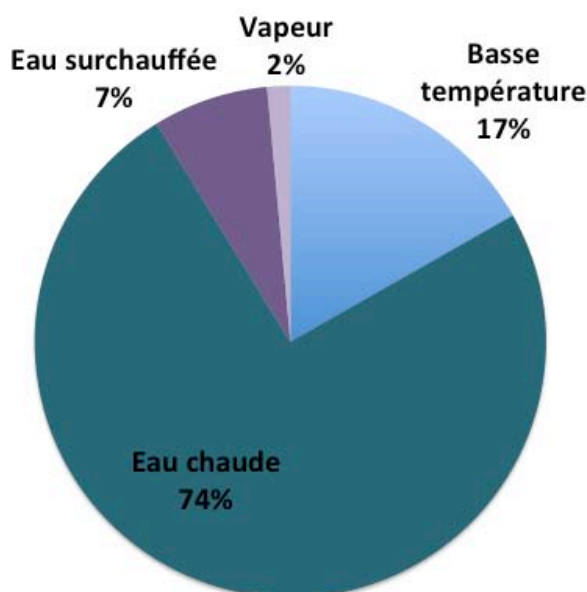


## 5.2 Température des réseaux

La température du fluide caloporteur (l'eau dans la majeure partie des cas) est une donnée clé pour le dimensionnement et l'optimisation d'un réseau de chaleur. On dénombre 4 catégories :

- « Basse température » pour laquelle la température est inférieure à 80°C ;
- « Eau chaude » pour laquelle la température est comprise en 80 et 110°C (état liquide) ;
- « Eau surchauffée » pour laquelle la température est supérieure à 110°C (état liquide) ;
- « Utilisant de la vapeur » pour laquelle l'eau est sous forme de vapeur.

### Température des réseaux (nombre de réseaux)

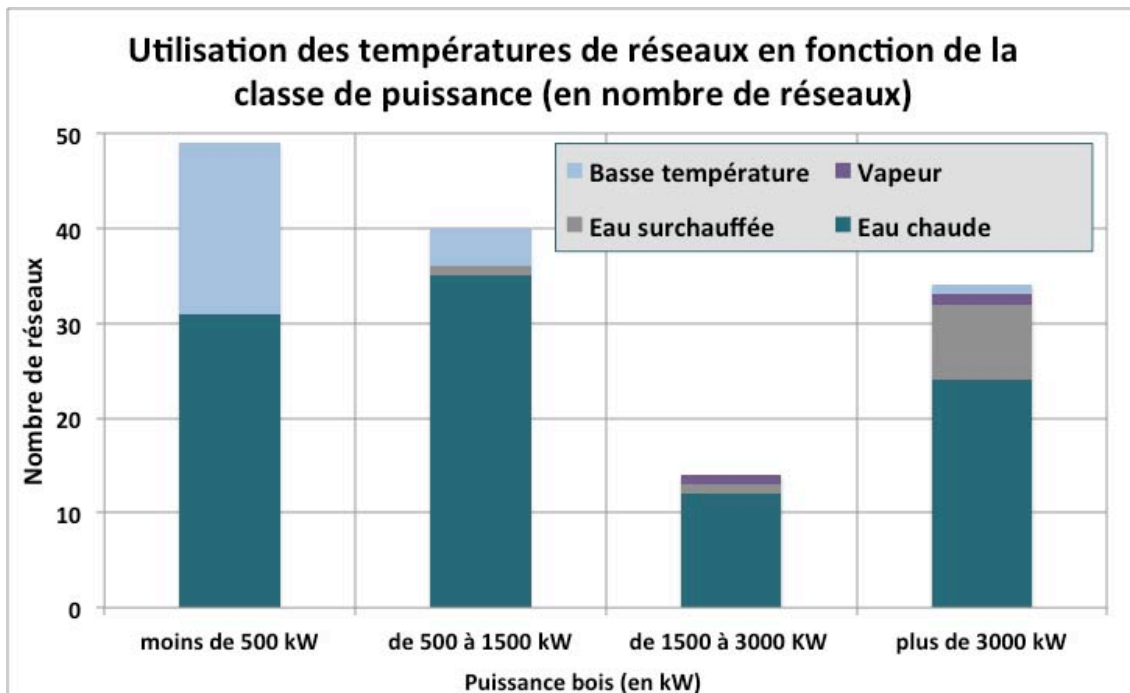


**Figure 24 : Température des réseaux (137 réseaux)**

La répartition du panel de l'enquête en terme de température des réseaux montre que près de trois quarts des réseaux utilise de l'« eau chaude ». Très peu de réseaux (9% de l'échantillon) utilisent de l'« eau surchauffée » ou de la vapeur : cela est souvent dû à leur dimensionnement historique qui a dû s'adapter aux besoins de certains clients.

L'utilisation de température basse dans les réseaux permet de limiter les pertes thermiques de distribution. Autre élément important : plus un réseau de chaleur a un régime de température bas, plus il sera susceptible d'accueillir d'autres moyens de production (solaire, géothermale) mais aussi un stockage de chaleur, permettant ainsi de lisser les besoins de production.

Le choix est fait au moment du dimensionnement du projet global (réseau de chaleur et construction des bâtiments raccordés) : le régime de température du réseau doit pouvoir être compatible avec le régime de température dans les bâtiments. L'information des maîtres d'ouvrage des futurs bâtiments sur les régimes de température doit être menée le plus en amont possible lorsque la basse température est choisie.



**Figure 25 : Température des réseaux en fonction de la classe de puissance (137 réseaux)**

Il est donc intéressant de mettre en place des températures de réseaux assez basses pour optimiser les performances de livraisons, diminuer les pertes dans les canalisations et donner la possibilité au réseau de diversifier ses moyens de production.

C'est pour ces raisons que l'on voit apparaître de plus en plus de réseaux basse température : ils présentent en effet de nombreux avantages en terme de rendement global et sont plus adaptés aux besoins thermiques des constructions actuelles.

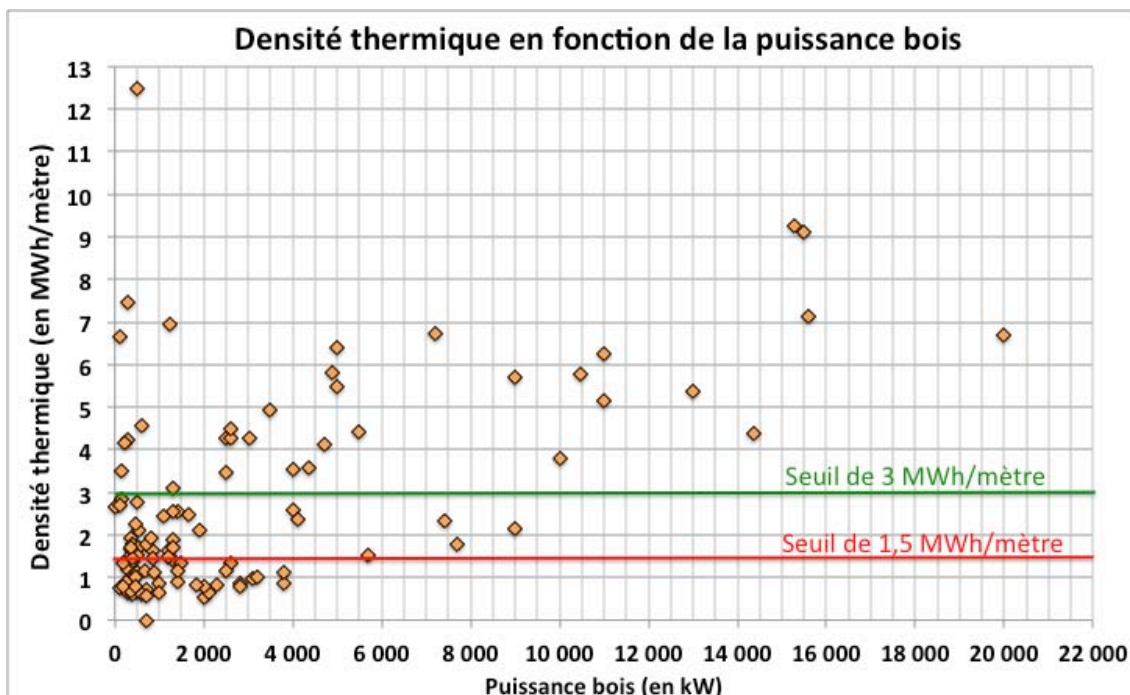
**Le régime de température du réseau fait partie des nombreux points de vigilance des maîtres d'ouvrage pour optimiser leur projet.**

### 5.3 Densité thermique

Un critère important dans le dimensionnement des réseaux de chaleur est la densité thermique du réseau, c'est-à-dire le rapport entre la quantité d'énergie distribuée en sous-stations par le réseau et la longueur de réseau créé. On retient habituellement comme valeur « clé » pour l'évaluation de la faisabilité économique d'un réseau de chaleur une densité thermique de l'ordre de 3 MWh par an et par mètre linéaire de réseau créé, soit environ 1 équivalent logement pour 4 mètres de réseau (moyenne de consommation basée sur le parc existant).

Le critère -en principe indicatif- retenu par l'ADEME dans le cadre du Fonds chaleur est celui d'une densité thermique supérieure à 1,5 MWh / mètre de réseau / an. Notons que des dérogations peuvent être accordées sur des projets de petites tailles.

On remarque sur le graphique suivant que, tout comme nous l'avions constaté lors de l'étude 2010, ce seuil n'est pas atteint par un nombre non négligeable de réseaux (35 % de l'échantillon), ce qui confirme l'intérêt de conserver un caractère indicatif à ce critère. Ces réseaux en deçà du seuil de 1,5 MWh / mètre de réseau / an se caractérisent par une puissance de leur chaufferie bois comprise entre 80 et 4000 kW, ce qui constitue une différence vis-à-vis des résultats de l'enquête précédente. En effet, en 2010 ces réseaux avaient une puissance inférieure à 2000 kW. Il s'agit peut-être de réseaux en création, avec un étalement des raccordements correspondant au programme de construction de la zone.



**Figure 26 : Densité thermique en fonction de la puissance bois (112 réseaux)**

Le graphique montre qu'en moyenne plus les réseaux ont une puissance bois élevée plus la densité thermique est élevée. Cela s'explique par la densité urbaine qui augmente avec la taille des villes : nombre d'étages des bâtiments plus élevé ; étalement moindre des habitations, présence de plus gros consommateurs...

L'analyse par classe de puissance dans le tableau suivant confirme cette tendance, la densité moyenne des réseaux augmente lorsque l'on passe à la classe de puissance supérieure. On observe la même dynamique pour la longueur des réseaux.

Puissance bois	Taux de création de réseau <sup>19</sup>	Densité moyenne tous réseaux confondus (MWh/ml)	Densité moyenne des réseaux créés (MWh/ml)	Longueur maximum des réseaux créés (en km)	Longueur moyenne des réseaux créés (en km)
moins de 500 kW	96%	1,57	1,58	2,5	0,50
de 500 à 1500 kW	98%	1,79	1,87	3,2	1,21
de 1500 à 3000 kW	86%	2,87	3,16	5,7	2,87
plus de 3000 kW	44%	5,22	4,99	33,4	8,35

**Figure 27 : Caractéristiques des réseaux de chaleur (112 réseaux tous confondus et 76 réseaux créés)**

Par ailleurs, la densité moyenne des réseaux a diminué par rapport à l'enquête précédente : l'année 2012 a été plus « douce » en terme de températures que celle de 2010 en moyenne nationale et donc les livraisons de chaleur ont été moins élevées.

<sup>19</sup> Le terme « taux de création de réseau » utilisé dans les tableaux ci-dessus correspond au nombre de nouveaux réseaux de chaleur au bois qui ont été créés, (par opposition aux réseaux de chaleur existants où le bois énergie est venu s'ajouter à une installation déjà en fonctionnement) rapporté au nombre total de réseaux utilisant du bois énergie pour chacune des 4 classes de puissance.

## 5.4 Bouquet énergétique

### 5.4.1 Analyse globale

Le Fonds chaleur prévoit le financement des créations et extensions de réseaux de chaleur sous réserve qu'ils soient - entre autres - alimentés à plus de 50% à partir d'énergies renouvelables ou de récupération. Le premier constat que l'on peut tirer du graphique ci-dessous est que, quelle que soit la taille du réseau, l'objectif visé par les maîtres d'ouvrages en intégrant des EnR&R dans le mix énergétique est bien de parvenir à ce seuil d'éligibilité. Notons tout de même que tous les réseaux de l'enquête n'atteignaient pas en 2012 le taux de 50 % d'EnR&R.

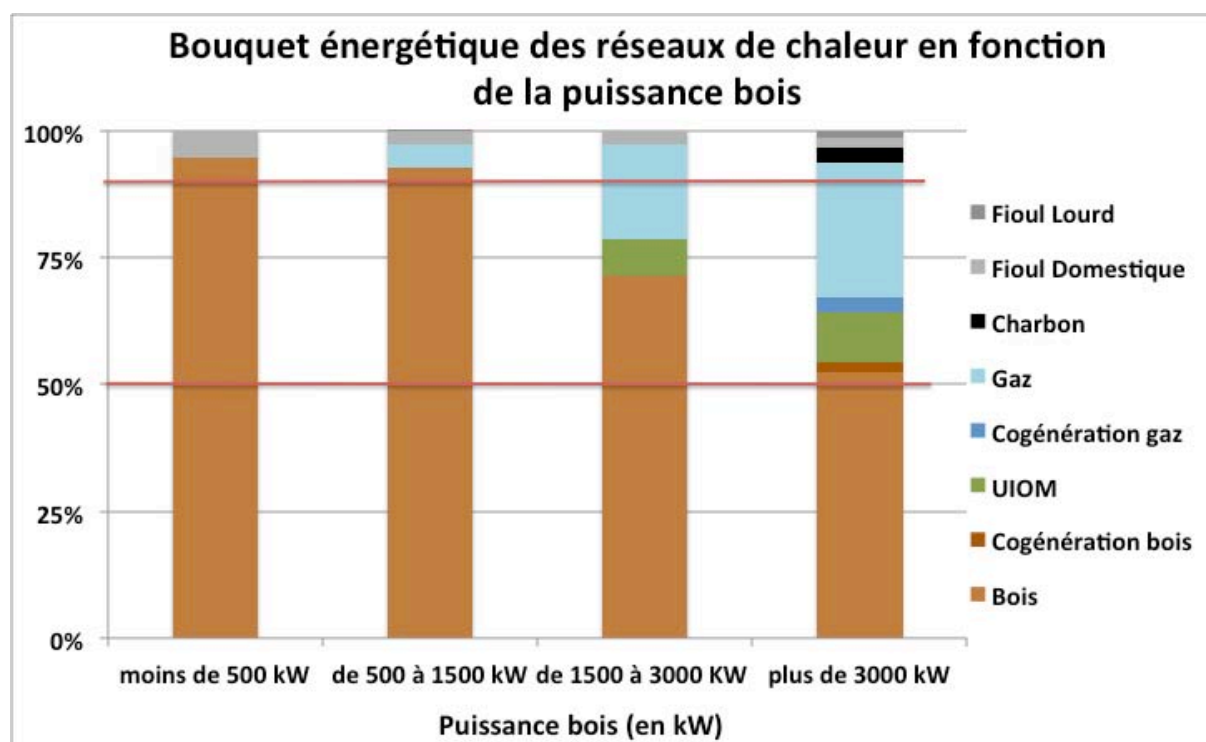


Figure 28 : Bouquet énergétique des réseaux de chaleur au bois en fonction de la classe de puissance (142 réseaux)

Si l'on complète cette première approche en observant les bouquets énergétiques par classe de puissance, on peut ainsi préciser :

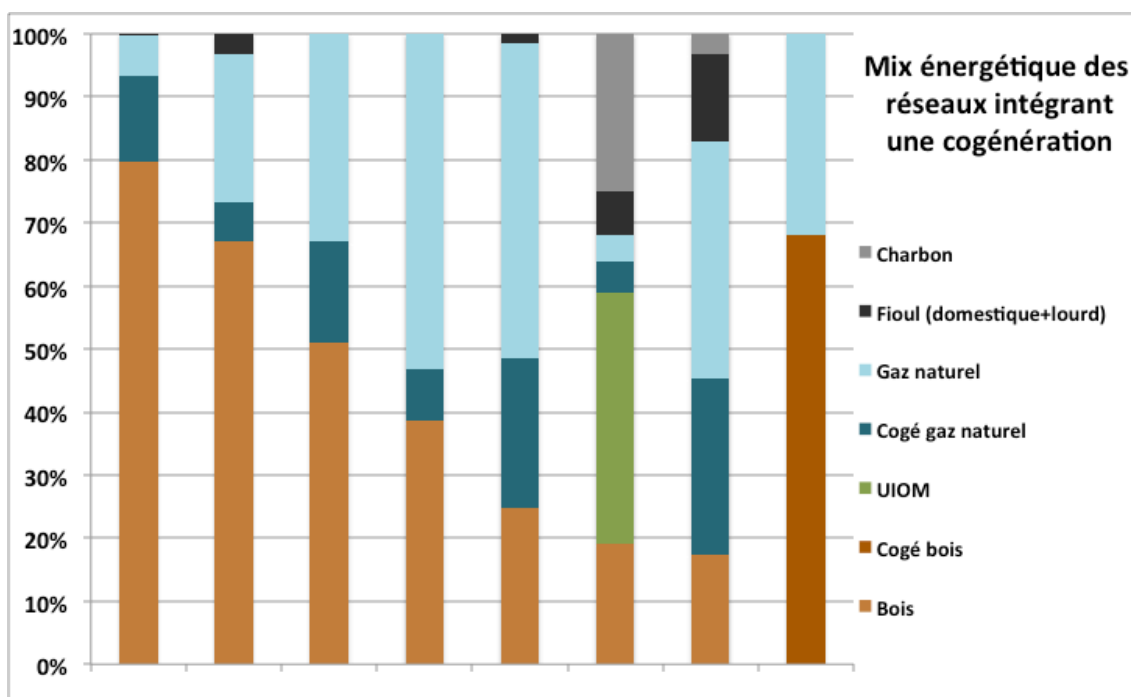
- Pour les réseaux d'une puissance bois inférieure à 500 kW, la part du bois représente en moyenne plus de 90% du mix énergétique. Principalement situés en zone rurale et non desservis par le réseau gaz naturel, la substitution d'énergies fossiles est importante car l'énergie bois remplace souvent l'utilisation du fioul domestique ou du propane. Il peut aussi remplacer l'utilisation du bois énergie individuel, présentant alors un gain en rendement énergétique et en pollution locale (voir partie 6.5).
- La part du bois est également très importante pour les réseaux de chaleur comportant entre 500 et 1500 kW de bois. Ce type de réseau utilise comme complément le fioul domestique ou le gaz naturel pour les communes desservies,
- Les réseaux d'une puissance bois comprise entre 1500 et 3000 kW sont principalement implantés dans des communes desservies par le réseau gaz naturel. On constate ainsi une prépondérance de l'utilisation du gaz naturel en complément de l'énergie bois. La présence d'UIOM dans cette classe de puissance est due à un seul réseau pour lequel ce moyen de production représente 80% du mix énergétique.
- Les réseaux de chaleur avec plus de 3000 kW bois sont implantés sur des agglomérations de plus grande importance. Ils comportent en moyenne plus de 50%

d'EnR&R notamment grâce aux énergies de récupération, principalement en raccordant les UIOM au réseau de chaleur (cf. étude AMORCE DT3 « *Vente d'énergie produite par les unités d'Incinération d'Ordures Ménagères* »). On note la grande mixité des énergies complémentaires du bois sur les plus grands réseaux.

## 5.4.2 Focus sur la cogénération

Le graphique ci-dessous illustre le mix énergétique de huit réseaux de l'enquête qui sont alimentés par une unité de cogénération. Mis à part le réseau n°8 qui est équipé d'une cogénération bois, les sept autres réseaux sont équipés d'une cogénération au gaz naturel, installée antérieurement à la chaufferie bois.

Ce graphique illustre parfaitement les problèmes de dimensionnement rencontrés sur les réseaux de chaleur équipés d'une cogénération gaz et qui ont cherché à verdir leur mix énergétique en complément ou en substitution de la cogénération. La production à partir d'une énergie renouvelable devrait intervenir en base dans le dimensionnement des équipements, afin d'être sollicitée au maximum. Or, sur un réseau équipé d'une cogénération lié aux tarifs d'achat, c'est bien le moteur ou la turbine qui fonctionne en base afin de respecter les engagements contractuels signés avec EDF, du 1er novembre au 31 mars de la saison de chauffe. Aussi il est souvent difficile de combiner maintien de la puissance totale de cogénération et atteinte de plus de 50% du taux d'ENR&R du réseau de chaleur. Une baisse de la puissance de la cogénération s'impose alors.



**Figure 29 : Mix énergétique des réseaux intégrant une cogénération (9 réseaux)**

Trois des huit réseaux n'atteignent pas le taux de 50% d'ENR&R. Plusieurs fonctionnements sont possibles sur des réseaux de chaleur avec une cogénération au gaz naturel et une chaudière bois<sup>20</sup>. La réalisation d'un schéma directeur permet de se poser les bonnes questions et de répartir les besoins du réseau de chaleur afin de trouver le meilleur optimum technique, économique et environnemental<sup>21</sup>.

<sup>20</sup> Voir la publication RCT 29 : « Note sur les opportunités de développement du bois-énergie sur les réseaux de chaleur avec cogénération ou récupération sur UIOM », publiée par AMORCE en 2009.

<sup>21</sup> Voir la publication RCT 30 : « Elaboration du schéma directeur d'un réseau de chaleur », publiée par AMORCE en 2009.

## 5.5 Les fumées

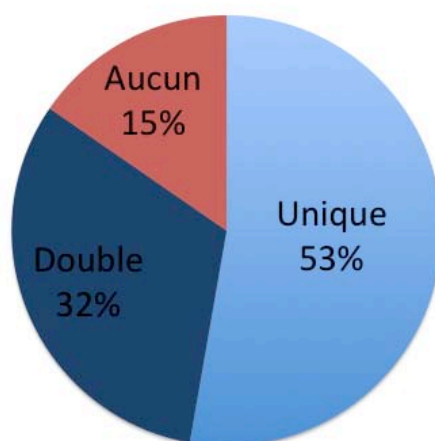
Aujourd'hui les valeurs limites (ou cibles) des directives européennes sont régulièrement dépassées pour les PM<sub>10</sub> (particules inférieures à 10  $\mu m$ ), le NO<sub>2</sub>, l'Ozone et les HAP dans plusieurs zones du territoire français. Ces polluants sont connus pour leur rôle dans l'accroissement de l'effet de serre et les dangers qu'ils peuvent causer sur la santé humaine. Les enjeux actuels de qualité de l'air dans les territoires urbanisés portent principalement sur la réduction l'abaissement dans l'air ambiant de ces polluants. Les transports, le chauffage domestique, l'industrie et les pratiques agricoles sont les principales sources anthropiques de ces pollutions.

Même si le chauffage collectif au bois ne constitue pas l'une des sources principales de pollution, il convient de prêter une attention particulière aux traitements des fumées lors de la mise en œuvre d'une installation biomasse, tout en sachant que le contenu des fumées (poussière, NOx, SOx, COx, etc.) dépend des conditions de combustion et du type de combustible.

Afin de limiter ces pollutions et d'atteindre les objectifs du Plan National Santé Environnement 2 de 2010 (-30% des émissions en 2015), plusieurs actions sont en cours :

- révision des réglementations ICPE avec des VLE vouées à être plus restrictives, notamment sur les concentrations en poussière et en oxyde d'azote (NOx).
- mise en place de Plans de Protection de l'Atmosphère (PPA) dans les zones les plus exposées avec des exigences en matière d'émissions polluantes plus contraignantes.

### Moyen de traitement des fumées



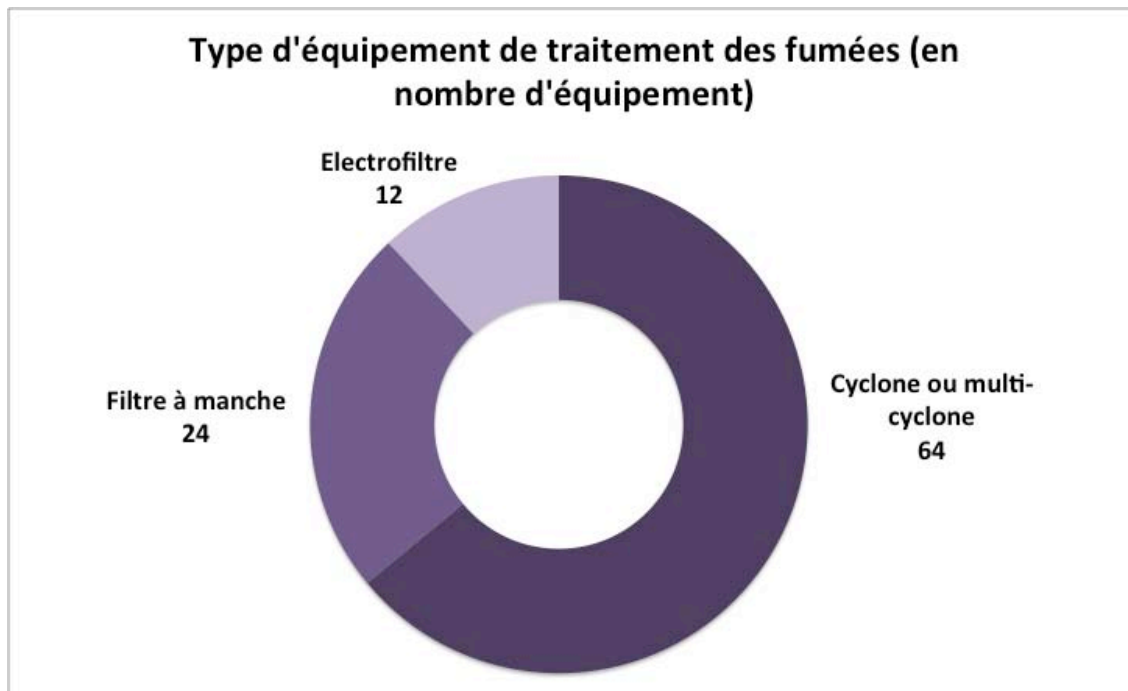
**Figure 30 : Moyen de traitement des fumées (90 réseaux)**

Globalement, 85 % de l'échantillon dispose d'au moins un moyen de traitement des fumées. 32 % des chaudières bois disposent d'un équipement secondaire pour traiter les fumées et 82 % de ces chaufferies disposent d'un multi-cyclone couplé à un filtre à manches.

Le multi-cyclone permet de faire la collecte des particules les plus volumineuses (> 15 $\mu m$ ) mais ne permet pas dans la majorité des cas d'atteindre la valeur limite imposée par la réglementation. En effet, pour les multi-cyclones les performances annoncées sont de l'ordre de 150 mg/ Nm<sup>3</sup> à 11% d'O<sub>2</sub> en sortie (lorsque l'équipement est utilisé seul). Un deuxième équipement est donc nécessaire.

À noter que l'ADEME exige le recours à des systèmes performants de dépoussiérage des fumées dans le cadre du Fonds chaleur. En fonction de la puissance de la chaudière, les dossiers déposés doivent respecter les seuils d'émission de polluants de la réglementation en cours de publication et des contraintes éventuelles supplémentaires dans les zones sensibles soumises à un plan de protection de l'atmosphère (PPA).

Seul 10 % des réseaux enquêtés sont situés dans une zone soumise à un PPA, mais de nombreuses zones sont encore en cours d'élaboration.



**Figure 31 : Type d'équipement de traitement des fumées (90 réseaux)**

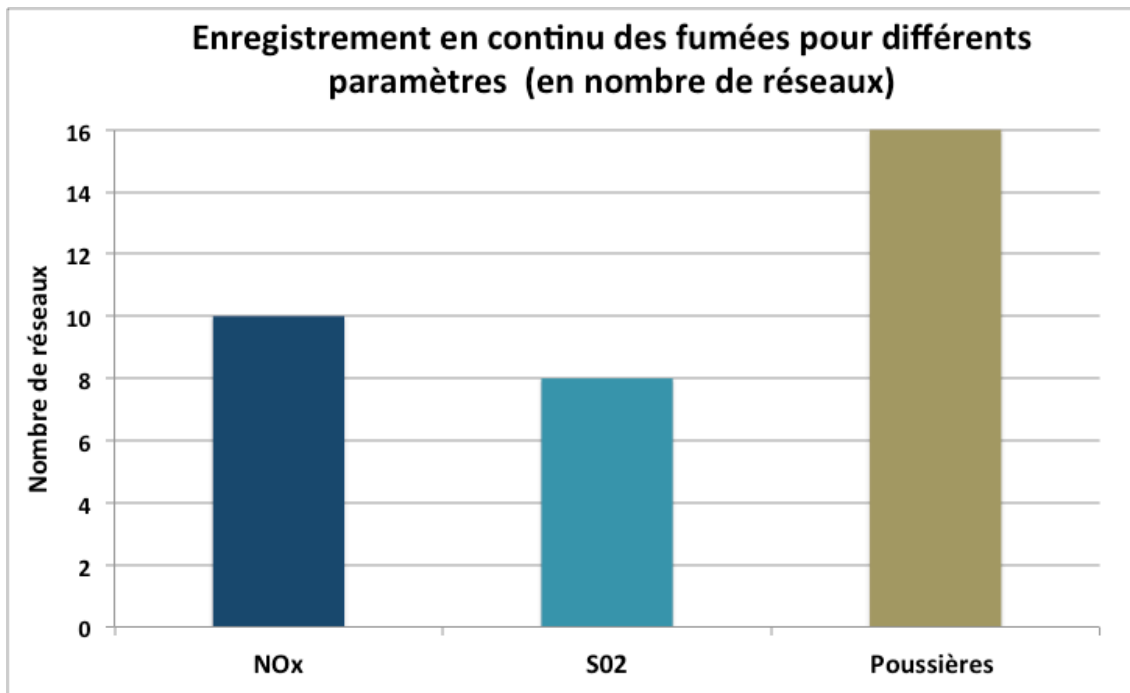
Une quinzaine de réseaux ont répondu à la question sur les concentrations des poussières en sortie. Ces réponses révèlent qu'en moyenne les chaudières pour lesquelles deux dispositifs ont été mis en place ont des performances de rejets de 33,5 mg/Nm<sup>3</sup> à 6% d'O<sub>2</sub>. Seulement deux réseaux disposant d'un dispositif unique (multi-cyclone dans les deux cas) ont répondu à l'enquête, la moyenne de ces deux réseaux est beaucoup plus élevée : 122 mg/Nm<sup>3</sup> à 6% d'O<sub>2</sub>.

Cela montre bien la nécessité de mettre en place un traitement de fumées secondaire pour atteindre des seuils de haute performance. Intégrer un traitement secondaire après l'installation de la chaufferie peut s'avérer difficile, de nombreux paramètres perturbent cet ajout : manque de place, manque de foncier, investissement conséquent (presque le prix de la chaudière dans certaines situations). L'installation de ce traitement secondaire doit donc être abordé lors de la phase de montage du projet.

Une étude réalisée pour le compte de l'ADEME<sup>22</sup> estime que « sur le prix de vente globale de l'énergie en €/HT/MWh comprenant le combustible, la maintenance, le renouvellement, et l'investissement, le poids du filtre suivant la puissance s'élève de 2.5 % à 7% pour les plus petites chaufferies. »

Cette étude met aussi en évidence « l'importance de la qualité d'exploitation des systèmes et des mesures en continue nécessaires pour confirmer la bonne utilisation de ces filtres. »

<sup>22</sup> « Evaluation technico-économique des systèmes de réduction des émissions de particules des chaudières biomasse », 06/2012, Indiggo pour le compte de l'ADEME.



**Figure 32 : Enregistrement en continu des fumées pour différents paramètres (35 réseaux)**

Seulement une vingtaine de réseaux enquêtés précisent qu'ils réalisent un enregistrement en continu d'au moins un des paramètres étudiés. Ces chaudières sont dans plus de 80 % des cas des chaudières dont la puissance excède les 3 000 kW. Notons que 8 de ces réseaux mesurent aussi le monoxyde de carbone (CO), gaz dangereux<sup>23</sup> émis lorsque la combustion est incomplète.

La mesure de paramètres des fumées permet d'obtenir par ailleurs des informations sur la combustion et ainsi de pouvoir contrôler et optimiser la qualité de l'air aux environs de l'installaiton. C'est un des points forts de différence avec le chauffage individuel au bois pour lequel aucun contrôle n'est réalisé.

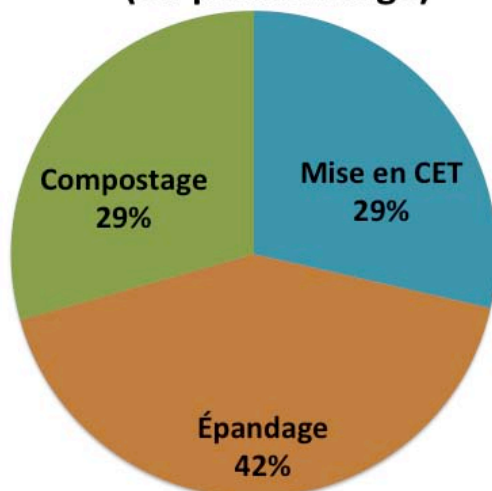


<sup>23</sup> Le monoxyde de carbone (CO) est un gaz incolore, inodore, et très toxiques pour l'Homme (il peut être mortel). L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES anciennement AFSSET) considère dans ces « valeurs guides de qualité d'air l'intérieur » (VGAi) que pour une concentration en CO de 30 mg/m<sup>3</sup> le temps d'exposition ne doit pas excéder une heure, à l'intérieur d'un bâtiment. La réglementation (hors PPA) fixe une limite d'émission de 250 mg/m<sup>3</sup> dans les rejets atmosphériques.



## 5.6 Les cendres

**Type de traitement des cendres  
(en pourcentage)**



**Figure 33 : Type de traitement des cendres  
(126 réseaux)**

Parmi les 126 des réseaux enquêtés sur leur mode de valorisation / élimination des cendres produites par leur installation biomasse<sup>24</sup>, l'épandage agricole (répandre les cendres sur des zones cultivables) est la technique la plus utilisée. L'élimination en centre d'enfouissement (CET) et la valorisation en compostage sont les deux autres modes utilisés.

Selon la réglementation, « le retour au sol est réservé aux seules cendres de bois issues d'unités soumises à autorisation préfectorale (plus de 20 MW) ou de chaufferies de faible à moyenne puissance (moins de 2 MW) ». Ce verrou réglementaire pour les installations de 2 à 20MW devrait être levé par la nouvelle réglementation ICPE en cours de finalisation. Aujourd'hui, tous les réseaux dont la puissance totale installée est comprise entre 2000 et 20000 kW devraient envoyer leurs cendres vers un CET. Sur ce point, leurs réponses sont surprenantes :

Type de traitement des cendres	Mise en CET	Épandage	Compostage
en nombre de réseaux	17	11	13

**Figure 734 : Type de traitement des cendres (Focus sur les réseaux ayant une puissance totale comprise entre 2 et 20 MW bois) - (41 réseaux)**

Ceci démontre bien le caractère d'urgence d'autoriser la valorisation agronomique des cendres : la production de cendres est conséquente (de 10 à 70 kg par tonne de bois consommé, selon le combustible bois), et leur élimination en CET coûte cher. Compte tenu de leur valeur agronomique en matière d'engrais et amendement basique, le retour au sol est donc à privilégier, sous réserve que leur composition respecte les limites imposées par la réglementation.

<sup>24</sup> Seules les cendres sous foyer peuvent être valorisées. Les cendres volantes, chargées en polluants, ne sont pas compatibles avec une valorisation agronomique.

## 6 Economie des réseaux de chaleur au bois

### 6.1 Investissements

Comme nous l'avons déjà remarqué lors de la précédente enquête, l'effet d'échelle relatif à l'investissement par kW est assez sensible jusqu'à un niveau de puissance pallier. Ce seuil s'élève cette année à 3 MW contre 2 MW en 2010. Pour les puissances supérieures, on observe une stagnation du ratio d'investissement rapporté à la puissance de la chaufferie bois. À noter que l'investissement qui a été considéré est l'investissement total incluant la création du réseau de chaleur le cas échéant.

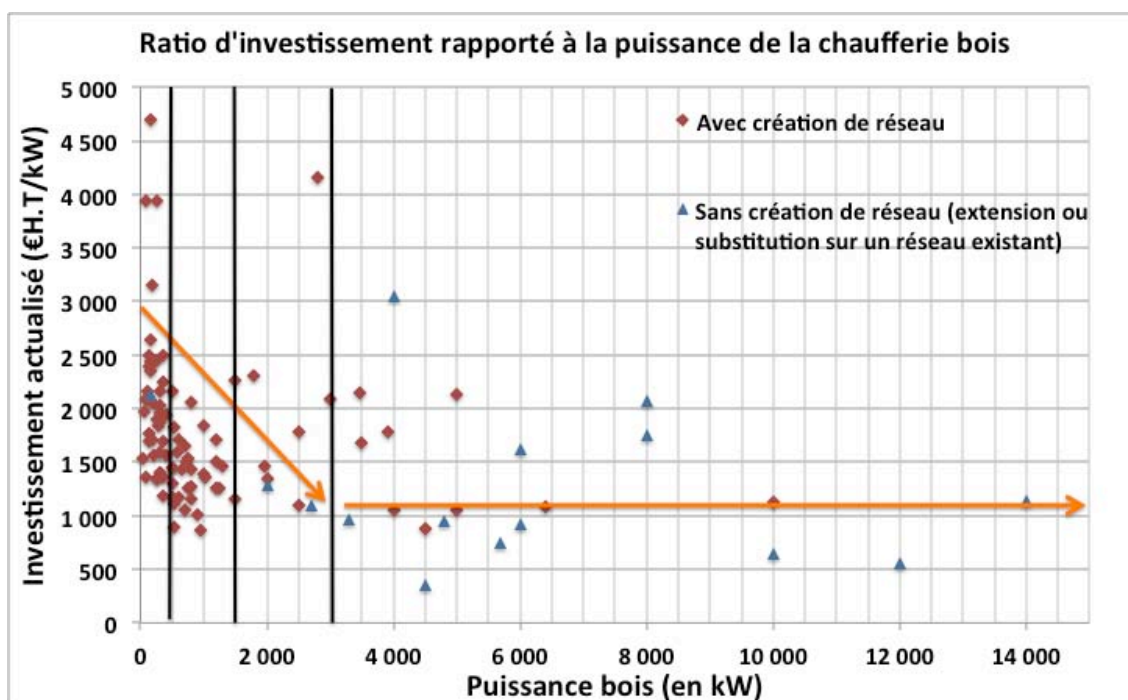


Figure 35 : Ratio d'investissement actualisé<sup>25</sup> rapporté à la puissance de la chaufferie bois (112 réseaux)

Le tableau ci-dessous présente les différents ratios d'investissement actualisés<sup>26</sup> rapportés à la puissance de la chaudière bois.

Puissance de chaudière bois	Sur réseaux existant (€HT/kW)	Echantillon sur réseau existant	Avec création de réseau (€HT/kW)	Echantillon avec création de réseau
- de 500 kW		<5	2 125	39
500 à 1 500 kW		<5	1 414	31
1 500 à 3 000 kW		<5	1 630	7
+ de 3 000 kW	1 114	14	1 500	10
<b>Moyenne</b>	<b>1 183</b>	<b>17</b>	<b>1 760</b>	<b>87</b>

Figure 36 : Ratio d'investissement total actualisé, en €HT/kW (104 réseaux)

<sup>25</sup> Taux d'actualisation : 2%. Cela permet de comparer des investissements réalisés dans des périodes différentes.

<sup>26</sup> Idem note de page n°12.

Les calculs basés sur moins de 5 réseaux n'ont pas été pris en compte car l'échantillon est trop petit pour être fiable et pertinent.

Ce tableau démontre bien une tendance : lors de la création de réseau l'investissement réalisé par kW<sub>bois</sub> installé tend à diminuer lorsque la puissance augmente. Notons que l'on observe aussi cette tendance lors de l'installation sur un réseau existant mais avec une plus grande hétérogénéité.

Pour confirmer cette hypothèse il faudrait prendre en considération l'ensemble des postes d'investissement. En effet, le poste « réseaux » (relatif entre autres à la taille du réseau considéré) va avoir un impact important sur ce ratio notamment à cause des coûts de génie civil. Il en va de même pour l'ingénierie et la maîtrise d'œuvre dont les taux de rémunération varient en fonction de l'investissement total. Les bâtiments, l'accès pour les livraisons ainsi que le process ont une incidence plus négligeable alors que l'impact du réseau secondaire variera en fonction du nombre de sous-stations.



## 6.2 Prix de vente de la chaleur

### 6.2.1 Analyse dynamique par classe de puissance

Pour mémoire, le prix moyen de vente pondéré par les quantités de chaleur<sup>27</sup> des réseaux de chaleur français, toutes énergies confondues, est de 67,5 € H.T/ MWh<sup>28</sup> pour 2011.

Pour les réseaux de chaleur alimentés par des chaufferies bois qui ont répondu à la présente enquête, le prix moyen de vente pondéré par les quantités de chaleur est de **65,6 €HT/MWh** pour 2012.

Rappelons que le niveau d'aides d'un projet de réseau de chaleur au bois impacte fortement le niveau de prix de la chaleur. Or le niveau d'attribution des aides du Fonds chaleur est calé en fonction de la solution de référence du projet pour permettre un coût de chauffage compétitif du point de vue de l'utilisateur final. Le prix de vente pour les projets aidés dépend donc directement de la solution de référence, et donc de la présence ou pas de gaz naturel sur la commune.

Le tableau ci-dessous présente les prix de vente moyen (en € HT/MWh) calculés lors des précédentes enquêtes sur les réseaux de chaleur au bois réalisées par AMORCE.

Puissance de chaudière bois	Prix moyen enquête 2007 euros constants	Prix moyen enquête 2009 euros constants	Prix moyen enquête 2010 euros constants	Prix moyen* enquête 2012
- de 500 kW	63,5€	66,4€	63,6€	77,2€
500 à 1 500 kW	53,7€	62,6€	57,1€	69,5€
1 500 à 3 000 kW	51,2€	59,9€	48,0€	67,8€
+ de 3 000 kW	48,1€	56,1€	53,2€	65,4€
Indice de rigueur climatique	0,87	0,96	1,13	1,01
<b>Moyenne</b>	<b>54,1€</b>	<b>61,3€</b>	<b>55,5€</b>	<b>65,6€</b>
Panel	-	56 réseaux	96 réseaux	106 réseaux

**Figure 37 : Prix moyen de vente de la chaleur des réseaux de chaleur au bois (les données sont issues des enquêtes d'AMORCE)**

\* prix moyen pondéré par les quantités de chaleur

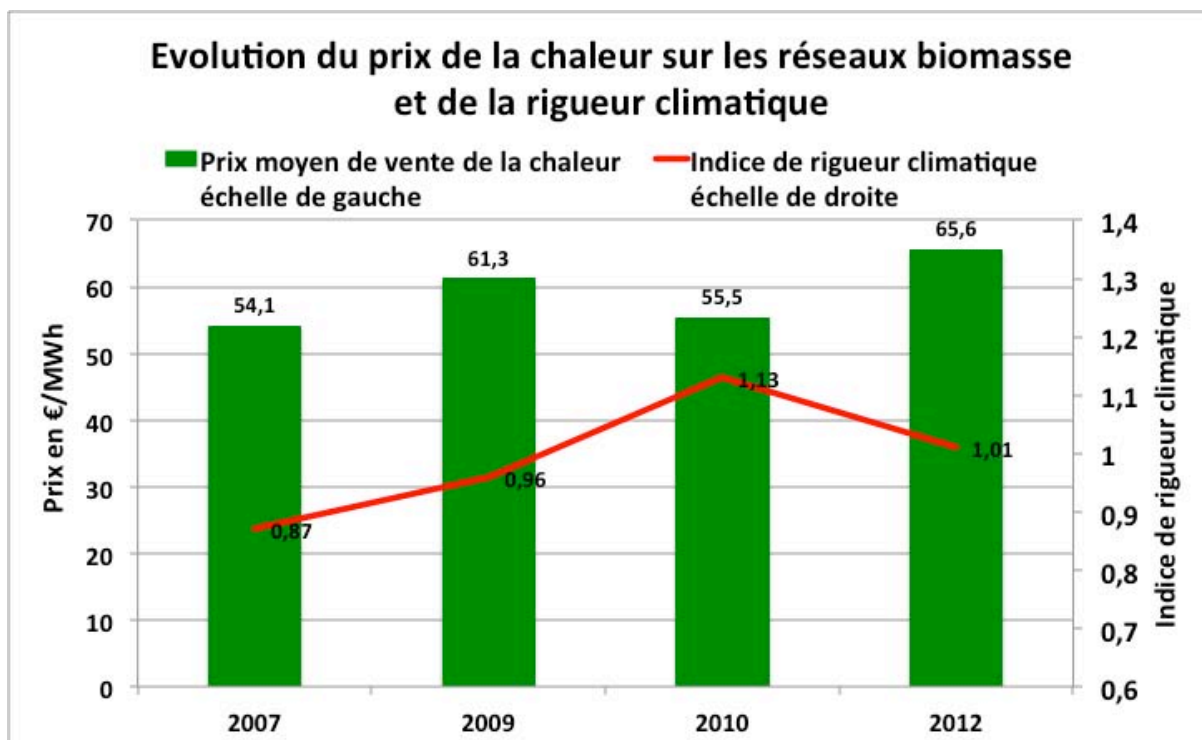
On remarque que le prix moyen, même à euros constants, évolue d'année en année. Ces variations s'expliquent par plusieurs facteurs :

- Les échantillons des enquêtes : il est difficile de mener ce type d'enquête sur un périmètre parfaitement constant.
- la rigueur climatique (indiquée via un indice) influe fortement sur le prix de vente au MWh. Lors d'une année considérée comme froide, les livraisons thermiques sont plus importantes et la part variable des recettes (R1) augmente alors que la part fixe (R2) reste la même. Ainsi, le prix au MWh baisse mécaniquement car on livre plus de chaleur mais avec une part fixe qui varie généralement peu.

L'année 2010 a été nettement plus froide que les autres années, cela explique la rupture avec la tendance et la forte baisse du prix au MWh en comparaison avec l'année 2009 comme nous pouvons le constater sur le graphique ci-après.

<sup>27</sup> Méthode de calcul : recette totale de vente de la chaleur en €HT / vente totale de chaleur en MWh.

<sup>28</sup> Enquête AMORCE RCE 15 « Comparaison mode de chauffage et prix de vente de la chaleur 2011 ».



**Figure 38 : Evolution du prix de la chaleur sur les réseaux biomasse et de la rigueur climatique (les données sont issues des enquêtes d'AMORCE)**

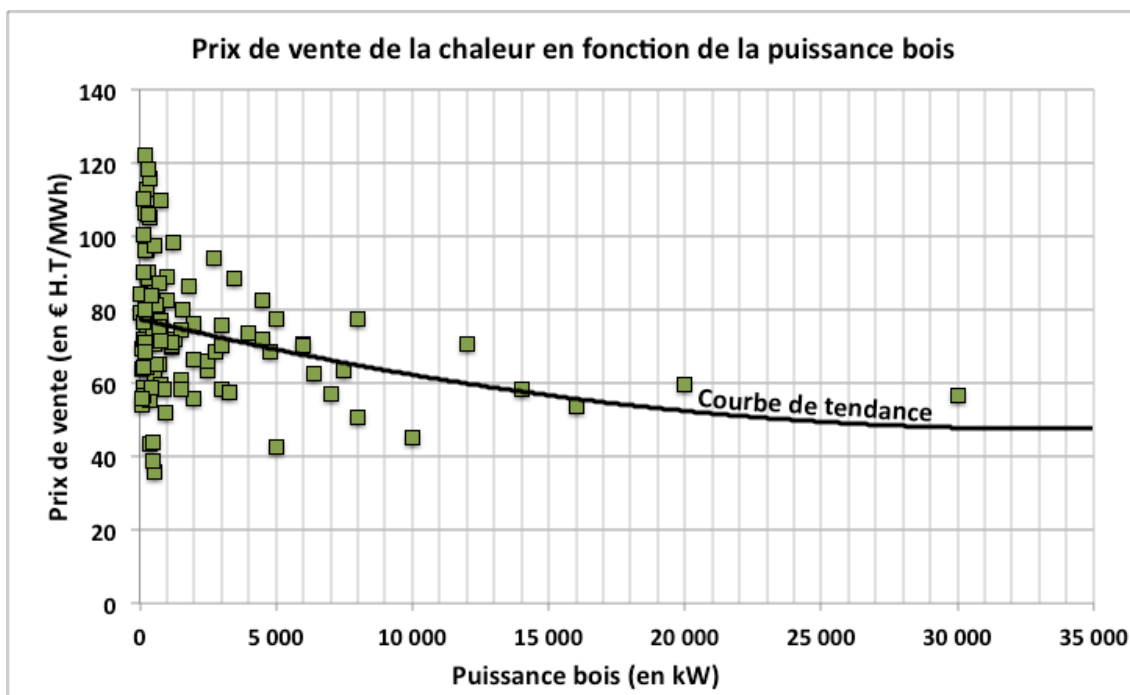
L'analyse par tranche de puissance de chaufferie bois montre une dégressivité en fonction de la puissance bois jusqu'à 3MW. Pour expliquer ces variations on peut rappeler que :

- les chaufferies bois mises en œuvre en milieu rural (- de 500 kW voire certaines jusqu'à 1 500 kW bois) possèdent une moindre densité thermique et ne bénéficient pas d'économie d'échelle importante, elles sont souvent installées hors des zones de desserte du gaz naturel. Les solutions alternatives sur ces territoires (fioul, autres produits pétroliers et électricité) permettent de proposer un prix de vente un peu supérieur à la moyenne des grands réseaux de chaleur au bois tout en restant compétitif,
- pour les chaufferies de plus de 3 MW bois, elles sont généralement mises en œuvre sur des réseaux de chaleur préexistants. Le bois ne représentant qu'une part du bouquet énergétique, le prix n'est ainsi que partiellement lié à l'introduction de bois-énergie : le reste du mix énergétique, les autres caractéristiques du réseau et son mode de gestion peuvent avoir un impact plus important sur le prix.

Cette analyse est confirmée par les calculs suivants : les réseaux de chaleur au bois implantés sur des communes non desservies par le gaz et dont la puissance total est inférieur à 3 MW, ont un prix de vente moyen pondéré de 70,3 € H.T/MWh. En revanche, les réseaux de plus de 3 MW, situés en zones urbaines et raccordés au réseau de gaz naturel, ont un prix de vente moyen pondéré de 64,6 € H.T/MWh.

## 6.2.2 Focus sur l'année 2012

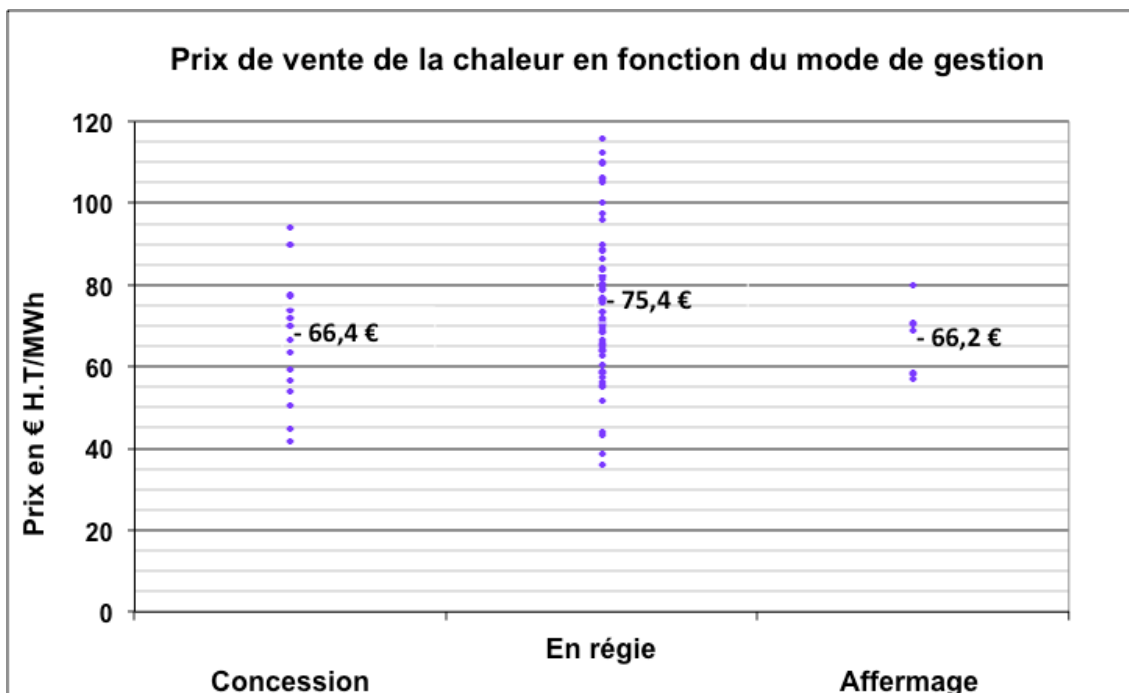
Le graphique ci-dessous permet d'illustrer la grande diversité des cas rencontrés. Les points qui peuvent être qualifiés d' « atypiques » ne sont pas nécessairement le reflet de réseaux en difficulté mais mettent plutôt en évidence que la recherche de l'équilibre économique n'est pas toujours la priorité des collectivités (développement local...).



**Figure 39 : Prix de vente de la chaleur en fonction de la puissance bois (108 réseaux)**

La courbe de tendance confirme l'analyse faite précédemment : le prix de vente moyen diminue lorsque la puissance bois augmente. La courbe commence vers 80 €/HT/MWh puis se stabilise autour 50 à 60 €/HT/MWh, illustrant ainsi les économies d'échelle réalisées sur les réseaux traitant de gros volumes de vente d'énergie.

Le graphique ci dessous montre la répartition des prix de vente en fonction du mode de gestion.



**Figure 40 : Prix de vente de la chaleur en fonction du mode de gestion (108 réseaux)**

La moyenne du prix de vente de la chaleur (non-pondérée par les quantités) est précisée sur le graphique. Tout comme dans l'enquête précédente, le prix de vente de la chaleur pour les réseaux gérés en régies est le plus élevé. Par ailleurs, les délégations de service public (Concession et Affermage) ont un prix très similaire.

On remarque de plus la grande variabilité du prix de vente de la chaleur pour les réseaux gérés en régie. Ce sont majoritairement des réseaux de petite puissance (inférieure à 500 kW bois) installés dans des zones rurales où la création d'un réseau de chaleur au bois est venue en appui du développement local. Ainsi, des projets qui pourraient être jugés économiquement non rentables ou surdimensionnés, voient tout de même le jour car ils jouent un rôle important en termes d'emploi de proximité, d'économie locale et/ou de sylviculture. L'installation d'un réseau bois rural peut être un acte fort de politique locale.

**Un logement social de 70 m<sup>2</sup> consomme en moyenne 12 MWh sur une année pour ses besoins de chauffage. Pour ce niveau de consommation, la facture pour les usagers des réseaux de chaleur au bois en 2012 varie de 770 à 934 €/HT par logement, selon la classe de puissance de la chaudière bois.** Pour plus d'éléments sur le coût de chauffage par logement se reporter au document suivant publié par AMORCE : (Réf. RCE 15) « Comparaison mode de chauffage et prix de vente de la chaleur 2011 ».

Le tableau ci-dessous indique la répartition des recettes de vente de chaleur par classe de puissance des réseaux. Le R1 correspond à la partie variable<sup>29</sup> tandis que le R2 correspond à la partie fixe<sup>30</sup>. On remarque que la proportion relative de part fixe tend à augmenter avec la puissance de la chaudière bois adossée au réseau de chaleur.

<b>Puissance de chaudière bois</b>	<b>R1 des réseaux créés (en % des recettes totales)</b>	<b>R2 des réseaux créés (en % des recettes totales)</b>
- de 500 kW	67%	33%
500 à 1 500 kW	69%	31%
1 500 à 3 000 kW	61%	39%
+ de 3 000 kW	49%	51%
<b>Moyenne</b>	<b>62%</b>	<b>38%</b>

**Figure 41 : Répartition des parts fixes et variable des recettes pour les réseaux créés (58 réseaux)**

<sup>29</sup> Le terme R1 : c'est le terme proportionnel à la consommation d'énergie primaire du réseau de chaleur qui s'exprime en €/HT/MWh. Il dépend des combustibles utilisés (fioul, charbon, gaz, bois) et des prix d'acquisition de chaleur (UIOM, cogénération, rejets industriels). Au final, ce terme est représentatif de la consommation énergétique.

<sup>30</sup> Le terme R2 : c'est l'abonnement ou partie fixe. Il est proportionnel à la puissance souscrite ou à la surface chauffée ; R2 s'exprime en €/HT/kWsouscrit.an, en €/HT/m<sup>2</sup>.an ou en €/HT/URF.an (l'URF, ou UFF, ou UFR, est une « unité de répartition forfaitaire », permettant la répartition de la part fixe entre les abonnés, sans référence directe à la puissance souscrite). Ce terme prend en compte la fourniture d'électricité (R21'), les charges d'exploitation (R22, R23) et l'amortissement de l'installation (R24) (dans certains cas) pour le réseau primaire.

### 6.2.3 Analyse des indices de révision<sup>31</sup>

La part bois du terme R1 (terme variable fonction des quantités livrées) du prix de vente de la chaleur fait l'objet d'une indexation qui diffère selon les réseaux. Une bonne moitié des réseaux indexent cette part avec des indices de révisions prenant en compte le coût horaire du travail, le coût des machines à bois, le coût de transport et des indices sur le prix du bois.

Mais de nombreux réseaux n'intègrent pas cette indexation du bois et prennent en compte d'autres indices indépendants de ce dernier (prix des produits énergétiques, prix des combustibles solides). Plusieurs réseaux de petites puissances revoient leurs prix de vente de la chaleur directement en fonction de paramètres externes : investissement initial, emprunt réalisé, équilibre économique, livraisons thermiques, etc. Ces réseaux, souvent gérés en régie ne recherchent pas de bénéfices mais veulent seulement maintenir la balance économique du projet. Ils fixent les prix de manière à ce que la collectivité ne soit pas déficitaire.



<sup>31</sup> Pour plus d'information, voir la publication d'AMORCE sur le sujet : (Réf. RCE16) « L'essentiel sur les indices Bois Energie » parue en mars 2013.



### 6.3 Subventions et aides à l'investissement

Comme on peut le voir dans le tableau et le graphique suivants, l'organisme qui subventionne le plus est l'ADEME, qui via le Fond Chaleur représente 53 % de l'aide totale fournie aux réseaux de chaleur. Seul 6 projets ont donné lieu à valorisation des Certificats d'Economies d'Energie (CEE) pour la création de la chaufferie bois.

Aides	TOTAL (en €)	Nombre de réseaux concernés par l'aide	Pourcentage d'aide moyen en fonction du financeur (non pondéré)
Europe (FEDER)	9 218 599 €	21	19%
ADEME	24 775 365 €	37	40%
Conseil régional	7 004 400 €	32	21%
Conseil général	3 239 602 €	27	14%
Dispositif CEE	2 240 738 €	6	4%

Figure 42 : Répartition des aides en fonction des financeurs (42 réseaux)

#### Répartition des aides fournies aux réseaux de chaleur par financeur (en pourcentage du montant total d'aide)

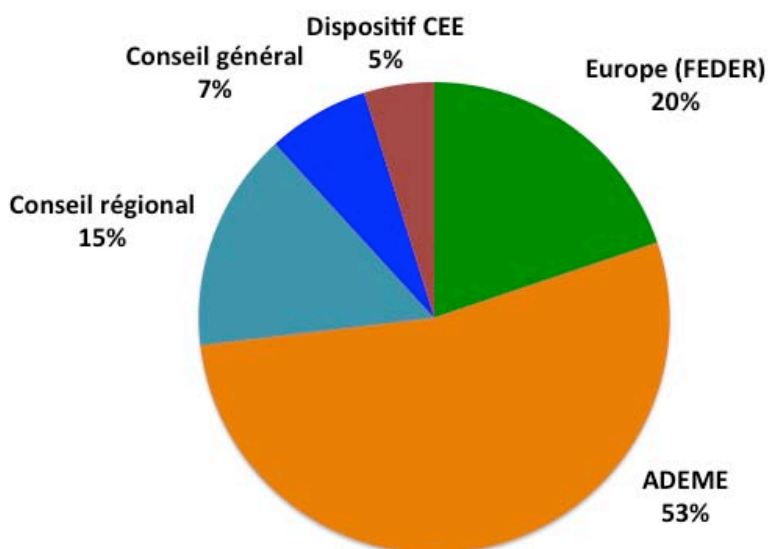


Figure 43 : Répartition des aides fournies aux réseaux de chaleur par financeur (42 réseaux)

## 7 Approvisionnement du bois pour les réseaux de chaleur

### 7.1 Rappel juridique sur les régimes des installations classées de combustions

Toute installation de combustion est susceptible de créer des risques ou de provoquer des pollutions ou nuisances, notamment pour la sécurité et la santé des riverains. Elle peut être, selon sa puissance et les combustibles qu'elle utilise, considérée comme **installation classée**.

Certaines installations de combustion relèvent de la nomenclature ICPE 2910 en fonction des caractéristiques suivantes :

- Si elle utilise dans son approvisionnement 100% de bois « propre » (plaquettes forestières, produits connexes de scierie, écorces) et si la puissance totale installée est supérieure à 2 000 kW : elle est soumise au **régime de la déclaration** ;
- Si elle utilise dans son approvisionnement un autre combustible que du bois propre (bois de recyclage, DIB, déchets de bois de chantier...) et que la puissance totale installée est supérieure à 100 kW : elle est soumise au **régime de l'enregistrement** ;
- Si la puissance totale installée est supérieure à 20 MW, elle est soumise au **régime de l'autorisation**.

### 7.2 Type de combustible biomasse

Les différents types de biomasse utilisés dans les chaudières bois sont :

- les plaquettes forestières (PF),
- les produits connexes issus des industries du bois (CIB) ;
- les produits bois en fin de vie (PBFV). A noter que les broyats de bois d'emballage ont fait l'objet d'un sous-total au sein de cette catégorie.

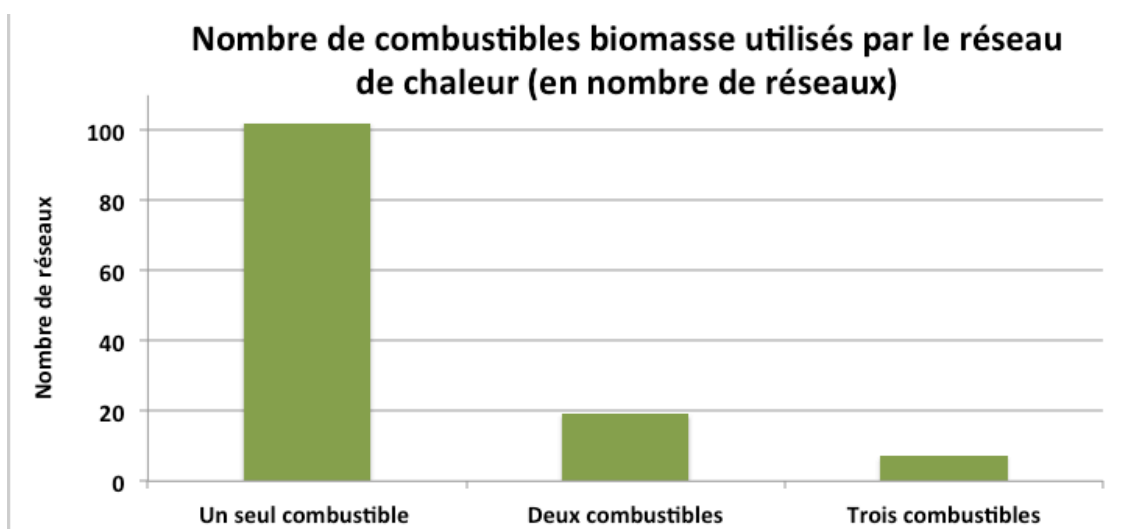
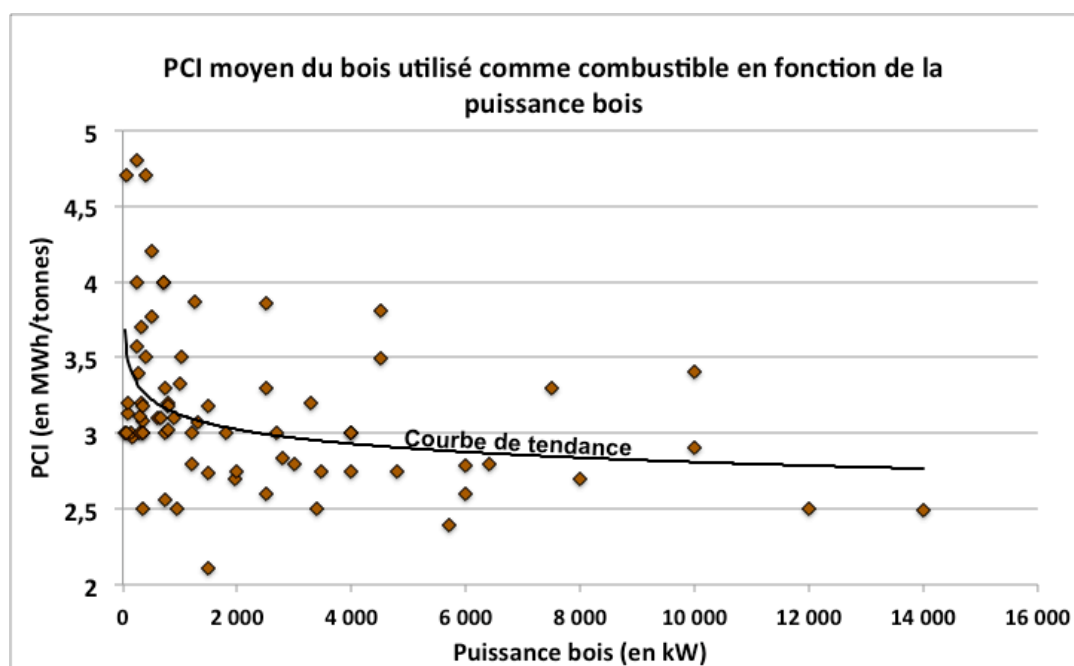


Figure 44 : Nombre de combustibles biomasse utilisés par le réseau (128 réseaux)

Le graphique ci-dessus montre le nombre de combustibles biomasse différents utilisés dans les chaudières bois. Plus de 75 % des chaudières bois sont alimentées avec un seul type de biomasse. Cela peut s'expliquer par des contraintes techniques, notamment pour optimiser le fonctionnement de la chaudière, des contextes locaux (présence d'une scierie à proximité) mais aussi par des contraintes logistiques et économiques. La puissance des chaufferies biomasse utilisant un seul combustible est plus faible (1280 kW) que la moyenne de l'enquête (3000 kW).

Les réseaux utilisant plus d'un combustible (21 % de l'échantillon) disposent à 75 % d'une chaudière bois dont la puissance est supérieure à 1000 kW. Traitant de quantités de bois beaucoup plus importantes, ces réseaux peuvent mélanger les combustibles car les chaudières bois de plus grosse puissance fonctionnent sur des plages d'humidité du combustible, de Pouvoir calorifique (PCI) et de granulométrie du bois plus larges. Notons que les produits connexes de scierie et les bois de recyclage, tout deux de nature plus sèche, sont souvent mélangés à d'autres combustibles pour permettre d'optimiser les rendements de combustion.

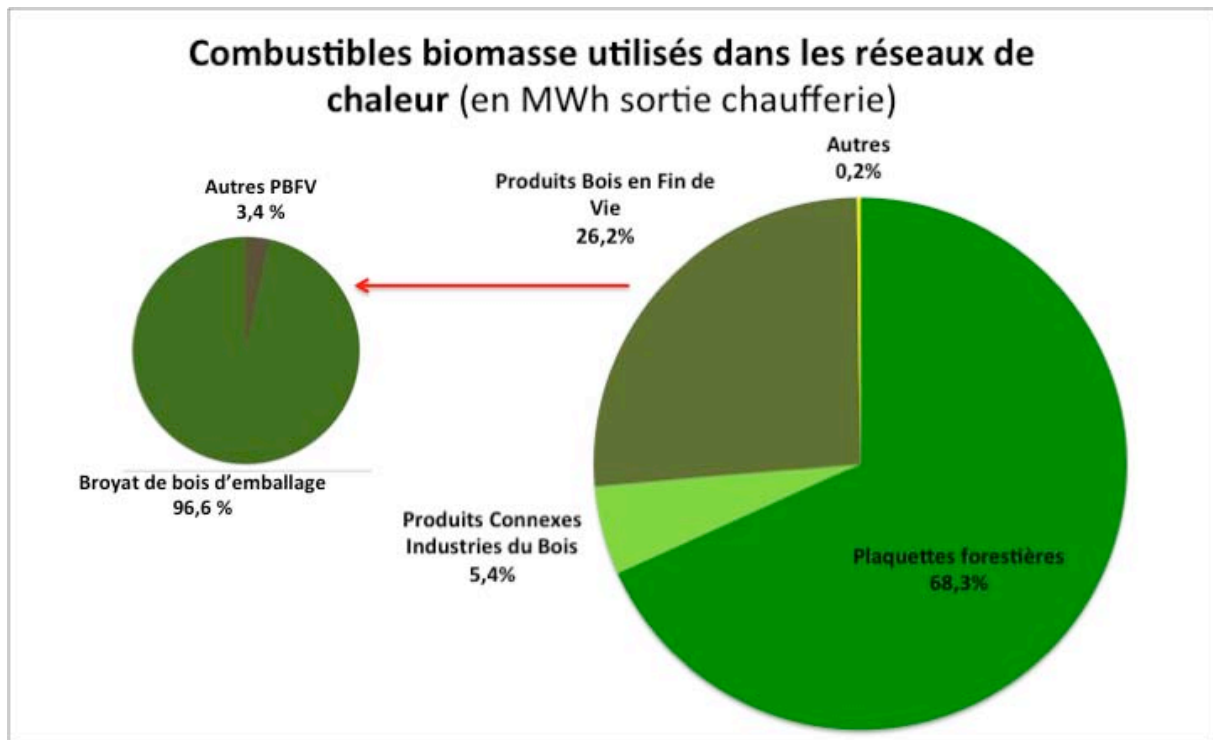


**Figure 45 : PCI moyen du bois utilisé comme combustible en fonction de la puissance (73 réseaux)**

Le graphique précédent, mettant en relation le PCI moyen du bois utilisé et la puissance de la chaudière bois, montre que les chaudières de faible puissance utilisent des bois avec un PCI élevé, la plupart du temps supérieur à 3 MWh/tonne. De manière générale et comme l'illustre la courbe de tendance, une grosse chaudière utilise un bois avec PCI moyen plus faible que celui utilisé dans une chaudière moins puissante.

La plaquette forestière est de loin le combustible biomasse le plus utilisé. En effet, près de 91 % des réseaux utilisent ce type de combustible dans leur chaufferie. Cela s'explique certainement par le fait que le Fonds Chaleur demande au réseau d'utiliser 30 à 50% de plaquettes forestières, selon la taille de la chaudière, pour pouvoir bénéficier des subventions. Notons qu'à partir de 2014 un seuil minimal d'approvisionnement devra s'effectuer dans des forêts gérées durablement (sur la part de plaquette et de connexes des d'industries) disposant d'une certification valable (PEFC<sup>32</sup>, FSC<sup>33</sup> ou équivalent).

<sup>32</sup> PEFC : Programme de Reconnaissance des Certifications forestières ; est un écolabel certifiant que le produit sur lequel est apposé le logo est constitué d'au moins 70 % de bois issu d'une forêt gérée durablement.



**Figure 46 : Mix bois utilisé par les réseaux de chaleur (valeur pondérée par les quantités de chaleur produite) - (95 réseaux)**

Le mix de bois utilisé, présent sur le graphique ci-dessus, montre la participation, en pourcentage de la chaleur totale produite par les chaudières bois, des différents combustible biomasse<sup>34</sup>. Cette répartition confirme par ailleurs l'importance des « Plaquettes forestières (dont écorces) », en effet 68,3 % des MWh « biomasse » proviennent de la combustion ce combustible. Il est important de préciser que nous ne pouvons pas estimer exactement la part des plaquettes forestières, le pourcentage d'écorce dans cette classe de combustible n'étant pas disponible.

Dans la catégorie des produits bois en fin de vie, 96,6% sont des broyats de bois d'emballage. Dans la catégorie « Autres », on retrouve des granulés, des buchettes et des mélanges de bois.

Notons tous de même que l'échantillon n'est pas exhaustif et que l'analyse qui en découle ne permet pas de tirer de conclusion mais indique seulement une tendance.

Le prix de la plaquettes forestière varie de 35 € à presque 100 €/tonnes, avec une moyenne de 70 €/tonnes. Ces grandes variations peuvent s'expliquer par la proximité géographique du fournisseur, les économies d'échelle et le taux d'humidité contractuel.

Le taux d'humidité est l'un des facteurs majeur : lorsque l'on s'intéresse au prix en €/MWh on observe des variation beaucoup plus faible. Le prix au MWh varie de 16 à 22 €/MWh avec une moyenne de 20 €/MWh.

<sup>33</sup> FSC : « Forest Stewardship Council » est un écolabel certifiant que le bois est issu d'une forêt gérée durablement.

<sup>34</sup> Pour construire ce graphique nous avons pris les PCI moyens issus du document de l'ADEME et de la DGEMP : « Définitions, équivalences énergétiques, méthodologie pour l'utilisation du tableau de bord des statistiques du bois énergie », 2005.

### 7.3 Fournisseur de combustible biomasse

Fournisseur de combustible

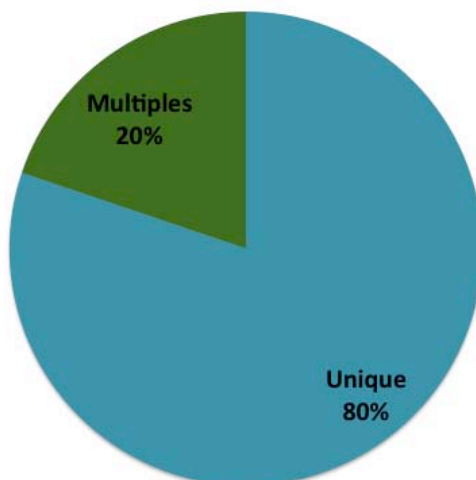


Figure 47 : Nombre de fournisseurs (124 réseaux)

80 % des réseaux disposent d'un fournisseur unique de combustible. Pour les réseaux disposant de plusieurs fournisseurs, la durée des contrats est plus faible (2-3 ans en moyenne) que dans le cas d'un fournisseur unique (11-12 ans en moyenne). L'engagement contractuel est plus fort avec un unique fournisseur, les volumes élevés sont plus importants et le fournisseur arrive à s'engager sur des durées plus longues.

Le graphique ci-dessous présente la durée des contrats avec les fournisseurs dans le cas d'un fournisseur unique.

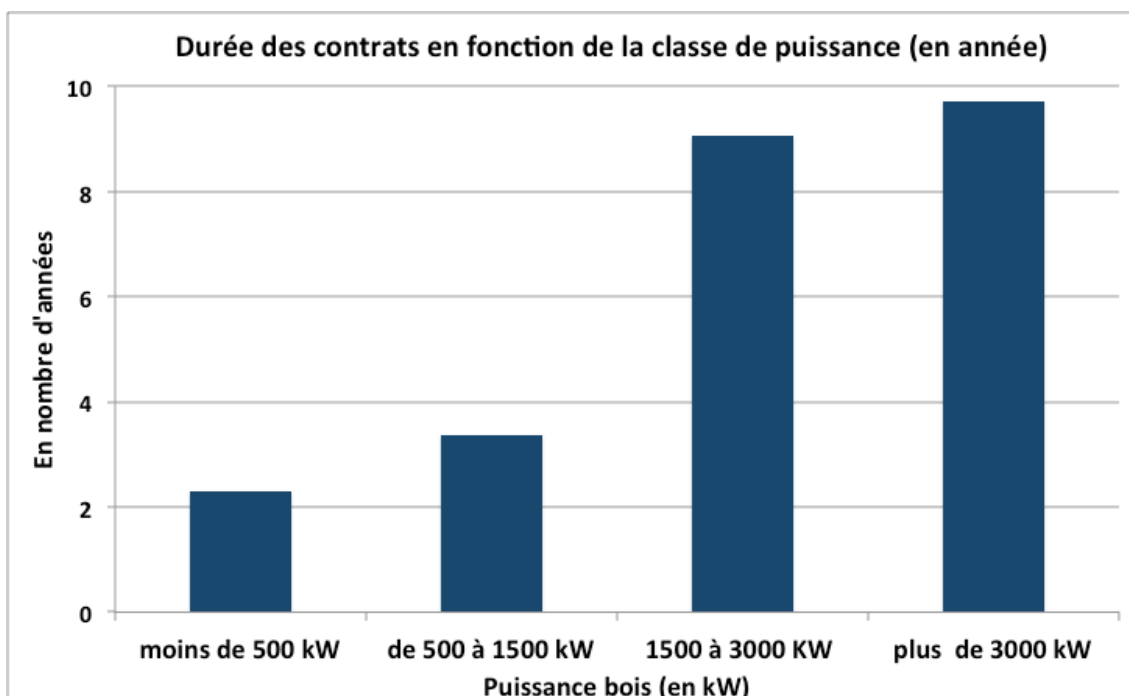


Figure 48 : Durée des contrats en fonction de la classe – Cas de fournisseur unique (86 réseaux)

La tendance est assez claire, plus les réseaux de chaleur consomment de bois, plus la durée du contrat est élevée. Les chaufferies de plus de 3000 kW bois sécurisent leurs approvisionnements à travers des contrats dont la durée dépasse les 8 ans. Cela doit aider ces réseaux à obtenir des tarifs préférentiels tout en leur permettant d’avoir une vision long terme sur le plan économique.

Rayon d'approvisionnement(s) :	À moins de 50 km	Entre 50 et 200 km	A plus de 200 km
Nombre de réseaux	87	34	0

**Figure 49 : Rayon d’approvisionnement des réseaux de chaleur en combustible bois (121 réseaux)**

Tous les réseaux ayant répondu à la question sur le rayon d’approvisionnement de la chaufferie s’alimentent via des fournisseurs situés dans un périmètre inférieur à 200 km. De surcroît, 72 % de ces réseaux le font dans un rayon de moins de 50 km. Notons tout de même que le bois acheté n’est pas forcément situé dans ces rayons, il peut provenir de plus loin notamment si le fournisseur s’alimente via un réseau de plate-forme de stockage.

Ces résultats illustrent tout de même les bienfaits des réseaux de chaleur au bois sur le développement local mais aussi la réduction des pollutions dues au transport du combustible<sup>35</sup>.

Par ailleurs, certaines communes structurent leurs approvisionnements en mutualisant :

- L’achat : 12 % des collectivités enquêtées effectuent un achat groupé du combustible bois.
- Le stockage : 12% des collectivités enquêtées disposent d’une plateforme communautaire ou intercommunale pour entreposer le bois.

Cette structuration permet aux petits réseaux de mettre en commun leurs investissements pour améliorer la quantité, la régularité et la qualité de l’approvisionnement et du stockage. Ces mutualisations réduisent également les coûts globaux des projets.

## 7.4 Indice de révision des contrats d’achat

Pour l’achat de combustible biomasse, l’indexation s’effectue en prenant en compte un certain nombre d’indices. Les plus couramment utilisés prennent en compte les paramètres suivants :

- Coût horaire du travail
- Coût des machines
- Coût du transport
- Prix à la consommation
- Prix du bois énergie

<sup>35</sup> Notons que l’influence du transport dans le contenu CO2 est tout de même faible, un approvisionnement à 200 km de la chaudière n’augmente que de 2,5% le contenu CO2 du bois. Plus d’information sur le document d’AMORCE (Réf. ENP 20 « Soutiens financiers aux énergies renouvelables et à la maîtrise de l’énergie »).

L'analyse montre que seulement 10 des 32 réseaux ayant répondu à cette question indexent l'achat du combustible biomasse en fonction d'un indice sur le prix du bois énergie.

La majorité de ces réseaux révisent leur contrat d'achat de combustible avec un indice sur le prix à la consommation. Les indices les plus communs sont ceux relatifs au coût horaire de travail et ceux sur le transport routier, utilisés par près de la moitié des réseaux enquêtés.

## 7.5 Capacité de stockage

La capacité de stockage des combustibles est une donnée intéressante qui permet de structurer l'approvisionnement en organisant la livraison des quantités de bois nécessaires.

Le graphique suivant montre que plus la chaudière bois est grande plus la capacité de stockage en nombre de jours d'autonomie est petite.

Les volumes de bois nécessaires au chaudière dont la puissance bois n'excède pas 1500 kW sont nettement inférieur à ceux d'autres classes de puissances, il est donc logique de stocker des quantités de bois plus grandes pour optimiser la fréquence des livraisons. Par ailleurs, ces petites chaufferies sont souvent implantées sur des communes peu peuplées et moins bien desservies, en hiver il est donc judicieux d'avoir une capacité de stockage importante pour subvenir aux besoins du réseau si l'approvisionnement n'est pas possible pour des raisons climatiques.

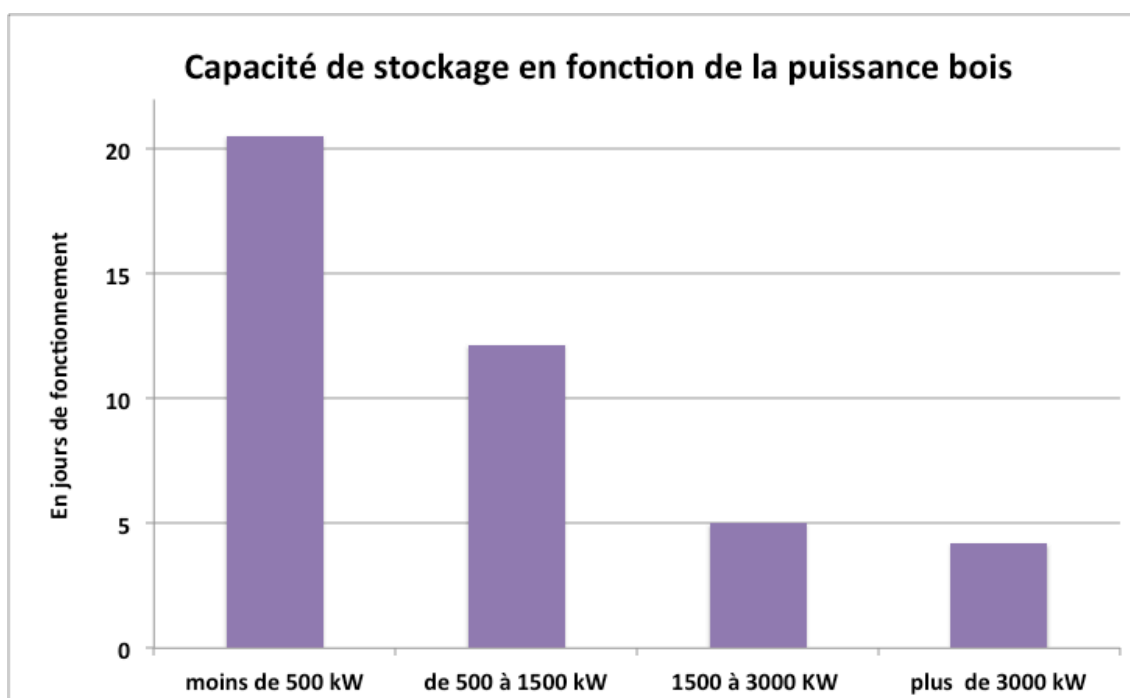


Figure 50 : Capacité de stockage en fonction de la classe de puissance (81 réseaux)

## 8 Retours d'expériences

---

Comme lors de la précédente enquête, nous avons souhaité inclure un volet visant à identifier les principales difficultés rencontrées lors du montage du projet ou dans la phase de mise en service. Ce travail permet d'identifier les obstacles éventuels afin d'accompagner au mieux les collectivités dans leur projet.

### 8.1 Difficultés rencontrées lors du montage du projet

Les difficultés rencontrées lors du montage du projet ont été pointées par 45% des personnes ayant répondu à cette partie (63 sur 141). En comparaison des ressentis obtenus lors de l'étude précédente, les résultats sont en baisse (52 % en 2010). On peut les distinguer en 6 catégories :

- **Techniques liées à la maîtrise d'œuvre ou à la réalisation des installations** : Citées par 28 maîtres d'ouvrage, elles regroupent tous les problèmes liés au suivi et à la construction du réseau de distribution de chaleur, des sous-stations, de la chaufferie, des silos et des hangars de stockage. Certains réseaux pointent des problèmes relatifs aux terrains et aux contraintes géologiques dont ils font l'objet.

- **Juridiques** : Citées par 15 maîtres d'ouvrage, ceux-ci regrettent un manque de conseil sur les montages juridiques et parfois un manque d'implication de la part des bureaux d'études. Des difficultés concernant l'établissement des contrats de vente d'énergie se sont notamment fait ressentir.

- **Réglementaires** : Pointées par 11 maîtres d'ouvrage, ces difficultés sont essentiellement liées aux arrêtés d'autorisation d'exploiter ou aux dossiers de déclaration.

- **Économiques** : 23 maîtres d'ouvrage ont déclaré avoir des difficultés à atteindre l'équilibre économique notamment à cause de surcoûts divers ou de surdimensionnement pour quelques projets.

- **Financières** : Citées par 21 maîtres d'ouvrage, le principal problème soulevé pour la recherche de financement est le niveau des intérêts d'emprunts lors de la contractualisation des prêts. La complexité du montage des dossiers de subventions est également pointée par quelques collectivités.

- **Fiscales** : 4 maîtres d'ouvrage regrettent de ne pas avoir été mieux informés sur des questions de TVA récupérable<sup>36</sup>.

À noter que si ce chapitre peut apparaître comme un inventaire des mésaventures rencontrées, le ressenti global des maîtres d'ouvrage interrogés est globalement très positif, les écueils ayant été généralement surmontés ou restant mineurs face aux apports de ces réalisations.

---

<sup>36</sup> Pour plus d'informations sur le sujet, se référer à la publication « La TVA des réseaux de chaleur en 10 questions » (Réf. RCE 17)



## 8.2 Difficultés rencontrées dans le fonctionnement

50% des maîtres d'ouvrage ayant répondues à cette partie (72 sur 143) ont fait part de difficultés rencontrées dans le fonctionnement de la chaufferie. A noter que la plupart font état de difficultés intervenues durant les phases de mise en service et ayant été résolues depuis. Ce résultat est aussi en baisse en comparaison de l'enquête précédente où plus de 60 % des maîtres d'ouvrage interrogés avaient rencontré des difficultés dans le fonctionnement de la chaufferie bois.

Les **problèmes techniques** peuvent concerner les différents éléments de la chaufferie ; ils sont en partie liés aux questions d'approvisionnement et de mise au point de la qualité du combustible :

- la conception du silo (18 citations) :
  - voûtage dans les silos,
  - capacité de stockage trop juste,
  - accès difficile.
- les équipements de transfert (14 citations) :
  - fragilité des équipements,
  - bourrage des équipements,
  - encrassement lié aux envols de poussières.
- la chaudière elle-même (35 citations) :
  - fonctionnement des grilles,
  - tenue des réfractaires,
  - systèmes de décendrage,
  - difficultés pour trouver un prestataire de maintenance.
- le réseau de distribution (17 citations) :
  - problème de déperditions sur un réseau de chaleur surdimensionné par rapport aux besoins initiaux des bâtiments
  - problèmes de mise en place de télérelève.

Les problèmes de **qualité d'approvisionnement** et de mise au point à la mise en service de la chaufferie sont cités à 26 reprises : humidité (14), granulométrie (9), instabilité des prix (3), présence d'impuretés (18) et non constance de la qualité d'approvisionnement.

Les problèmes de **voisinage**, très peu cités (5), concernent l'impact lié au panache en sortie de cheminée (5), la perception d'un léger bruit (vibration, résonance), le bruit dû au frottement de la vis d'alimentation, le bruit produit lors de la livraison ou par le déchiquetage lorsque celui-ci est réalisé sur place. La gêne pour le voisinage due aux bruits n'est citée que par 3 des maîtres d'ouvrage.

On peut supposer qu'une partie au moins de ces difficultés a été résolue par les concepteurs de chaufferies (bureaux d'études et constructeurs) et par les sociétés d'approvisionnement en combustible.

### 8.3 Projets d'extension

Des projets d'extension des réseaux ont été renseignés par 58 réseaux sur les 153 enquêtés, soit plus d'un tiers.

Pour plus de 80 % de l'échantillon, les évolutions envisagées concernent le raccordement de nouveaux clients (logements sociaux, établissement de soins ou d'enseignement) dans le but d'utiliser les chaudières au maximum de leur capacité. Dans cette catégorie, certains réseaux s'attachent en premier lieu à densifier les raccordements pour augmenter le nombre d'utilisateurs sans augmenter la longueur du réseau primaire, l'extension du réseau n'étant pas à ce jour une priorité.

Pour le reste de l'échantillon, il s'agit d'atteindre le seuil de 50% d'EnRR dans leur bouquet énergétique.



## 9 Le développement des réseaux de chaleur bois

---

### 9.1 Segmentation des réseaux de chaleur bois

Sur la base de l'enquête présentée, on peut proposer une segmentation assez marquée entre trois grands contextes d'implantation de chaufferies bois sur des réseaux de chaleur :

#### **Les réseaux ruraux :**

Une première catégorie de projets consiste à créer des réseaux de chaleur dans des communes de moins de 5 000 habitants, avec des chaufferies bois jusqu'à 1,5 MW. Ils sont presque uniquement exploités en régie. Ils représentent aujourd'hui 49% de l'effectif de l'enquête mais seulement 8% des puissances bois cumulées. Le taux de couverture moyen des besoins par le bois énergie est de 83%.

#### **Les réseaux créés en milieu semi-urbain :**

Deuxième type de projets, la création de réseaux de chaleur dans des communes de plus de 2000 habitants avec des chaufferies de plus de 1,5 MW, exploitées principalement en délégation de service public (DSP). Ils représentent 11% de l'effectif actuel et 13 % des puissances cumulées. Le taux de couverture moyen apporté par le bois est de 77%.

#### **La substitution sur de grands réseaux existants :**

Dernier segment considéré, les projets avec mise en place de chaufferies bois sur des réseaux de chaleur existants dans de grandes villes. Il s'agit principalement de réseaux exploités en DSP. Ils représentent seulement 12% de l'effectif mais 67% des puissances cumulées. Le taux de couverture moyen du bois est de 37%.

Ces trois familles regroupent donc 72% de l'effectif et 88% des puissances cumulées. Les réseaux restants peuvent d'une façon ou d'une autre se raccrocher à l'une de ces catégories sans entrer dans l'ensemble des critères retenus.

Les logiques de développement de projets et les stratégies à mettre en place sont très différentes entre ces trois familles de projets.

### 9.2 Des stratégies différenciées

#### 9.2.1 Les réseaux ruraux

En fort développement depuis 1997, cette catégorie a été multipliée par plus de 20 en 15 ans. Ces projets répondent à une attente forte en milieu rural, où les problématiques de développement de filières locales sont prédominantes. La recherche de l'équilibre économique passe parfois au second plan.

L'une des contraintes importantes pour le montage de ce type de réseaux est la nécessité d'un engagement dans la durée pour les usagers du réseau, alors que l'économie du projet repose sur un faible nombre d'usagers (un déracordement pèse rapidement très lourd sur l'économie globale).

Les besoins que l'on peut recenser pour ce type de projets sont surtout de l'ordre de :

- l'animation et l'accompagnement dans les phases de montage,
- documents d'information spécifiques pour ce type de projets,
- une assistance au montage juridique et à l'ingénierie financière,
- une bonne anticipation des contraintes d'exploitation, en particulier sur les outils de gestion, de relevé et de facturation du réseau.

Les moyens disponibles pour le financement d'une assistance à maîtrise d'ouvrage sont souvent limités dans cette catégorie de projet, alors que les questions de montage sont particulièrement prégnantes. C'est également pour ces projets que les besoins de formation et d'accompagnement sont les plus importants pour les personnels en charge de l'exploitation des équipements (des employés communaux polyvalents pour la gestion quotidienne de la chaufferie, des personnels administratifs pour la facturation et le suivi des contrats...).

Le développement de ces projets passe, plus encore que pour les autres catégories de projets, par la **structuration d'équipes locales** (intercommunales ou départementales) permettant de fédérer les moyens d'animation et d'assistance au montage d'opération, voire de prendre en charge tout ou partie de la maîtrise d'ouvrage (comme le font certains syndicats d'énergie départementaux). Une pérennité de cet accompagnement est également importante pour assister les communes en cas de difficulté ponctuelle pendant la vie du réseau.

### 9.2.2 Les réseaux créés en milieu semi-urbain

Ce type de réalisations est lui aussi en croissance importante depuis 1997 et plus particulièrement depuis 2006 avec l'instauration du Fonds chaleur. Son développement entre dans une logique de structuration de projets autour de quelques bâtiments ou ensembles de bâtiments majeurs : établissements de soins, lycées, collèges, logements collectifs... L'enjeu principal est de convaincre les quelques maîtres d'ouvrage clés à s'engager de façon durable dans un investissement collectif.

Les besoins que l'on peut recenser pour ce type de projets sont surtout de l'ordre de :

- l'animation et l'accompagnement dans les différentes phases de montage, en particulier une bonne évaluation des potentiels de raccordement et l'élaboration de documents d'information ciblés pour les usagers potentiels (présentation personnalisée des conditions techniques et financières proposées aux établissements susceptibles d'être raccordés au réseau ;
- une assistance à maîtrise d'ouvrage compétente en matière de délégation de services publics et de procédure « Loi Sapin », les communes d'implantation de ces projets ayant souvent peu d'expérience dans ce domaine ;
- la structuration de l'approvisionnement autour d'interlocuteurs fiables pour des besoins de l'ordre de 2 000 à 4 000 tonnes de bois par an.

La réussite de ces projets passe par la définition et le financement d'une **mission d'assistance à maîtrise d'ouvrage** particulièrement soignée et compétente. Elle doit s'appuyer sur les structures d'animation et d'approvisionnement existantes localement si elles existent et à défaut en intégrer une partie.

Le développement de ce segment passe par l'identification des établissements porteurs et la sensibilisation, probablement à une échelle régionale ou départementale, des principaux maîtres d'ouvrage, leurs structures de tutelle ou leurs fédérations : bailleurs sociaux, établissements de soin, services bâtiments des Conseils généraux et des Conseils régionaux...

### 9.2.3 La substitution sur des réseaux existants

Le développement de ces projets, qui représentent déjà plus de 65% de la puissance bois installée sur les réseaux de chaleur, semble s'être accéléré ces derniers temps, avec la mise en service de chaufferies bois sur des réseaux de plusieurs dizaines de mégawatts.

Ces projets sont directement concernés par le Fonds chaleur. Les questions économiques sont plus importantes que pour les segments précédents et leur intérêt est accru par plusieurs éléments contextuels :

- les mesures de réduction des taux de TVA sur la fourniture de chaleur lorsqu'elle est produite à partir d'énergies renouvelables ou de récupération ; les réseaux de chaleur utilisant déjà des énergies de récupération (sur UIOM par exemple), mais dont le taux de couverture des besoins est inférieur à 50%, ont pour principal moyen d'atteindre ce seuil de 50% la mise en place d'une chaufferie bois ;
- l'entrée en vigueur du nouveau système d'échange de quotas de CO<sub>2</sub>, (PNAQ III), dont l'impact sur les réseaux de chaleur est fortement accentué par la réduction des quotas alloués pour la seconde période (2008-2012) ; là encore, la mise en œuvre de chaufferies bois est l'un des vecteurs de réduction des émissions les plus efficaces (environ 180 réseaux de chaleur français, les plus gros, sont confrontés à la problématique quotas) ;
- l'arrivée à échéance, depuis quelques années et pour encore environ 5 ans, des contrats d'obligation d'achat de l'électricité produite par les centrales de cogénération au gaz naturel (plus de 200 réseaux de chaleur sont concernés en France, la production thermique par cogénération représentant entre 10 et 80 % de leur bouquet énergétique) ; ces centrales seront probablement pour une grande part maintenues en service mais pas toujours au même niveau de puissance ni de durée de fonctionnement (cela dépendra évidemment des conditions d'achat de l'électricité qui pourront être proposées soit dans le cadre d'une nouvelle obligation d'achat pour les installations rénovées, soit sur le marché de l'électricité). Cette échéance sera aussi l'occasion d'opportunité d'évolution du mix énergétique des réseaux concernés vers une part accrue de bois-énergie.

Les facteurs de réussite pour ce type de projets sont surtout de l'ordre de :

- l'accompagnement pour l'intégration du projet et de l'installation dans son environnement (en particulier pour favoriser l'acceptation d'un équipement industriel en milieu urbain et de la circulation de camions pour la livraison de combustible), ce qui passe par un **relais d'animation et d'organisation de la concertation locale** (de type agence locale de l'énergie) ;
- la bonne conception technique de l'installation pour son intégration dans le fonctionnement préexistant du réseau de chaleur et pour limiter l'impact environnemental de l'équipement (panache de fumée, circulation et vidange des camions...), qui est du ressort de **l'équipe de maîtrise d'œuvre et de l'AMO** ;
- disposer d'interlocuteurs fiables sur la **structuration de l'approvisionnement** pour des besoins pouvant atteindre 50 000 à 100 000 tonnes de bois par an ;
- disposer d'une bonne vision à moyen et long terme du développement du réseau ;
- l'élaboration du schéma directeur d'un réseau de chaleur qui s'inscrit dans une démarche d'anticipation dont l'objectif est d'aider chaque maître d'ouvrage d'un réseau existant à réaliser un exercice de projection sur le devenir de son réseau à l'horizon 2020, en lien avec les abonnés et de lui fournir différents scénarios qui lui permettront de décider d'une programmation de travaux à entreprendre durant cette période.

## 10 Conclusion

---

Le nombre de réseaux de chaleur alimentés par des chaufferies bois est en forte croissance depuis une dizaine d'années. Les différents programmes d'aides ainsi que les volontés locales ont porté leurs fruits et nous estimons aujourd'hui que plus de 500 réseaux de chaleur utilisant de la biomasse sont implantés sur le territoire national.

Si la progression des réseaux ruraux est en légère perte de croissance depuis l'instauration du Fonds chaleur et l'abandon possible des aides de l'ADEME dans les CPER<sup>37</sup>, l'énergie bois séduit de plus en plus les agglomérations de taille importante qui y voient une solution pertinente pour augmenter l'utilisation des énergies renouvelables et de récupération (EnR&R) grâce à une infrastructure existante. La création de nouveaux réseaux de chaleur urbains avec un taux de couverture par le bois supérieur à 50% est également en progression constante.

Les motivations pour le développement du bois énergie sur les réseaux de chaleur filière sont centrées autour des questions :

- du développement local, essentiellement pour les projets en milieu rural ;
- de l'économie et de la maîtrise des coûts de chauffage, en particulier sur les grands réseaux de chaleur ;
- du changement climatique et du développement des EnR&R, notamment dans le cadre des PCET<sup>38</sup>, le bois-énergie étant aujourd'hui bien identifié comme l'un des vecteurs principaux de développement de la chaleur renouvelable ;
- des incitations fiscales et des aides à l'investissement.

Les caractéristiques des projets sont nettement contrastées en termes d'initiative et de portage. On peut ainsi distinguer trois segments :

- les réseaux créés en milieu rural qui sont essentiellement exploités en régie,
- les réseaux créés en milieu urbain ou semi-urbain, exploités principalement en Délégation de Service Public,
- la substitution d'énergies fossiles sur des grands réseaux existants, qui sont eux aussi généralement exploités en DSP, qui permet une meilleure maîtrise des coûts et un abaissement du prix de vente de la chaleur.

Les réseaux de chaleur au bois proposent cette année un tarif moyen de vente de la chaleur attractif de 65,6 €/HT/MWh. Cette moyenne masque des disparités qui s'expliquent notamment par la présence ou l'absence de la desserte en gaz par le réseau de distribution. En effet, les réseaux ruraux<sup>39</sup> non desservis par le gaz proposent un prix de 70,3 €/H.T/MWh contre un prix de 64,6 € H.T/MWh pour les réseaux urbains<sup>40</sup> utilisant du gaz comme moyen de production de chaleur. Ces gros réseaux proposent des prix moins élevés car ils sont en compétition avec le gaz mais aussi parce qu'ils bénéficient d'économie d'échelle. Ainsi, les solutions alternatives dans les zones rurales (fioul, autres produits pétroliers et électricité) permettent de proposer un prix de vente un peu supérieur à la moyenne des réseaux de chaleur au bois tout en restant compétitif.

Les traitements de fumées et l'abaissement des températures du réseau font partie des paramètres en pleine évolution aujourd'hui. En effet, la réglementation sur les VLE<sup>41</sup> est

---

<sup>37</sup> CPER : Contrat de projets État-région.

<sup>38</sup> PCET : Plan Climat Energie Territorial.

<sup>39</sup> L'échantillon comprend l'ensemble des réseaux dont la puissance est inférieure à 3 MW et qui ne sont pas reliés au réseau de distribution du gaz.

<sup>40</sup> L'échantillon comprend l'ensemble des réseaux dont la puissance est supérieure à 3 MW et qui utilisent du gaz dans leur mix énergétique.

<sup>41</sup> Dans le cadre de la nomenclature ICPE, les Valeurs Limites d'Emissions (VLE) sont amenées à être abaissées (les limites varient en fonction de la puissance de la chaufferie bois).

amenée à changer prochainement et la nécessité de mettre en place des équipements de traitements supplémentaires se fait sentir.

Par ailleurs, l'abaissement des températures des réseaux émerge sur les nouveaux réseaux. L'apparition dans cette enquête de nombreux réseaux « basse température » témoigne d'une transition en marche vers un fonctionnement plus efficace, plus cohérent avec les constructions et les énergies de demain.

Les réseaux de chaleur de cette enquête, qui représentent environ 30 % de l'ensemble des réseaux de chaleur au bois du territoire, produisent 137 ktep de chaleur issue du bois énergie. En extrapolant à partir de cet échantillon représentatif (voir partie 3.2), on peut considérer que l'ensemble des mesures d'accompagnement mises en place depuis 1994 permettent d'arriver aujourd'hui à une production proche de celle de l'objectif des 300 ktep en 2012.

Il est tout de même légitime de se demander si les moyens dont dispose le Fonds chaleur permettront de continuer le développement du bois dans les réseaux de chaleur à la vitesse nécessaire pour atteindre les 1200 ktep en 2020. Cette préoccupation est partagée par l'ADEME, qui indique que « *le niveau budgétaire actuel ne permettra pas d'atteindre les objectifs nationaux pour 2020* »<sup>42</sup>. Ces objectifs, basés sur les travaux du COMOP 2010, prévoyaient une augmentation graduelle du Fonds chaleur, qui ne s'est pas fait ressentir. Notons que la nécessaire augmentation du Fonds chaleur fait partie des principales recommandations issues du Débat National sur la Transition Energétique (DNTE).

La structuration de l'approvisionnement doit aussi être considérée comme une priorité. En considérant l'objectif 2012 comme atteint, la consommation en bois-énergie serait aujourd'hui d'environ 1 000 000 t<sup>43</sup> par an. 3 millions de tonnes de bois supplémentaires devront donc être extraites par an, d'ici à l'horizon 2020. Cet objectif ne pourra être accessible sans un gros travail de structuration de la filière d'approvisionnement. Le travail, mené dans le cadre du C<sub>3</sub>BIOM et de la charte FNCOFOR/AMORCE signée le 15 juin 2011, vise à faciliter l'implication des collectivités dans cette structuration.

---

<sup>42</sup> Extrait du « Bilan ADEME Fonds Chaleur 2012, 2009-2012 et après », 03/2013.

<sup>43</sup> Estimation réalisée avec un PCI moyen de 3000 kWh/t.