

Rapport sur le développement des réseaux de chaleur et de froid en France

Analyse des enquêtes annuelles 2005-2013 du
SNCU et des dossiers d'agrément
pour les Titre V - RT 2012 «Réseau»

Historique des versions du document

Version	Date	Commentaire
V1	30/06/16	Production initiale
V2	01/07/16	Corrections par Odile Lefrere
V3	11/07/16	Production intermédiaire
V4	20/03/17	Corrections par Sylvie Leveaux
V5	22/03/17	Production intermédiaire
V6	12/04/17	Corrections par Maëlle Allain et Mathias Berry
V7	25/04/17	Production finale

Affaire suivie par

Tanguy ALLO - Cerema Ouest – Groupe Bâtiment-Energie
Tél. : 02.40.12.85.43
Courriel : tanguy.allo@Cerema.fr
Cerema Ouest

Rédacteur

Tanguy ALLO - Cerema Ouest – Groupe Bâtiment-Energie
Tél. : 02.40.12.85.89
Courriel : tanguy.allo@Cerema.fr
Cerema Ouest

Validation le 05/05/17

Sylvie LEVEAUX - Cerema Ouest – Groupe Bâtiment-Energie
Tél. : 02.40.12.84.86
Courriel : sylvie.leveaux@Cerema.fr
Cerema Ouest

Mots clés : réseaux de chaleur, énergies renouvelables, statistiques, transition énergétique.

SOMMAIRE

Partie I - Analyse des enquêtes annuelles du SNCU 2005-2013	9
1 L'enquête annuelle sur les réseaux de chaleur.....	10
2 Evolution générale des réseaux de chaleur.....	10
2.1 Cadre de l'enquête.....	10
2.2 Réseaux de chaleur et mode de gestion.....	11
2.3 Des performances en hausse	13
2.3.1 Les installations de production	13
2.3.2 Des besoins qui évoluent	14
2.3.3 Des réseaux qui s'étendent.....	15
2.4 Réseaux de chaleur et bouquet énergétique.....	16
2.4.1 Nombre de sources d'énergies et réseaux de chaleur	16
2.4.2 Bouquet énergétique des réseaux de chaleur	17
2.4.3 Énergies renouvelables et réseaux de chaleur.....	20
3 Focus sur les réseaux de faible puissance	22
4 Le cas des réseaux de froid.....	24
Partie II - Analyse des dossiers d'agrément pour les Titre V «Réseau»	29
1 Présentation des dossiers « Titre V – Réseau »	30
1.1 Contexte.....	30
1.2 Contenus.....	30
2 Les caractéristiques des réseaux vertueux.....	31
2.1 Typologie des dossiers.....	31
2.1.1 Les créations de réseaux	31
2.1.2 Les réseaux existants	33
Conclusion	36
Index des illustrations.....	37
Index des tableaux.....	38
Bibliographie.....	38

Introduction

En 2009, deux textes ont significativement impacté le développement des réseaux de chaleur et de froid. D'abord les lois¹ dites « Grenelle I et II » qui introduisirent un certain nombre de dispositions réglementaires dont la création du fonds chaleur. Puis l'arrêté² du 15 décembre 2009 relatif à la programmation des investissements de production de chaleur. Celui-ci fixait alors, aux horizons 2012 et 2020, les premiers objectifs en termes de production de chaleur renouvelable.

Six ans plus tard, une nouvelle impulsion est donnée à la filière. Promulguée le 17 août 2015, la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) présente de nouveaux objectifs³ déclinés dans la programmation pluriannuelle de l'énergie. Dans ce contexte, d'ici à 2030, la chaleur renouvelable véhiculée par les réseaux devra être multipliée par cinq par rapport à l'année de référence 2012.

Ce rapport propose une vision globale du développement des réseaux de chaleur depuis dix ans. Du démarrage en 2005 de la première enquête sectorielle à 2014.

La première partie du rapport poursuit une analyse des enquêtes du SCNU publiées entre 2005 et 2013. La seconde partie expose un focus sur les caractéristiques des réseaux « vertueux » au regard de la RT2012 en exploitant les bases de données de la Commission « Titre V – Réseau »

Les réseaux de chaleur ou de froid émettant peu de CO₂ peuvent être valorisés dans les calculs de la RT2012. En effet, moins un réseau émet d'équivalent CO₂, plus le bâtiment raccordé verra sa consommation maximale réglementaire fixée par la RT2012 augmenter.

Pour les réseaux existants, le contenu CO₂ pris comme référence est celui figurant dans l'arrêté DPE, valeur issue de l'enquête annuelle du chauffage urbain et de la climatisation urbaine. Pour les nouveaux réseaux ou les réseaux ayant fait évoluer significativement leur mix énergétique, il existe une procédure, dite procédure « Titre V réseau de chaleur », qui permet d'agrèer un contenu CO₂ par anticipation à l'enquête (qui nécessite au minimum une année de fonctionnement du réseau).

1. Respectivement, loi n° 2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement et loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement.

2. Modifié par l'arrêté du 24 avril 2016 relatif aux objectifs de développement des énergies renouvelables.

3. Décret n° 2016-1442 du 27 octobre 2016 relatif à la programmation pluriannuelle de l'énergie.

Partie 1

Analyse des enquêtes annuelles du SNCU [2005 – 2013]

1. L'enquête annuelle sur les réseaux de chaleur

Le Syndicat National du Chauffage Urbain et de la Climatisation Urbaine (SNCU) effectue, pour le compte du Service de l'Observation et des Statistiques (SOeS) du Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer (MEEM), l'enquête nationale annuelle destinée à toutes les structures publiques ou privées, chargées de la gestion d'un ou de plusieurs réseaux de chaleur ou de froid. L'enquête vise chaque réseau de chaleur ou de froid situé sur le territoire national, quel qu'en soit le propriétaire.

2. Evolution générale des réseaux de chaleur

2.1 Cadre de l'enquête

Le recensement des réseaux dont la puissance installée est supérieure à 3,5 MW est obligatoire, et le plus souvent, effectué par leur gestionnaire. Pour les réseaux dont la puissance installée est inférieure à ce seuil, le recensement est recommandé pour contribuer à la bonne connaissance de la situation des réseaux de chaleur en France et par région.

Disponibles à partir de l'année 2008, les taux de « retours reçus » de l'enquête oscillent entre 86 % et 82 %. La jeunesse de l'enquête ainsi que les contraintes qu'elle induit explique en partie ce manque d'exhaustivité.

Les réseaux enquêtés représentent environ 95 % de l'énergie thermique livrée finale, ce qui témoigne de la représentativité énergétique. Bien qu'il ne soit pas connu pour les années 2012 et 2013, ce paramètre semble diminuer. Cette même dynamique accompagne le taux de retour de l'enquête. En effet, le nombre de réseaux, de plus faible importance a connu un accroissement important sans pour autant alimenter la base de donnée de l'enquête.

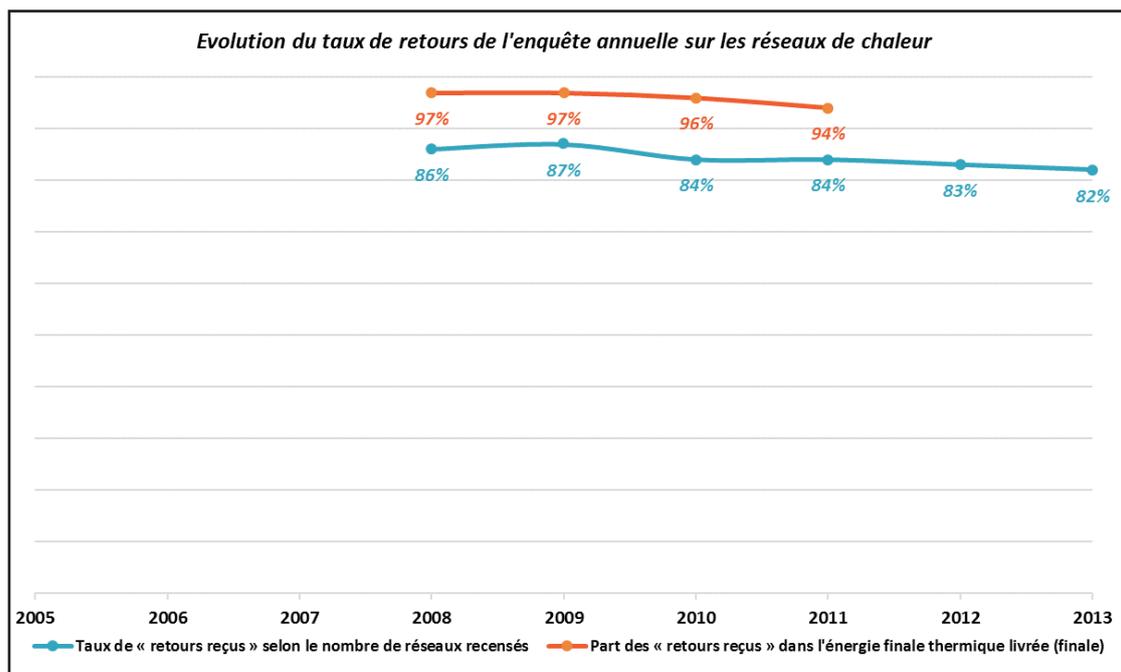


Illustration 1 : Evolution du taux de retours de l'enquête annuelle sur les réseaux de chaleur. Cerema, 2016

Du fait du développement des réseaux de moindre importance, l'effectif relevé par les différentes enquêtes annuelles est en nette croissance en passant de 381 réseaux en 2005 à 501 en 2013.

Pour plus de compréhension, les illustrations mettant en avant une évolution entre 2005 et 2013 prendront en compte le nombre de réseaux recensés.

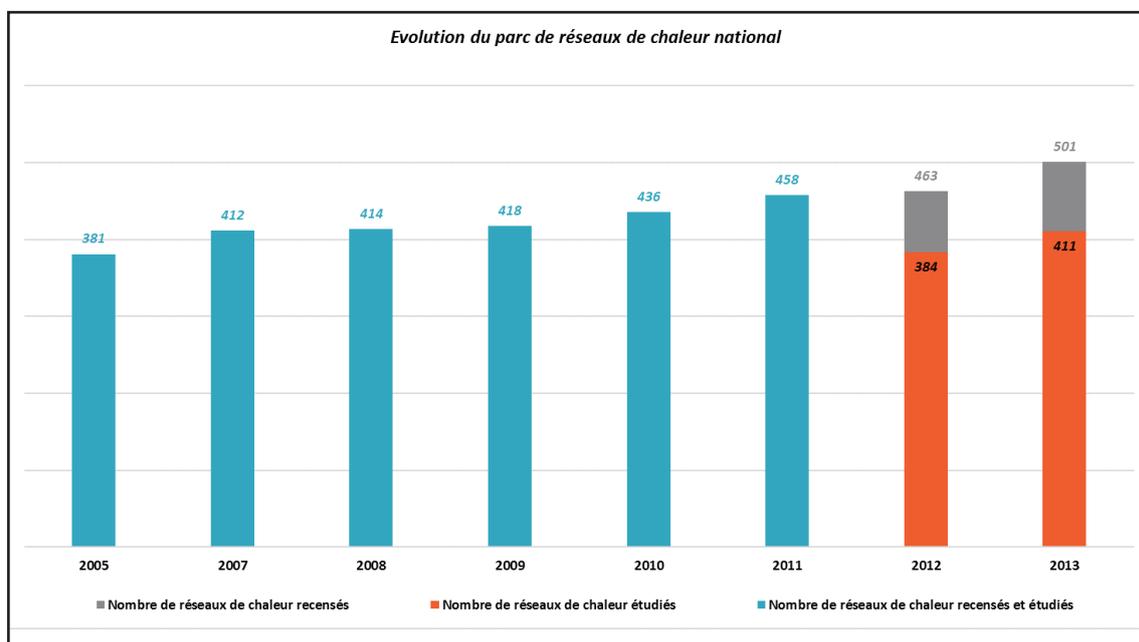


Illustration 2 : Panorama de l'évolution des réseaux de chaleur sur 8 ans. Cerema, 2016

2.2 Réseaux de chaleur et mode de gestion

	Construction du réseau	Exploitation du réseau
Régie	Collectivité	Collectivité
Affermage	Collectivité	Délégataire
Concession	Délégataire	Délégataire

Tableau 1 : Répartition des rôles suivant les montages juridiques

Les réseaux de chaleur publics sont concernés par trois modes de gestion, soumis à la mise en concurrence : la régie, l'affermage et la concession.

En 2013, ce sont 165 réseaux qui sont en concession et 66 en affermage, soit 56 % des réseaux. Rapporté à l'énergie finale livrée, ces réseaux représentent plus de 80 % de la chaleur livrée, ces réseaux font donc partie majoritairement des « gros réseaux » (cf. illustration 5). Dotés d'installations de puissance importante, leur exploitation est souvent déléguée par la collectivité.

Au contraire, la gestion et l'exploitation des réseaux de chaleur de plus petite taille s'effectue en régie. Ce mode de gestion connaît deux statuts principaux⁴ : régie dotée de l'autonomie financière et régie dotée la personnalité morale et de l'autonomie financière.

4. Décret n° 2001-184 du 23 février 2001 relatif aux régies chargées de l'exploitation d'un service public.

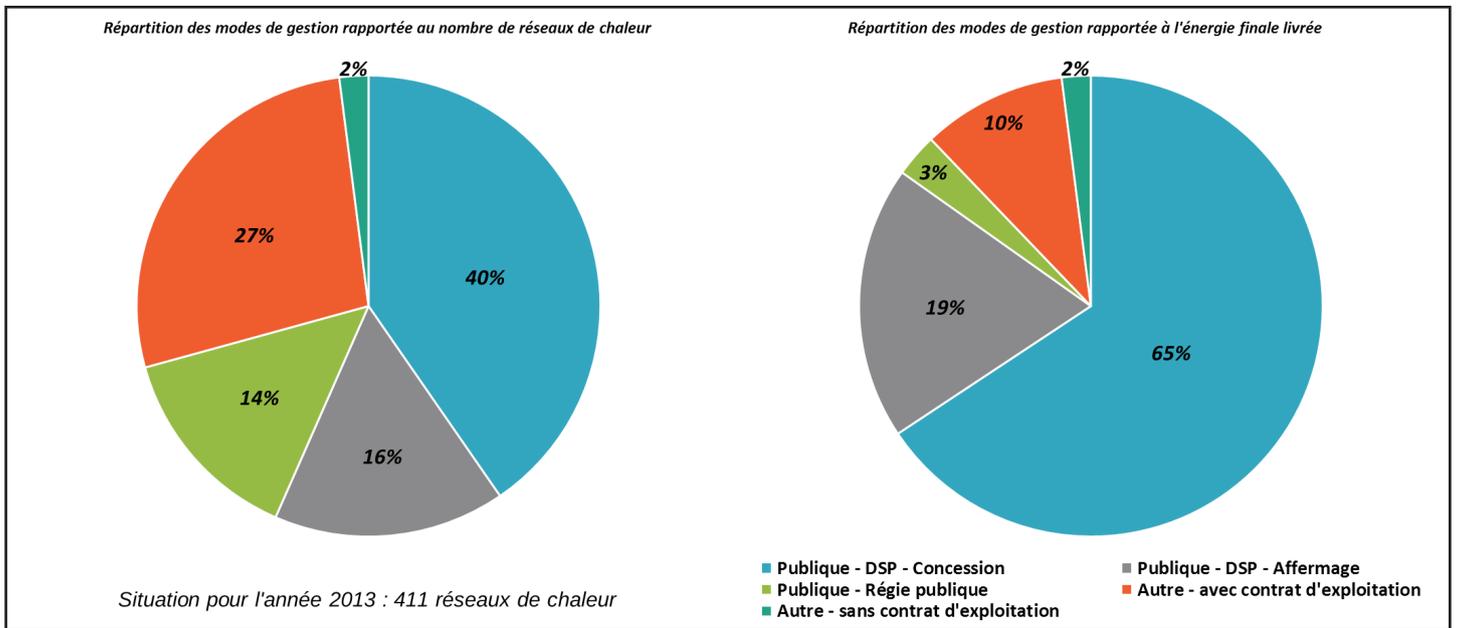


Illustration 3 : Répartition des modes de gestion pour l'année 2013. Cerema, 2016

La gestion peut également s'inscrire dans un cadre « privé » ; cela concerne notamment des propriétaires de réseaux de chaleur, tels qu'un bailleur social ou une association d'acteurs comme une AFUL, mais reste très minoritaire.

Sur les 8 dernières années pour lesquelles l'enquête SNCU est disponible, la répartition des modes de gestion connaît deux évolutions : l'accroissement des contrats de gestion via une concession ainsi que les régies publiques.

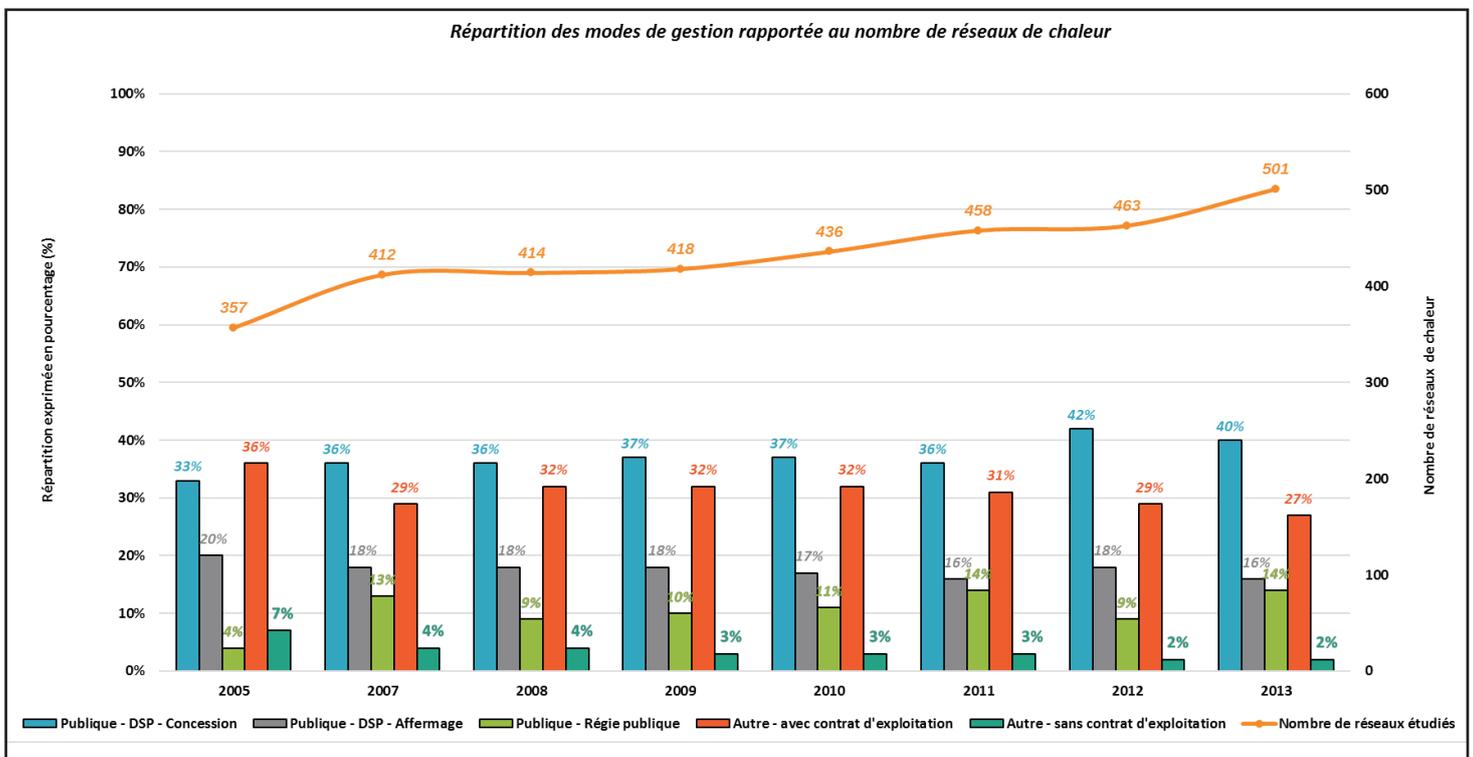


Illustration 4 : Répartition des modes de gestion rapportée au nombre de réseaux de chaleur. Cerema, 2016

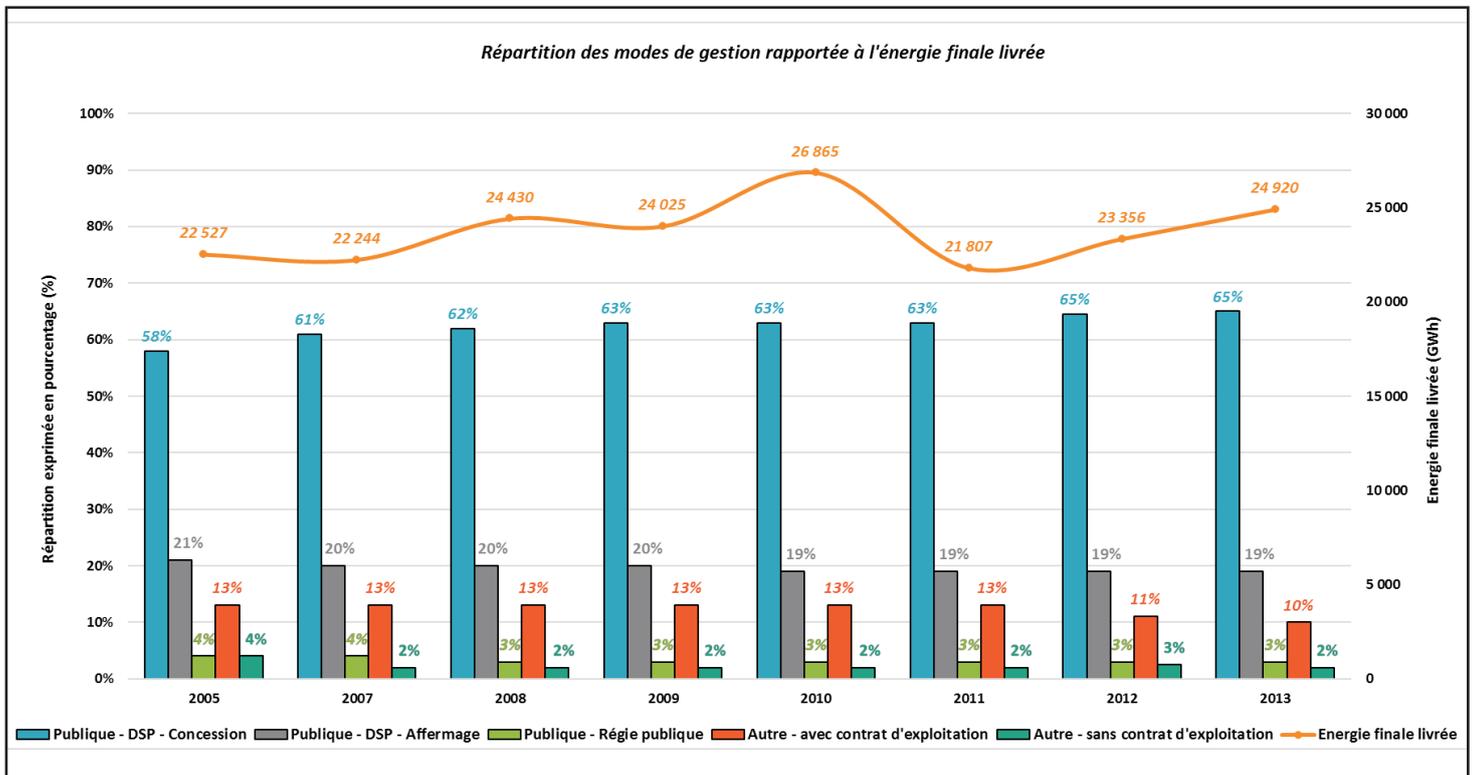


Illustration 5: Répartition des modes de gestion rapportée à l'énergie finale livrée. Cerema, 2016

2.3 Des performances en hausse

2.3.1 Les installations de production

Entre 2005 et 2013, on observe une baisse de 13 % de la puissance totale installée alors que le nombre d'installations augmente de 8,68 %.

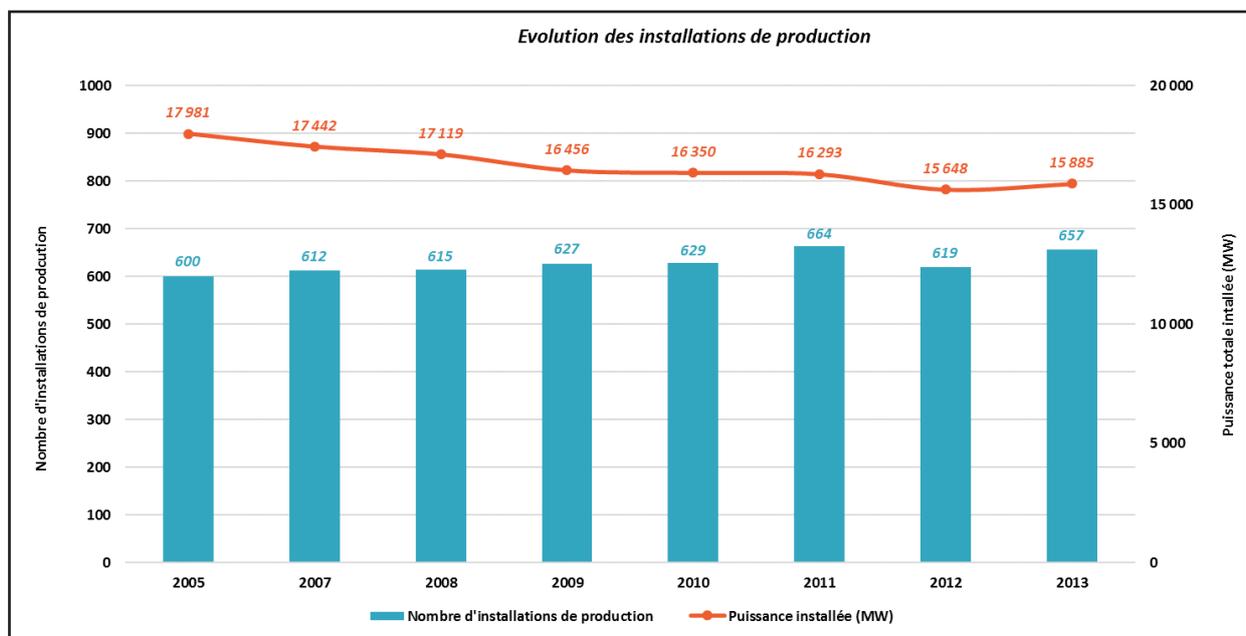


Illustration 6: Evolution des installations de production. Cerema, 2016

Cela traduit essentiellement l'intégration de nouvelles énergies et le renouvellement des vieilles installations. Les nouveaux équipements (chaudière, forage, etc.) nécessitent, selon les sources d'énergie mobilisées, d'être implantés dans des espaces spécifiques.

La filière bois/biomasse, par exemple, nécessite un espace de stockage important pour son combustible au sein de la chaufferie. Cela rend souvent impossible le remplacement comme l'ajout d'une chaudière biomasse dans les chaufferies existantes, notamment en milieu urbain, faute de disponibilité du foncier.

2.3.2 Des besoins qui évoluent

Bien qu'en 8 ans, le nombre de points de livraison ait augmenté significativement de plus de 34,41 %, la puissance totale souscrite n'a que très peu évolué (1,34 %).

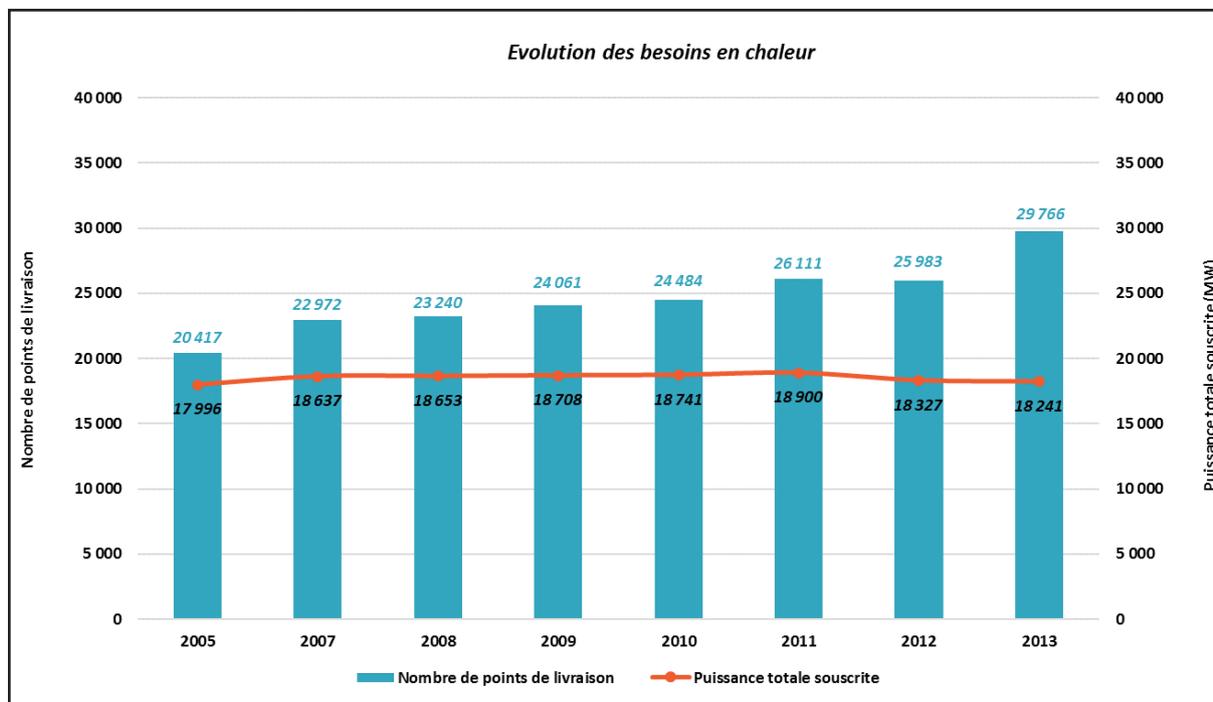


Illustration 7: Evolution des besoins en chaleur. Cerema, 2016

Parallèlement, l'énergie thermique finale livrée au réseau, évaluée à 24 920 GWh en 2013 a augmenté de 4,4 % en 8 ans. Non renseignée pour l'année 2013, le nombre d'équivalents logements livrés reste sur une croissance entre 2005 et 2012 de 9,94 %.

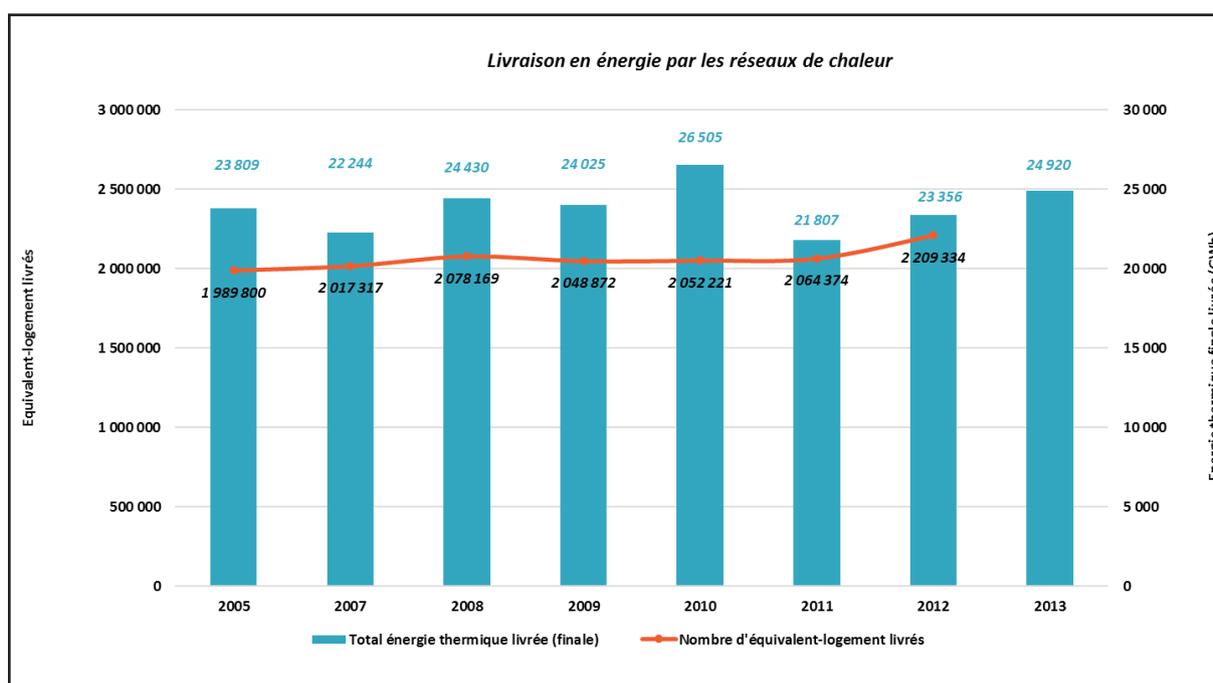


Illustration 8 : Livraison en énergie par les réseaux de chaleur. Cerema, 2016

Les réseaux de chaleur comptent ainsi plus d'abonnés, mais leur profil de consommation s'est modifié. Les bâtiments neufs, raccordés, voient leurs besoins diminuer. Il en va de même pour certains bâtiments anciens ayant bénéficié de rénovation thermique.

Enfin, les politiques de rénovation urbaine modifient les secteurs marqués par les barres d'immeubles typiques de la fin des années 70. Des sous-stations dédiées permettent ainsi à ces bâtiments d'être alimentés en chaleur. Par conséquent, si les nouveaux aménagements de ces quartiers offrent potentiellement un nombre d'abonnés équivalent, ils comportent davantage de points de livraison.

Selon l'enquête SNCU portant sur l'année 2014, 1,3 millions de résidences principales (soit 5 % du parc) sont raccordés à un réseau de chaleur. Plus de la moitié des logements raccordés sont des logements sociaux.

2.3.3 Des réseaux qui s'étendent

La viabilité économique d'un réseau repose sur différents critères ; un des plus déterminants est celui de la densité thermique, c'est-à-dire la quantité de chaleur livrée par mètre de canalisation construit. En effet, les coûts d'investissement et d'exploitation du réseau étant en partie liés à sa longueur, plus la densité thermique est importante, moins le prix de revient de l'installation est élevé lorsqu'il est rapporté à l'utilisateur. La densité thermique est très fortement liée à la densité urbaine, mais également aux caractéristiques thermiques des bâtiments.

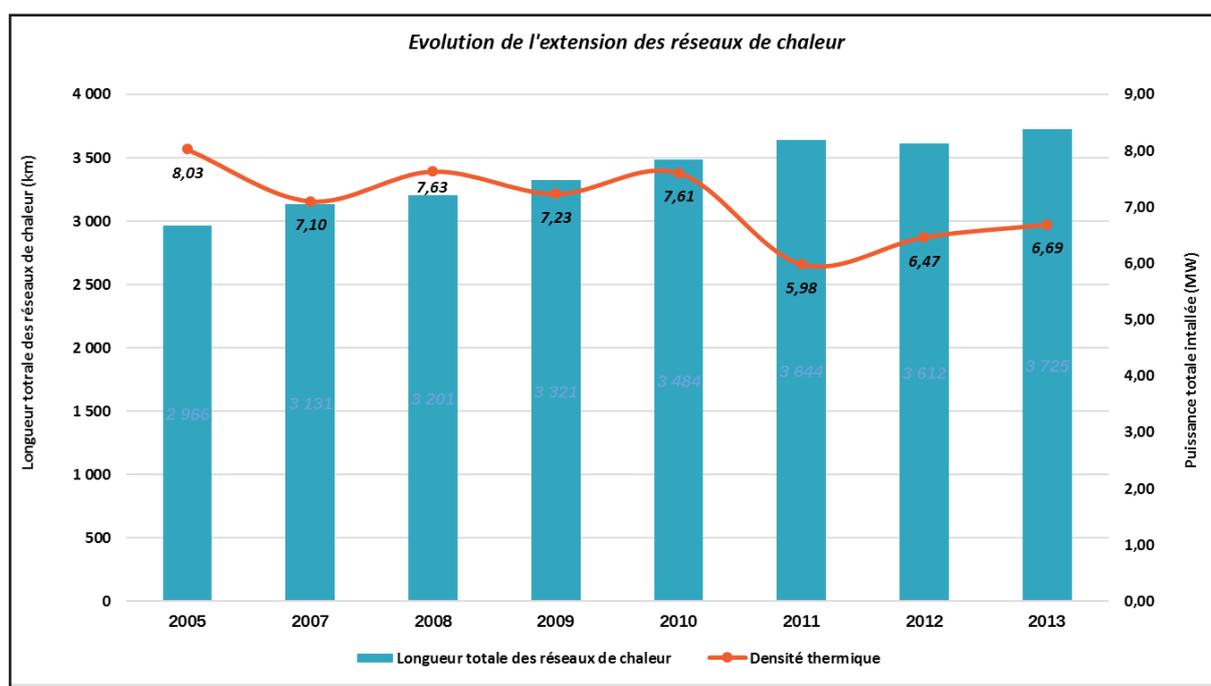


Illustration 9 : Evolution de l'extension des réseaux de chaleur. Cerema, 2016

En 8 ans, la longueur totale des réseaux de chaleur a progressé de 20 %. Cette croissance, corrélée à une relative stagnation de l'énergie finale livrée aux réseaux, impacte la densité thermique. Ce paramètre est passé de 8 à 6 MWh/(ml.an) en 2012 ; pour l'année 2013, ce paramètre est remonté à 6,5 MWh/(ml. an). Malgré cette tendance décroissante, la densité thermique reste bien supérieure à 1,5 MWh/ml.an. En deçà de ce seuil, la viabilité économique du réseau devient difficile. C'est d'ailleurs le seuil retenu par l'ADEME pour financer les projets (sauf dérogations particulières).

Cette baisse de la densité thermique s'explique par l'extension des réseaux vers notamment de nouveaux quartiers ou des quartiers rénovés dont les besoins en chaleur sont de plus en plus faibles.

2.4 Réseaux de chaleur et bouquet énergétique

2.4.1 Nombre de sources d'énergies et réseaux de chaleur

Les réseaux de chaleur présentent la particularité d'être majoritairement alimentés par au moins deux types d'énergies (de « combustible »). Cette caractéristique répond à la variabilité des besoins en chaleur au cours d'une journée et, selon les saisons, et permet une meilleure flexibilité des moyens de production. Elle impose une réflexion avancée concernant les sources d'alimentation en combustible.

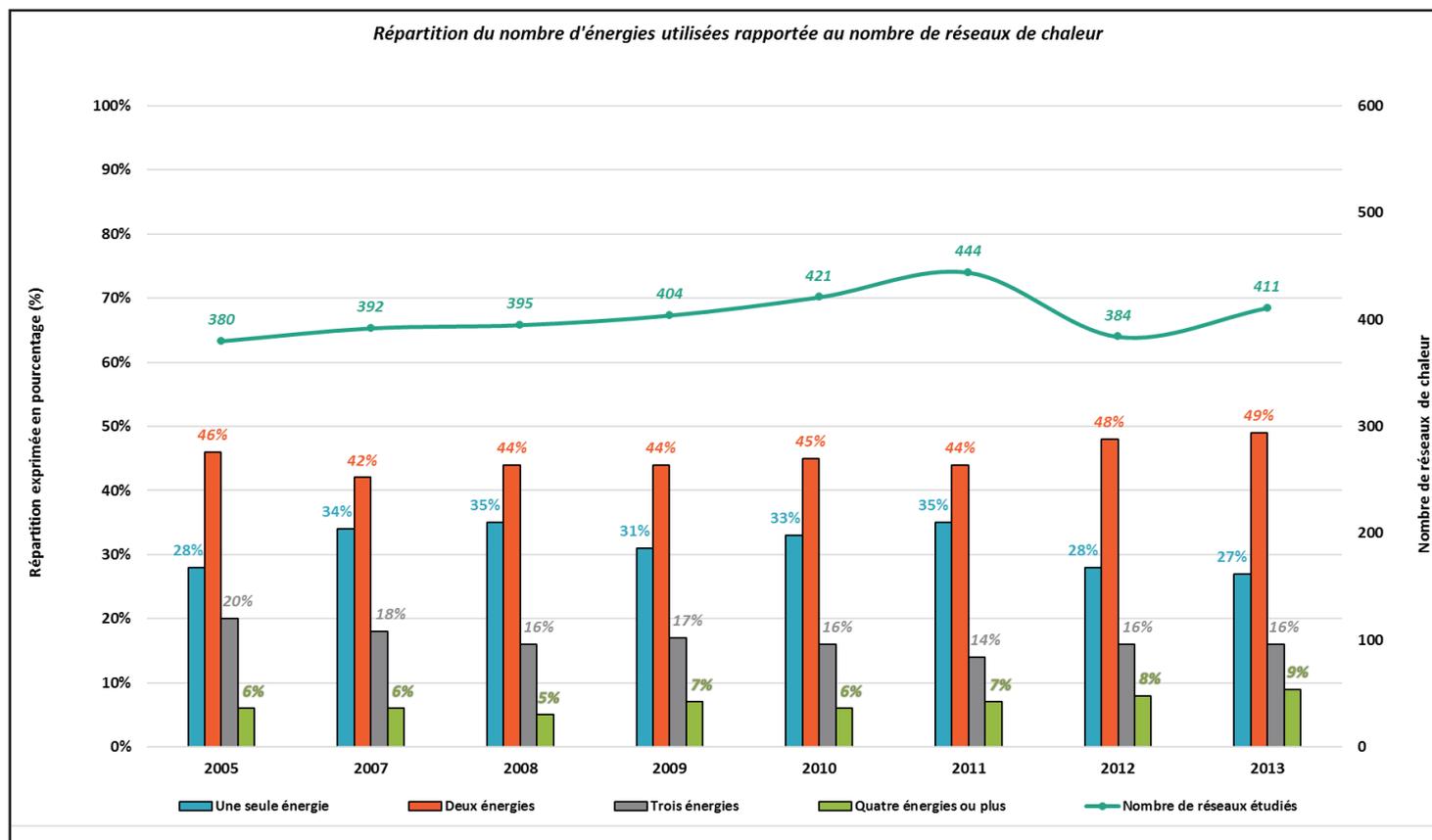


Illustration 10: Répartition du nombre d'énergies utilisées rapportées au nombre de réseaux de chaleur. Cerema, 2016

Chaque type d'énergie (géothermie, solaire, gaz, fioul, etc.), de par sa nature physico-chimique et sa disponibilité, délivre différemment son énergie. Certains combustibles sont bien adaptés pour pallier les appels de puissance (gaz, fioul), tandis que d'autres sont efficaces et économiques face aux demandes continues (biomasse, géothermie ...).

L'enjeu consiste donc à augmenter la part des énergies renouvelables dans le bouquet énergétique tout en gardant une capacité de réponse aux caractéristiques de consommation. Cette tendance se concrétise en 2011 suite à la mise en œuvre du Fonds chaleur en 2009. Porté par l'Ademe, ce système d'aide financière vise à soutenir les projets de production de chaleur à partir d'énergies renouvelables.

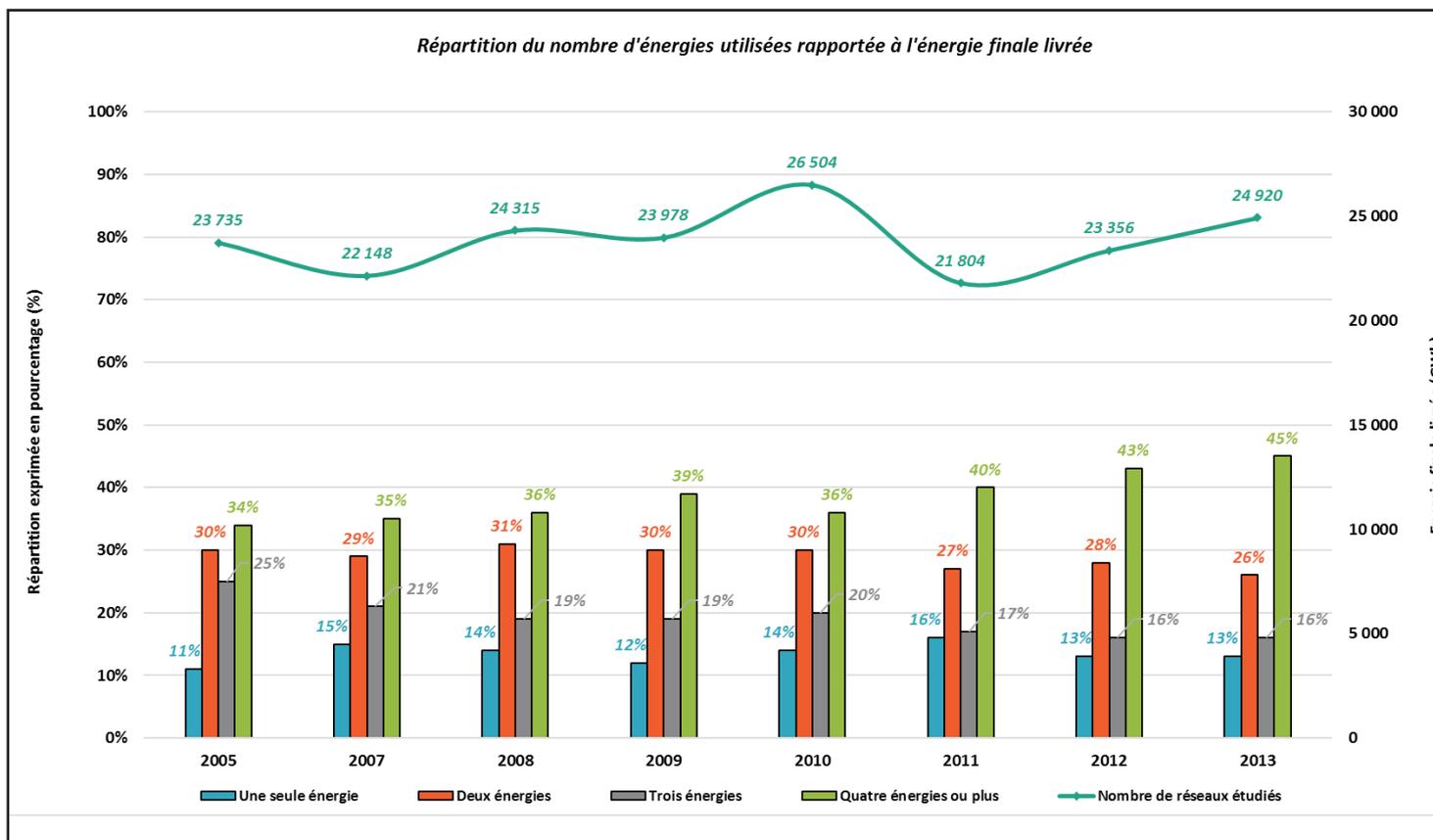


Illustration 11: Répartition du nombre d'énergies utilisées rapportées à l'énergie finale livrée. Cerema, 2016

Les réseaux alimentés par 4 énergies, bien que peu nombreux sont les plus importants en termes d'énergie thermique finale livrée. Ils représentent donc les « gros » réseaux qui doivent répondre à des besoins élevés mais surtout très diversifiés.

Depuis 2005, le pourcentage de réseaux à 2 et 3 énergies a ainsi progressivement diminué au profit des réseaux comprenant 4 énergies. Cette variation traduit souvent la création de nouvelles installations (chaufferie).

Au contraire, les réseaux alimentés par une seule énergie stagnent depuis 2005 (106 contre 110 en 2013).

D'une manière générale, l'intégration des énergies renouvelables s'avère coûteuse et ne peut être que progressive pour éviter le déséquilibre économique du service.

2.4.2 Bouquet énergétique des réseaux de chaleur

L'énergie produite par les réseaux de chaleur en 2013 était de 29 993 GWh, une production qui a peu évolué depuis 2005 (29 381 GWh).

À production « constante », le graphique ci-dessous confirme l'intégration progressive des EnR&R dans le mix énergétique. Ainsi, pour l'année 2013, cette part (40 %) est sensiblement équivalente à celle produite par le gaz fossile (naturel).

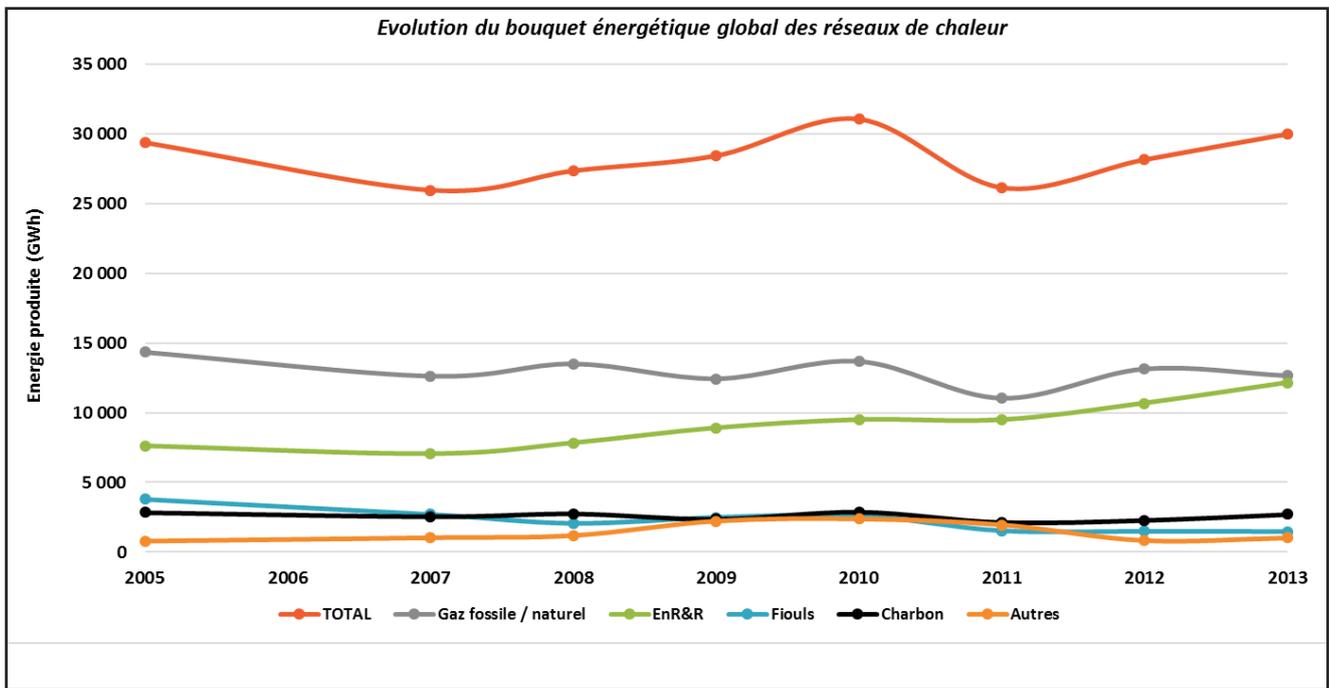


Illustration 12: Evolution du bouquet énergétique global des réseaux de chaleur. Cerema, 2016

Les périodes de rigueur climatique (2010, 2013) permettent de vérifier que les énergies fossiles assurent les pics de consommation. Les énergies plus « carbonées » (fioul et charbon) restent présentes dans le bouquet énergétique. Favorisée par son faible coût, la part de charbon stagne depuis 2005. Quant au fioul, sa part diminue progressivement.

Trois sources d'énergie alimentent principalement les réseaux de chaleur en énergies renouvelables et de récupération (EnR&R) : Les UIOM (25 %), la biomasse (10 %) et la géothermie (3 %).

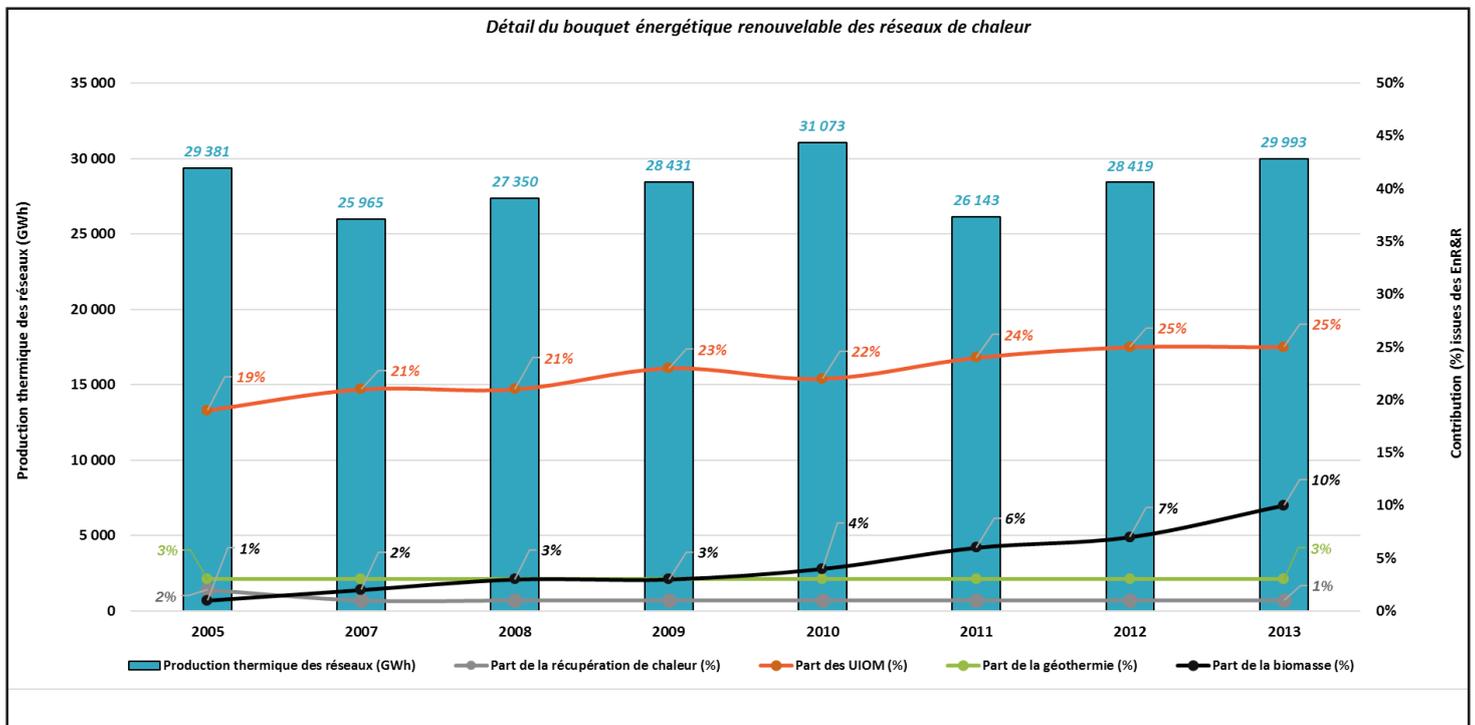


Illustration 13: Détail du bouquet énergétique renouvelable des réseaux de chaleur. Cerema, 2016

La part provenant des unités d'incinération d'ordures ménagères⁵ présente une légère augmentation en passant de 19 à 25 % en huit ans. Fortement représentée au sein des ENR&R, la part provenant de cette filière bénéficie d'une implantation ancienne dans le paysage énergétique et des déchets. Basée sur le même principe, l'exploitation de la chaleur de récupération industrielle est caractérisée par une contribution très faible (1 %). Deux contraintes peuvent expliquer ce constat :

Les différences d'ordres de grandeurs du temps de retour sur investissement acceptables entre la filière industrielle (moins de 5 ans) et la filière réseaux de chaleur (moins de 25 ans).

Le manque d'exemple et de connaissance du gisement.

L'article 14 de la directive 2012/27/UE sur l'efficacité énergétique qui oblige à réaliser une analyse coût-avantage de valorisation de chaleur fatale devrait permettre d'initier un dialogue entre les acteurs industriels et les collectivités.

Concernant la géothermie, sa part est faible (3 %) et ne progresse pas. Au-delà de l'hétérogénéité géographique du gisement profond, les investissements à réaliser sont importants. Pour des raisons de rentabilité, l'exploitation de cette source d'énergie nécessite d'alimenter en chaleur de très nombreux abonnés. Adaptée à cette contrainte, la région île-de-France concentre 80 % de la production nationale grâce à une ressource abondante (le dogger) et une forte densité de population. Les réseaux franciliens de chaleur géothermique desservent ainsi environ 145 000 équivalents-logements.

Parmi les énergies renouvelables et de récupération, la part provenant de la biomasse marque une progression significative. Respectivement lancés par l'ADEME dès 2005 et 2009, les appels à projets et le fonds chaleur ont contribué à structurer et développer significativement la filière. Le graphique ci-après se focalise sur les réseaux alimentés par le bois/biomasse.

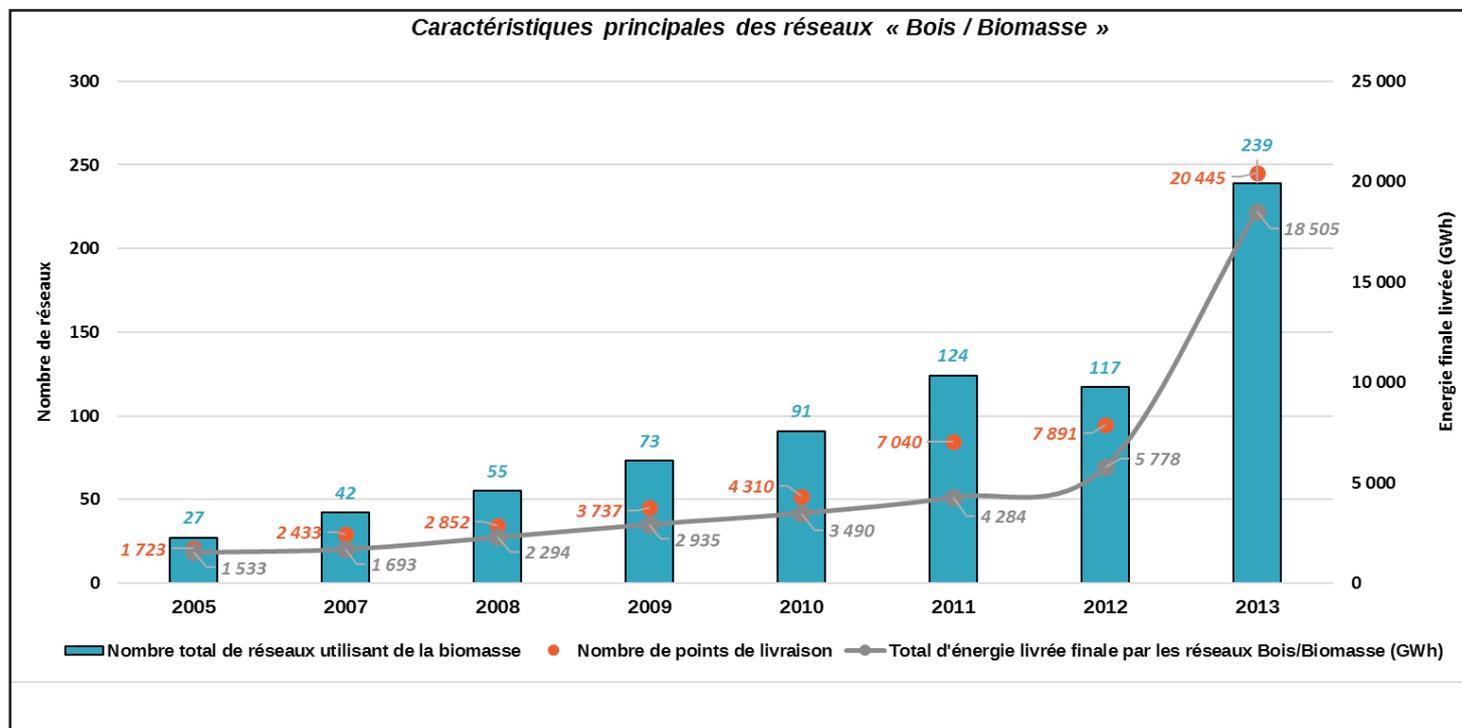


Illustration 14: Caractéristiques principales des réseaux « Bois / Biomasse ». Cerema, 2016

5. Les Unités d'Incinération d'Ordures Ménagères (UIOM) sont également connues sous l'appellation UVE (Unité de valorisation énergétique).

2.4.3 Énergies renouvelables et réseaux de chaleur

Avec 112 réseaux en 2005 et 239 en 2013, la part des réseaux de chaleur utilisant au moins une EnR&R a pratiquement doublé en 8 ans.

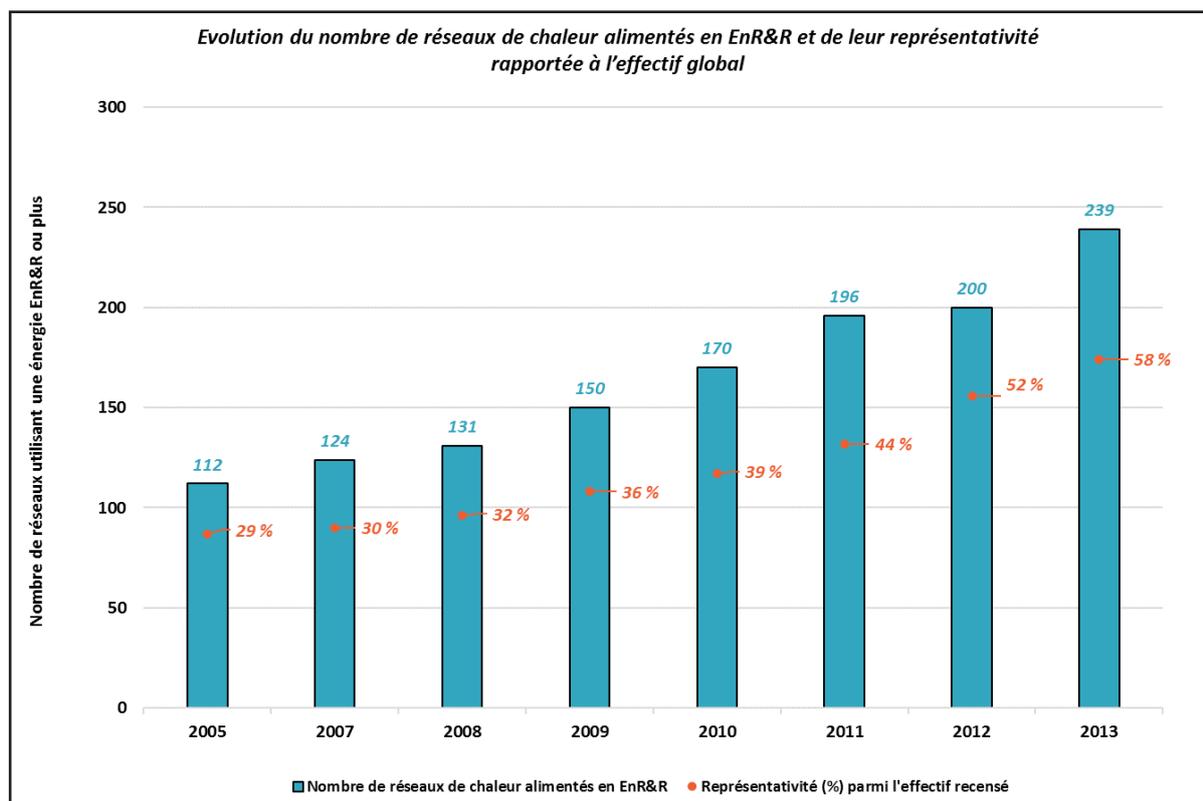


Illustration 15: Evolution du nombre de réseaux de chaleur alimentés en EnR&R et de leur représentativité rapportée à l'effectif global. Cerema, 2016

Une des premières incitations au développement des EnR&R dans les réseaux de chaleur (outre les chocs pétroliers) fut la mise en place d'une TVA réduite en 2006 pour les réseaux alimentés à l'époque à plus de 60 % par des EnR. Il est difficile d'évaluer l'impact de cette mesure puisque les données avant 2005 ne sont pas disponibles, cependant la croissance du nombre de réseaux alimentés par une EnR&R ou plus s'amorce bien avant la mise en place du Fonds chaleur en 2009, deuxième grande incitation au développement des réseaux vertueux.

La croissance s'accélère bien à partir de 2009 et fait écho aux objectifs de production globale EnR&R fixés réglementairement à travers deux textes : l'arrêté du 15 décembre 2009 relatif à la programmation pluriannuelle des investissements de production de chaleur (« PPI chaleur ») modifié par l'arrêté du 24 avril 2016 relatif aux objectifs de développement des énergies renouvelables (voir annexe 1).

Avec 24 920 GWh en 2013, l'énergie thermique finale livrée aux réseaux de chaleur n'a que peu évolué depuis 2005. Cependant, la part de chaleur renouvelable livrée a fortement augmenté en 8 ans, passant de 26 à 37,8 %. Les variations d'une année à l'autre s'expliquent majoritairement par la rigueur climatique mais la tendance sur le long terme traduit la forte volonté du secteur des réseaux de chaleur à contribuer à la transition énergétique.

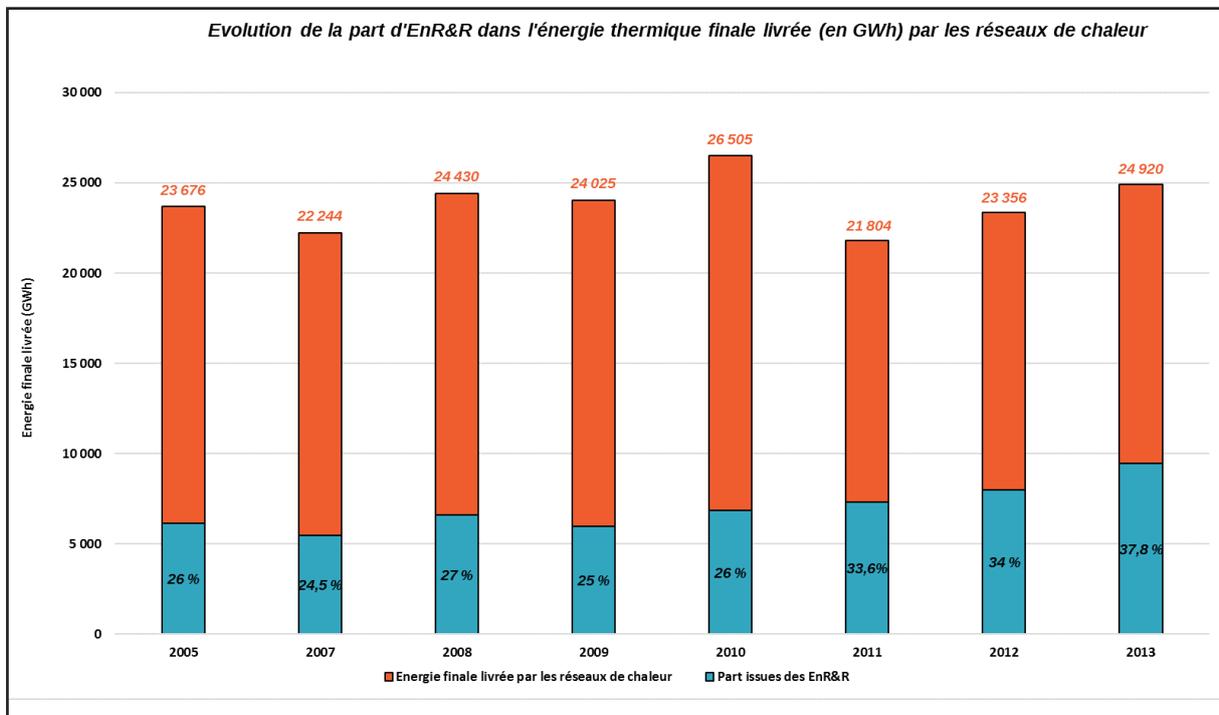


Illustration 16 : Evolution de la part d'EnR&R dans l'énergie thermique livrée (en GWh) par les réseaux de chaleur. Cerema, 2016

Cette dynamique permet ainsi aux réseaux de chaleur de réduire leurs émissions de dioxyde de carbone. En 8 ans, elles ont baissées de 1 442 ktonnes. En raison de l'intégration progressive des énergies renouvelables et de récupération, le contenu CO2 moyen a diminué. Il est passé de 0,210 en 2005 à 0,162 kg eq. CO2/kWh en 2013.

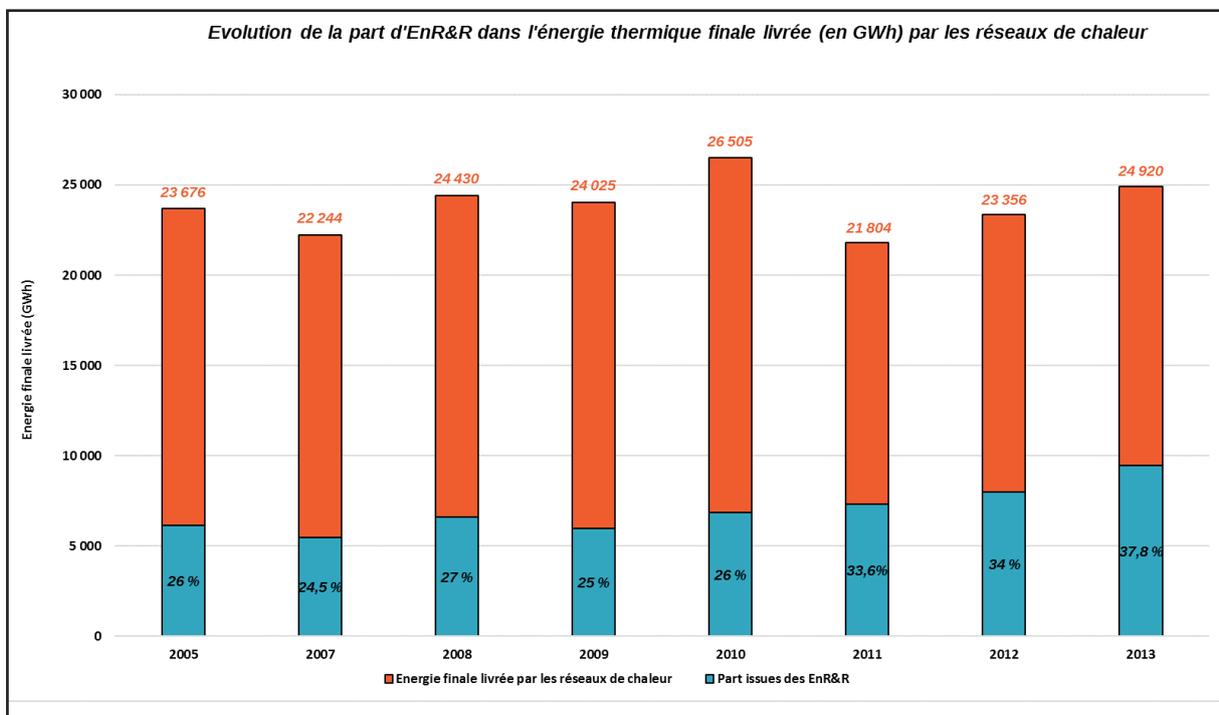


Illustration 17: Evolution de l'empreinte CO2 des réseaux de chaleur. Cerema, 2016

En termes de livraison d'énergie finale, la réglementation fixe différents objectifs (voir l'illustration 18). En premier lieu par la loi⁶ relative à la transition énergétique pour la croissance verte, prenant 2012 comme année de référence (0,68 Mtep de chaleur), qui vise « la multiplication par cinq de la quantité de chaleur et de froid renouvelables et de récupération livrée par les réseaux de chaleur et de froid à l'horizon 2030 », soit, 3,4 Mtep. En second lieu, par l'arrêté du 24 avril 2016 relatif aux objectifs de développement des énergies renouvelables, qui précise les résultats à atteindre pour 2018 (1,35 Mtep) et 2023 (entre 1,9 et 2,3 Mtep).

Deux projections ont été réalisées à partir des valeurs de l'enquête⁷. La première est basée sur la courbe de tendance des données relevées entre 2005 et 2013. La seconde, sur la période la plus dynamique, soit entre 2009 et 2013.

Le graphique ci-dessous fait apparaître une dynamique insuffisante de la part des EnR&R dans l'énergie finale livrée en majorité par les réseaux de chaleur.

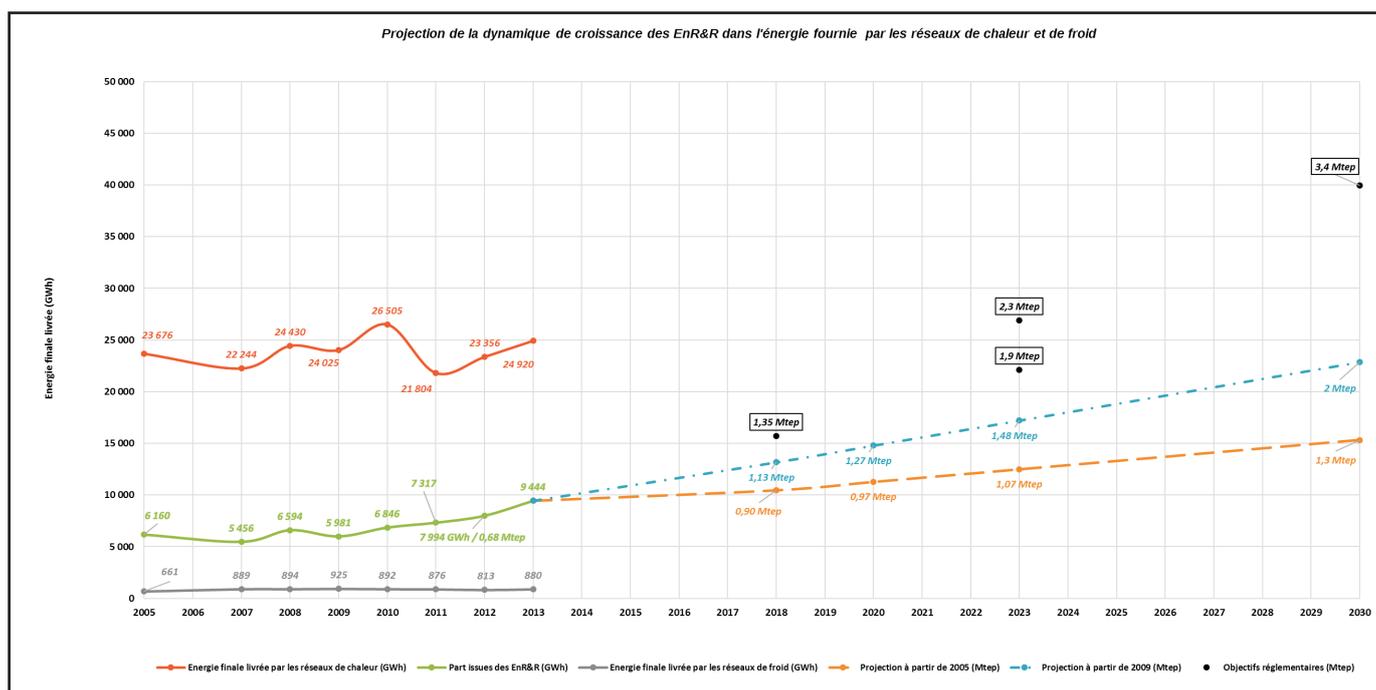


Illustration 18: Projection de la dynamique de croissance des EnR&R dans l'énergie fournie par les réseaux de chaleur et de froid. Cerema, 2016

3. Focus sur les réseaux de faible puissance

L'analyse de la dynamique propre aux réseaux les moins importants en termes de puissance ($\leq 3,5$ MW) entre 2005 et 2013 souligne deux aspects :

- une augmentation progressive du nombre de réseaux de chaleur de faible puissance,
- une augmentation sensible du nombre de réponse dans cette catégorie ; Cela traduit l'effet des aides mises en place (ADEME, RT2012, etc.) et une meilleure prise en main de ces infrastructures par les collectivités territoriales.

6. Article L. 100- 4.- I de la loi de transition énergétique pour la croissance verte : « 9° De multiplier par cinq la quantité de chaleur et de froid renouvelables et de récupération livrée par les réseaux de chaleur et de froid à l'horizon 2030. »

7. L'enquête ne renseigne pas la quantité d'énergie renouvelable et de récupération livrée par les réseaux de froid, ces derniers ne sont donc pas pris en compte dans les projections même si les objectifs de la LTECV concernent également les réseaux de froid. Leur faible nombre n'influe cependant que de manière très minime sur le résultat.

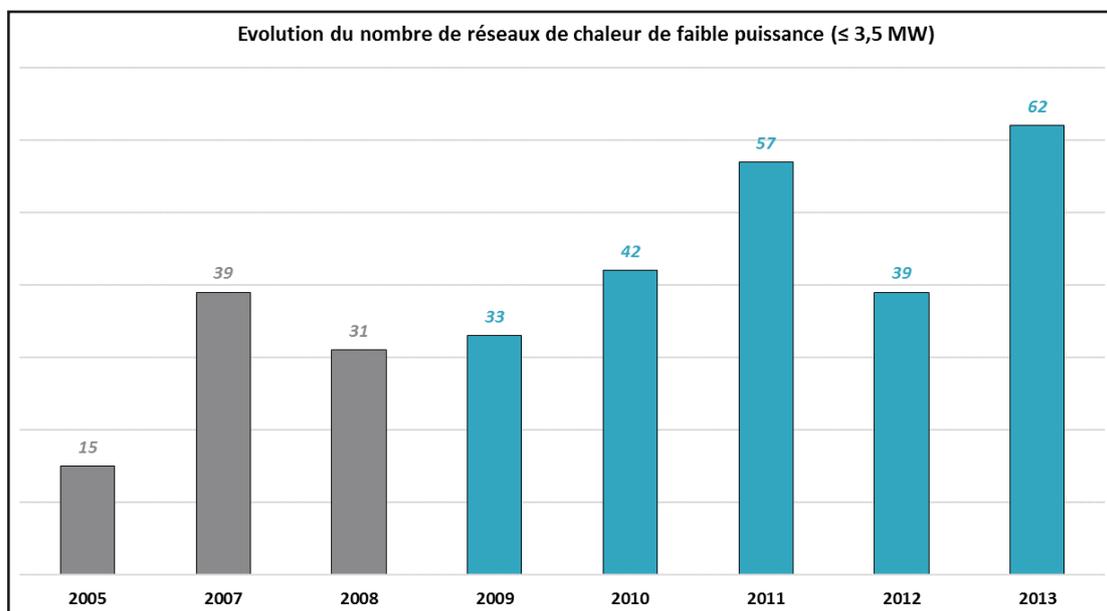


Illustration 19: Evolution du parc de réseaux de chaleur de faible puissance (≤ 3,5 MW) français. Cerema, 2016

Les années 2007 et 2012 présentent des anomalies. Ces ruptures sont souvent dues à des réponses à l'enquête de manière non systématique de la part des petites collectivités ou exploitants. Elles peuvent également résulter d'une évolution de la puissance de ces réseaux.

En effet, le Fonds chaleur, mis en place en 2009, a permis de financer de nombreuses créations et extensions impliquant une augmentation de la puissance installée.

En cas de dépassement du seuil de 3,5 MW, les réseaux changent de catégorie.

Concernant cette catégorie de réseaux de chaleur, l'absence d'obligation de réponse à l'enquête rend les données difficilement exploitables. De ce fait, seuls sont étudiés les réseaux de chaleur ≤ 3,5 MW recensés entre 2009 et 2013.

Panorama de l'évolution des réseaux de chaleur (≤ 3,5 MW) sur 8 ans				
Paramètres	Unité	Situation 2009	Situation 2013	Evolution 2005 - 2013 (%)
Nombre de réseaux	Nb	15	62	75,81
Nombre d'installations de production	Nb	16	73	78,08
Puissance totale installée (en production)	MW	21	110	80,91
Puissance moyenne installée (en production)	MW	1,4	1,77	21,09
Longueur totale des réseaux	km	9	81	88,89
Longueur moyenne des réseaux	km	0,6	1,31	54,07
Nombre de points de livraison	Nb	96	1480	93,51
Puissance totale souscrite	MWth	24	89	73,03
Total énergie thermique livrée (finale)	GWh	23	96	76,04
Total énergie thermique livrée (finale) en moyenne	GWh	1,53	1,51	0,97
Equivalents logements livrés (chiffres 2012)	Nb	120,33	5442	66,83
Equivalents logements livrés (chiffres 2012) en moyenne	Nb	1805	140	13,76

Tableau 2 : Panorama de l'évolution des réseaux de chaleur (≤ 3,5 MW) sur 5 ans

Entre 2009 et 2013, la plupart des paramètres de ces petits réseaux (longueur totale, puissance ...) connaissent une progression soutenue et régulière où l'on distingue pour l'année 2013 :

- Un linéaire moyen de distribution de l'ordre de 1,30 km ;
- Des installations de faible puissance, en moyenne autour de 1,70 MW ;
- Une quantité moyenne de chaleur distribuée de 1,51 GWh dans le dernier recensement ;
- Une moyenne de 140 équivalents logements livrés.

4. Le cas des réseaux de froid

Avec 17 unités recensées en 2013, les réseaux de froid sont moins implantés dans le paysage énergétique national que les réseaux de chaleur. Apparus récemment, avec une année moyenne de début d'exploitation en 1990, le développement des réseaux de froid est restreint par la réglementation thermique qui ne favorise pas la climatisation ; Ces derniers fournissent principalement les centres commerciaux et les ensembles de bureaux.

Panorama de l'évolution des réseaux de froid sur 8 ans				
Paramètres	Unité	Situation 2005	Situation 2013	Evolution 2005 - 2013 (%)
Nombre de réseaux	Nb	10	17	41,17
Année moyenne de début d'exploitation	Année	1990	1992	1990
Nombre d'installations de production	Nb	13	26	50,00
Puissance totale installée (en production), (chiffres 2012)	MW	423	644	34,31
Puissance totale installée moyenne (en production), (chiffres 2012)	MW	42,3	40	-5,10
Quantité d'énergie consommée	GWh	299	246	-21,55
Quantité d'énergie consommée	Ktep	26	21	-23,80
Longueur totale des réseaux	km	90	158	43,00
Nombre de points de livraison	Nb	686	998	31,26
Puissance totale souscrite	MWth	512	854	40,05
Total énergie thermique livrée (finale)	GWh	661	880	24,88
Total énergie thermique livrée moyenne (finale)	GWh	66,1	52	-15,84
Equivalents logements livrés (chiffres 2012)	Nb	58639	92 613	36,68
Equivalents logements livrés moyen (chiffres 2012)	Nb	5863,9	5 788	-1,31

Tableau 3 : Panorama de l'évolution des réseaux de froid sur 8 ans

Depuis 2005 leur progression ne cesse d'augmenter dans l'enquête avec 7 réseaux nouvellement recensés à l'année 2013. Bien que peu nombreux, les réseaux de froids sont en général des installations de grandes puissances.

Les caractéristiques observées sur 8 ans sont relativement constantes :

- Le linéaire moyen est de l'ordre de 9 km.
- La puissance moyenne des installations de froid est comparable à celles des réseaux de chaleur, soit environ 40 MW installée.

Certaines évolutions peuvent néanmoins être relevées :

- Les réseaux délivrent 52 Gwh de froid en moyenne, en baisse depuis 2010.
- Les réseaux de froid alimentent en moyenne 5 788 équivalents logements. La moyenne par réseau recensé a tendance à décliner bien que le nombre global d'équivalents logements raccordés augmente significativement, indiquant une baisse de la densité frigorifique et une augmentation de la performance thermique des bâtiments raccordés.

La majorité des réseaux de froid sont gérés sous forme de délégation de service public. Comme pour les réseaux de chaleur, les réseaux de froid gérés en DSP sont également les plus importants en termes d'énergie délivrée.

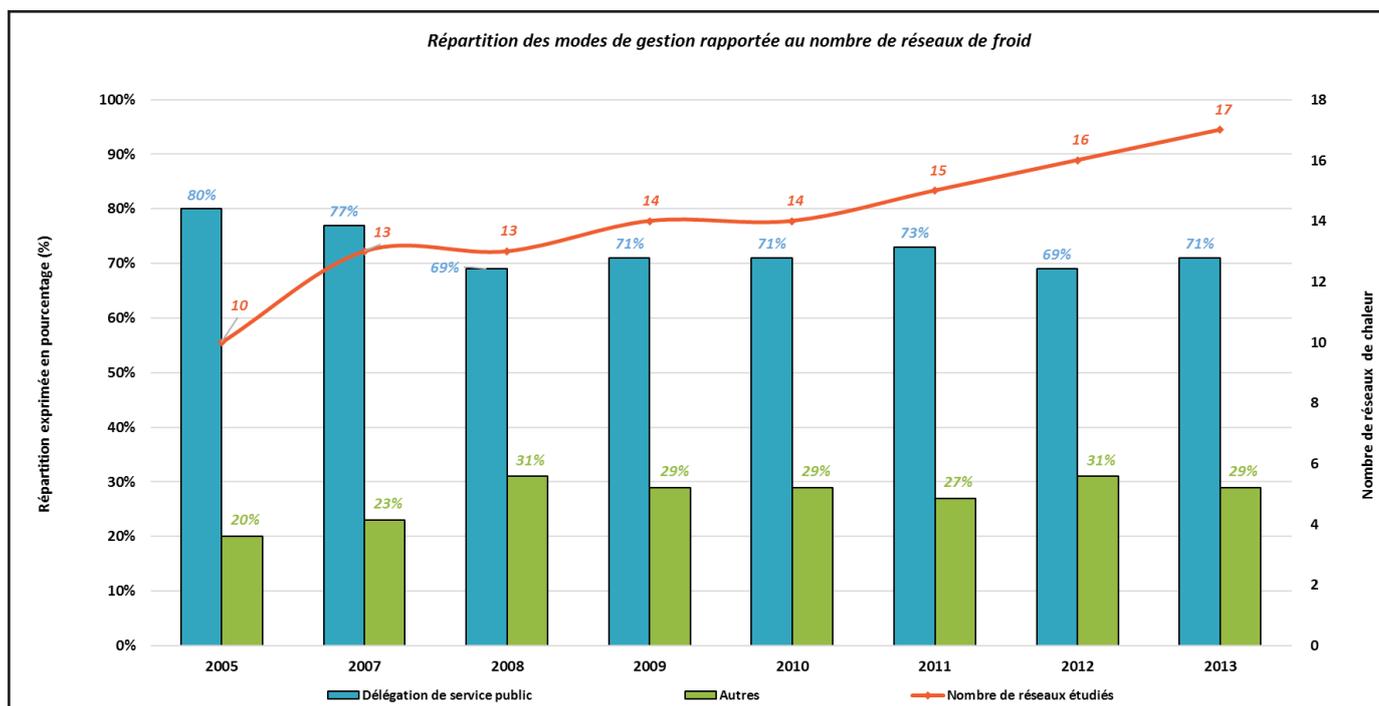


Illustration 20 : Répartition des modes de gestion rapportée au nombre de réseaux de froid. Cerema, 2016

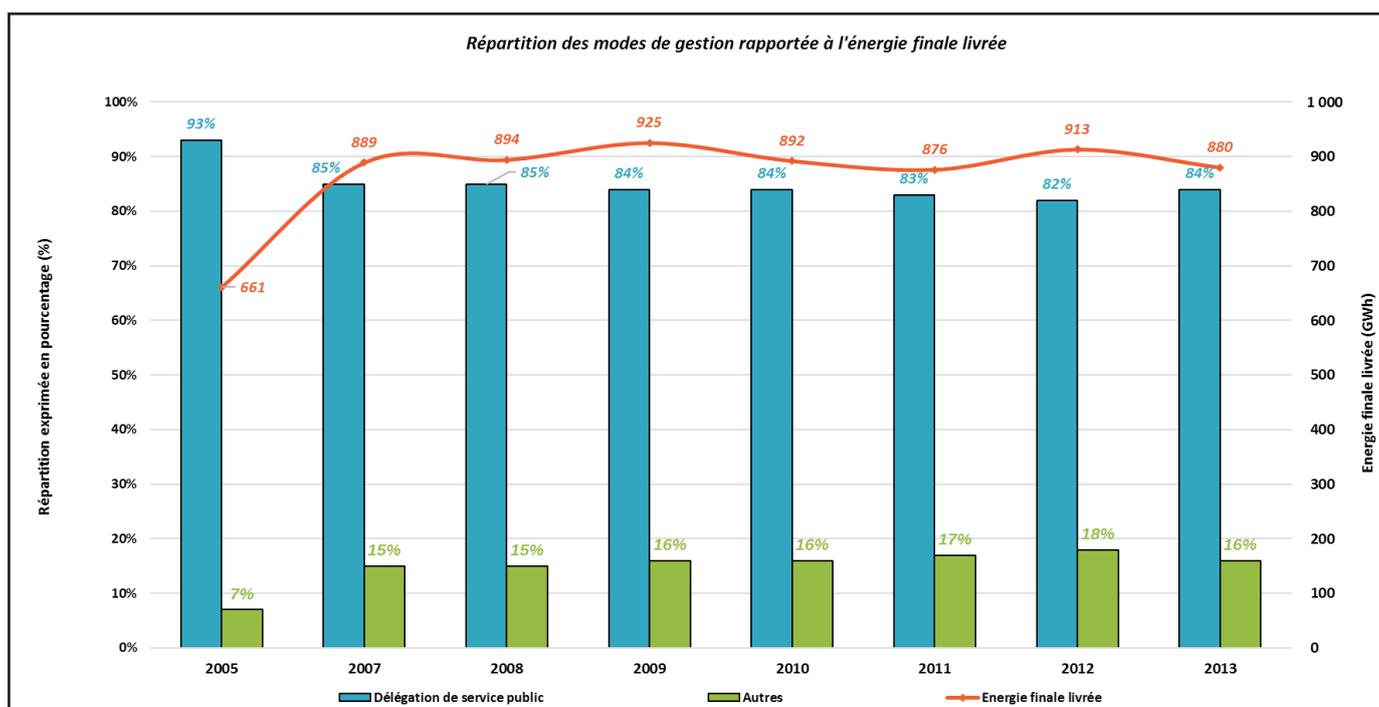


Illustration 21 : Répartition des modes de gestion rapportée à l'énergie finale livrée. Cerema, 2016

En huit ans, le nombre de réseaux de froid recensés est passé de 10 à 17. Les réseaux de froid n'utilisant qu'une seule énergie ont rapidement remplacé ceux mobilisant deux sources d'énergie ou plus. Depuis 2010, ce rapport a tendance à s'inverser avec l'introduction progressive des sources EnR&R.

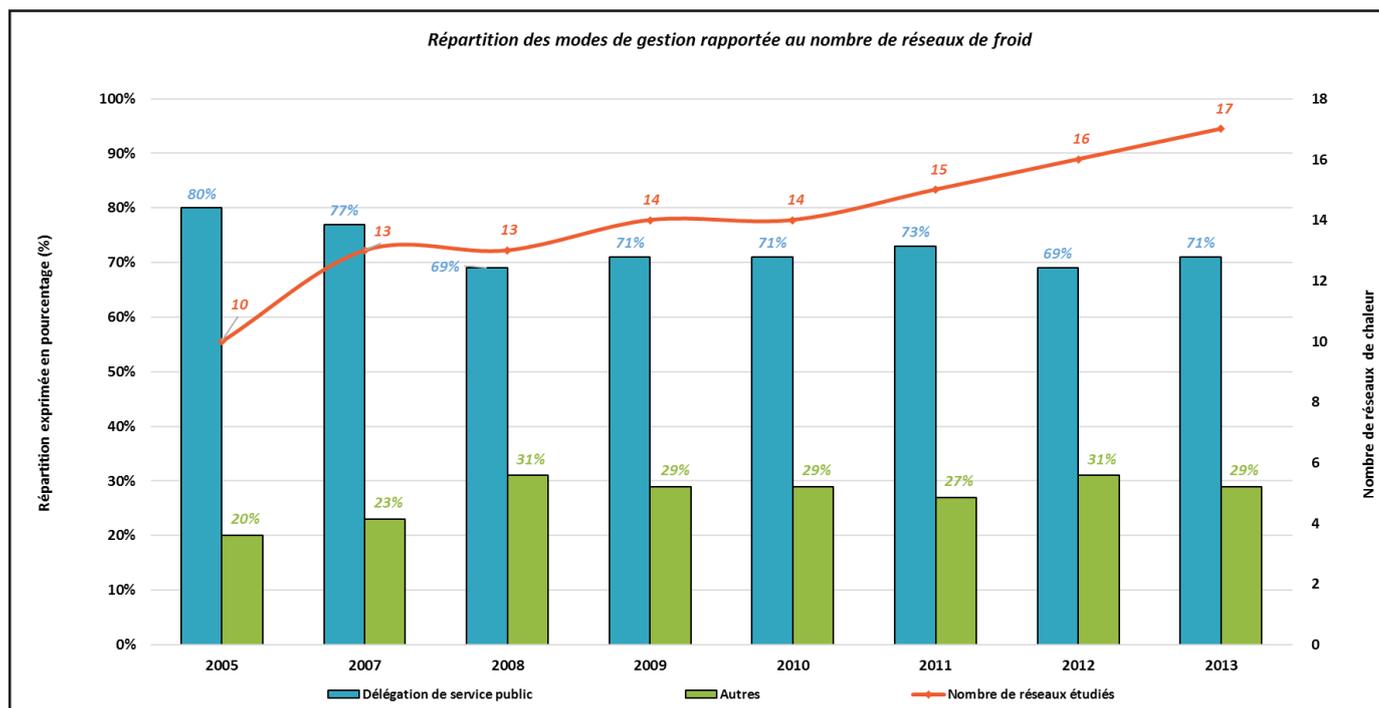


Illustration 22 : Répartition du nombre d'énergies utilisées rapportée au nombre de réseaux de froid. Cerema, 2016

Cette mutation s'observe également au regard de l'énergie finale livrée. En 2005, 93% de l'énergie livrée l'est par des réseaux de froid utilisant deux sources d'énergies ou plus.

Ce rapport s'inverse à partir de 2010. La quasi-totalité de l'énergie livrée ne mobilise plus qu'une source d'énergie : il s'agit de l'électricité.

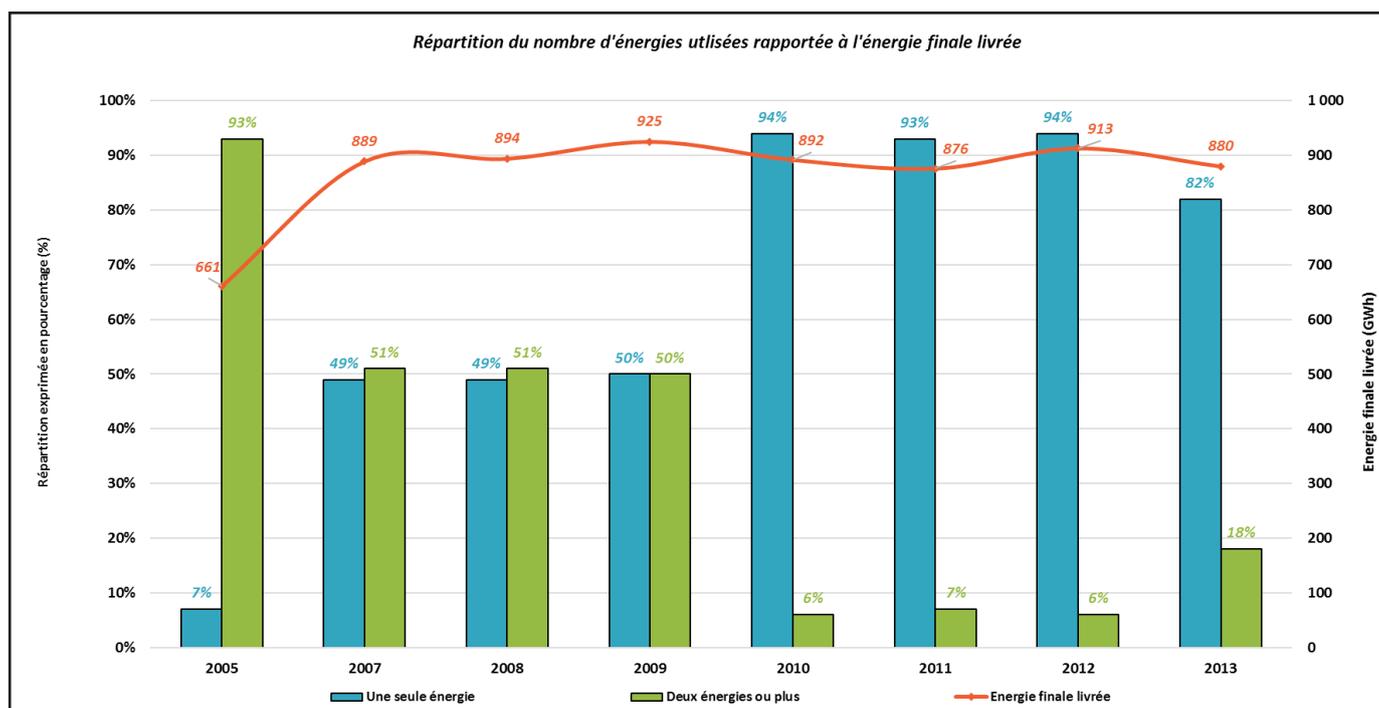


Illustration 23 : Répartition du nombre d'énergies utilisées rapportée à l'énergie finale livrée. Cerema, 2016

Les réseaux de froid sont marqués par le très faible recours aux énergies renouvelables et de récupération. La majorité de l'énergie provient de compresseurs fonctionnant à l'électricité d'origine non renouvelable.

Cependant, les rendements sont très bons et les taux de fuites très faibles par rapport aux climatisations individuelles. Par ailleurs, des interactions avec les réseaux de chaleur sont possibles ; la production de froid permet ainsi de dégager de la chaleur récupérable, notamment pour la production d'eau chaude sanitaire (ECS).

Ces avantages permettent aux réseaux de froid de bénéficier d'un contenu CO2 moyen faible avec une tendance à la baisse : 0,021 kg eq. CO2/kWh en 2005 contre 0,010 kg eq. CO2/kWh en 2013. Par corrélation, les émissions de CO2 (eq. CO2) sont passées de 15 ktonnes en 2005 à 8 ktonnes en 2013.

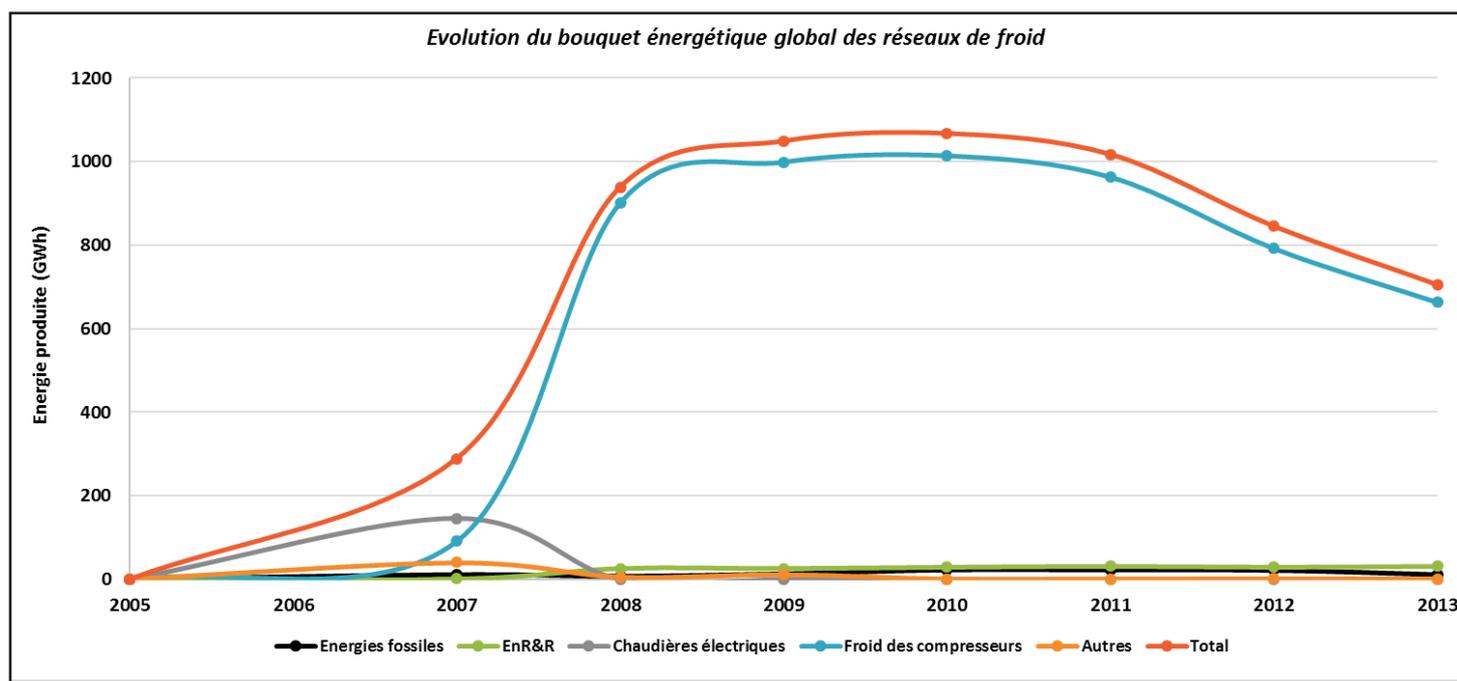


Illustration 24 : Evolution du bouquet énergétique global des réseaux de froid

La part résiduelle est assurée par les énergies fossiles, notamment le gaz naturel et les EnR&R. Bien que leur part stagne depuis 2007, seules les UIOM contribuent au bouquet énergétique global des réseaux de froid (la chaleur des UIOM faiblement utilisée l'été permet d'alimenter les compresseurs pour faire du froid).

Partie 2

Analyse des dossiers d'agrément pour les Titre V «Réseau»

1. Présentation des dossiers « Titre V – Réseau »

1.1 Contexte

Les réseaux de chaleur et de froid sont fortement mobilisateurs d'énergies renouvelables et de récupération. Afin de prendre en compte cet atout dans la construction des bâtiments, la réglementation thermique 2012 a introduit une possibilité de modulation (McGES) de la consommation maximale (Cepmax) pour les bâtiments neufs raccordés à un réseau de chaleur vertueux.

La modulation (McGES) est basée sur le contenu CO₂ du réseau et dépend de la typologie du bâtiment. Elle est explicitée par l'arrêté du 26 octobre 2010 (annexe VIII) et l'arrêté du 28 décembre 2012 (annexe VIII également).

Contenu CO ₂ [g _{équivalent} CO ₂ /kWh _d énergie livrée]	M _{CGES}		
	Pour les bâtiments autres que ceux des 2 colonnes suivantes	Bâtiments universitaires d'enseignement et de recherche Établissement sportif municipal ou privé Établissement de santé ; Bâtiments ou parties de bâtiment à usage d' aérogare ; Bâtiments ou parties de bâtiment à usage de tribunal ou palais de justice ; <i>le froid</i> dans les bâtiments à usage de commerce	Hôtels 0,1,2,3,4 et 5 étoiles partie jour ; Restauration commerciale en continue — 18 h/j 7j/7 ; Restauration — 1 repas/jour, 5j/7 ; Restauration — 2 repas/jour, 6j/7 ; Restauration — 2 repas/jour, 7j/7 ; Restauration scolaire — 1 repas/jour, 5j/7 ; Restauration scolaire — 3 repas/jour, 5 j/7 ; <i>le chaud</i> dans les bâtiments à usage de commerce
≤ 50	30%	15%	0%
[50 ;100]	20%	10%	0%
[100 ;150]	10%	5%	0%
> 150	0%	0%	0%

Tableau 4 : Modulation McGES suivant le contenu CO₂ du réseau et le type de bâtiments

Ces paramètres permettent de valoriser au sein de la réglementation thermique 2012 (RT 2012) les réseaux de chaleur et de froid les plus vertueux ; dont le contenu CO₂ est le plus faible, c'est-à-dire inférieur à 150 kg eq. CO₂/kWh.

1.2 Contenu

Un dossier « Titre V – Réseau » est généralement constitué :

- d'un fichier principal détaillant l'exposé de la demande, la description technique du projet, les méthodes de calcul utilisées pour estimer la quantité de chaleur livrée aux bâtiments, les pertes du réseau (pertes de distribution et pertes de génération) et la consommation des auxiliaires (de génération et de distribution) ;
- de l'outil de cadrage méthodologique disponible sur le site rt-batiment.fr, édité par le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) ;
- de l'outil de calculs (1 fichier LibreOffice Calc ou Microsoft Office voire tout autre outil libre de droits regroupant les différents calculs effectués) comprenant notamment les calculs, les hypothèses et les résultats permettant d'obtenir les courbes monotones ;
- d'annexes (fiches techniques, engagement à répondre à l'enquête annuelle du chauffage urbain et de la climatisation urbaine, justificatifs de la pérennité d'approvisionnement des sources d'énergie, etc.) ;

2. Les caractéristiques des réseaux vertueux

Les dossiers « Titre V » permettent d'obtenir un échantillon fin des réseaux les plus vertueux (contenu CO₂ < 150 kg eq. CO₂/kWh). Cette étude permet de caractériser deux types de filières EnR&R. D'une part, celles dont le développement repose sur des solutions innovantes. D'autre part, les plus anciennes, alimentées notamment par des énergies fossiles ; où peut être valorisé la dynamique de verdissement du bouquet énergétique.

2.1 Typologie des dossiers

Le tableau ci-après présente les performances de 53 dossiers, qui ont été agréés entre 2012 et mi-2016.

Année	Nombre dossiers agréés	Taux CO ₂ moyen (chaud)	Taux CO ₂ moyen (froid)
2012	7	0,080	0,080
2013	9	0,082	0,018
2014	13	0,062	-
2015	10	0,078	0,037
2016	14	0,074	0,021
Total / moyenne	53	0,074	0,032

Tableau 5 : Répartition par année des contenus CO₂ moyens en chaud et en froid

Afin d'exploiter de façon optimale l'ensemble des données renseignées dans les dossiers, une base de donnée a été créée à partir de l'outil de calcul de la commission. Un premier tri a permis de distinguer les dossiers relatifs à la création de réseaux de chaleur et ceux relatifs à des modifications apportées aux réseaux existants. Au final, 30 dossiers ont été retenus.

Exploitation des dossiers	Ensemble	Création	Existant
Nombre dossiers agréés	53	38	15
Absence de l'outil de calcul	18	12	6
Outil de calcul inexploitable	5	2	3
Outil de calcul exploité	30	24	6

Tableau 6 : Répartition des dossiers «Titre V - Réseau» agréés

2.1.1 Les créations de réseaux

24 dossiers visent la création de réseaux de chaleur. Parmi eux, deux types de bouquets énergétiques apparaissent : le bois/biomasse (filiale bois/énergie) et les ressources géothermiques.

Dossiers « création »		
Bois/Biomasse	Bois/Biomasse	1
	Bois/Biomasse + Gaz	11
Géothermie	Géothermie	1
	Géothermie + Gaz	7
	Géothermie + Gaz + Solaire	1
	Thalassohermie + Groupe froid + Gaz	1
Autres mixtes	Solaire + PAC + Chaleur fatale	2
Ensemble		24

Tableau 7 : Répartition des dossiers «création» selon le bouquet énergétique

La première clé de lecture consiste à mettre en avant pour chaque dossier regroupé par bouquet énergétique, le contenu CO2 moyen et le taux d'énergies renouvelables et de récupération.

Le taux d'EnR&R résulte du rapport entre l'ensemble des énergies entrantes pour le calcul des émissions CO2 et la part provenant des EnR&R. La détermination du contenu CO2 est issue du rapport entre la quantité émise en équivalent CO2 des énergies entrantes et la quantité d'énergie livrée en sous stations.

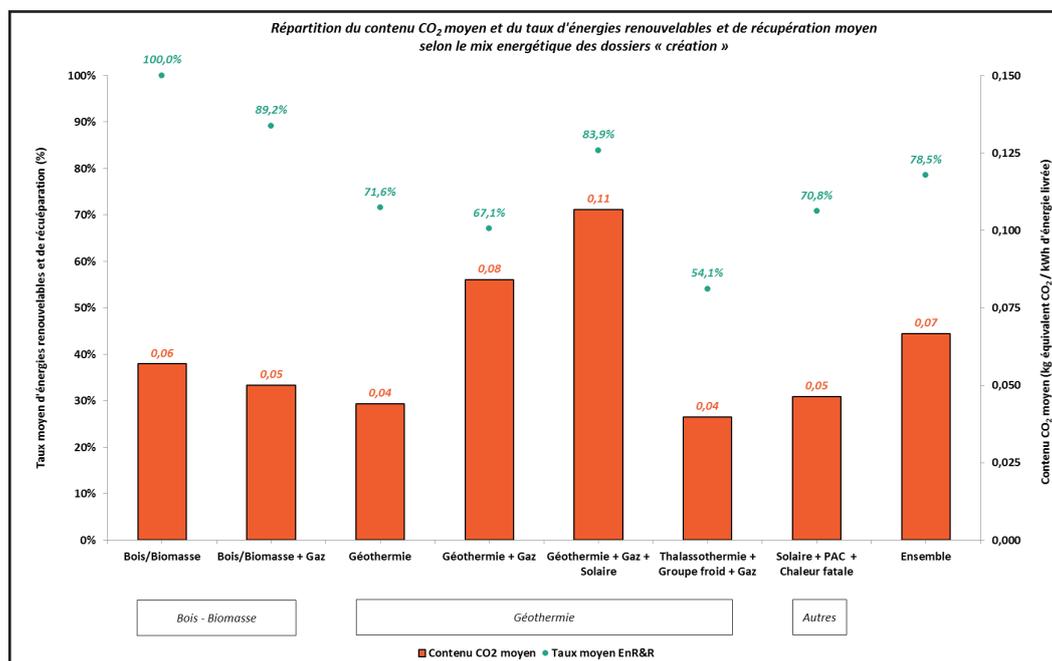


Illustration 25 : Répartition du contenu CO₂ moyen et du taux EnR&R moyen selon le bouquet énergétique des dossiers « création »

L'ensemble des dossiers liés à une création de réseaux de chaleur et/ou de froid, présente un contenu CO2 moyen de 70 kg eq. CO₂/kWh.

Les réseaux fonctionnant via une filière bois/biomasse se montrent, de façon générale, plus vertueux que dans le cas de la filière « géothermie ». L'illustration 25 souligne l'impact négatif sur le taux d'EnR&R que revêt l'appel au gaz dans le bouquet énergétique. Par ailleurs, les faibles effectifs pris en compte ne permettent pas d'établir une corrélation claire entre les deux termes étudiés.

Cette contrainte ne masque pas l'intérêt des réseaux les plus innovants en termes de performance sur les émissions de CO₂ (exprimées en kg eq. CO₂/kWh).

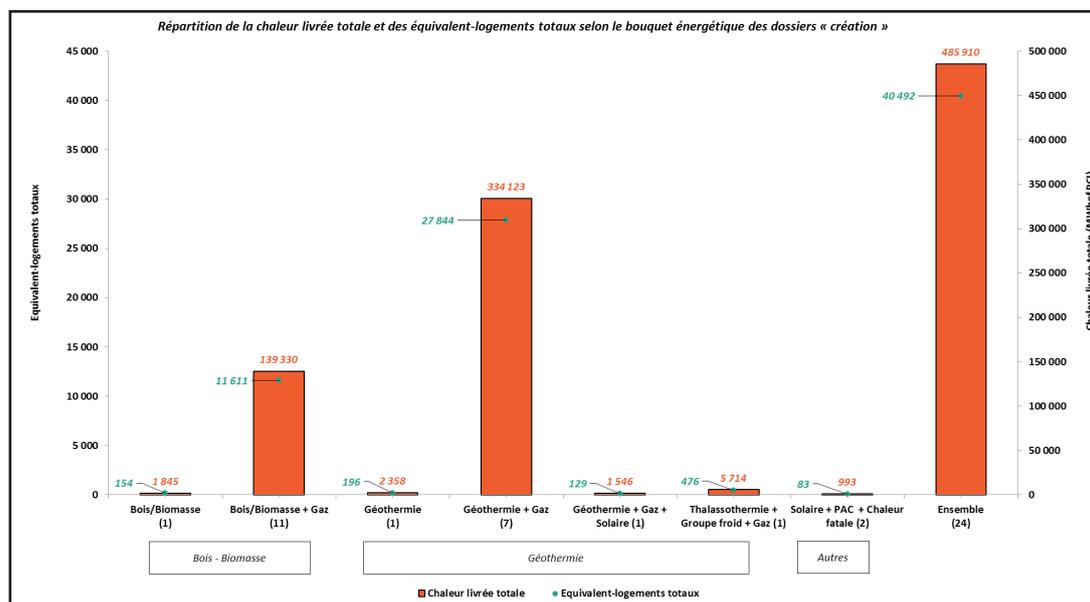


Illustration 26 : Répartition de la chaleur livrée totale et des équivalent-logements totaux selon le bouquet énergétique des dossiers « création »

L'illustration 26 confirme la prédominance des réseaux de chaleur géothermique quant au volume de chaleur livrée.

Deux facteurs favorisent l'implantation des réseaux exploitant les sources géothermales : la densité thermique et les conditions géologiques. Ces paramètres sont réunis notamment sur le bassin parisien où se concentrent donc la majorité des réseaux de chaleur géothermiques. Avec en moyenne 4 000 équivalent-logement livrés, via de futurs raccordements, ces réseaux pourront s'approcher du seuil de 5 000, considéré comme le seuil de rentabilité par les experts du domaine.

Les réseaux de la filière bois/biomasse nécessitent des frais d'investissement moindre. Une fois la question de l'approvisionnement levée, ces réseaux peuvent s'implanter sur des surfaces offrant un potentiel de raccordement moindre qu'en géothermie mais plus ciblé.

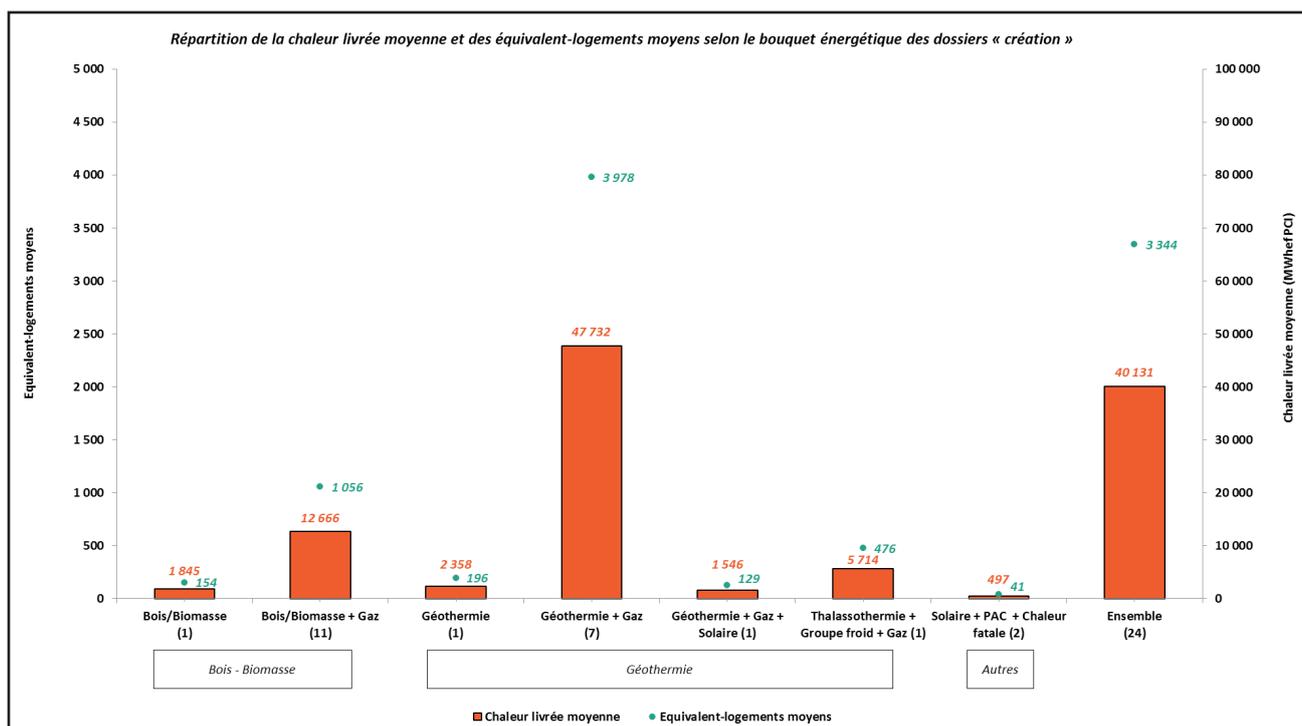


Illustration 27 : Répartition de la chaleur livrée moyenne et des équivalent-logements moyens selon le bouquet énergétique des dossiers « création »

2.1.2 Les réseaux existants

Parmi les dossiers agréés par la Commission «Titre V - Réseau», six portent sur des modifications apportées à des réseaux de chaleur existants.

Dossiers « existant »		
Bois/Biomasse	Bois/Biomasse + Fioul + Gaz + Chaleur fatale	1
	Bois/Biomasse + Gaz	3
	Bois/Biomasse + Gaz + Chaleur fatale	1
Autres mixtes	Gaz + Chaleur fatale	1
Ensemble		6

Tableau 8 : Répartition des dossiers «existants» selon le bouquet énergétique

Les dossiers relevant de réseaux existants concernent en majorité la filière bois/biomasse. Cela s'explique par l'opportunité de modifier les moyens de production les plus anciens. Alimentées par des ressources fossiles, les installations font alors l'objet d'adaptation ou redimensionnement afin d'intégrer des EnR&R.

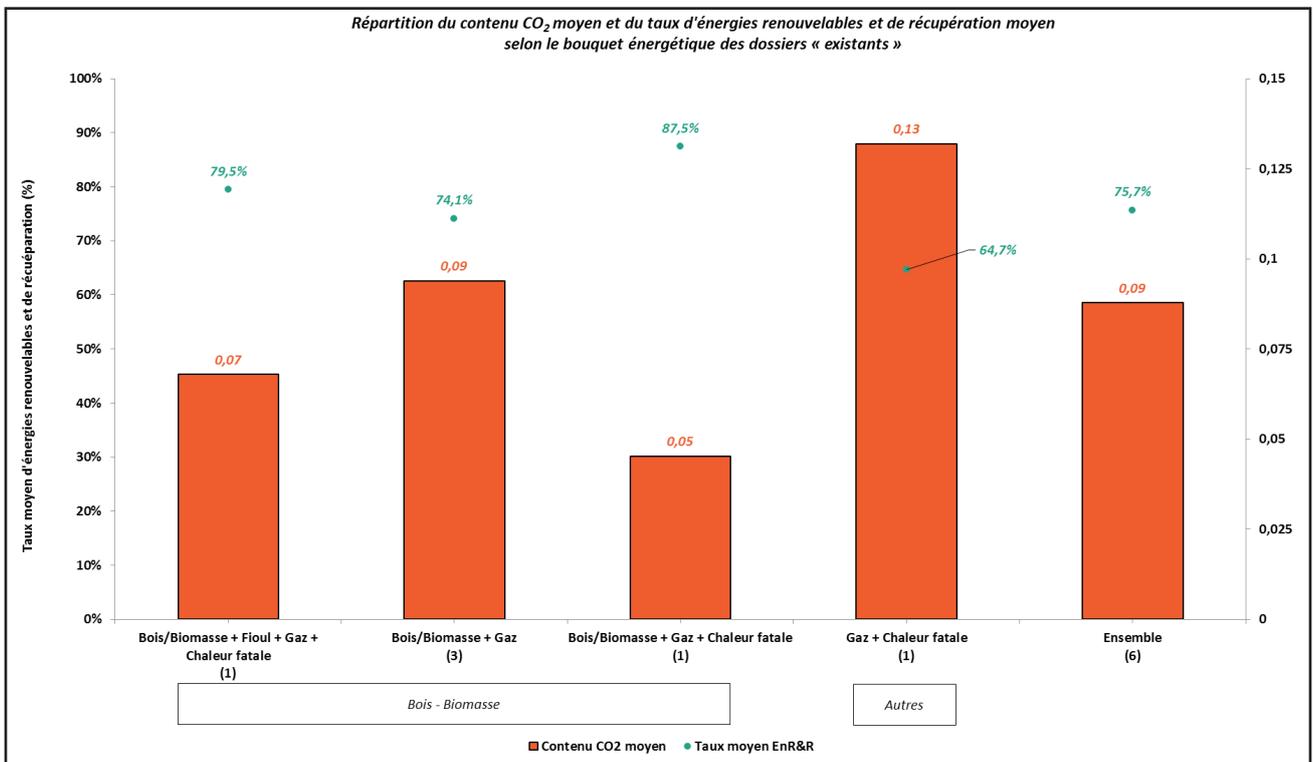


Illustration 28 : Répartition du contenu CO₂ moyen et du taux d'EnR&R moyen selon le bouquet énergétique des dossiers « existants »

L'ensemble des dossiers liés à des réseaux de chaleur et/ou de froid existants, présente un contenu CO₂ moyen de 90 kg eq. CO₂/kWh.

Les réseaux présentant le bouquet énergétique le plus varié sont également ceux qui sont les plus performants en termes de contenu CO₂. L'illustration 28 permet également de relever une corrélation avec le taux moyen EnR&R ; plus celui-ci est important et plus le contenu CO₂ est faible.

Les dossiers relevant de modification ou d'extension de l'existant restent plus émissifs que les dossiers de création. Cela s'explique par les installations issues d'investissement plus anciens et donc moins performantes.

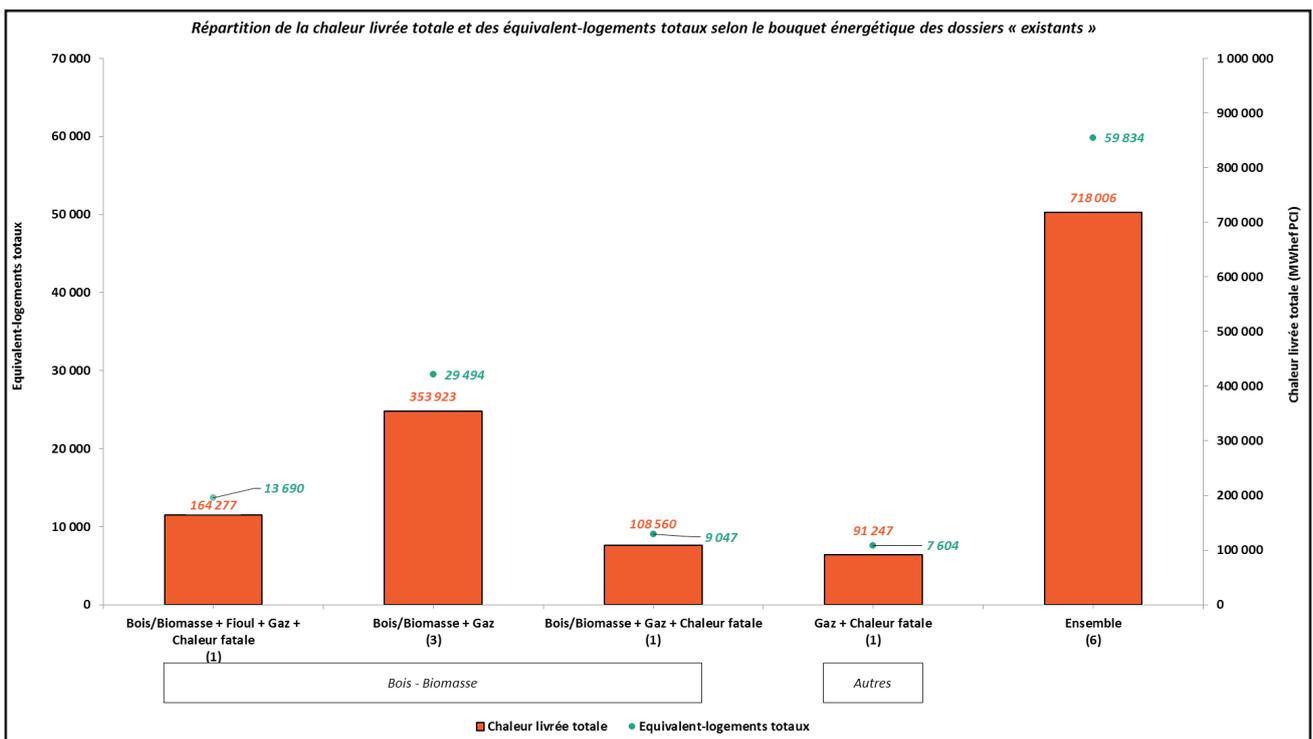


Illustration 29 : Répartition de la chaleur livrée totale et des équivalent-logements totaux selon le bouquet énergétique des dossiers « existants »

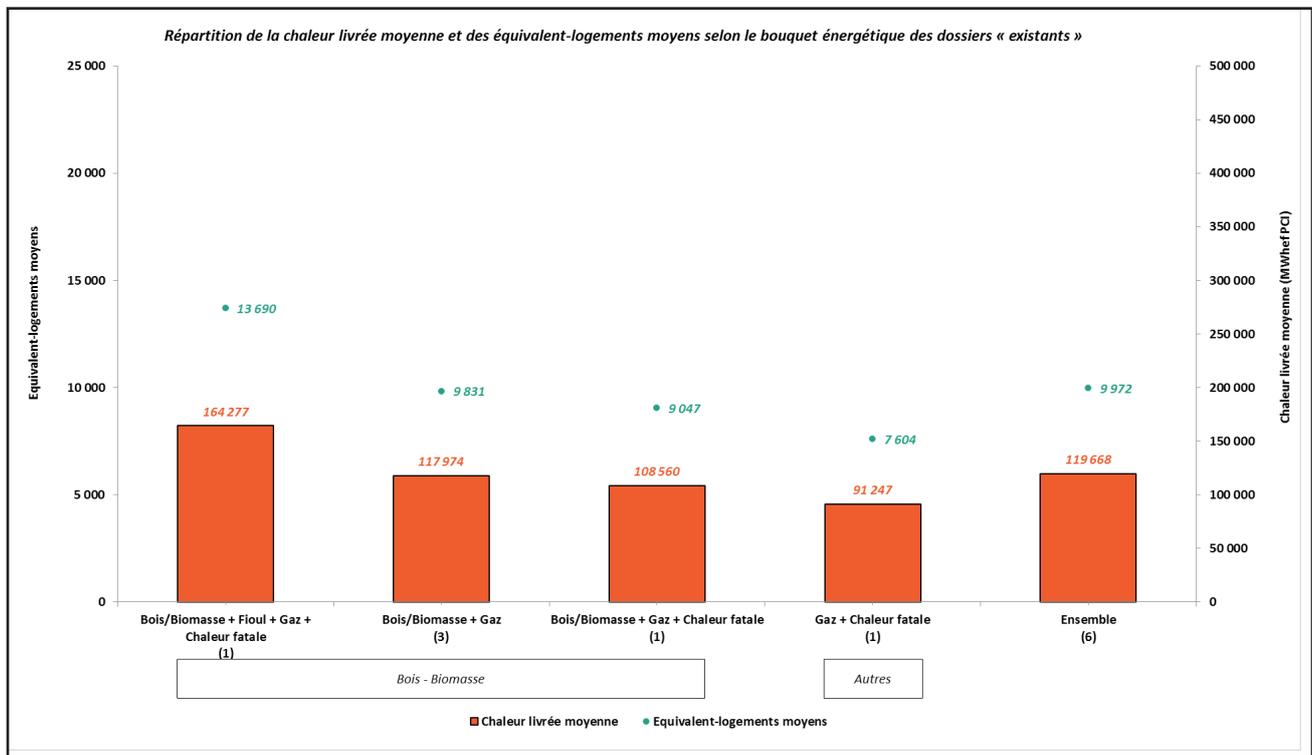


Illustration 30 : Répartition de la chaleur livrée moyenne et des équivalent-logements moyens selon le bouquet énergétique des dossiers « existants »

La maturité des réseaux inscrits dans les dossiers « existants » leur confèrent d'importante quantité de chaleur livrée et donc d'équivalent-logements raccordés.

Plus les réseaux présentent un bouquet énergétique diversifié, plus ils fournissent d'énergie. En faisant appel à des énergies renouvelables, de récupération, ces réseaux innovants et vertueux se verdissent tout en répondant aux besoins de livraison.

Conclusion

Les réglementations, européennes et françaises, ont progressivement intégré les objectifs de diversification d'approvisionnement énergétique. À ce titre, les réseaux de chaleur jouent un rôle majeur pour une intégration pérenne et à grande échelle des gisements d'énergies renouvelables.

Ces nouvelles orientations politiques ont vu de nouvelles filières énergétiques émerger et s'implanter durablement dans le paysage industriel français. Récemment promulguée, la loi de transition énergétique pour la croissance verte est venue conforter ce secteur en renforçant les exigences en termes d'intégration des énergies renouvelables et de récupération.

L'enquête ne permet pas d'analyser en détail toutes les évolutions du secteur, mais cette étude confirme tout de même la mutation du bouquet énergétique des réseaux de chaleur, avec notamment le fort développement la biomasse, supporté par les mesures incitatives de l'Ademe (appels à projets, Fonds chaleur...).

L'objectif de multiplication par cinq que fixe la loi de transition énergétique pour la croissance verte se traduit par une livraison théorique de 3,4 Mtep d'origine EnR&R en 2030. Cependant, en prolongeant la courbe de tendance actuelle de croissance des EnR&R ce sont respectivement 1,3 Mtep (15 GWh) en 2020 et 2Mtep (23 GWh) en 2030 de chaleur renouvelable et de récupération qui devraient être livrés par les réseaux de chaleur.

Malgré des indicateurs positifs comme la croissance de la filière biomasse, la dynamique actuelle ne pourra donc pas permettre d'atteindre les objectifs fixés, d'autant que les premiers projets développés résultaient d'une opportunité avérée.

Afin de lutter contre un probable ralentissement de la croissance des EnR&R, deux voies pourraient être explorées. En premier lieu, la mobilisation des autres vecteurs énergétiques de la filière (récupération de chaleur, géothermie...). Ces ressources restent encore sous exploitées par rapport à leur potentiel alors que les technologies sont matures. L'ADEME lance à présent des appels à projet spécifiques sur ces filières, comme il y en a pour la biomasse.

La mise en place de nouveaux mécanismes incitatifs afin de contrebalancer la concurrence des énergies fossiles actuellement peu onéreuses pourrait constituer la deuxième piste. Cependant, le Fonds chaleur et la TVA réduite sont déjà des outils financiers puissants qui ont permis aux réseaux de chaleur d'être globalement compétitifs.

Des mécanismes non financiers restent probablement à concrétiser durablement, les actions de sensibilisation et de formation devront être développées afin d'initier et conduire des projets de développement et de modernisation des réseaux de chaleur et de froid.

Index des illustrations

1. Evolution du taux de retours de l'enquête annuelle sur les réseaux de chaleur.	10
2. Panorama de l'évolution des réseaux de chaleur sur 8 ans.	11
3. Répartition des modes de gestion pour l'année 2013.	12
4. Répartition des modes de gestion rapportée au nombre de réseaux de chaleur.	12
5. Répartition des modes de gestion rapportée à l'énergie finale livrée.	13
6. Evolution des installations de production.	13
7. Evolution des besoins en chaleur.	14
8. Livraison en énergie par les réseaux de chaleur	14
9. Evolution de l'extension des réseaux de chaleur.	15
10. Répartition du nombre d'énergies utilisées rapportées au nombre de réseaux de chaleur.	16
11. Répartition du nombre d'énergies utilisées rapportées à l'énergie finale livrée.	17
12. Evolution du bouquet énergétique global des réseaux de chaleur.	18
13. Détail du bouquet énergétique renouvelable des réseaux de chaleur.	18
14. Caractéristiques principales des réseaux « Bois / Biomasse ».	19
15. Evolution du nombre de réseaux de chaleur alimentés en EnR&R et de leur représentativité rapportée à l'effectif global.	20
16. Evolution de la part d'EnR&R dans l'énergie thermique livrée (en GWh) par les réseaux de chaleur.	21
17. Evolution de l'empreinte CO2 des réseaux de chaleur.	21
18. Projection de la dynamique de croissance des EnR&R dans l'énergie fournie par les réseaux de chaleur et de froid.	22
19. Evolution du parc de réseaux de chaleur de faible puissance ($\leq 3,5$ MW) français.	23
20. Répartition des modes de gestion rapportée au nombre de réseaux de froid.	25
21. Répartition des modes de gestion rapportée à l'énergie finale livrée.	25
22. Répartition du nombre d'énergies utilisées rapportée au nombre de réseaux de froid.	26
23. Répartition du nombre d'énergies utilisées rapportée à l'énergie finale livrée.	26
24. Evolution du bouquet énergétique global des réseaux de froid	27
25. Répartition du contenu CO2 moyen et du taux EnR&R moyen selon le bouquet énergétique des dossiers « création ».....	31
26. Répartition de la chaleur livrée totale et des équivalent-logements totaux selon le bouquet énergétique des dossiers « création »	31
27. Répartition de la chaleur livrée moyenne et des équivalent-logements moyens selon le bouquet énergétique des dossiers « création »	32
28. Répartition du contenu CO2 moyen et du taux d'EnR&R moyen selon le bouquet énergétique des dossiers « existants »	33
29. Répartition de la chaleur livrée totale et des équivalent-logements totaux selon le bouquet énergétique des dossiers « existants »	33
30. Répartition de la chaleur livrée moyenne et des équivalent-logements moyens selon le bouquet énergétique des dossiers « existants »	34

Index des tableaux

1. Répartition des rôles suivant les montages juridiques	11
2. Panorama de l'évolution des réseaux de chaleur ($\leq 3,5$ MW) sur 5 ans	23
3. Panorama de l'évolution des réseaux de froid sur 8 ans	24
4. Modulation McGES suivant le contenu CO2 du réseau et le type de bâtiments.....	29
5. Répartition par année des contenus CO2 moyens en chaud et en froid	30
6. Répartition des dossiers « Titre V – Réseau » agréés	30
7. Répartition des dossiers « création » selon le bouquet énergétique	30
8. Répartition des dossiers « existants » selon le bouquet énergétique	32
9. Objectifs « PPI Chaleur » 2009 & 2016. CEREMA, 2016	38

Bibliographie

- ADEME, 2012. Chiffres-clés du bâtiment, édition 2012. 24 p.
- Commissariat général du développement durable, 2016. Les réseaux de chaleur en France en 2014. Chiffres & statistiques
- Cerema, 2016. Fiches synthétiques sur les réseaux de chaleur.
- Direction Générale de l'énergie et du climat, 2009. Programmation pluriannuelle de production de chaleur
- SNCU, 2016. Enquêtes statistiques

