ELEMENTS TECHNIQUES SUR LESQUELS S'EST BASEE L'ELABORATION DU PROJET DE PROGRAMMATION PLURIANNUELLE DE L'ENERGIE

Préambule

L'évaluation complète du potentiel pour l'application de la cogénération à haut rendement et de réseaux efficaces de chaleur et de froid en France repose sur le projet de programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) en cours d'élaboration.
Les chapitres présentés ci-dessous sont extraits du projet de PPE pour sa partie chaleur, et sont donc provisoires dans l'attente de son approbation.

I. Description de la consommation finale de chaleur et de froid

I.1 - Situation actuelle

Il n'existe pas actuellement de données statistiques globales sur la chaleur. Elles doivent être extraites de données plus larges ou calculées par addition de données partielles. Le terme « chaleur » est ici employé pour désigner l'énergie thermique finale. Il recouvre la notion d'usage thermique, à savoir le chauffage, mais aussi l'eau chaude sanitaire et la cuisson. Il ne prend pas en compte l'électricité spécifique.

En 2013[1], sur un total de 151Mtep de consommation finale énergétique en métropole (donnée corrigée des variations climatiques), la consommation de chaleur atteignait 70,6Mtep, soit 47% de la consommation finale totale d'énergie. En 2007, la consommation finale de chaleur était de près de 80Mtep et représentait près de 50% de la consommation énergétique totale. On constate donc une baisse progressive de la consommation de chaleur, de l'ordre de 1,5 Mtep par an. L'essentiel de la baisse est imputable au secteur de l'industrie, puis au secteur du résidentiel et tertiaire.

Consommation finale de chaleur (Mtep)	Gaz (1)	Pétrole (Fioul, GPL) (2)	EnRt et déchets (3)	Electricité (4)	Charbon (5)	Total	Part de chaque secteur
Résidentiel	15,8	7	9,6	6,9	0,2	39,5	74,1%
Tertiaire	5,6	3,2	0,8	3,1	0,1	12,8	
Industrie et sidérurgie	7,9	2	1,9	2	4,1	17,9	25,3%
Agriculture	0,3	0	0,1	0	0	0,4	0,6%
Ensemble des secteurs	29,6	12,2	12,4	12	4,4	**70,6**	100%
Part de chaque énergie	41,9%	17,3%	17,6%	17%	6,2%	100%	

(1) Hypothèse : 100% du gaz consommé dans le résidentiel, le tertiaire et l'agriculture et 80% du gaz consommé dans l'industrie sont dédiés à un usage thermique ; (2) Hypothèse : 100% du pétrole consommé dans le résidentiel et le tertiaire et 80% du pétrole consommé dans l'industrie sont dédiés à un usage thermique ; (3) Le bilan de l'énergie retient par convention que l'énergie renouvelable correspond à la moitié de l'ensemble des déchets valorisés ; (4) Hypothèse : 50% de l'électricité consommée dans le résidentiel, 25% de l'électricité consommée dans le tertiaire et 20% de l'électricité consommée dans l'industrie sont dédiés à un usage thermique (5) Hypothèse : 100% du charbon consommé dans le résidentiel, le tertiaire et 80% du charbon consommé dans l'industrie sont dédiés à un usage thermique

[1] Les données de l'année 2013 sont prises comme référence car il s'agit d'une année avec un indice de rigueur climatique proche de 1 alors que l'année 2014 a été une année particulièrement chaude et non représentative. Les données sont issues du bilan de l'énergie pour 2014 du SOES)

PROJET

Tableau 1 : Consommation finale de chaleur 2013 - métropole - corrigée des variations climatiques (Source : SOeS)

Le secteur du résidentiel / tertiaire représente les trois quarts de la consommation finale de chaleur et l'industrie représente le quart restant, la part liée à l'agriculture étant très faible. Cette répartition a été relativement constante ces dix dernières années.

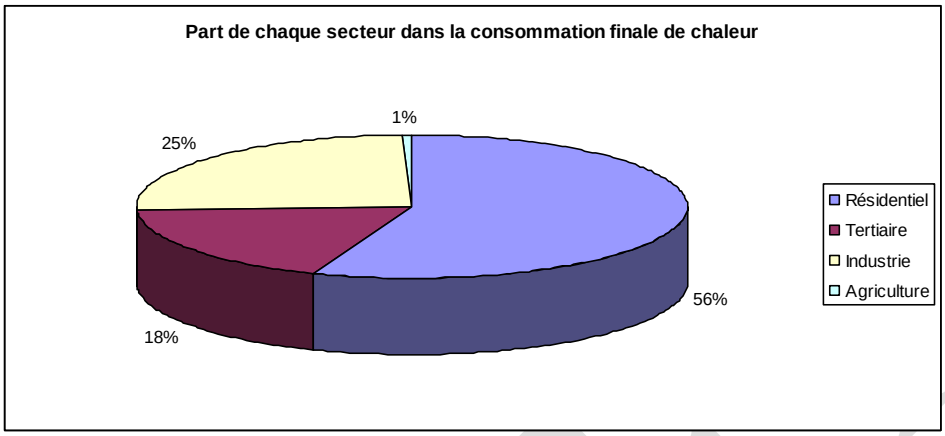


Figure 1 : Part de chaque secteur dans la consommation finale de chaleur

Sur les 70,6Mtep de consommation de chaleur en 2013, 82% sont produites à partir d'énergies conventionnelles et 18% à partir d'énergies renouvelables. Le graphe ci-dessous permet de comparer l'évolution de la part de chaque énergie dans la fourniture de chaleur finale depuis 2007. Il montre que la part du gaz reste majoritaire mais affiche une baisse continue, la part des EnR et déchets progresse de façon régulière et dépasse maintenant celle du pétrole en décroissance, la part de l'électricité (dont 18% est d'origine renouvelable) est relativement stable, enfin celle du charbon reste faible :

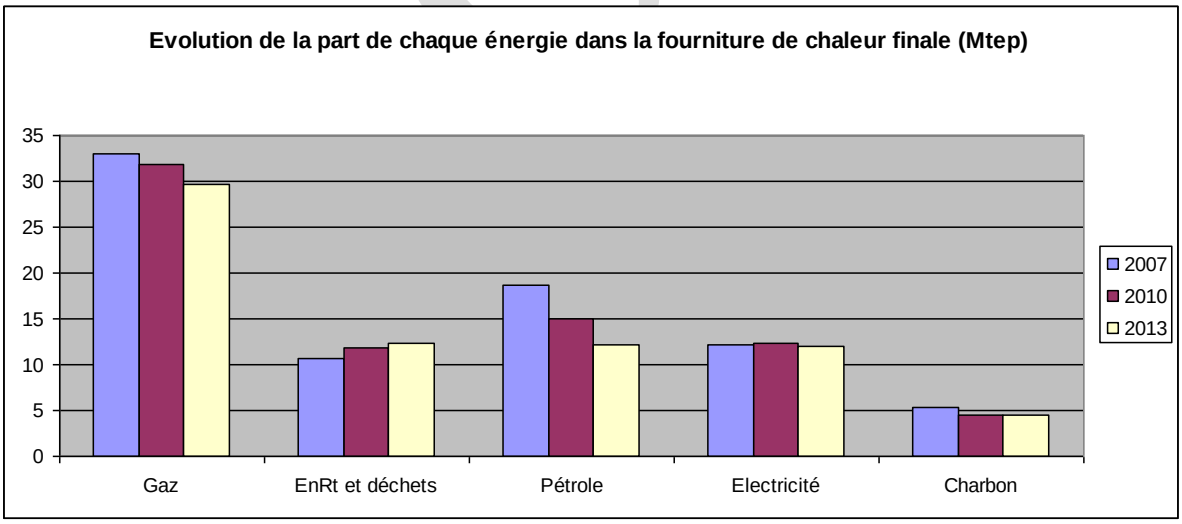


Figure 2 : Evolution de la part de chaque énergie dans la fourniture de chaleur finale

I.2 - Estimation de l'évolution de la demande de chaleur et de froid

La loi sur la transition énergétique pour la croissance verte précise que la programmation pluriannuelle de l'énergie s'appuie sur des scénarios de consommation, reposant sur différentes hypothèses d'évolution de la démographie, de la situation économique, de la balance commerciale et d'efficacité énergétique.

Des exercices scénarios prospectifs énergie climat air ont été conduits par la Direction Générale de l'Energie et du Climat en 2015. La programmation pluriannuelle s'appuie sur ces scénarios et prend en compte des variantes macro-économiques, afin d'établir une fourchette basse et une fourchette haute de consommation de chaleur pour 2023. L'un des scénarios (scénario 1) correspond à l'évolution prévue de la consommation en tenant compte des mesures existantes et celles introduites par la loi sur la transition énergétique, le second scénario (scénario 2) repose sur les mêmes mesures que précédemment mais respecte également les objectifs fixés par la loi sur la transition énergétique pour la croissance verte (notamment l'objectif de réduction de la consommation énergétique finale de 20% en 2030 et la réduction de la consommation énergétique primaire des énergies fossiles de 30% en 2030).

Le scénario 1 conduit à une consommation finale de chaleur de 60 Mtep en 2030 et le scénario 2 à une consommation finale de chaleur de 54Mtep. Cela correspond à une baisse respectivement de 20% entre 2010 et 2030 dans l'option haute contre 28% dans le cas de l'option basse.

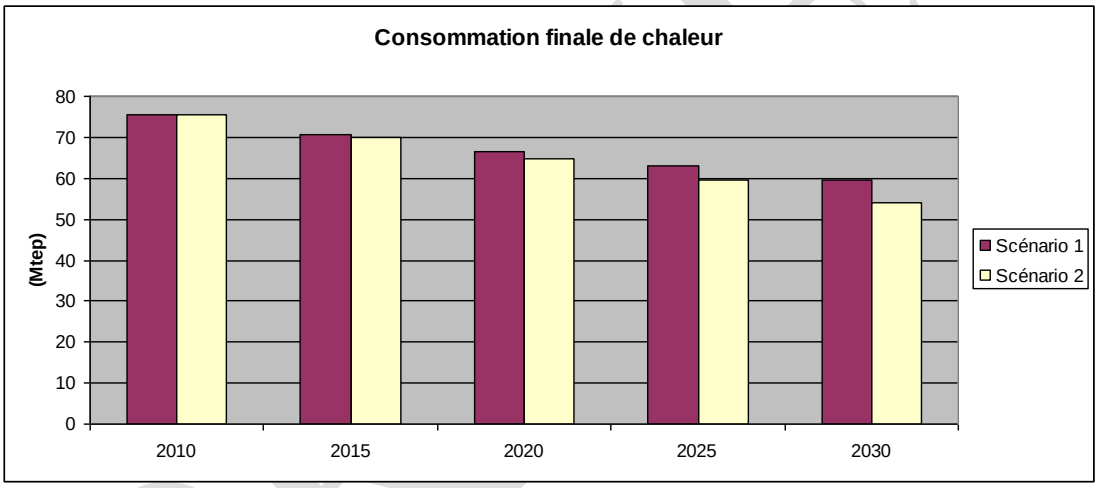


Figure 3 : Scénarios de consommation finale de chaleur

Si on applique l'objectif de 38 % de chaleur renouvelable (objectif de la loi sur la transition énergétique pour la croissance verte), il faudra atteindre environ entre 21 et 23Mtep de chaleur renouvelable à l'horizon 2030.

En tenant compte des valeurs de consommation réelles de chaleur renouvelable (source SOES) pour la période 2005 à 2013 et en considérant une trajectoire linéaire[2] jusqu'en 2030, on peut en déduire un objectif 2018 ainsi qu'une fourchette basse et une fourchette haute à atteindre en 2023. L'objectif minimal de chaleur renouvelable à atteindre en 2018 est donc de 15Mtep et entre 17 et 19Mtep pour 2023.

[2] Cette hypothèse suppose un rythme progressif de développement des EnR jusqu'en 2030

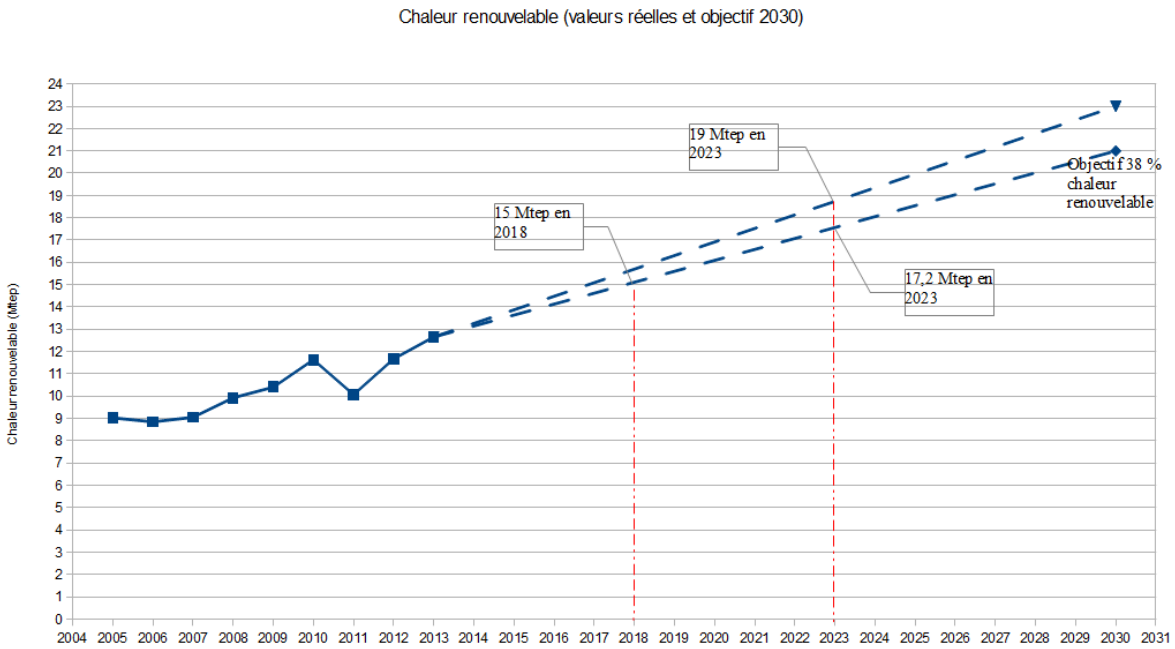


Figure 4 : Chaleur renouvelable (valeurs réelles et objectif 2030)

I.3 - La consommation finale de chaleur par secteur

a) Dans le secteur tertiaire et résidentiel

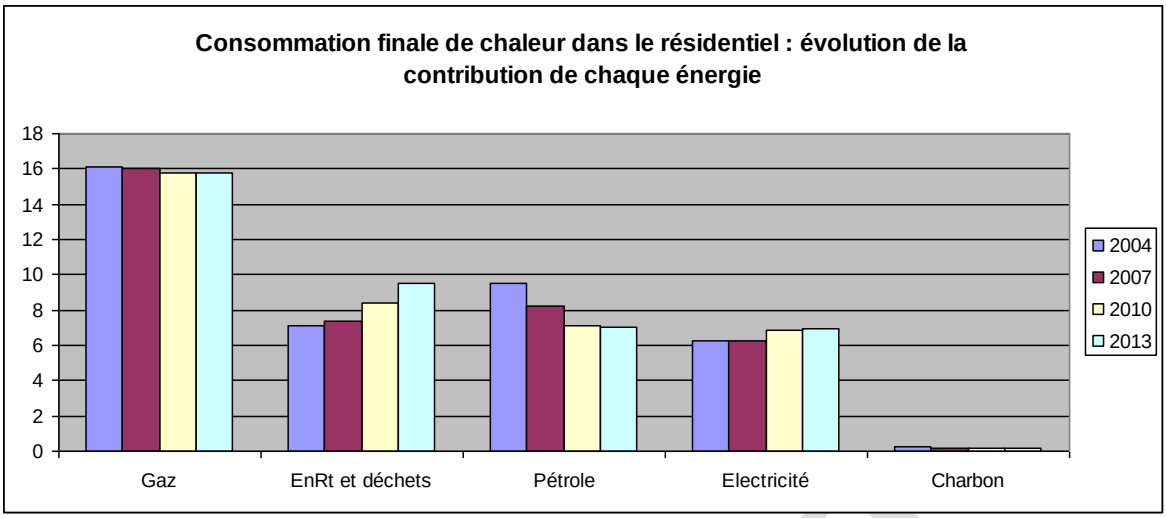
La consommation de chaleur est dominante dans le secteur résidentiel tertiaire : d'après le bilan de l'énergie, la consommation totale d'énergie du résidentiel tertiaire en 2013 est de 69Mtep dont 76% de chaleur et 14% d'électricité spécifique.

La chaleur du secteur résidentiel est produite par les énergies fossiles à 58% ; les énergies renouvelables à 24% et l'électricité à 18%. La chaleur du secteur tertiaire est produite par les énergies fossiles à 69,5%, les énergies renouvelables à 6,3% et l'électricité à 24,2%.

Le bouquet énergétique des deux secteurs, résidentiel et tertiaire est donc assez différent. La part de l'électricité est plus importante dans le tertiaire que dans le résidentiel en raison de son utilisation pour la climatisation. Les énergies renouvelables représentent une proportion plus significative dans le résidentiel (24%) que dans le tertiaire (seulement 6%).

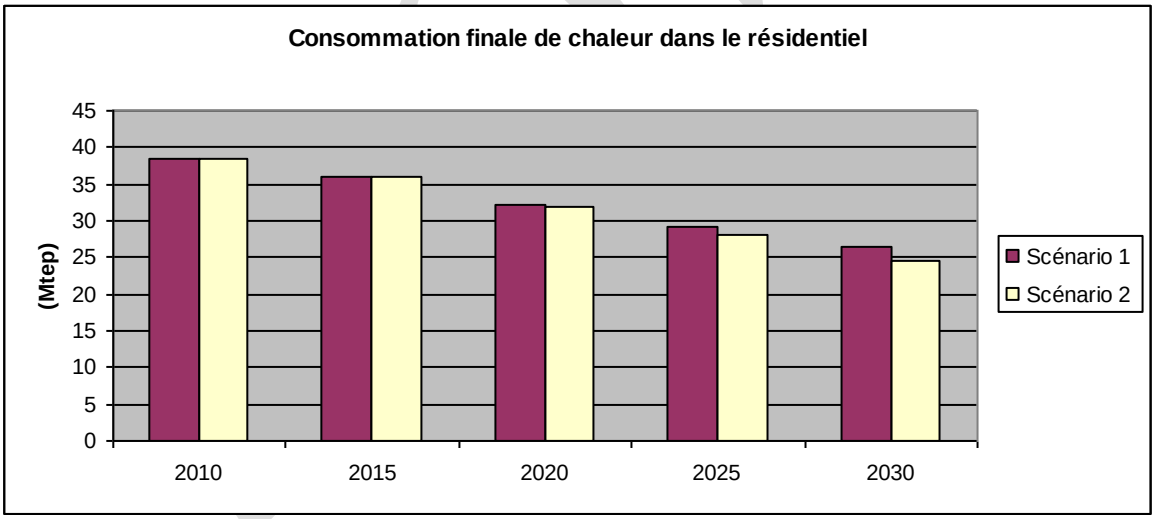
Le graphe ci-dessous montre l'évolution de la part de chaque énergie dans la consommation finale du secteur résidentiel :

PROJET



Dans le secteur résidentiel, la consommation finale de gaz reste majoritaire pour le chauffage, mais enregistre une diminution depuis le début des années 2000 (après une augmentation continue pendant 30 ans). Les énergies renouvelables poursuivent leur croissance avec une forte progression, en moyenne de 4% par an depuis 2007, elles sont portées par le développement du bois ainsi que des pompes à chaleur. La consommation finale de produits fossiles poursuit sa diminution. La consommation d'électricité augmente légèrement, même si on constate un ralentissement du développement du chauffage électrique dans la construction neuve. Enfin, le charbon a une consommation très faible, stable depuis le début des années 2000.

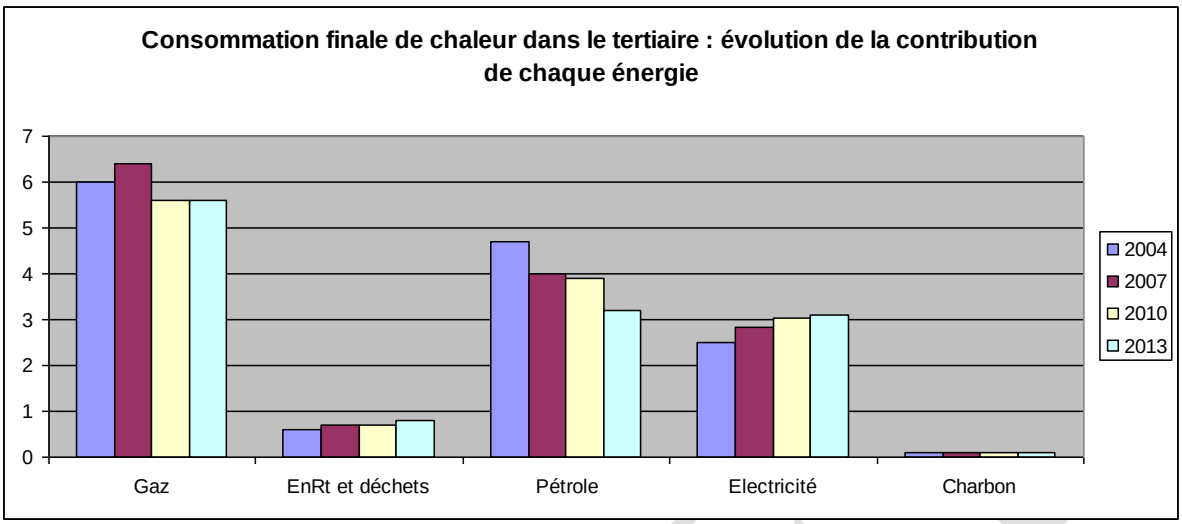
Les scénarios de consommation développés au point I.1.2 du présent document prévoient une baisse progressive de la consommation de chaleur du secteur résidentiel dans les deux scénarios avec une baisse plus prononcée dès 2025 dans le scénario bas :



Parmi les usages de la chaleur, ce sont le chauffage et l'eau chaude sanitaire qui permettent de réaliser les plus gros gains en matière de réduction de la consommation, la cuisson évoluant à la baisse de la même manière dans les deux scénarios. Les deux scénarios de consommation retenus reposent notamment sur un rythme soutenu de construction de logements neufs, et de constructions publiques exemplaires au plan énergétique. Ils supposent également un rythme de rénovation ambitieux.

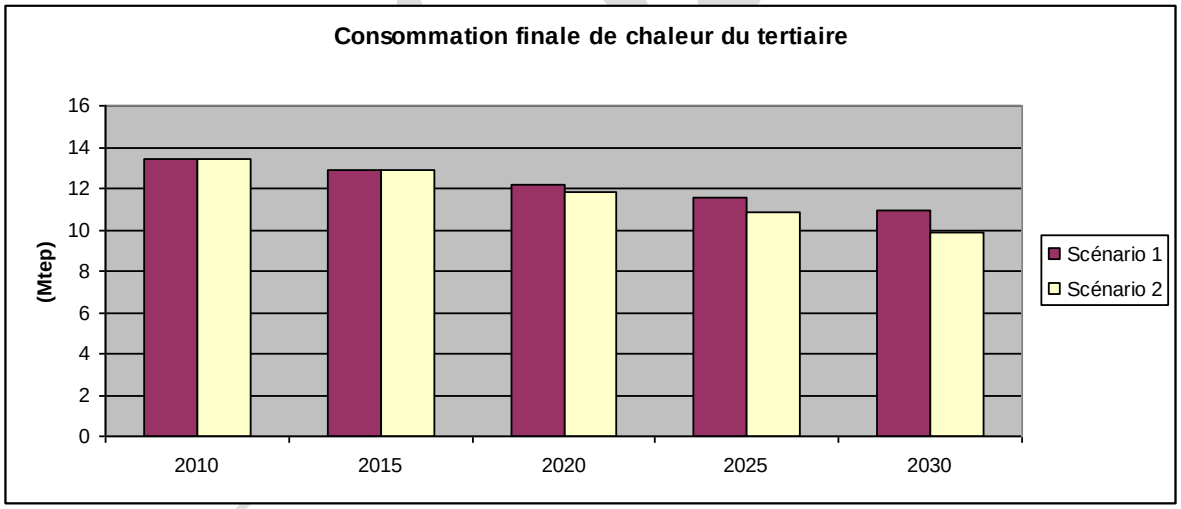
Dans le tertiaire, on constate une stabilisation depuis 2010 de la consommation de gaz. La part des énergies renouvelables progresse en partie grâce aux pompes à chaleur, mais de façon moins marquée que dans le résidentiel. La consommation finale de produits pétroliers diminue depuis plusieurs années. La consommation d'électricité dans le tertiaire progresse principalement en raison du recours important à la climatisation. Enfin le charbon reste marginal.

Le graphe ci-dessous montre l'évolution de la part de chaque énergie dans la consommation finale du secteur tertiaire :



Les scénarios de consommation développés au point I.1.2 du présent document prévoient une baisse de la consommation dans le tertiaire. Cette baisse de consommation suppose notamment que la construction de surfaces tertiaires neuves publiques soit exemplaire au plan énergétique et chaque fois que possible BEPOS, ainsi que la création d'une obligation de réalisation de travaux d'amélioration de la performance énergétique dans les bâtiments tertiaires (dans le cas du scénario bas uniquement).

La figure ci-dessous présente l'évolution de la consommation finale de chaleur du tertiaire dans le cas des deux scénarios :



b) Dans les secteurs de l'industrie et de l'agriculture

La consommation totale de chaleur dans l'industrie en 2013 est d'environ 18Mtep. 80% des combustibles consommés dans l'industrie sont dédiés à un usage thermique (fours, séchage ou chauffage des locaux) et environ 20% de la consommation d'électricité est dédiée à un usage thermique [3].

[3] Source ADEME, les chiffres clés 2013 Climat, air et énergie

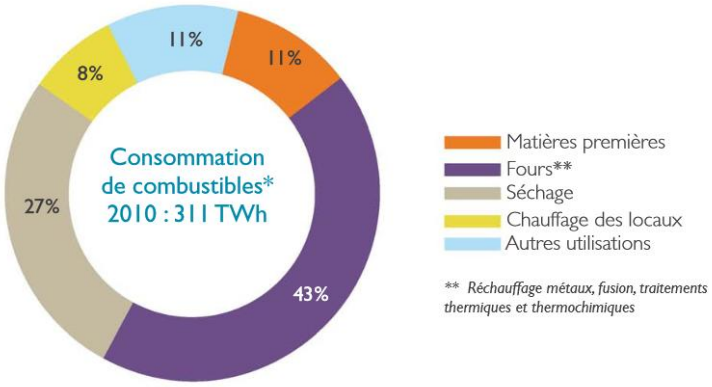


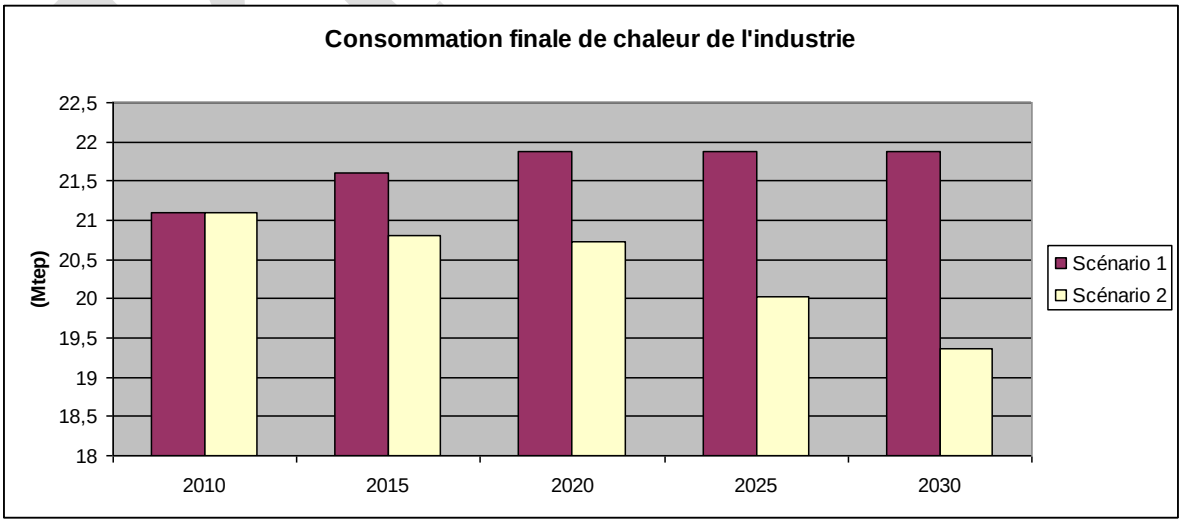
Figure 5 : répartition des consommations par usage dans l'industrie manufacturière en 2010 - Source ADEME Les chiffres clés 2013 Climat, Air et énergie

La consommation de chaleur du secteur de l'industrie diminue (-27% en 2013 par rapport à 2007) à la fois grâce aux efforts engagés pour la réduction des consommations énergétiques (sur la période 2001-2012 l'intensité énergétique s'est améliorée de 11% dans l'industrie[4]) et également suite aux effets de la crise économique.

La chaleur de l'industrie est produite par les énergies fossiles à 78,5% (44,5% gaz, 23% charbon et 11% pétrole), les énergies renouvelables à 10,5% et l'électricité à 11%.

Si la consommation des différentes énergies dans l'industrie diminue depuis plusieurs années, la baisse la plus importante est constatée pour le pétrole (-6,4% par an en moyenne entre 2002 et 2012) puis le charbon et dans une moindre mesure l'électricité et le gaz. La part des énergies renouvelables dans la consommation de chaleur de l'industrie progresse : les énergies renouvelables et déchets représentaient 6% de la consommation de chaleur de l'industrie en 2007 contre 10,5% en 2013. La biomasse constitue aujourd'hui la principale énergie renouvelable utilisée par l'industrie. On voit par exemple que 65 % des combustibles utilisés par le secteur des scieries, panneaux de bois sont fournis par les énergies renouvelables et 45% pour le secteur du papier carton.

Selon les scénarios de consommation, on constate soit une stagnation de la consommation de chaleur à compter de 2020, soit une diminution de la consommation assez marquée dans le scénario bas (ce scénario suppose un gain d'efficacité énergétique en 2030 par rapport à 2010 par tonne produite de 19,6% et une forte valorisation de la chaleur fatale industrielle).



[4] Source UNIDEN

Dans le secteur agricole, la consommation d'énergie est faible à l'égard des enjeux énergétiques nationaux. La consommation de chaleur s'élève en 2013 à 0,47Mtep (soit 11% de la consommation totale d'énergie du secteur agricole qui s'élève à 4,4Mtep). Les principaux usages du secteur agricole nécessitant de la chaleur sont les bâtiments d'élevage, les serres et les séchoirs et chambres froides.

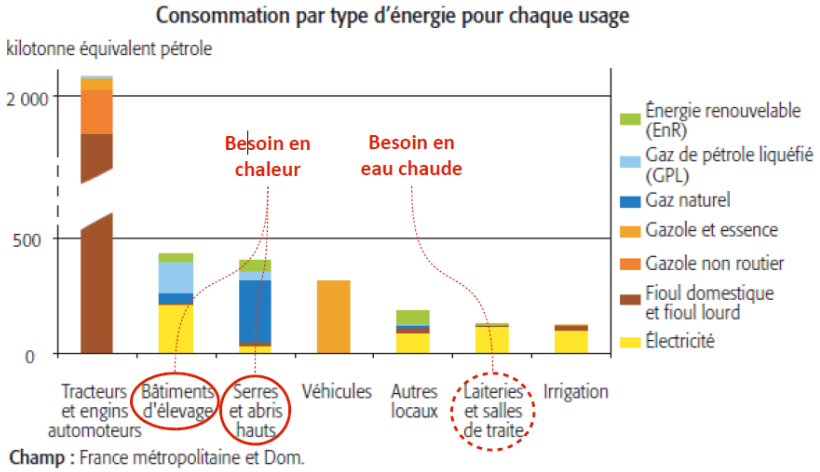


Figure 6 : consommation d'énergie de l'agriculture (source MAAF)

La chaleur de l'agriculture est produite par les énergies fossiles à 70% (gaz) et les énergies renouvelables à 30% (dont la chaleur autoconsommée produite par méthanisation)

Pour l'agriculture, les scénarios de consommation prévoient une stabilité des consommations via une amélioration des performances énergétiques. Ces scénarios s'accompagnent d'un développement de la méthanisation, qui produira de la chaleur et nécessitera potentiellement un besoin croissant en énergie pour l'hygiénisation des intrants et le séchage des digestats.

II. Analyse coûts avantages

II.1 - Les filières chaleur renouvelable et de récupération

II.1.1 - La biomasse solide

Objectifs quantitatifs

- ⇨ **Viser des objectifs de consommation de chaleur renouvelable produite à partir de biomasse solide de 12 Mtep en 2018 (dont 7,4 Mtep dans 8,6 millions de logements), et de 13 à 14 Mtep en 2023 (dont 7,4 Mtep dans 10,3 à 10,4 millions de logements)**

Recommandations

- ⇨ **Favoriser le renouvellement du parc ancien des appareils de chauffage individuels au bois et le remplacement des foyers ouverts**
- ⇨ **Contenir la tension sur la ressource (favoriser les projets cogénération haut rendement, poursuivre la valorisation énergétique des déchets…)**
- ⇨ **Poursuivre le développement des chaufferies biomasse dans le collectif, le tertiaire, l'agriculture et l'industrie**
- ⇨ **Elargir l'offre française sur les poêles à granulés et les chaudières acceptant des intrants diversifiés**
- ⇨ **Favoriser la compétitivité des projets biomasse par rapport aux solutions à base d'énergie fossile.**

PROJET

Actions concrètes 2016-2017

- ⇨ **Simplifier le système d'aides du Fonds chaleur avec la création d'aides forfaitaires pour 75% des dossiers ;**
- ⇨ **Mettre en œuvre des projets de l'appel à manifestation d'intérêt Dynamic Bois en faveur de la mobilisation de la biomasse : 24 lauréats représentant une mobilisation de 4 millions de m^3 de bois supplémentaire sur 3 ans**
- ⇨ **Tirer parti de l'expérimentation dans la vallée de l'Arve sur la prime au renouvellement des foyers ouverts et appareils anciens à combustion au bois individuels.**
- ⇨ **Mettre en oeuvre les projets issus de l'appel à manifestation relatif au fonds air-bois lancé par l'Ademe en 2015.**

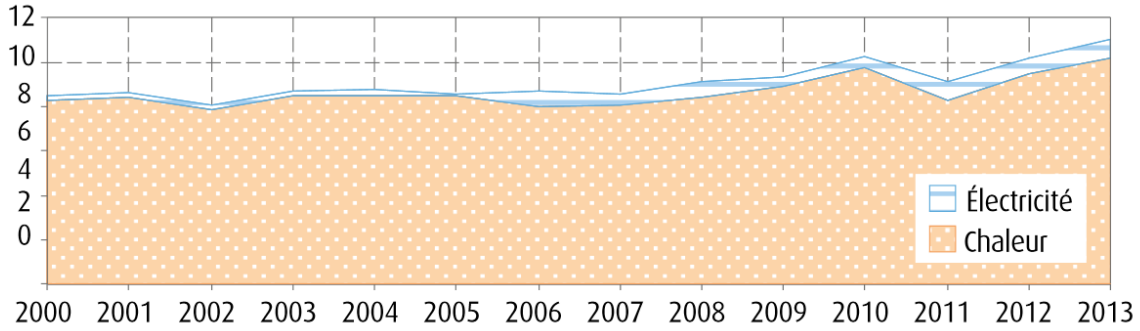
Document de référence :

- ⇨ *Rapport Panorama énergies climat – Fiche biomasse énergie - DGEC 2015*
- ⇨ *Suivi du marché 2014 des appareils domestiques de chauffage au bois – Observ'ER*
- ⇨ *Etude sur le chauffage domestique au bois – Juin 2013- pour le compte de l'ADEME par Solagro, Biomasse Normandie, BVA et Marketing et Marketing freelance*

La biomasse solide constitue la première source de chaleur renouvelable en France. Les filières biomasse solide pour la production de chaleur, ou pour la production de chaleur et d'électricité par cogénération, font appel à plusieurs ressources en biomasse qui sont classées selon trois catégories: la biomasse provenant de la sylviculture (qui regroupe la biomasse provenant de forêt et d'autres zones boisées, ainsi que les connexes et sous-produits de l'industrie du bois), la biomasse agricole, et la biomasse provenant des déchets (qu'il s'agisse de déchets urbains solides ou de déchets de bois industriels).
En 2013, la consommation primaire de biomasse solide pour l'énergie dépasse les 11 millions de tep pour l'ensemble du territoire. Environ 93% de cette consommation est destinée à la production de chaleur et 7% à la production d'électricité.

Évolution de la consommation primaire de biomasse solide par utilisation

En Mtep



Champ : métropole et DOM.

Source : SOeS, d'après Ademe, Insee et Ceren

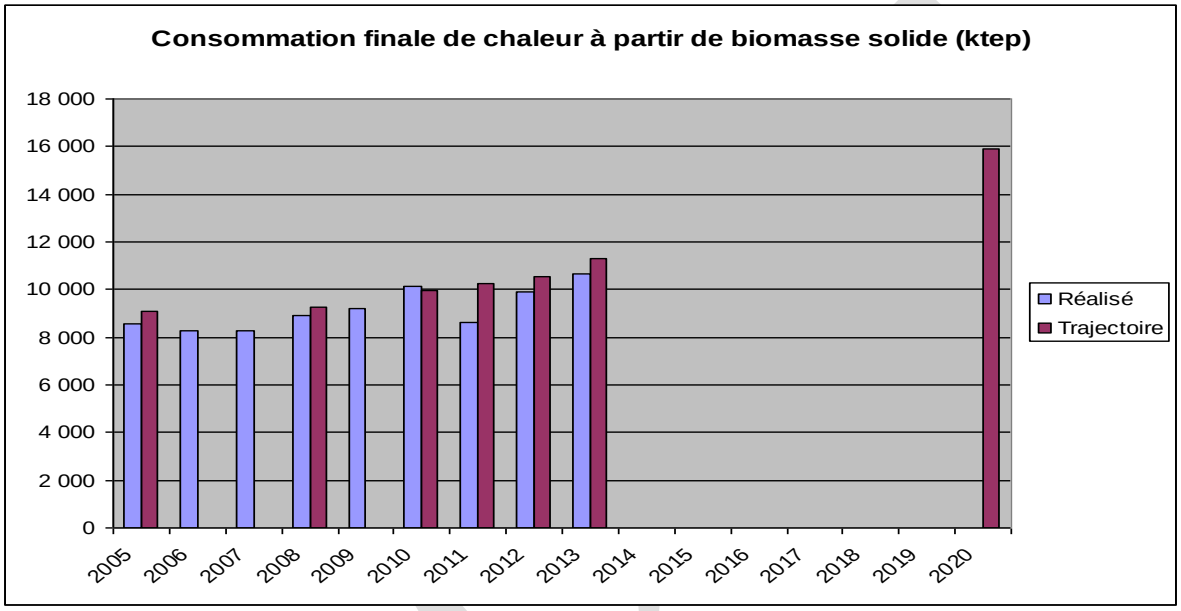
Le bois énergie représente 96% de la quantité de biomasse solide consommée en 2013. Cette appellation regroupe la biomasse forestière, les connexes et sous-produits de l'industrie du bois et les broyats de déchets de bois. La consommation primaire de bois énergie est utilisée à 71% pour le chauffage résidentiel individuel, 5% pour le chauffage collectif et le secteur tertiaire et 24% par l'industrie[5].

Consommation finale de chaleur à partir de biomasse solide

[5] Source Bilan des énergies renouvelables – Edition 2014 - SOES

La consommation finale thermique à partir de biomasse solide se répartit entre la consommation de bois des ménages d'une part et d'autre part la consommation de biomasse solide par les chaufferies collectives et industrielles, la cogénération et les unités de valorisation des déchets urbains[6].

La filière thermique biomasse solide affiche un léger retard par rapport à la trajectoire fixée par le plan national d'action (PNA) prévu par la directive sur les énergies renouvelables et remis à la Commission à l'été 2010. Ainsi, en 2013, 96% de l'objectif a été atteint (67% de l'objectif 2020). Le fait que le comptage du bois énergie utilisé pour la production de chaleur ne soit pas corrigé des variations climatiques explique les fortes variations annuelles observées de la consommation finale de chaleur :



Par ailleurs, si effectivement l'année 2013 a permis d'atteindre 96% de l'objectif du PNA, celui-ci est réalisé en grande partie grâce à la consommation de bois des ménages, qui dépasse son objectif de 8% tandis que la consommation finale des chaudières collectives et industrielles affiche un retard de 27% par rapport à son objectif. Le chauffage individuel au bois représente en effet la première source d'énergie renouvelable en France (devant l'hydraulique, qui arrive en seconde position) ; il représente à lui seul, en 2013, près de 60% de la chaleur renouvelable sur le territoire.

Principaux enjeux

Les principaux enjeux conduisant aux orientations et aux actions en matière de développement de la biomasse solide sont les suivants.

a) Améliorer la qualité de l'air en renouvelant les équipements. La combustion de biomasse est susceptible d'émettre dans l'air des substances polluantes gazeuses ou particulaires. Il s'agit donc d'un enjeu pour le développement de cette filière.

Les émissions du secteur résidentiel/tertiaire ont représenté en 2011, 30% des émissions totales en France de particules fines PM10 et 45% des émissions totales de PM 2,5. Dans ce secteur, la combustion de la biomasse est le principal émetteur de particules fines (environ 90%). Le renouvellement du parc d'appareils de chauffage au bois individuels par des appareils plus performants permet ainsi d'importantes réductions d'émissions de particules. Sur les 7,4 millions de foyers équipés d'appareils de chauffage au bois en 2012, on estime qu'il y a environ 1 million de foyers ouverts, soit 17% du parc. Les rendements énergétiques de ces appareils sont pour la plupart très faibles (10 à 15%) et les émissions de particules sont significatives.

[6] Par convention, l'Union européenne reconnaît l'énergie produite par l'incinération des déchets comme une énergie renouvelable à 50%

Le label Flamme Verte créé en 2000 regroupe plus de 60 entreprises signataires des chartes d'engagement « appareils indépendants » et « chaudières ». Les évolutions du label ont permis le développement de produits de plus en plus performants puisque le label ne reconnaît plus que les appareils « 5 étoiles » a minima. En 2015, deux nouvelles classes de performances ont été créées (classes 6 et 7 étoiles). Les émissions de particules fines ont encore été divisées par deux entre un appareil indépendant à bûches 5 étoiles et un appareil 7 étoiles.

Deux règlements européens relatifs à l'éco conception des chaudières à combustibles solides de moins de 500kW et d'appareils de chauffage indépendants au bois ont récemment été votés. Cette nouvelle réglementation permettra de limiter dans les années à venir la mise sur le marché des appareils moins performants.

A l'instar de l'expérimentation menée depuis 2013 et pour 4 ans de renouvellement des installations de combustion au bois individuels menée au sein du Plan de Prévention de l'Atmosphère (PPA) de la vallée de l'Arve (74) (http://www.riviere-arve.org/projets/fonds-chaleur-air-bois.htm), le "fonds air" porté par lADEME vise à réduire les émissions de particules du chauffage au bois individuel, dans les PPA. Un appel à manifestations d'intérêts (AMI) a ainsi permis à l'automne 2015 de retenir 14 projets de collectivités. Cet AMI s'inscrit dans l'action 7 de la 3ème Conférence environnementale. Cet AMI permettra d'accompagner les collectivités pour la création, la gestion et l'animation d'un fonds spécifique d'aide aux particuliers pour le renouvellement des appareils non performants de chauffage au bois (aide de 1000€/particulier aussi). Il a vocation à être reconduit en 2016 puis 2017.

Dans le secteur collectif, tertiaire et l'industrie, les chaufferies biomasse sont dans la plupart des cas d'une taille qui les soumet à la législation des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) qui fixe des valeurs limites d'émission au regard des meilleures techniques disponibles et de l'environnement de l'installation. Dans le cadre des aides du fonds chaleur, la haute qualité environnementale des projets est assurée par des exigences strictes sur les émissions, allant parfois au-delà des obligations réglementaires.

b) Mobiliser la ressource biomasse. La stratégie nationale de mobilisation de la biomasse (SNMB) a notamment pour objectif de définir les mesures à mettre en œuvre pour mieux mobiliser la ressource afin de permettre l'approvisionnement de l'ensemble des filières et de prévenir les risques de tensions sur la ressource (voir 5.5).

c) Baisser la tension sur la ressource. Au-delà des efforts de mobilisation de la biomasse, des actions en faveur de la baisse de la tension sur la ressource sont à mettre en place. Ainsi, pour la cogénération haut rendement, il s'agit de favoriser les projets démontrant une très bonne efficacité énergétique, c'est-à-dire valorisant au maximum la production de chaleur. La poursuite de la valorisation énergétique des déchets et leur raccordement à des réseaux de chaleur est également un enjeu. Plusieurs outils ont été mis en place afin d'inciter les acteurs à s'engager dans l'efficacité des unités de valorisation énergétique, en particulier le tarif d'achat et le Fonds Chaleur. Il existe encore un potentiel d'amélioration de l'efficacité énergétique des unités existantes et de raccordement à des réseaux de chaleur des unités actuellement non raccordées.

d) Améliorer le signal prix par rapport aux énergies fossiles. Parmi les freins au développement de la biomasse dans l'industrie, au-delà du coût d'investissement et des contraintes de production, l'incertitude sur les prix respectifs du gaz et de la biomasse reste un facteur prépondérant. Il s'agit également d'un critère important lors de la mise en place d'une chaufferie collective, même si dans ce cas, la rentabilité est envisagée sur une période plus longue d'au moins 20 ans.

e) Favoriser l'insertion du bois énergie dans l'habitat neuf. Il existe des freins au développement du bois énergie dans l'habitat neuf qui tiennent à la non valorisation du bois dans la réglementation thermique lorsque celui-ci est utilisé en appoint et à la suppression de l'obligation d'installer un conduit de fumée dans les maisons neuves chauffées à l'électricité. Il s'avère qu'en l'absence de conduit au moment de la construction, le passage au chauffage au bois ensuite est rendu très difficile techniquement et économiquement.

f) Poursuivre les efforts de R&D. Dans le résidentiel, les efforts de R&D sont à poursuivre autour de la performance des appareils à très faibles émissions de monoxyde de carbone (CO) et de particules. Si les techniques prometteuses existent aujourd'hui, elles présentent encore des obstacles d'ordre technique et économique qu'il convient de lever pour envisager leur diffusion. Pour les chaudières individuelles, le développement de solutions couplées avec le solaire thermique pourrait également être une piste intéressante. Dans les autres secteurs comme le collectif et le tertiaire, la technologie classique (chambre à combustion et chaudière) est mature. Cependant, pour développer la chaleur dans l'industrie, l'adaptation des technologies aux process reste nécessaire et nécessite

encore des améliorations (gazéification par exemple) ainsi que le développement de chaudières acceptant des intrants diversifiés permettant de réduire les conflits d'usage.

e) Améliorer la compétitivité et favoriser un secteur riche en emplois. La France est au 2ème rang européen en matière de production d'énergie à partir de bois derrière l'Allemagne et devant la Suède. Il s'agit d'une filière performante et importante (24 000 emplois, plus les emplois indirects en amont) qui ne se limite pas aux forestiers et exploitants. Environ 50% de ces emplois sont directs : les emplois directs sont ceux concernés par la chaîne de production et l'exploitation des biocombustibles à l'exemple des travaux forestiers (abattage, débardage, broyage) ou de la fabrication et l'entretien des chaudières, alors que les emplois indirects sont les emplois sous-traités à des acteurs extérieurs à la filière, à l'exemple des achats externes (tôlerie, tubes, fontes, équipements) ou de la fabrication des machines outils. Le chiffre d'affaire de la filière est d'environ 560 M€. Les équipementiers français sont absents des poêles à granulés, segment étroit mais à forte croissance et sont de plus en plus concurrencés sur le segment des chaudières collectives. Elargir l'offre française sur les poêles à granulés ainsi que le développement de chaudières acceptant des intrants diversifiés est donc un enjeu pour la filière.

Objectifs chiffrés

	Objectif 2018	Objectif 2023 fourchette basse	Objectif 2023 fourchette haute
Consommation finale de chaleur renouvelable à partir de biomasse solide **- dont consommation de bois des ménages**	12Mtep 7,4Mtep (8,6 millions de logements)	13Mtep 7,4Mtep (10,3 millions de logements)	14Mtep 7,4Mtep (10,4 millions de logements)

II.1.2 - Les pompes à chaleur

Objectifs quantitatifs

- ⇨ **Viser des objectifs de consommation de chaleur renouvelable produite par des pompes à chaleur (PAC) de 2200 ktep en 2018 (dont 400 ktep par des PAC géothermiques) et 2600 à 3200 ktep en 2023 (dont 500 à 600 ktep par des PAC géothermiques)**

Recommandations

- ⇨ **Poursuivre l'amélioration de la performance et des démarches qualité**
- ⇨ **Poursuivre la montée en puissance des compétences des installateurs (notamment la formation et la qualification pour la pose des chauffe-eaux thermodynamiques individuels – CETI) et des foreurs**
- ⇨ **Poursuivre les efforts de R&D (optimisation des coefficients de performance - COP, baisse du prix des capteurs géothermiques…)**
- ⇨ **Favoriser l'intégration des pompes à chaleur dans le résidentiel collectif et le tertiaire**
- ⇨ **Développer les solutions hybrides (pompe à chaleur/solaire, pompe à chaleur/gaz …)**
- ⇨ **Encourager le développement des pompes à chaleur géothermiques**
- ⇨ **Améliorer la prise en compte de la part renouvelable des PAC pour l'atteinte des objectifs européens**

Actions concrètes 2016-2017

- ⇨ **Soutenir par le fonds chaleur la géothermie intermédiaire avec l'utilisation de pompes à chaleur ;**
- ⇨ **Simplifier le dispositif RGE pour la qualification des professionnels.**

Document de référence :

- ⇨ *Rapport Panorama énergies climat – Fiche géothermie - DGEC 2015*
- ⇨ *Chiffres clés des énergies renouvelables - Edition 2015 - SOES*
- ⇨ *Enquête annuelle sur le marché français de la climatisation et des pompes à chaleur – 2014 – AFPAC, PAC&CLIMINFO*

PROJET

Principe

Une pompe à chaleur (PAC) est un système thermodynamique qui permet de prélever de la chaleur d'un milieu donné à bas niveau de température, pour la transférer vers un autre milieu à un niveau de température plus élevé. Pour assurer ce transfert de chaleur, les PAC consomment de l'énergie, sous forme électrique dans plus de 95% des cas en France (la seconde alternative étant un fonctionnement au gaz). Les performances d'une PAC sont caractérisées par son COP (coefficient de performance) qui correspond au rapport entre la quantité de chaleur produite et la quantité d'énergie consommée. Pour le chauffage, le COP se situe entre 3 et 4,5 et pour la production d'eau chaude, le COP se situe entre 2,5 et 3.

On distingue les pompes à chaleur aérothermiques qui rassemblent les technologies qui utilisent l'air comme source de chaleur, et les pompes à chaleur géothermiques qui captent l'énergie du sol ou de l'eau.

Dans le résidentiel existant non pourvu de planchers chauffants basse température, la température nécessaire au chauffage des locaux par émetteurs de chaleur se situe au-delà de la température produite par une PAC standard[7]. Dans ces conditions, la PAC peut soit venir en complément d'une chaudière existante (la chaudière joue alors le rôle d'appoint en cas de température extérieure basse) et on parle alors de PAC hybride, soit venir en remplacement de la chaudière existante et couvrir jusqu'à 100% des besoins (PAC à haute température).

Le chauffe-eau thermodynamique individuel (CETI) fonctionne suivant le même principe qu'une PAC, il puise les calories de l'air de l'habitat ou dans l'air extérieur ambiant, pour alimenter le ballon de stockage d'eau chaude sanitaire.

Consommation finale de chaleur des PAC

En termes de production, les pompes à chaleur sont la seule filière de chaleur renouvelable qui a dépassé les objectifs assignés par le plan national d'action en vue d'atteindre les objectifs de développement des énergies renouvelables à l'horizon 2020. En effet, il s'agit d'une filière en fort développement dans le résidentiel individuel et également dans le collectif et le tertiaire, avec un essor notable des PAC aérothermiques et des chauffe-eau thermodynamiques. Ainsi, la consommation finale de chaleur renouvelable à partir de pompes à chaleur a atteint 1,629Mtep en 2013, soit 119% de l'objectif assigné (et 88% de l'objectif 2020 atteint) :

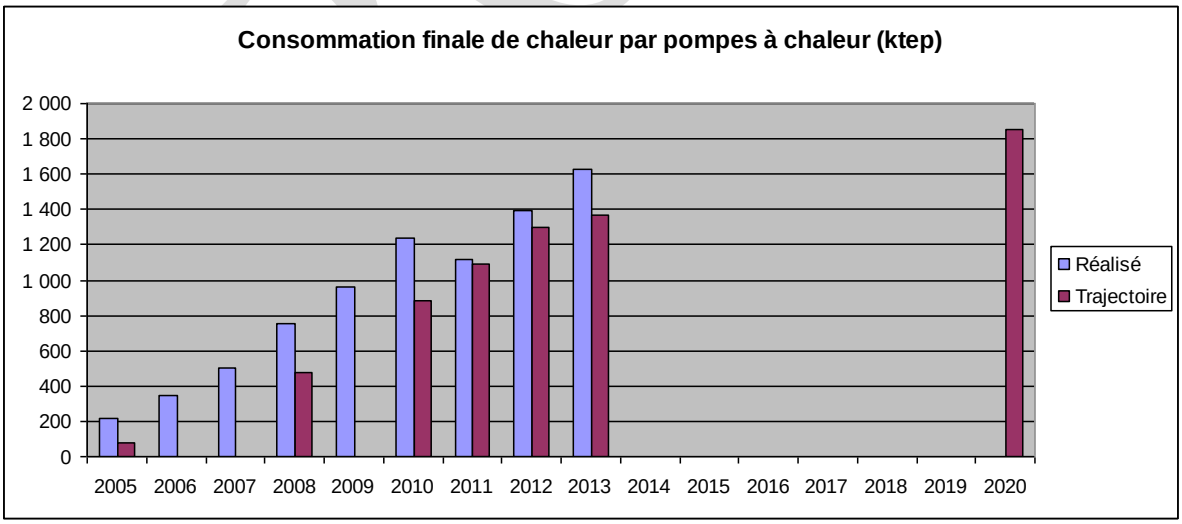


Figure 7 : Consommation finale de chaleur par pompes à chaleur

Il convient de préciser que la comptabilisation des pompes à chaleur pour l'atteinte des objectifs

[7] Il existe également des pompes à chaleur dites "haute température" qui permettent une température de sortie d'eau comprise entre 60 et 65°C.

fixés par le plan national d'action prévu par la directive sur les énergies renouvelables ne prend en compte que les pompes à chaleur les plus performantes[8] (COP supérieur à 2,5) puisque la consommation électrique est déduite du calcul, et seule la partie dédiée à la production de chaleur est intégrée (la partie rafraîchissement n'est pas prise en compte dans le cas des pompes à chaleur réversibles).

Principaux enjeux pour la filière

a) Développer la filière dans le cadre des marchés de la construction neuve et de la rénovation. L'un des principaux enjeux pour le développement des pompes à chaleur aérothermiques (air/eau et air/air) porte sur le développement du marché de la construction neuve et du marché de la rénovation. La croissance de la filière est fonction du développement de ces marchés et des réglementations thermiques. Actuellement, les maisons individuelles neuves ont une part obligatoire d'énergie renouvelable pour respecter la réglementation thermique des bâtiments neufs. Un principe équivalent pour le secteur tertiaire et la fin de la dérogation pour le secteur collectif[9] permettraient le développement des pompes à chaleur sur l'ensemble des secteurs.

Les pompes à chaleur géothermiques ont également un potentiel de développement dans l'individuel, le collectif et le tertiaire. Le potentiel de géothermie très basse énergie est très important et bien réparti sur le territoire. L'atlas des aquifères superficiels existants est connu et les possibilités de géothermie sur capteurs enterrés est réalisable à peu près partout. Les besoins de froid dans le tertiaire pourraient également favoriser le développement des systèmes sur aquifères superficiels.

A ce titre, l'intégration dans le calcul de la réglementation thermique du géocooling (technique qui consiste à utiliser directement la température du sous-sol pour le rafraîchissement) dans les performances des PAC géothermiques favoriserait le développement de la filière PAC géothermique.

b) Poursuivre l'amélioration des performances des équipements par l'innovation. La recherche et développement est essentiellement orientée vers l'amélioration des performances des équipements (COP) et la diminution de leur impact environnemental (remplacement des fluides frigorigènes notamment). Dans le cadre de la directive sur l'éco-conception des produits relatifs à l'énergie, un relèvement des performances des PAC mises sur le marché (COP saisonnier au lieu d'un COP nominal) a été introduit en septembre 2015, avec des exigences acoustiques.

Les fabricants travaillent aussi au développement d'équipements multifonctions et multi-énergies. Ainsi, les PAC hybrides associent le COP d'une PAC (de l'ordre de 3 à 3,5) avec un rendement de la chaudière gaz de l'ordre de 90%. La pompe à chaleur devient alors le générateur de chauffage principal et la chaudière existante fossile devient un générateur d'appoint. Si l'installation présente un surcoût, la conception en monobloc limite le surcoût lié à l'installation. L'enjeu de cette filière porte sur une baisse des coûts, aujourd'hui élevés.

Pour les pompes à chaleur géothermiques utilisées en géothermie très basse énergie, le COP est certes performant, mais une recherche de réduction des coûts et la mise au point de solutions packagées pour le particulier sont à développer. On peut également souligner le développement de la technologie de récupération d'énergie sur eaux usées via une pompe à chaleur.

c) Favoriser une meilleure prise en compte pour l'atteinte des objectifs européens. Le mode de calcul de la part EnR des pompes à chaleur est fixé par directive européenne. À ce jour, le manque d'informations sur la part des PAC aérothermiques air/air destinées au chauffage limite la prise en compte de la part EnR de ces équipements. Une amélioration des enquêtes et des études pourrait permettre de valoriser davantage ce type d'équipements pour l'atteinte des objectifs européens. D'autre part, une meilleure prise en compte à travers la directive européenne des solutions de rafraîchissement proposées par les pompes à chaleur géothermiques dans le collectif et le tertiaire (qui produisent en plus de la chaleur, du froid renouvelable) pourrait favoriser le développement de la filière.

d) Relever le défi de la qualification et de la formation. Plusieurs évolutions réglementaires[10] vont permettre de dynamiser le marché des pompes à chaleur, notamment celui de la géothermie très

[8] L'article 5 du projet de directive prévoit que l'énergie thermique qu'elles génèrent puisse être comptée dans les objectifs de chaleur renouvelable sous certaines conditions de performance

[9] L'arrêté du 19 décembre 2014 prolonge de 3 ans, soit jusqu'au 1er janvier 2018, la dérogation à la RT 2012 pour les logements collectifs.

basse énergie. Ainsi le cadre administratif de la géothermie très basse température a été récemment simplifié, et la réforme de la qualification des professionnels via le dispositif RGE (reconnu garant pour l'environnement) permet également de s'assurer de la compétence et de la reconnaissance du professionnel assurant l'installation du matériel. D'autre part, pour les PAC aérothermiques, la période de forte croissance du marché entre 2008 et 2010 a vu apparaître des contre-références sur les installations (mauvais dimensionnement, problèmes acoustiques…). Le marché s'est depuis assaini et la montée en formation et qualification des entreprises, notamment dans le cadre de la charte RGE et du dispositif d'éco conditionnalité, devrait encore améliorer la situation.

e) Améliorer la compétitivité et favoriser l'emploi dans cette filière. Le chiffre d'affaires de la filière pompes à chaleur en France en 2014 est de 2,4 milliards d'euros. Ce marché génère 24 000 emplois (fabrication, distribution, installation et maintenance). On compte 20 sites industriels en France. Si les PAC air/air de type Split de moins de 17kW sont essentiellement fabriquées en Asie, les PAC air/air dans le collectif sont assemblées essentiellement en Europe. Le marché des PAC air/eau est alimenté pour partie par des importations venues d'Asie et pour une part importante d'unités de production européennes, dont certaines situées en France. Le marché des PAC géothermiques ressort d'une production essentiellement européenne avec une production française significative, mais sur un marché au développement moins fort que celui des PAC aérothermiques (bien que pertinent économiquement). Une part majoritaire des 4000 emplois associés à la géothermie en France peut être imputée au secteur des pompes à chaleur géothermiques, dont plusieurs TPE ou PME. Enfin, le marché prometteur des PAC hybrides est essentiellement européen.

Objectifs chiffrés

Les objectifs de développement sont fixés en consommation finale de chaleur, on distingue ici les pompes à chaleur aérothermiques (qui regroupent les technologies air-air, air-eau, les PAC hybrides et les Chauffe-eau thermodynamiques) et les pompes à chaleur géothermiques.

S'agissant d'une technologie mature, avec un potentiel d'évolution sur les marchés du neuf et de la rénovation, les objectifs de développement suivants ont été retenus pour les PAC :

	Objectif 2018	Objectif 2023 fourchette basse	Objectif 2023 fourchette haute
Consommation finale de chaleur renouvelable des pompes à chaleur	2200 ktep	2600 ktep	3200 ktep
- dont consommation finale de chaleur renouvelable des pompes à chaleur géothermiques	400 ktep	500 ktep	600 ktep

Les objectifs ainsi fixés sont ceux qui pourront être comptabilisés au titre de la directive européenne sur les énergies renouvelables[11]. A titre indicatif, ces objectifs pourraient correspondent dans le résidentiel individuel à un parc d'environ 2,2 millions de pompes à chaleur et chauffe-eau thermodynamiques en 2018 comptabilisés au titre de la directive sur les énergies renouvelables (soit une augmentation de 26% du parc par rapport à 2014) et un parc entre 2,7 et 2,9 millions de pompes à chaleur et chauffe-eau thermodynamiques en 2023 comptés au titre de l'atteinte de nos objectifs européens (soit une augmentation entre 54 à 71% du parc par rapport à 2014).

II.1.3 - La géothermie basse et moyenne énergie

Objectifs

⇨ **Viser des objectifs de consommation de chaleur renouvelable produite à partir de géothermie de 200 ktep en 2018 et 400 à 550 ktep en 2023**

Recommandations

[11] En effet la directive européenne recommande pour les pompes à chaleur d'ôter la consommation électrique à la production de chaleur, de plus, les PAC dont l'usage est dédié au refroidissement ne sont pas prises en compte.

- ⇨ **Développer la géothermie basse et moyenne température sur les aquifères profonds peu connus et au-delà de l'Ile de France (via les réseaux de chaleur et l'usage direct)**
- ⇨ **Faciliter l'investissement (fonds de garantie…)**
- ⇨ **Poursuivre les efforts de R&D et la montée en puissance de la filière à l'international**

Actions concrètes 2016-2017

- ⇨ **Veiller à la bonne mise en œuvre du fonds de garantie GEODEEP créé en 2015.**

Document de référence :

- ⇨ *Rapport Panorama énergies climat – Fiche géothermie - DGEC 2015*
- ⇨ *Chiffres clés des énergies renouvelables - Edition 2015 - SOES*
- ⇨ *Etude du marché de la géothermie en France en 2013 – Edition 2014 - AFPG*

Principe

La géothermie est l'exploitation de l'énergie thermique contenue dans le sous-sol, dans lequel la température augmente avec la profondeur. Il existe deux grands domaines de la géothermie : la production de chaleur et/ou la production de froid et la production d'électricité. La géothermie à usage exclusivement thermique consiste à exploiter les ressources à des températures allant de 10 à 15°C jusqu'à 90°C, voire parfois 100°C :

- La géothermie superficielle dite « très basse énergie » (moins de 30°C) exploite les premières dizaines de mètres sous la surface et trouve des applications principalement dans l'habitat collectif, le tertiaire et l'individuel ;
- La géothermie « basse énergie » (entre 30 et 90°C) utilise des ressources plus profondes (jusqu'à environ 2000m) ;
- Au-delà, dans les zones favorables on peut avoir de la géothermie « moyenne énergie » (plus de 90°C). Il s'agit dans ce cas d'une production centralisée qui valoriser directement la chaleur de ressources que l'on rencontre dans des aquifères situés entre 400m et 2500m de profondeur. Cette ressource est couramment utilisée pour le chauffage urbain via des réseaux de chaleur ou en usage direct (chauffage de serres, de piscines et d'établissements thermaux, l'aquaculture et le séchage…)

En fonction de la température de la ressource et du niveau de température des besoins thermiques, la chaleur peut être prélevée au moyen de pompes à chaleur (PAC). Le recours à des PAC est habituel pour la géothermie très basse énergie et occasionnel pour la basse énergie. Le présent chapitre traite uniquement de la géothermie « basse et moyenne énergie » sans recours à des pompes à chaleur. On parle également de production centralisée pour désigner les installations qui valorisent directement la chaleur. La géothermie associée à des pompes à chaleur est traitée au chapitre précédent.

Consommation finale de chaleur

La production de chaleur renouvelable à partir de géothermie basse et moyenne énergie a atteint 113ktep en 2013, soit 48% de l'objectif du plan national d'action énergies renouvelables (23% de l'objectif 2020).

On constate une hausse très progressive depuis 2010 qui correspond à la mise en service de nouvelles installations géothermiques, comme celle de Marne-la-Vallée en 2012 ou divers opérations de forage ou de rénovation sur des installations existantes. Plus de 80% de cette production géothermique alimente des réseaux de chaleur. Les 20% restants concernent des installations isolées telles des piscines, des thermes, des serres… On prévoit la mise en service de nouvelles installations courant 2015, comme celle d'Arcueil et de Gentilly.

PROJET

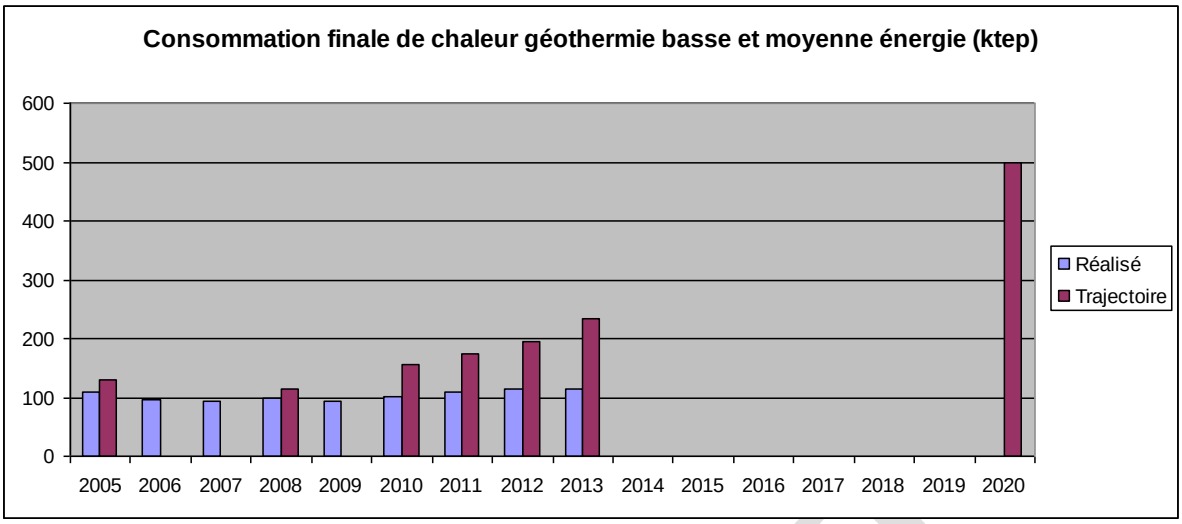


Figure 8 : Consommation finale de chaleur géothermie basse et moyenne énergie

Principaux enjeux pour la filière

a) Développer les réseaux de chaleur géothermiques en Ile de France et valoriser des aquifères profonds peu connus. L'un des enjeux concerne le développement des réseaux de chaleur principalement en Ile de France avec une extension des réseaux géothermiques existants, la création de nouvelles opérations ou le passage en géothermie de réseaux ayant recours à des combustibles fossiles. Des aquifères profonds autres que le Dogger sont également un gisement à fort potentiel en Ile de France (les aquifères du Trias, du Lusitanien...) et dans le Bassin Aquitain, en région Alsace, Nord Pas de Calais et Provence-Alpes-Côte d'Azur.

La région Aquitaine possède le second potentiel géothermique français, derrière l'Ile de France : selon des études menées par le BRGM, 65% de la surface de la région a un fort potentiel en basse énergie. Les principales exploitations géothermiques se trouvent dans la région de Bordeaux, de Mont-de-Marsan et de Dax. Si le potentiel de l'Aquitaine est bien connu, il reste encore largement sous-exploité. Ainsi la création d'outils d'aide à la décision pour déterminer le potentiel exploitable des aquifères pour les opérations de basse et très basse température réalisé conjointement avec l'ADEME et le BRGM devrait permettre de mieux cibler les opérations à mener en priorité.

Les aides du fonds chaleur permettent d'accompagner les opérations de valorisation thermique de ressources géothermales profondes, de la réalisation d'un doublet ou d'un triplet à la création ou l'adaptation d'un réseau de chaleur associé. D'autres opérations spécifiques sont éligibles, comme la réalisation d'ouvrages sur des aquifères profonds peu connus.

b) Accompagner la filière par des dispositifs financiers adaptés aux risques générés. Si les coûts de production de la chaleur géothermique « profonde » sont compétitifs car il s'agit d'une filière mature (de l'ordre de 50€/MWh), les investissements à consentir lors de la phase de forage sont en revanche élevés et nécessitent un fort apport capitalistique. La France est pionnière dans le domaine des garanties des risques géologiques. Durant les années 80, le ministère de l'industrie a participé à la mise en place d'un fonds de garantie pour les opérations de géothermie profonde visant des débouchés « chaleur ». Ainsi, le fonds géré par la SAF Environnement (filiale de la Caisse des dépôts et des Consignations) a permis d'accompagner plus de 50 opérations dont plus de 30 sont encore en fonctionnement. Les dernières opérations des années 80 sont sorties du dispositif de garantie en 2013 après 25 années de couverture.

En 2008, un fonds géothermie similaire au premier fonds des années 80 a été créé pour accompagner la relance des opérations de géothermie profonde avec le soutien du fonds chaleur. Ce fonds présente une double garantie : à court terme, il couvre le risque lié au forage et le risque géologique, à long terme il couvre le risque d'évolution de la ressource en cours d'exploitation. 27 contrats de garantie court terme (réalisation des forages) ont été signés et 10 concernent la garantie long terme sur 20 ans, ce qui montre une réelle dynamique de la filière.

Ce fonds est toutefois inadapté pour les opérations de géothermie pour la production d'électricité

PROJET

que l'on appelle « EGS » (Enhanced Geothermal Systems). En effet, malgré des études amont comprenant des campagnes de géophysique, tant que le premier forage n'est pas fait, le risque géologique est élevé. Le coût d'un forage est généralement compris entre 3 et 15M€ (fonction des diamètres, de la profondeur, …) Aussi, le fonds de garantie GEODEEP a été mis en place afin de garantir les porteurs de projets contre le risque de trouver une ressource géothermale insuffisante. Doté de 50 millions d'euros, dont 25 millions apportés par l'ADEME, 15 millions par des opérateurs privés et 10 millions par la Caisse des dépôts, le fonds GEODEEP indemnise le porteur de projet en cas d'échec des forages d'exploration ou d'exploitation.

La mise en oeuvre d'un tel fonds de garantie devrait permettre la réalisation d'une dizaine de centrales EGS sur le territoire métropolitain (dont certaines pourraient permettre de produire simultanément de l'électricité et de la chaleur par cogénération), de créer des références, et de développer un savoir-faire important sur une technologie en devenir et dont la France est pionnière avec le pilote scientifique de Soultz-sous-Forêt. L'ADEME a également accompagné le financement du projet ECOGI visant à alimenter en chaleur l'usine ROQUETTE à partir d'un doublet de forages profonds de 2500m.

Au cours de l'année 2015, l'ADEME a également mis en place une garantie complémentaire pour l'exploration de nouveaux aquifères en Aquitaine. En effet, Bordeaux Métropole a décidé la mise en place d'une politique de relance de la géothermie en Aquitaine par l'exploration de nouveaux aquifères plus profonds que ceux exploités jusqu'ici. La garantie mise en place par l'ADEME permet à un opérateur de limiter l'impact économique d'un aléa géothermique, en complément de la garantie du fonds géothermie existant.

En sécurisant le risque financier pris par les industriels, ces fonds permettent de soutenir le développement des projets.

Ainsi, des outils ont été mis en place depuis plusieurs années pour accompagner ce type d'opérations (fonds de garantie GEODEEP) et garantir à la fois le risque à court terme lié au forage et le risque long terme d'évolution de la ressource en cours d'exploitation. Une garantie complémentaire pour l'exploration de nouveaux aquifères en Aquitaine est également en projet. Il convient de veiller à pérenniser ces dispositifs et à s'assurer de leur bonne adaptation aux risques générés.

c) Poursuivre la structuration de la filière au niveau de la qualité et des compétences. Le chiffre d'affaires total de la filière est estimé à 0,48 milliard d'euros pour l'année 2012 et représente 4000 emplois directs au minimum. Depuis plusieurs années, la filière française poursuit sa structuration et multiplie les activités de promotion, formation et sensibilisation à l'utilisation des différentes formes de géothermie, notamment au sein de la Commission Géothermie du Syndicat des Energies Renouvelables et de l'Association Française des Professionnels de la Géothermie AFPG. Une montée en puissance de l'implication de la filière à l'international est également constatée. Le cluster « GEODEEP » créé en 2014 a pour vocation de promouvoir les compétences françaises à l'export.

En termes de qualité, des travaux ont été menés pour offrir des garanties au maître d'ouvrage en lui assurant que son installation géothermique sera réalisée suivant des critères de qualité qui encadrent les pratiques des professionnels. Ce travail doit être poursuivi.

d) Poursuivre les efforts en matière de Recherche et développement. Les efforts de recherche et développement doivent se poursuivre pour la filière, notamment autour de la filière EGS (acronyme pour "Enhanced Geothermal Systems" ou "Engineered Geothermal Systems" : ces systèmes géothermiques améliorés génèrent de l'électricité géothermique sans le besoin de ressources hydrothermales convectives naturelles), mais également pour développer l'utilisation des réservoirs géothermiques pour le stockage de chaleur inter saisonnier. Dans ce cadre, le développement de réseaux de froid géothermiques est un enjeu car ils permettent de prélever l'excès de chaleur en été et de la stocker dans le sous-sol afin de l'utiliser en hiver.

Objectifs

A court terme, les projets de géothermie sur réseaux situés en Ile de France ainsi que le fonds de garantie mis en place en Aquitaine laissent penser que cette filière se développera progressivement. La géothermie a aussi vocation à alimenter les réseaux de chaleur pour lesquels la loi de transition énergétique pour la croissance verte a fixé l'objectif de multiplier par 5 la quantité de chaleur et de froid renouvelable et de récupération livrée d'ici 2030.

PROJET

	Objectif 2018	Objectif 2023 fourchette basse	Objectif 2023 fourchette haute
Consommation finale de chaleur renouvelable géothermie basse et moyenne énergie	200ktep	400ktep	550ktep

II.1.4 - Biogaz

Objectifs

- ⇨ **Viser des objectifs de consommation de chaleur renouvelable produite à partir de biogaz de 300 ktep en 2018 (dont 30% par injection de biogaz dans les réseaux), et 700 à 900 ktep en 2023 (dont 45 à 47% par injection de biogaz dans les réseaux)**

Recommandations

- ⇨ **Orienter et développer la filière méthanisation vers les solutions de valorisation énergétique les plus pertinentes (chaleur, cogénération, injection…)**
- ⇨ **Poursuivre l'amélioration de qualité, performance et bon fonctionnement des méthaniseurs**

Actions concrètes 2016-2017

- ⇨ **Instruction et suivi de l'appel à projet pour le développement de 1500 méthaniseurs.**

Document de référence :

- ⇨ *Rapport Panorama énergies climat – Fiche biomasse énergie – Edition 2015 – DGEC*
- ⇨ *Chiffres clés des énergies renouvelables – Edition 2015 – SOES*
- ⇨ *Etude de marché de la méthanisation et des valorisations du biogaz – 2010 - Ernst&Young pour le compte de l'ADEME et de GRDF*

Principe

Le biogaz est produit lors de la méthanisation des déchets, qui est un procédé biologique naturel de dégradation de la matière organique par des bactéries, en l'absence d'oxygène.

Plusieurs types d'installations permettent de produire le biogaz : les méthaniseurs d'ordures ménagères, les installations de stockage de déchets non dangereux (ISDND), les digesteurs de boues d'épuration des stations d'épuration, les méthaniseurs agricoles (ou méthaniseurs à la ferme), la méthanisation « centralisée » ou « territoriale » (réalisée par des unités de grande taille traitant des effluents agricoles et des déchets du territoire) et la méthanisation industrielle (essentiellement dans les secteurs de l'agro-alimentaire, la chimie et la papeterie).

En fonction des conditions locales, le gaz ainsi produit peut bénéficier d'une valorisation énergétique par : injection du biogaz dans les réseaux de gaz naturel, production de chaleur seule, production d'électricité seule, cogénération avec production conjointe de chaleur et d'électricité ou transformation en biométhane carburant.

Le biogaz issu des installations de stockage de déchets non dangereux produit principalement de l'électricité en raison de l'éloignement de ces décharges des zones d'habitation, il peut toutefois être valorisé en cas d'industrie consommatrice de chaleur à proximité. Le biogaz issu d'effluents agricoles, de boues d'épurations urbaines, d'effluents industriels ou d'ISDND produit principalement de la chaleur.

Consommation finale de chaleur

La consommation finale de chaleur produite à partir de biogaz a atteint 106ktep en 2013 et affiche

PROJET

un retard par rapport à la trajectoire fixée par le PNA ENR (73% de l'objectif 2013 et 19% de l'objectif 2020). 430 projets ont été aidés financièrement par l'ADEME (hors ISDND) sur la période 2009-2014 dont 26 projets avec une valorisation thermique du biogaz ou d'injection dans le réseau, via le fonds déchets ou le fonds chaleur.

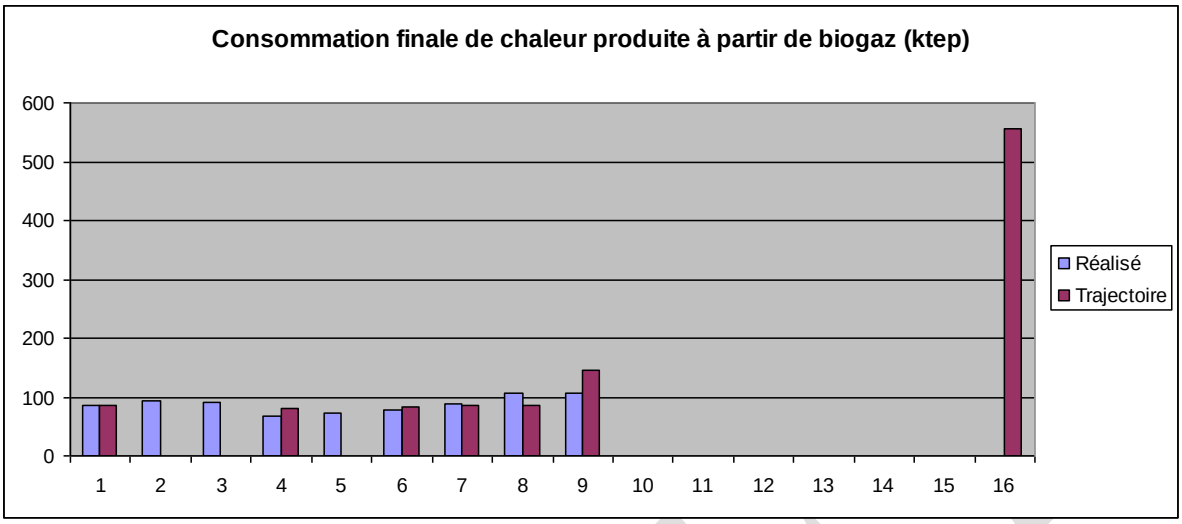


Figure 9 : Consommation finale de chaleur produite à partir de biogaz

Principaux enjeux pour la filière

a) Améliorer les conditions de financement des projets. Le financement des projets est un enjeu pour le développement de la filière. En effet, les prix des déchets sont volatils et rendent difficiles les estimations des études de faisabilité. C'est le cas également des coûts de réparation, maintenance et contrôle qui sont parfois plus élevés que prévu au départ. Le risque de ne pas atteindre la production prévue est également un frein. On constate des difficultés d'estimation au moment du montage des projets et des financements difficiles à boucler. Ainsi, sur une centaine de dossiers contractualisés par l'ADEME chaque année, environ 7% sont abandonnés, essentiellement pour des raisons de financement. L'un des enjeux de la filière porte donc sur l'amélioration de la méthodologie du montage de projet et la facilitation de l'investissement.

Par ailleurs, les dispositifs de soutien ont permis le décollage de la filière. L'évolution des différents systèmes d'aide mais aussi une optimisation des coûts constituent un enjeu pour la poursuite du développement de la filière.

b) Simplifier les procédures administratives et favoriser la faisabilité des projets. Les tonnages et la nature des déchets déterminent le cadre et la procédure réglementaire qui seront appliqués au projet. La combustion du biogaz et le procédé de méthanisation sont soumis à la législation des installations classées pour la protection de l'environnement. Dans le souci de simplification administrative, une expérimentation d'autorisation unique pour les installations de méthanisation et les installations de production d'électricité ou de biométhane à partir de biogaz a été mise en place depuis mai 2014 dans 7 régions. L'autorisation unique vaut autorisation notamment au titre des installations classées, du permis de construire, du défrichement, des espèces protégées et du Code de l'Energie. Une telle disposition, en cours de généralisation, permet de faciliter les démarches administratives des porteurs de projet.

A l'issue de la procédure d'autorisation, des prescriptions techniques s'appliquent sur les installations de méthanisation et peuvent conduire à la mise en place d'équipements de traitements spécifiques. Un guide des bonnes pratiques à destination des porteurs de projet a été élaboré par le club biogaz afin de limiter les nuisances. L'information des riverains et la communication vis-à-vis des populations locales est un facteur clé de succès pour un projet.

c) Favoriser l'innovation pour les débouchés chaleur. La valorisation énergétique et surtout thermique du biogaz ne peut se faire qu'à proximité des lieux de consommation mais les sites de production sont souvent éloignés des villes, ce qui explique partiellement pourquoi la part de chaleur

est moins importante que la valorisation en électricité (en 2012, le biogaz a produit 196ktep dont 56% sous forme d'électricité et 44% sous forme de chaleur). Il est pourtant possible d'effectuer une valorisation sur place, pour des besoins de process par exemple. Il est possible également d'effectuer cette valorisation ailleurs que sur le site de production, soit en réalisant des réseaux de chaleur destinés au chauffage collectif ou à des usages industriels, soit en injectant le biogaz produit dans des réseaux de gaz naturel, lorsqu'ils sont situés à proximité.

Concernant la valorisation dans des réseaux de chaleur, il est possible d'alimenter des clients éloignés, en priorité des clients qui consomment la chaleur toute l'année et en continu. C'est le cas par exemple de l'utilisation du biogaz pour des usages industriels soit directement sous forme de gaz, soit après transformation en chaudière sous forme de vapeur ou d'eau chaude (industries agro-alimentaires par exemple) ou des piscines collectives.

Par ailleurs, le biogaz épuré devient du biométhane qui peut être injecté dans les réseaux de gaz naturel. La valorisation du gaz sur réseau présente des perspectives de développement intéressantes, il s'agit d'une filière en cours de développement pour laquelle les producteurs de biométhane bénéficient d'un tarif d'achat. Pour assurer le bon développement de la filière, il importe d'orienter la valorisation du biogaz vers la solution la plus pertinente (besoin local de chaleur, injection réseau…) après une analyse au cas par cas (bilan carbone, bilan économique…)

d) Structurer la filière. La filière méthanisation est une filière émergente qui connaît différents stades de développement selon le secteur concerné : le secteur de la méthanisation des déchets et effluents agricoles, secteur de la méthanisation des déchets industriels et des boues d'épuration, secteur de la méthanisation des déchets ménagers est plus récent. Dans le contexte de valorisation de ces secteurs, une optimisation du fonctionnement des installations par capitalisation des connaissances est nécessaire. La construction d'un modèle industriel est également à promouvoir. Pour accompagner ces développements, la formation est un enjeu. En termes d'emploi, le syndicat des énergies renouvelables estime que la filière biogaz génèrera 16 000 emplois d'ici 2020, dont 5000 directs. En 2014, on recensait 1700 emplois directs. Par ailleurs, sur le segment de la méthanisation agricole, on estime que dans l'hypothèse de la création de 1000 installations supplémentaires en 2020 d'une puissance moyenne de 300kWe, on pourrait évaluer le nombre d'emplois créés entre 2000 et 3000.

Objectifs

Les potentiels de valorisation du biogaz sont importants. Il a été considéré dans le plan national d'action énergie renouvelable que les volumes de biogaz injectés sur le réseau de gaz naturel, dont la valorisation finale (électricité, chaleur ou carburant) n'étaient pas déterminés finement, seraient principalement utilisés pour la production de chaleur. Aussi, les objectifs de développement fixés par la PPE intègrent une part importante du biométhane injecté dans les réseaux (à hauteur de 60%) :

	Objectif 2018	Objectif 2023 fourchette basse	Objectif 2023 fourchette haute
Consommation finale de chaleur renouvelable à partir de biogaz	300ktep Dont 70% par production de chaleur et 30% par injection de biogaz dans les réseaux	700ktep Dont 55% par production de chaleur et 45% par injection de biogaz dans les réseaux	900ktep Dont 53% par production de chaleur et 47% par injection de biogaz dans les réseaux

II.1.5 - Solaire thermique

Recommandations / objectifs

⇨ **Viser des objectifs de chaleur renouvelable produite à partir de solaire thermique de 180 ktep en 2018 (dont 80 ktep pour l'individuel), et 270 à 400 ktep en 2023 (dont 90 à 120 ktep pour l'individuel)**

PROJET

Recommandations

- ⇨ **Repositionner la filière sur le secteur industriel et le collectif sur réseau pour plus de compétitivité**
- ⇨ **Réduire les coûts et améliorer la performance des systèmes**
- ⇨ **Favoriser le développement de solutions hybrides de type solaire/pompe à chaleur**
- ⇨ **Renforcer les exigences réglementaires dans le résidentiel individuel et dans le collectif et le tertiaire en favorisant les systèmes avec une performance élevée**
- ⇨ **Développer le monitoring et optimiser les coûts de maintenance**
- ⇨ **Développer la formation et la montée en compétence des professionnels**

Actions concrètes 2016-2017

- ⇨ **Mettre en place l'appel à projet « grandes installations solaires thermiques » de l'ADEME**
- ⇨ **Contrôler la bonne mise en place de l'étiquette énergie sur tous les appareils de chauffage et de production d'eau chaude (obligatoire depuis septembre 2015)**

Document de référence :

- ⇨ *Rapport panorama énergies climat – Fiche les énergies solaires Edition 2015 – DGEC*
- ⇨ *Chiffres clés des énergies renouvelables – Edition 2015 – SOES*
- ⇨ *Analyse de la compétitivité et du développement de la filière solaire thermique en France – septembre 2013 – Ernst&Young, TECSO, Uwe Trenkner pour l'ADEME*

Principe

La technologie du solaire thermique permet d'assurer soit la production d'eau chaude sanitaire exclusivement ou la production conjointe d'eau chaude sanitaire et de chauffage. Un équipement solaire n'assure jamais 100% des besoins et nécessite un complément, soit sous forme de mode de chauffage principal soit sous forme d'appoint.

La technologie la plus commune pour la production d'eau chaude sanitaire est celle d'un capteur plan associé à un ballon de stockage de l'eau chaude par circulation forcée avec échangeur, elle permet de couvrir environ 50 à 60% des besoins d'eau chaude sanitaire en moyenne sur une année : il s'agit du chauffe-eau solaire individuel (CESI).

Le système solaire combiné (SSC) assure la production d'eau chaude sanitaire et le chauffage à l'usage des particuliers, le plancher chauffant étant l'émetteur le plus adapté. Le taux de couverture des besoins thermiques par les systèmes combinés se situe entre 15 et 50%.

Enfin, sur le marché de l'eau chaude solaire collective, l'équipement est le plus souvent dimensionné pour fournir 40 à 60% des besoins.

Consommation finale de chaleur

La consommation finale de chaleur à partir de solaire thermique est de 87ktep en 2013 en métropole (pour un parc en activité de près de 2 millions de m^2). Pour la comparaison avec les objectifs du PNA, il est nécessaire de prendre en compte également les DOM, ce qui correspond à une surface totale d'environ 2,6 millions de m^2 de capteurs et une production annuelle de 145ktep.

PROJET

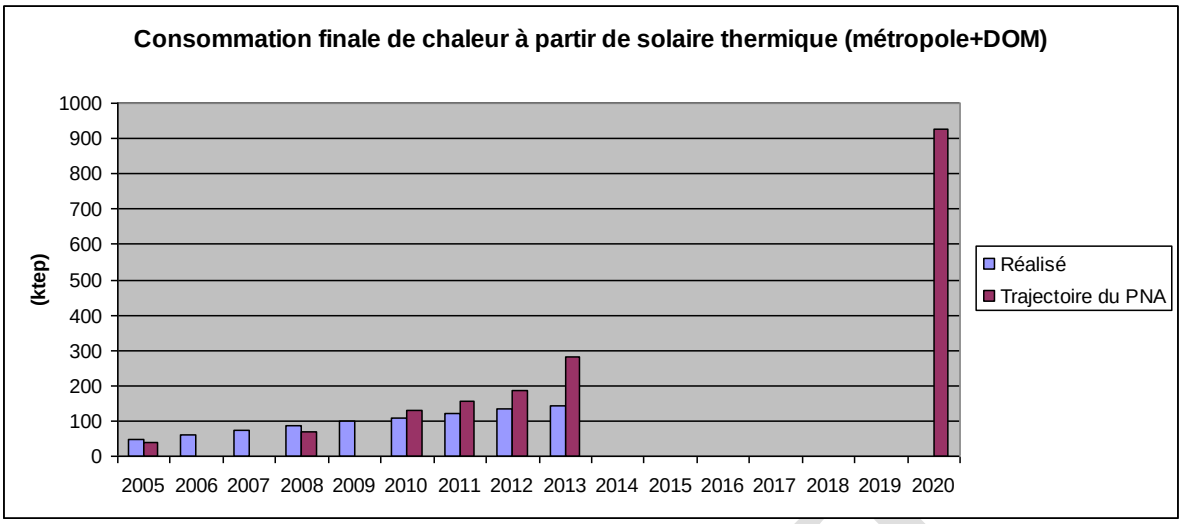


Figure 10 : Consommation finale de chaleur produite à partir de solaire thermique

La filière solaire thermique affiche un retard par rapport à la trajectoire du PNA en vue d'atteindre les objectifs fixés pour 2020. En 2013, seul 52% de l'objectif a été réalisé (15,6% de l'objectif 2020) et le retard s'accentue depuis 2010.

Le retard est davantage marqué pour la filière du solaire thermique individuel qui réalise 7% de l'objectif 2020 que pour le solaire collectif qui atteint 24% de l'objectif 2020, mais avec un objectif fixé beaucoup plus modeste. En effet, si le parc installé et la production continuent d'augmenter, les surfaces installées annuellement diminuent pour tous les types d'équipements (chauffe-eau individuels, marché du collectif et du tertiaire).

Les principaux enjeux pour la filière

a) Améliorer la règlementation pour favoriser le développement de la filière. Dans le secteur de la maison neuve, la mise en œuvre de la nouvelle réglementation thermique (RT 2012) applicable à tous les permis de construire depuis le 1er janvier 2013 et qui intègre pour la première fois l'obligation d'utilisation des énergies renouvelables dans les normes de construction, est de façon générale favorable pour le marché du solaire thermique. Le solaire thermique est en concurrence avec certains équipements dont le coût d'installation est moindre et qui remplissent également les critères de la RT 2012. Un renforcement des critères réglementaires permettrait de valoriser les équipements solaires plus performants.

Sur le marché du neuf collectif et tertiaire, l'absence d'obligation d'énergies renouvelables dans la RT 2012 pour les logements collectifs et la décision de prolonger dans le tertiaire la dérogation relative à l'obligation de performance énergétique des bâtiments fixée à 50kWh d'énergie primaire par m^2 et par an jusqu'en 2017 freinent le développement du solaire thermique.

Ainsi, l'un des enjeux pour le développement du solaire thermique individuel porte sur le renforcement de la réglementation thermique à la fois dans le résidentiel individuel et dans le collectif et le tertiaire, favorisant les systèmes avec un coefficient de performance (COP) élevé.

b) Améliorer la qualité et diminuer les coûts. L'un des enjeux pour le développement du solaire thermique porte sur la poursuite des efforts de baisse des coûts. La structuration du marché et l'optimisation des systèmes ont permis de diminuer de 20 à 25% le coût du matériel ces cinq dernières années. Des efforts doivent encore être réalisés sur les coûts d'installation encore élevés. Le développement de solutions à grande échelle dans l'industrie devrait se répercuter également sur le prix du solaire thermique individuel et collectif.

Dans le secteur individuel, la filière est structurée, et des certifications ont été mises en place sur les capteurs et sur l'installation. La filière doit monter en compétence dans le collectif. Elle doit également gérer les contres références qui ont pu être observées par le passé dues à des problèmes de conception, de mise en œuvre ou d'exploitation. A cette fin, des formations doivent être mises en place et la gestion du passif est nécessaire pour améliorer l'image de la filière.

c) Favoriser la recherche et développement et les innovations. Le développement des systèmes

hybrides constitue un enjeu fort pour la filière qui permettra encore d'améliorer la performance. Plusieurs types d'hybridations sont en cours de développement avec le gaz, la biomasse ou les pompes à chaleur. Des perspectives importantes existent sur l'utilisation du solaire thermique pour alimenter un réseau de chaleur. Il s'agit d'une pratique déjà courante dans les pays nordiques qu'il convient de développer. Enfin, le développement d'applications est en cours et permettra notamment de détecter d'éventuels dysfonctionnements à distance. D'autres innovations sont encore au stade de recherche et développement comme le rafraîchissement solaire qui consiste à utiliser des capteurs solaires pour fournir de la chaleur qui est dirigée vers une machine à absorption. Ce type d'installation présente des premiers résultats très intéressants en termes de performance énergétique, mais le coût d'investissement est encore trop élevé par rapport à des systèmes classiques. L'innovation en termes de modèles d'affaires et d'offres de financement pour faciliter l'accès et l'investissement des usagers pour des systèmes thermodynamiques devra également se développer.

d) Tenir compte des enjeux spécifiques à l'industrie et l'agriculture. La filière doit mettre en œuvre des stratégies de conquête de nouveaux marchés, notamment dans l'industrie et l'agriculture. Les perspectives de développement du solaire thermique dans l'industrie reposent sur le fait que 30% des besoins de l'industrie en chaleur sont inférieurs à 200°C (agroalimentaire, papier carton…) et que le solaire permet le stockage de chaleur. Les principaux freins qui limitent le développement de cette source d'énergie tiennent aux contraintes industrielles, tant en termes de puissance qu'en termes de disponibilité de la source (l'industrie ayant besoin de fonctionner en continu). Les projets qui voient le jour aujourd'hui misent sur l'hybridation du solaire thermique avec d'autres formes d'énergie, voire sur le stockage.

Outre l'industrie, le développement du solaire thermique sur réseaux de chaleur est également une cible à fort potentiel de développement.

A côté des secteurs de l'agro-alimentaire, du papier carton, d'autres secteurs tertiaires comme les brasseries sont les candidats idéaux car elles ont besoin d'énormément de chaleur basse température (de 25° à 105°C). A cet effet, le projet européen Solar Brew (2012-2016) effectue un suivi sur 3 brasseries, afin de déterminer les meilleures pratiques dans la perspective d'un déploiement à grande échelle du solaire dans ce secteur.

Parmi les freins au développement du solaire dans l'industrie figure l'investissement élevé à consentir. La majorité des investissements se situent dans une fourchette allant de 0,5 à 5 millions d'euros pour l'installation solaire thermique, et des innovations en modèles d'affaire et d'offres de financement pour l'industrie seront à développer.

e) Favoriser la compétitivité et l'emploi. Ce secteur est exportateur net avec une très forte valeur ajoutée en France. La filière industrielle française produit plus que les besoins du marché. Il convient de donner des signaux positifs permettant de relancer le marché et de relancer les investissements industriels pour envisager une offre industrielle packagée, voire même adossée à des garanties de bon fonctionnement et de performance avec contrat de maintenance.

Objectifs

La filière est entrée dans une phase de réorientation de ses débouchés. Si des perspectives existent dans le résidentiel individuel et le collectif en cas de renforcement de la réglementation thermique, notamment sur le marché de la rénovation, la conquête de nouveaux marchés peut se faire du côté des applications industrielles et de la connexion de champs de capteurs solaires thermiques aux réseaux de chaleur. La généralisation de ces installations de grande puissance contribuerait ainsi à diminuer fortement les coûts de production et le développement de solutions hybrides pourrait contribuer au développement de la filière.

	Objectif 2018	Objectif 2023 fourchette basse	Objectif 2023 fourchette haute
Consommation finale de chaleur renouvelable solaire thermique	180ktep	270ktep	400ktep
- Dont solaire thermique individuel	80ktep	90ktep	120ktep
- Dont solaire thermique collectif, tertiaire et industriel	100ktep	180ktep	380ktep

PROJET

II.1.6 - Cogénération à haut rendement

Recommandations / objectifs

- ⇨ **Veiller à la bonne efficacité énergétique des projets**
- ⇨ **Veiller au bon dimensionnement des projets par rapport au besoin en chaleur**

Actions concrètes 2016-2017

- ⇨ **Mise en œuvre de l'arrêté tarifaire relatif aux petites installations de cogénération.**

Document de référence :

- ⇨ *Bilan énergétique de la France pour 2014 – SOeS, Minsitère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie*
- ⇨ *Analyse du potentiel national pour l'application de la cogénération à haut rendement - DGEC - 2010*

Les centrales de cogénération ont produit 4,1Mtep de chaleur en 2013 et 63% de la chaleur produite a été autoconsommée[12]. La moitié de la chaleur produite par cogénération l'a été en brûlant du gaz naturel.

(Données non corrigées des variations climatiques)	Chaleur issue de la cogénération (Mtep)
Production totale	**4,106**
Charbon	0,269
Produits pétroliers	0,432
Gaz naturel	1,946
Autres combustibles	1,459
Dont : déchets urbains	0,682
résidus de papeterie, liqueur noire	0,328
bois et déchets de bois	0,233
biogaz	0,085

Tableau 2 : Enquête sur la production d'électricité, SOeS

Au regard de la nécessité de favoriser les projets cogénération à haute efficacité énergétique, la directive européenne n°2012/27/UE relative à l'efficacité énergétique fixe un rendement minimal pour qualifier une cogénération haut rendement (cette qualification permettant les aides d'Etat). Au regard de ces exigences et pour favoriser les projets avec un débouché chaleur, un rendement thermique minimum des futurs projets de cogénération est à rechercher.

Par ailleurs, l'installation thermique est à concevoir selon une disponibilité annuelle (et non pas uniquement sur la période de chauffe). Pour le bon dimensionnement d'un projet, celui-ci doit être dimensionné en priorité sur les besoins en chaleur.

La cogénération gaz occupe une place importante dans le mix énergétique des réseaux de chaleur. Ainsi, 43% des réseaux sont équipés d'une cogénération et la cogénération gaz naturel représente 17% de l'énergie thermique des réseaux en 2013[13]. Si le quintuplement des livraisons de chaleur renouvelable s'accompagnera d'une diminution des consommations en énergies fossiles, il y aura un besoin de combustible en semi-base et en pointe (les EnR&R étant mobilisées pour répondre aux demandes de base). Dans ce contexte, les solutions à haut rendement comme explicité ci-dessus sont à privilégier.

[12] Source bilan de l'énergie pour 2014 - SOES
[13] Source enquête annuelle des réseaux de chaleur 2013- SNCU

PROJET

II.1.7 - La chaleur de récupération

Recommandations / objectifs

- ⇨ **Développer la récupération de chaleur fatale industrielle**
- ⇨ **Valoriser l'énergie fatale des datacenters et la récupération de chaleur sur eaux usées**
- ⇨ **Poursuivre l'amélioration de l'efficacité énergétique de la valorisation des unités de valorisation énergétique, ainsi que le raccordement des unités d'incinération**

Actions concrètes 2016-2017

- ⇨ **Elargir le fonds chaleur à la récupération de chaleur fatale**
- ⇨ **Rendre obligatoires des analyses coûts-avantages individuelles pour étudier l'opportunité de valoriser la chaleur fatale industrielle par un réseau de chaleur**
- ⇨ **Réaliser les audits énergétiques obligatoires pour les entreprises (hors PME).**

Document de référence :

- ⇨ *Etude « la chaleur fatale industrielle » - Mars 2015 - ADEME*

Principe

La chaleur de récupération, ou chaleur fatale, est la chaleur générée par un procédé qui n'en constitue pas la finalité première, et qui n'est pas récupérée[14]. Les sources de chaleur fatale sont très diversifiées, il peut s'agir de sites de production industrielle, de bâtiments tertiaires d'autant plus émetteurs de chaleur qu'ils en sont fortement consommateurs (comme les hôpitaux), des datacenters, ou encore des sites d'élimination des déchets comme les unités de valorisation énergétiques des déchets, sous l'angle de leur partie non renouvelable[15] et les unités d'incinération des déchets autres que ménagers.

La valorisation de cette chaleur de récupération peut ensuite se faire sur le site lui-même pour des besoins propres (séchage, préchauffage, chauffage des locaux…), pour répondre à des besoins de chaleur d'entreprises situées à proximité (réseau entre deux entreprises) ou pour des besoins de chaleur d'un territoire (réseau de chaleur urbain) ou enfin pour la production d'électricité.

La quantité de chaleur de récupération actuellement valorisée est difficile à estimer, on peut cependant se baser sur l'enquête annuelle des réseaux de chaleur et de froid qui fait état en 2013 de 227GWh de chaleur de récupération industrielle véhiculée par les réseaux (soit 1% de la quantité totale de chaleur des réseaux). La quantité de chaleur issue des unités d'incinération est de 7400GWh (soit 25% de la quantité totale de chaleur des réseaux), mais cette part comprend à la fois la part renouvelable (50% de la part des déchets ménagers) et la part non renouvelable qui peut être considérée comme de la chaleur de récupération.

Principaux enjeux pour la filière

a) Exploiter le potentiel de développement de la filière dans le secteur de l'industrie. L'industrie représente 21% de la consommation d'énergie nationale. Le premier enjeu de l'industrie porte sur l'efficacité énergétique. Si l'effort est à poursuivre pour réduire les consommations, la valorisation des énergies fatales doit également être mise en œuvre. Une étude réalisée par l'ADEME[16] a permis d'estimer un potentiel de chaleur fatale de 51TWh en France, dont 20% du gisement situé à proximité de réseaux de chaleur existants.

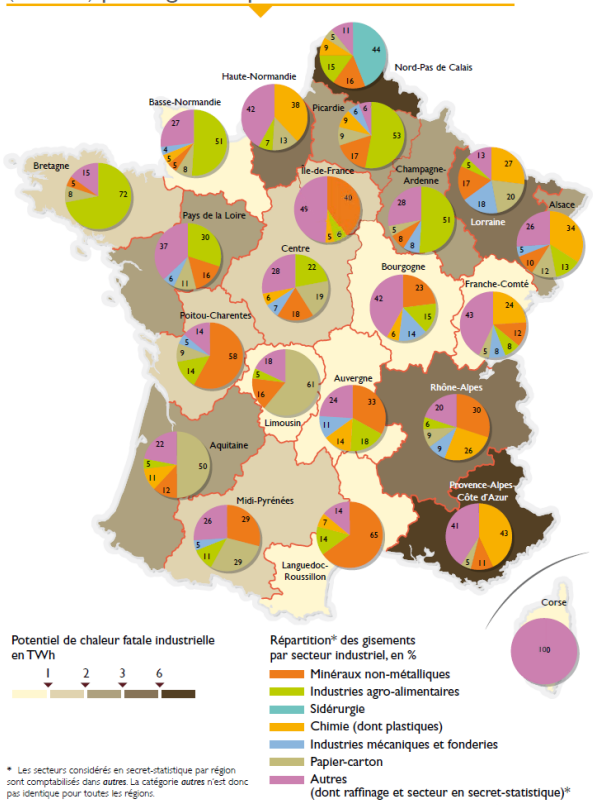
[14] Ainsi, la chaleur issue de la cogénération dont le but est de produire simultanément de la chaleur et de l'électricité n'est pas considérée comme une chaleur de récupération – Bulletin officiel BOI 3-C-107n°32 du 8 mars 2007 sur les conditions d'application de la TVA réduite sur les livraisons d'énergie calorifique

[15] La production d'énergie des unités de valorisation énergétique des déchets ménagers est considérée pour moitié comme renouvelable au titre de la directive sur les énergies renouvelables.

[16] La chaleur fatale industrielle – Connaître pour agri – 2015 - ADEME

PROJET

Répartition de la chaleur fatale industrielle (> 100°C) par région et par secteur industriel



Une étude publiée par l'ADEME en mars 2015 (*La chaleur fatale industrielle – Connaître pour agir*) présente de façon régionale différents gisements. On y découvre que les régions les plus industrielles (par exemple le Nord-Pas-de-Calais) présentent le potentiel le plus important en matière de chaleur fatale. Le potentiel total de chaleur fatale en France est estimé à 51 TWh (soit 16% de la consommation de combustibles dans l'industrie) rejetés sous forme de chaleur fatale à plus de 100°C. 20% de ce gisement est situé à proximité des réseaux de chaleur existants, soit 10,2TWh.

De nombreux sites industriels produisent ainsi un excès de chaleur au regard de leurs besoins, malgré les procédés d'optimisation qui sont mis en place. La priorité est à donner aux procédés énergétivores qui nécessitent des fours, séchoirs, chaudières, ont des rejets gazeux de type fumées et buées et des températures élevées de plus de 100°C (cimenteries, sidérurgie, chimie, papier carton, industries agroalimentaires, fonderies…)

Les résultats de cette étude sont intéressants et ouvrent des perspectives, ils devront toutefois être confrontés aux réalités concrètes de chaque site. L'analyse coûts avantages rendue obligatoire par la réglementation[17] en application de la directive efficacité énergétique, permettra d'étudier au cas par cas la possibilité de valoriser la chaleur fatale industrielle. En effet, depuis le 1er janvier 2015, les installations classées pour la protection de l'environnement d'une puissance thermique totale supérieure à 20MW générant de la chaleur fatale (non valorisée sur site) ont l'obligation de réaliser une étude coûts-avantages afin d'évaluer l'opportunité de valoriser leur chaleur fatale à travers un réseau de chaleur ou de froid. Ces dispositions concernent uniquement les installations nouvelles ou celles faisant l'objet d'une rénovation substantielle[18]. De même, en cas de nouvelle installation de production d'énergie dans un réseau, ou de rénovation substantielle de celle-ci, l'exploitant a l'obligation d'étudier la possibilité de valoriser la chaleur fatale des industries situées à proximité du réseau. Des seuils d'exemption ont été fixés en fonction de la distance entre le réseau et la source de chaleur fatale et du débit minimal du rejet de chaleur fatale.

L'analyse coûts avantages rendue obligatoire par la réglementation[19] en application de la directive efficacité énergétique, permettra d'étudier au cas par cas la possibilité et l'opportunité de valoriser la chaleur fatale industrielle. Il conviendra de lever deux freins au développement de la valorisation de la chaleur fatale, d'une part le coût encore élevé de l'investissement dans les équipements de récupération et de raccordement au réseau, et d'autre part la difficulté pour les industriels à s'engager sur une longue période de temps à fournir de la chaleur à un réseau.

Afin d'accompagner la valorisation de la chaleur fatale, le fonds chaleur de l'ADEME a élargi le champ des équipements éligibles, il permet ainsi d'aider au financement des équipements de captage, transport et distribution de chaleur à l'intérieur d'un site industriel entre différents procédés, ou vers un réseau de chaleur externe.

En 2014, 4 installations de récupération de chaleur fatale ont été aidées par le fonds chaleur pour un montant de 1M€. Ce type de projets devrait se développer suite à l'évolution réglementaire et à l'accompagnement renforcé du fonds chaleur en faveur de la récupération de chaleur fatale.

[17] Décret du 14 novembre 2014 et arrêté du 9 décembre

[18] Une rénovation substantielle correspond à une rénovation dont le coût dépasse 50% du coût d'une unité neuve comparable

[19] Décret du 14 novembre 2014 et arrêté du 9 décembre

b) Améliorer la performance des unités d'incinération de déchets. L'incinération représente aujourd'hui 33% du traitement des déchets. Il existe actuellement 126 installations en fonctionnement qui incinèrent 14 000 tonnes de déchets ménagers. En 2013, la production totale d'énergie issue des unités de valorisation énergétique s'est élevée à 12TWh, dont un tiers sous forme d'électricité et deux tiers sous forme de chaleur. 15% de cette chaleur est autoconsommée par les sites et 85% est exporté soit vers des réseaux de chaleur (85%) soit vers les sites industriels (15%)[20].

L'efficacité énergétique des sites peut progresser au travers de l'amélioration des rendements. Le raccordement de sites actuellement non raccordés pourra aussi se poursuivre. De plus, le plan national « déchets » 2020-2025 prévoit une réduction de 50% de la mise en stockage des déchets non dangereux. Le gisement des déchets à valoriser devrait donc être à la hausse et générer des possibilités de récupération de chaleur fatale, moyennant l'adaptation des moyens de combustion, ce qui représente des investissements conséquents.

c) Exploiter de nouveaux gisements (datacenters, les eaux usées). Les datacenters constituent un autre exemple de potentiel inexploité. Les datacenters situés en région parisienne représentent plus de la moitié du parc français, ils constituent des quantités potentiellement importantes d'énergie mobilisable. Ainsi, l'ADEME Ile de France et la DRIEE ont lancé une étude visant à évaluer le gisement potentiel exploitable de chaleur fatale en Ile de France, et notamment la récupération de la chaleur issue des datacenters et des eaux usées. S'agissant des datacenters, ils constituent de gros consommateurs d'électricité dont les besoins vont aller croissant avec le développement économique de la région et les projets liés au Grand Paris. Un premier exemple de valorisation de ce potentiel est en cours à Val d'Europe, dans l'Est de l'agglomération parisienne.

Un autre potentiel inexploité référencé dans le cadre des SRCAE vise la récupération de chaleur à partir d'eaux usées (eaux de lavage notamment, cuisine, salle de bain), grâce à l'installation d'échangeurs sur les connecteurs de réseaux d'assainissement, sous voirie ou au niveau des stations d'épuration. Dans les grandes agglomérations, avec présence de réseaux de chaleur, ces récupérations peuvent constituer des priorités pour le développement des énergies renouvelables et de récupération.

Objectifs

Les objectifs relatifs à la chaleur de récupération sont abordés dans la partie réseaux de chaleur et de froid ci-dessous puisqu'il s'agit d'un des principaux modes de valorisation.

II.2 - Les réseaux de chaleur et de froid

Objectifs

- ⇨ **Viser une quantité de chaleur et de froid renouvelables et de récupération livrés par les réseaux de 1,35 Mtep en 2018, et 1,9 à 2,3 Mtep en 2023.**

Recommandations

- ⇨ **Favoriser la densification massive des réseaux, notamment les études de faisabilité et la création de nouveaux réseaux de chaleur et de froid**
- ⇨ **Mettre en place une gouvernance des réseaux afin d'y développer une approche intégrée des territoires (SRCAE, schémas multi-énergies, schémas directeurs)**
- ⇨ **Encourager le développement de la part EnR&R des réseaux**
- ⇨ **Favoriser la création d'un référentiel partagé pour la conception optimale des réseaux de chaleur et de froid**
- ⇨ **Encourager dans le cadre des politiques locales (exp : PCAET…) la réalisation d'une étude de faisabilité / opportunité pour la réalisation d'un réseau de chaleur.**

[20] Source FEDENE

PROJET

Actions concrètes 2016-2017

- ⇨ **Adapter le Fonds chaleur à la problématique des réseaux avec des avances remboursables et un élargissement à la valorisation de la chaleur fatale industrielle ;**
- ⇨ **Achever en 2016 la cartographie nationale relative à l'offre et aux besoins de chaleur permettant d'identifier à l'échelle locale les réseaux existants et prévus**
- ⇨ **Soutenir dans les projets de loi de finances un taux de TVA réduit pour les réseaux de chaleur alimentés au moins à hauteur de 50 % par des énergies renouvelables ou de récupération**

Document de référence :

- ⇨ ***Enquête nationale annuelle sur les réseaux de chaleur et de froid – Rapport 2014 – SNCU pour le compte du SOES***
- ⇨ ***Carte des réseaux de chaleur et de froid en France – Edition 2014 - CEREMA***

II.2.1 - Etat des lieux des réseaux de chaleur et de froid

Les réseaux de chaleur ont un rôle essentiel à jouer dans le cadre des objectifs de développement des énergies renouvelables et de valorisation des énergies de récupération car ils permettent de mobiliser massivement des énergies comme la biomasse, la géothermie (pour laquelle les investissements de forage sont très élevés et ne peuvent être amortis que sur un grand nombre d'usagers), la chaleur de récupération d'unités de valorisation des ordures ménagères (qui du fait de l'éloignement des lieux d'habitation et de la quantité de chaleur produite nécessite d'être utilisée par plusieurs clients) ou encore la valorisation de la chaleur fatale industrielle.

Les principaux chiffres, issus de l'enquête sur les réseaux de chaleur et de froid[21] portant sur les données 2013, font état de : 501 réseaux de chaleur et 17 réseaux de froid s'étendant sur plus de 3883 km. Ce recensement inclut depuis 2012 les réseaux d'une puissance inférieure à 3,5MW.

Si les énergies fossiles (majoritairement le gaz) sont aujourd'hui largement dominantes dans l'approvisionnement des réseaux français, le taux d'énergies renouvelables et de récupération (EnR&R) dans les réseaux de chaleur est en progression rapide et atteint 40 % en 2013. Depuis 2007, si la quantité d'énergie livrée a augmenté de 12%, les livraisons de chaleur issues d'EnR&R ont augmenté de 65%. 45% des réseaux sont alimentés à 50% au moins par des EnR&R.

Principaux chiffres :

518 réseaux (dont 17 réseaux de froid)

16,5 GW installés, 3883 km de longueur totale, 25 800 GWh livrés

40% d'EnR&R

Contenu CO2 moyen : 0,162 kg/kWh

Prix moyen de vente : 70,2 € HT/MWh

Clientèle : résidentiel et tertiaire (95%) ; industrie (5%)

Parmi les EnR&R alimentant les réseaux de chaleur, la chaleur issue des unités de valorisation énergétique (UVE) est mobilisée en priorité. Le nombre de réseaux alimentés à partir de biomasse a fortement progressé depuis 2009. Plus de la moitié des réseaux utilisent du bois énergie comme combustible. La géothermie est également l'une des principales énergies utilisées, notamment en Ile de France. De nouvelles énergies commencent à être mobilisées comme le biogaz, la chaleur issue des eaux usées, des process industriels, des datacenters…

.

[21] Enquête nationale sur les réseaux de chaleur et de froid – Rapport 2014 – SNCU/FEDENE

PROJET

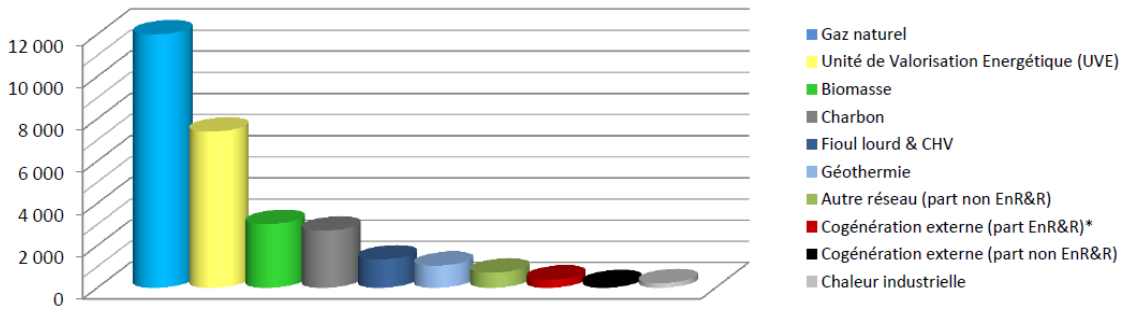


Figure 11 : Les dix principales énergies sur les réseaux de chaleur (en GWh d'énergie produite) (Source : SNCU)

La chaleur des réseaux alimente presque exclusivement des bâtiments résidentiels et tertiaires (95%), tandis que 5% alimente l'industrie. Au total, d'après le CEREMA les réseaux de chaleur recensés desservent environ 2,3 millions d'équivalents-logements (en 2012)[22] et sont présents dans les zones urbaines denses. Ils distribuent aujourd'hui 6% de la chaleur consommée dans le résidentiel et le tertiaire en France, contre 13% en moyenne en Europe et plus de 40% dans les pays scandinaves. Plus de la moitié des logements raccordés sont des logements sociaux. Dans le secteur tertiaire, 60% de la chaleur est consommée par les bâtiments publics des secteurs hospitaliers, scolaires et militaires.

Les réseaux de chaleur présentent de nombreux atouts en termes de performance énergétique (mutualisation de la production de chaleur, recours aux énergies de récupération) de flexibilité (possibilité de diversification du bouquet énergétique), de performance environnementale (réduction des émissions de gaz à effet de serre, lutte contre la pollution atmosphérique grâce à un meilleur pilotage des équipements collectifs). Ils offrent une stabilité des prix de vente de la chaleur livrée, le lissage par rapport au prix des énergies fossiles étant d'autant plus important que le bouquet énergétique EnR&R est élevé.

Dans l'industrie, les réseaux permettent notamment la valorisation de la chaleur fatale et constituent un facteur de compétitivité en réduisant les consommations énergétiques. Une cartographie nationale des besoins d'offre et de demande de chaleur est en cours de réalisation à l'échelle nationale. L'analyse coûts avantages d'une valorisation de la chaleur fatale industrielle, rendue obligatoire à compter du 1er janvier 2015 pour tous les nouvelles installations de combustion d'une puissance supérieure à 20MW et les rénovations importantes de ce même type d'installation, devrait permettre de faire émerger de nouveaux projets de raccordement[23]. Un accompagnement par le fonds chaleur géré par l'ADEME est notamment prévu pour la valorisation de la chaleur fatale industrielle[24].

Le réseau de froid urbain permet de mutualiser les besoins de fourniture en froid avec des équipements de production plus efficaces au plan énergétique que les équipements décentralisés. Il permet également une adaptation continue aux besoins réels et la possibilité de diversifier le bouquet énergétique.

On compte 17 réseaux de froid en France produisant environ 900GWh. En Europe, seule la Suède fait mieux en termes de livraisons. Les réseaux de froid desservent 80 000 équivalents-logements à travers 130km de canalisations, dans certains quartiers de Paris, La Défense, Bordeaux, Grenoble, Lyon, Montpellier... Les principaux utilisateurs sont les immeubles de bureaux et les établissements recevant du public, tels que les centres commerciaux, les musées, les hôtels. A titre d'exemple, à Paris le réseau Climespace est le plus grand d'Europe, la Seine fournit environ la moitié des besoins

[22] D'après le recensement de l'INSEE 1,3 millions de résidences principales seraient raccordées à un réseau de chaleur en métropole.
[23] Décret du 14 novembre 2014 et arrêté du 9 décembre 2014 précisant le contenu de l'analyse coût avantages
[24] Les différentes mesures d'accompagnement du fonds chaleur figurent dans le plan d'action de la France en matière d'efficacité énergétique : http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/0378_Annexe_1_PNAEE_.pdf

en froid du réseau qui dessert notamment le Louvre, l'Assemblée nationale ou la Banque de France.

La technique dominante dans les réseaux de froid en France est le compresseur (96% du froid urbain), avec rejet de la chaleur dans l'air ou dans l'eau. Certains réseaux fonctionnent aussi grâce au « free chilling », ce qui leur permet de valoriser les énergies renouvelables et de récupération, telles que la fraîcheur disponible dans l'eau, dans l'air ambiant ou du froid industriel obtenu lors de la vaporisation de gaz liquéfiés. D'autres systèmes sont par ailleurs capables de valoriser des EnR&R grâce à des machines à absorption. Enfin, il est possible à l'aide de pompes à chaleur ou de thermofrigopompes de générer à la fois de la chaleur et du froid.

Les énergies renouvelables et de récupération ne représentent actuellement que 3% du bouquet énergétique des réseaux de froid. On produit du froid notamment à partir de chaleur issue d'unités de valorisation énergétique, inutilisée en été, à l'aide d'une machine à absorption. Les réseaux de froid géothermiques sont pour l'instant peu développés. Le seul projet recensé est celui situé Porte d'Aubervilliers. Un développement sera observé notamment grâce aux SWAC (Sea Water Air Conditionning, technologie de climatisation de l'air utilisant une source renouvelable d'eau froide provenant du fond des mers ou des courants froids de surface) dont les premiers projets devraient voir le jour à Marseille et à l'Ile de la Réunion.

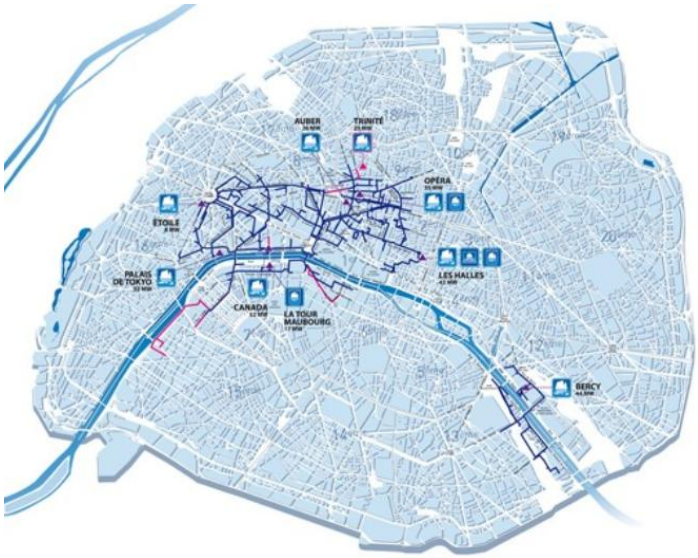


Figure 12: à travers le réseau de froid parisien Climespace qui est le plus grand d'Europe, la Seine fournit environ la moitié des besoins en froid du réseau qui dessert 500 bâtiments dont le Louvre, l'Assemblée Nationale ou la Banque de France

II.2.2 - Principaux enjeux

L'enjeu majeur pour le développement des réseaux de chaleur et de froid est la densification, l'extension et l'augmentation de la part d'EnR&R des réseaux existants tout en encourageant en parallèle la création de nouveaux réseaux. L'enjeu se situe de façon prioritaire dans l'urbain existant, avec un examen au cas par cas dans les quartiers nouveaux (besoins énergétiques moindres en particulier dans les éco-quartiers).

a) Urbanisme et connaissance des réseaux

En termes d'urbanisme, les enjeux identifiés portent, sur la nécessité de renforcer les outils[25] pour favoriser la densification et le développement dans l'urbain et le bâti existant (les outils d'urbanisme comme le PLU - Plan Local d'Urbanisme - et les réglementations thermiques concernent le neuf ou les extensions significatives, mais pas le bâtiment ou le quartier sur lequel aucune intervention urbaine n'est prévue). Un autre enjeu concerne la connaissance des réseaux de chaleur par les maîtres d'œuvre, les aménageurs et les urbanistes. L'appropriation de la connaissance des réseaux

[25] Les outils existants sont détaillés dans le plan national d'action efficacité énergétique

par les différents acteurs (la collectivité, le maître d'œuvre, le promoteur, le propriétaire et l'usager) est un paramètre déterminant. Pour faciliter l'accès aux données, la mise en œuvre d'une cartographie nationale qui est en cours de l'offre et des besoins de chaleur permettra d'identifier à l'échelle locale les réseaux existants et prévus ainsi que les besoins de chaleur, en complétant ainsi l'apport de l'observatoire des réseaux de chaleur. L'élaboration d'un référentiel commun entre les collectivités, les délégataires, les promoteurs et la maîtrise d'œuvre pour la conception optimale des réseaux de chaleur (régime de température, débit variable selon les ZAC, colonnes montantes…) est également un enjeu.

b) Implication des collectivités locales

Les réseaux sont un moyen pour une collectivité de se saisir de l'ensemble des enjeux liés à l'énergie, au service direct des administrés. L'implication des collectivités locales est clairement un facteur clé de succès pour le développement de réseaux de chaleur et de froid performants, et celle-ci est souvent initiée à travers les politiques et plans territoriaux. La loi de modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles (MAPTAM) du 27 janvier 2014 prévoit le transfert de la compétence des réseaux de chaleur aux métropoles[26] et aux communautés urbaines. La possibilité de mutualisation des compétences pour la coordination des différents réseaux permettra également de poursuivre cette dynamique organisationnelle. La réalisation d'études de faisabilité / opportunité pour la création d'un réseau semble également particulièrement pertinente pour les communes de plus de 20 000 habitants.

c) Compétitivité et prix de la chaleur

La compétitivité et la maîtrise des coûts et du prix de la chaleur pour les clients sont également un facteur déterminant pour l'acceptation et le développement des réseaux. Une récente enquête de l'association AMORCE sur les prix des réseaux de chaleur montre que pour la plupart des réseaux, le prix varie entre 53 et 100 €TTC/MWh (76,9 €TTC/MWh en moyenne) et que les réseaux alimentés par des énergies renouvelables et de récupération sont plus compétitifs en exploitation que les réseaux de gaz ou de fioul. Le coût de la chaleur est inférieur également à celui du chauffage individuel.

d) Information et implication des usagers

Afin de favoriser l'acceptation locale et le bon dimensionnement de l'installation, l'association et l'information des abonnés, usagers et citoyens à la vie du réseau sont essentielles. La concertation en amont des projets et l'attractivité du prix de la chaleur telle que développée ci-dessus sont également nécessaires. Il est possible d'aller encore plus loin, à l'instar de ce qui est pratiqué dans plusieurs pays européens où une coopérative citoyenne peut être à l'origine d'un réseau de chaleur. Les dispositions de la LTECV relatives au développement du financement participatif des énergies renouvelables y contribueront. Les réseaux de chaleur constituent l'un des vecteurs autour duquel les démarches de Territoires à énergie positive pour une croissance verte (TEPCV) peuvent se construire.

e) Développement des EnR&R

Le graphe ci-dessous illustre l'évolution des différentes filières EnR&R dans les réseaux depuis 2005 :

[26] À l'exclusion du Grand Paris pour lequel la compétence "gestion des réseaux" reste du ressort des communes.

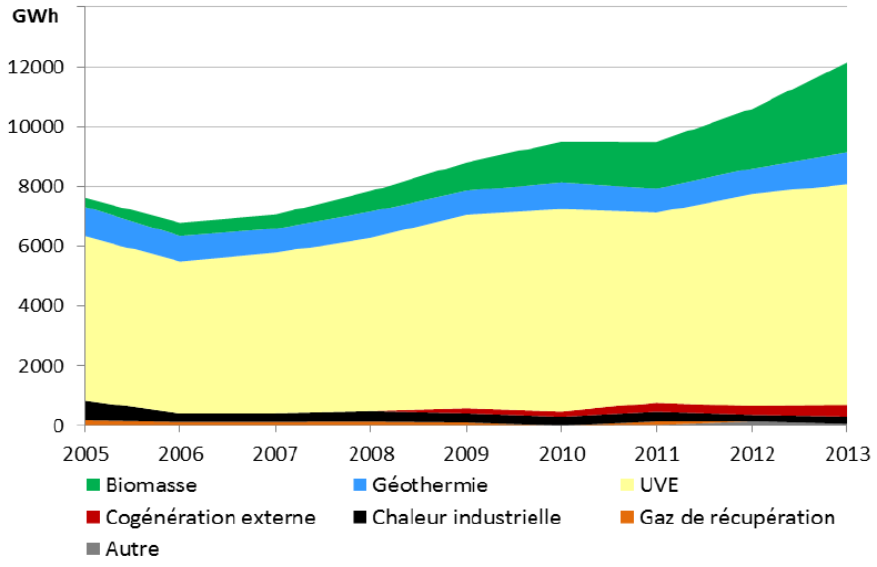


Figure 13 : Evolution des EnR&R dans les réseaux de chaleur

Afin de développer les EnR&R dans les réseaux, la mobilisation des principaux gisements actuels (biomasse, géothermie et unités de valorisation thermique) et des gisements émergents (chaleur de récupération, biogaz, solaire) doit être recherchée.

f) Enjeux technologiques

L'enjeu technologique concerne la mobilisation de nouveaux gisements EnR&R telle qu'évoqué ci-dessus et l'intégration des réseaux de chaleur dans le modèle de ville intelligente (smart-grids énergétique, approche multi-vecteurs gaz/électricité/chaleur…) Les « Smart Grids Thermiques », ou les réseaux de chaleur dits intelligents permettent d'intégrer davantage d'énergies renouvelables, de mieux ajuster la production à la demande, d'anticiper davantage les périodes de chauffage et de réduire les pertes d'énergie.

g) Les réseaux de froid

En termes d'enjeux industriels et d'efficacité énergétique, l'optimisation de la récupération de chaleur sur des réseaux de froid et en général sur les systèmes combinés de production chaud/froid (thermo-frigopompes) est à développer ainsi que la mutualisation des réseaux de chaleur et de froid.

Pour permettre de valoriser le développement de la filière des réseaux de froid auprès de nos partenaires internationaux, il est nécessaire de préciser au préalable la notion de froid renouvelable efficace. La Commission européenne travaille actuellement sur l'élaboration d'une stratégie européenne sur le chauffage et le refroidissement, dont les conclusions seront publiées début 2016. Il s'agit d'une opportunité à saisir pour initier des échanges sur une nomenclature et des principes de comptabilisation du froid renouvelable et de récupération.

h) Emploi

Les réseaux jouent un rôle également en termes d'emploi. Une récente analyse menée par l'ADEME montre qu'avec un marché de 840M€ en 2013, 5400 équivalents temps plein sont nécessaires à la réalisation et à l'exploitation des réseaux de chaleur (depuis la production jusqu'à la distribution).

II.2.3 - Objectifs

L'un des objectifs du projet de loi relatif à la transition énergétique pour la croissance verte concerne spécifiquement les réseaux de chaleur et de froid, il s'agit 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 » par rapport à l'année de référence 2012.

PROJET

La quantité de chaleur et de froid renouvelable et de récupération livrée par les réseaux de chaleur en 2012 était de 0,68Mtep. Ainsi, l'objectif de multiplication par cinq conduit à une valeur de 3,4Mtep de chaleur et de froid renouvelable et de récupération livrée par les réseaux à l'horizon 2030. On peut considérer que le chemin à parcourir jusqu'en 2030 correspond à un **objectif de chaleur et de froid renouvelables et de récupération livrés par les réseaux de 1,35Mtep en 2018 et entre 1,9 et 2,3 Mtep en 2023**.

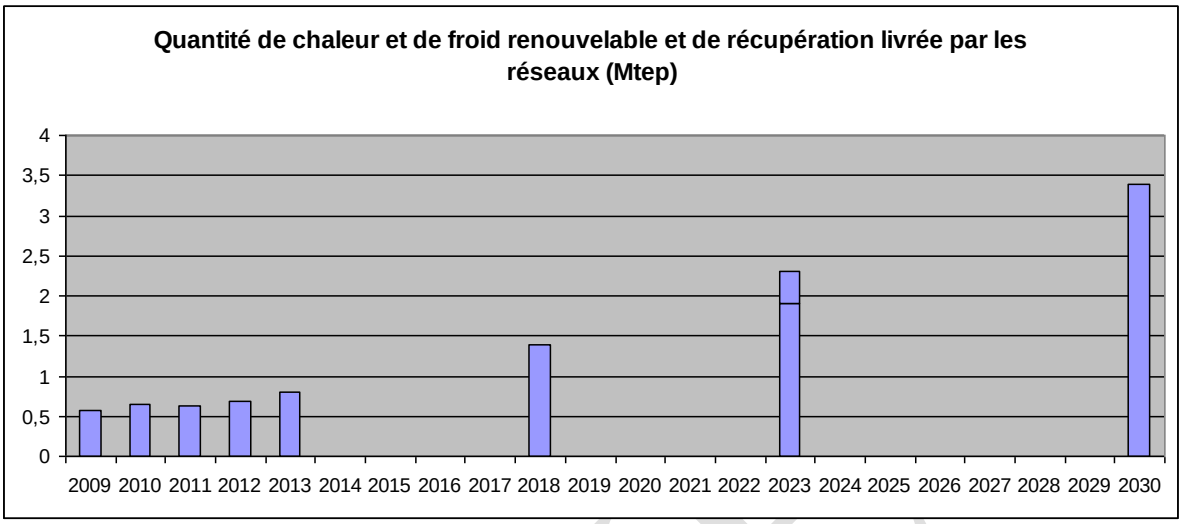


Figure 14 : Quantité de chaleur et de froid renouvelable et de récupération

Le rythme actuel est de l'ordre de 55ktep EnR&R supplémentaires par an entre 2010 et 2013 d'après l'enquête annuelle de branche. L'atteinte des objectifs 2018 et 2023 implique un rythme annuel de 110ktep jusque 2018 puis entre 110ktep et 190ktep jusqu'en 2023 soit une multiplication entre 2,2 et 3,8 du rythme de développement actuel des EnR&R sur les réseaux de chaleur et de froid d'ici 2023.

L'objectif peut être atteint par une combinaison de l'augmentation du taux d'EnR&R dans les réseaux, qui est déjà passé de 27% à 40% entre 2007 et 2013, d'une augmentation de la quantité de chaleur livrée par les réseaux et d'une hausse du nombre d'équivalents-logements[27] raccordés.

Le taux d'EnR&R moyen actuel des réseaux étant de l'ordre de 40%, un **objectif cible de 50% d'EnR&R**[28] dans les réseaux d'ici 2018 puis **entre 55 et 60% à compter de 2023** paraît réaliste et suffisamment ambitieux. Il faut souligner qu'il existe un écart type important du taux d'EnR&R selon les types de réseaux, leur taille, leur caractère nouveau ou ancien ou leur zone d'implantation. Ce taux cible est donc un taux moyen.

Enfin, la fixation de ce taux doit également s'accompagner d'un objectif en quantité totale de chaleur et de froid livrée par les réseaux. Ainsi, en 2014 environ 2,3 millions d'équivalents logements sont raccordés à un réseau de chaleur[29] et un objectif cible de **2,7 millions d'équivalents logement raccordés en 2018** et **entre 4 millions et 4,8 millions d'équivalents logement raccordés en 2023**, peut être donné à titre indicatif.

Concernant le développement des filières renouvelables et de récupération dans la chaleur livrée par les réseaux aux horizons 2018 et 2023, la biomasse, ressource particulièrement adaptée aux réseaux de chaleur, représente d'ores et déjà une part importante de la chaleur véhiculée par les réseaux et devrait continuer à se développer au même rythme. La géothermie devrait poursuivre et accélérer son développement dans les réseaux (la géothermie basse et moyenne énergie est la source principale de géothermie exploitable par les réseaux de chaleur, et la géothermie très basse

[27] La notion d'équivalent logement permet de donner une réalité "concrète" à la quantité d'énergie délivrée. Les réseaux n'alimentent pas exclusivement des logements, ils desservent également des surfaces tertiaires et l'industrie. Le monde de calcul des équivalents logements a été redéfini pour permettre de s'affranchir de la rigueur climatique et d'intégrer les réductions de consommation d'énergie envisagées.
[28] Les textes réglementaires et les outils d'aides publiques considèrent comme « vertueux » un réseau de chaleur valorisant au moins 50% d'EnR&R
[29] Source SNCU

énergie assistée par pompes à chaleur alimente de plus petits réseaux). Les réseaux sont par ailleurs un excellent moyen de valoriser la chaleur de récupération industrielle qui est amenée à se développer. Par ailleurs, le raccordement d'unités d'incinération d'ordures ménagères actuellement non reliées à un réseau et l'amélioration des performances énergétiques devraient permettre une légère croissance de la chaleur issue de ces installations. Enfin, le biogaz et le solaire thermique devraient prendre peu à peu leur place dans les réseaux de chaleur.

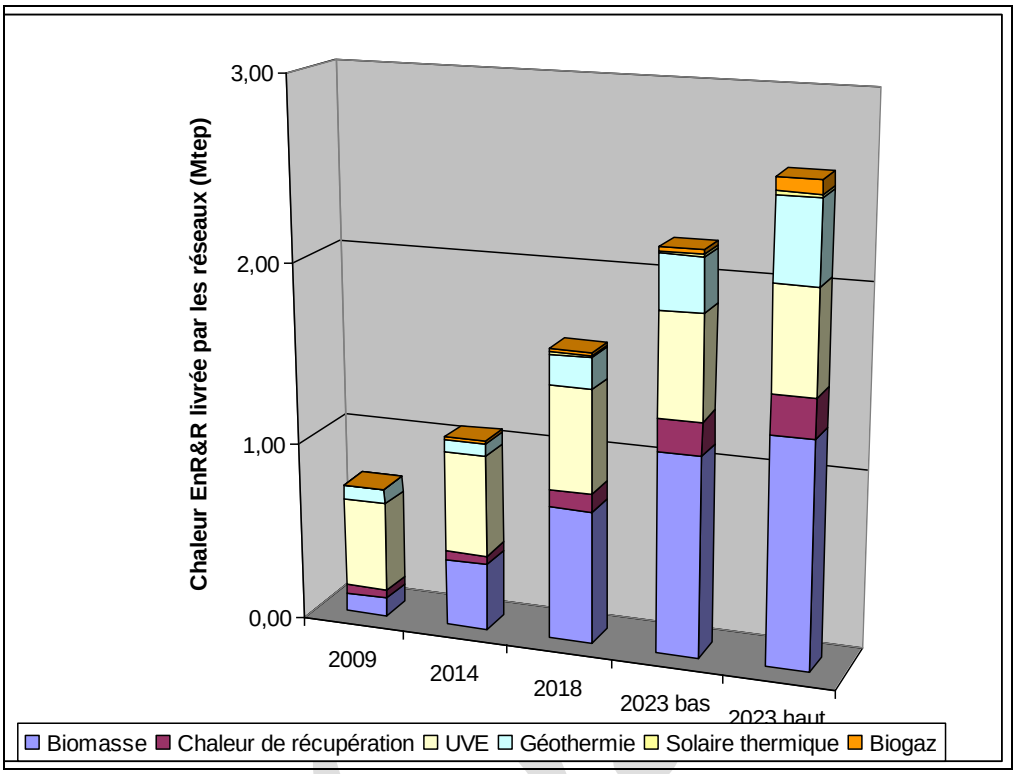
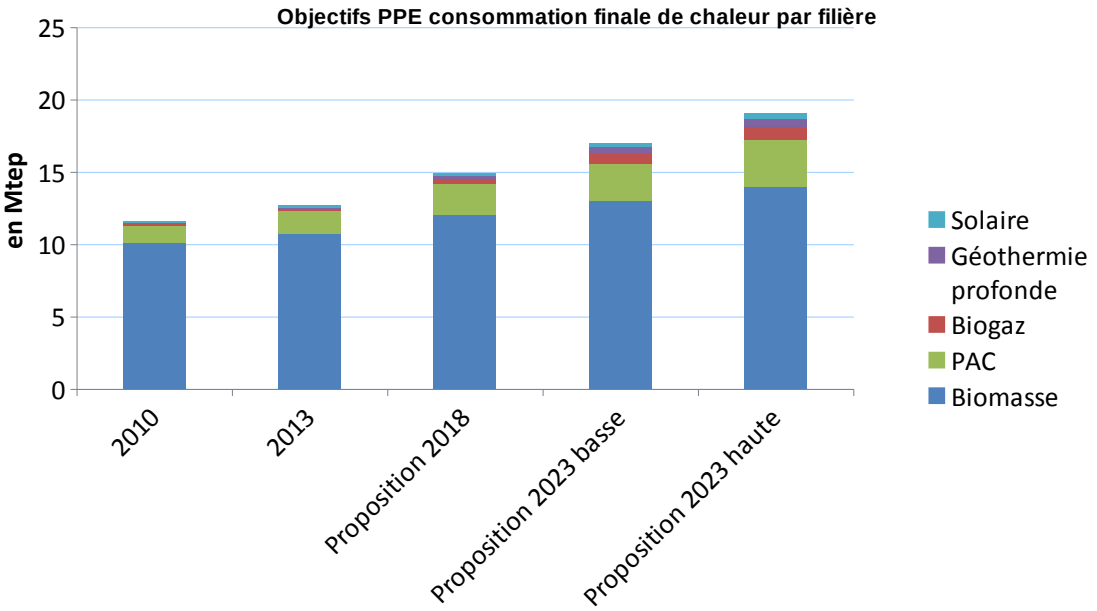


Figure 15 : Quantité d'EnR&R livrée par les réseaux (Mtep)

II.3 - Objectifs et recommandations

Le graphe ci-dessous illustre la part de chaque filière aux différentes échéances de la PPE.



Objectif de consommation finale de chaleur (Mtep)	2018	2023 fourchette basse	2023 fourchette haute
Biomasse	12,5	13	14
Pompes à chaleur aérothermiques et géothermiques	2,2	2,8	3,2
Biogaz	0,3	0,7	0,9
Géothermie profonde (sans pompes à chaleur)	0,2	0,4	0,55
Solaire	0,18	0,27	0,4
TOTAL	**14,88**	**17,17**	**19,05**

La biomasse solide continue de représenter la part la plus importante de l'objectif de chaleur renouvelable (80% en 2018 et autour de 75% en 2023). Les pompes à chaleur contribuent de façon croissante à l'objectif de consommation finale (elles représentent près de 15% de l'objectif 2018 et environ 16% de l'objectif 2023). Les objectifs du biogaz tiennent compte de la perspective de développement de la filière avec valorisation chaleur dans des réseaux de chaleur et par injection dans des réseaux de gaz naturel (en considérant qu'une part majoritaire est valorisée en chaleur). La géothermie profonde est une filière mature qui devrait connaître un développement progressif notamment par valorisation sur réseaux de chaleur. Enfin, la filière solaire thermique a rencontré des difficultés et nécessite de poursuivre sa structuration et sa montée en compétence, les objectifs fixés tiennent compte de ses enjeux.

Recommandations / objectifs

⇨ **Augmenter de 50% le rythme de développement de la production de chaleur renouvelable** en s'appuyant **notamment** sur le déploiement des chaufferies biomasse, le recours aux pompes à chaleur et à la méthanisation. Cela nécessitera un renforcement des actions de mobilisation de la biomasse

Actions concrètes 2016-2017

- ⇨ **Doubler le fonds chaleur d'ici 2017 et l'élargir à de nouveaux gisements ;**
- ⇨ **Soutenir une simplification et un renforcement crédit d'impôt transition énergétique au taux de 30% dans le projet de loi de finances pour 2016 ;**
- ⇨ **Soutenir la fixation d'un prix de référence du CO_2 pour la contribution climat-énergie pour 2016 et 2017 qui soit cohérente avec la trajectoire fixée par la loi et l'objectif de 100€ par tonne de CO2 en 2030**

Document de référence :

- ⇨ *Bilan énergétique de la France pour 2014 – Edition 2015 - SOES*
- ⇨ *Bilan du fonds chaleur 2009-2014 – Edition 2015 – ADEME*

La fixation des objectifs en matière de développement de la chaleur renouvelable à 2018 et à 2030 tient compte des paramètres suivants :

a) Ces objectifs permettent de se mettre sur la trajectoire de l'objectif fixé par la loi sur la transition énergétique de 38% de chaleur renouvelable à l'horizon 2030.

b) Ces objectifs sont cohérents avec la trajectoire fixée pour l'atteinte de l'objectif de multiplication par 5 de la quantité de chaleur et de froid renouvelable et de récupération livrée par les réseaux à l'horizon 2030.

c) Ils tiennent compte du retard ou de l'avancée de chaque filière au titre des objectifs à l'horizon 2020 ce qui conduit à réévaluer leur potentiel. La directive 2009/28/CE relative à la promotion de l'utilisation des énergies renouvelables (EnR) a introduit des objectifs nationaux contraignants, dont notamment pour la France l'atteinte en 2020 de 23% d'énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie. Compte tenu des différents objectifs nationaux, les énergies renouvelables devraient ainsi fournir 20% de la consommation finale brute d'énergie de l'ensemble de l'Union européenne en 2020. Le plan national d'action en faveur des énergies renouvelables (PNA ENR) prévu par la directive EnR et remis à la Commission en 2010 affiche la contribution attendue de chaque énergie renouvelable pour la production d'électricité, ou de chaleur. Une trajectoire annuelle entre 2005 (année de référence de la directive EnR) et 2020 a ainsi été établie pour chacune des filières avec un objectif de 33% de chaleur renouvelable en 2020. En 2005, la part des énergies renouvelables dans la consommation finale de chaleur et de refroidissement était de 11,6%, en 2013[30], cette part s'élève à **17,9%** alors que la trajectoire fixée par le PNA ENR est de 20,5% (33% en 2020).

Consommation finale brute (Mtep)	Réalisé 2005	Réalisé 2013	% de réalisation de l'objectif 2013	Objectif 2020
Biomasse solide et déchets urbains renouvelables	8 570	10 666	96%	15 900
dont consommation de bois des ménages	*6627*	*7574*	*108%*	*7400*
Pompes à chaleur	215	1 629	119%	1 850
dont géothermiques	*54*	*359*	*97%*	*570*
Géothermie thermique	108	113	48%	500
Solaire thermique	49	145	52%	927
Biogaz	85	106	73%	555
Total chauffage et refroidissement	**9 027**	**12 658**	**96%**	**19 732**

Tableau 3 : Evolution passée et objectif 2020 de consommation finale de chaleur renouvelable

[30] Le mode de comptage de la directive EnR diffère de celui du bilan de l'énergie : le périmètre est plus large et intègre les DOM, le bois énergie utilisé pour le chauffage n'est pas corrigé des variations climatiques, enfin la directive retient les pompes à chaleur avec des conditions de performance minimales.

PROJET

En 2013, pour le chauffage et le refroidissement, 96% de l'objectif prévu par le PNA ENR a été atteint, soit un manque de 0,5Mtep. Un retard important est constaté pour les filières solaire thermique, géothermie et biogaz. En revanche, les pompes à chaleur affichent une avance par rapport aux objectifs fixés pour cette période. La biomasse qui représente 80% de l'objectif 2020 affiche un léger retard par rapport aux objectifs 2013.

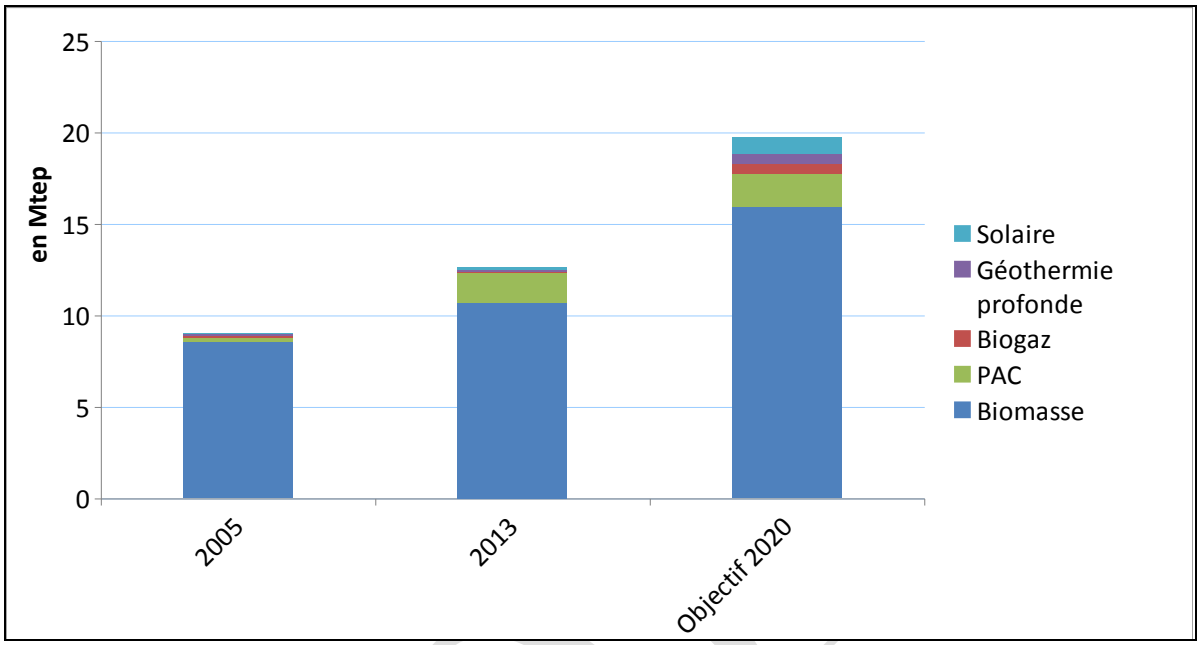


Figure 16 : Evolution passée et objectif 2020 de consommation finale de chaleur renouvelable

d) Les objectifs qui ont été fixés pour chaque filière ont été bâtis également en s'appuyant sur les ateliers menés dans le cadre de la programmation pluriannuelle de l'énergie sur la période de mars à juin 2015, ainsi que sur les données issues des SRCAE (schémas régionaux climat air énergie) conduits dans les différentes régions.

Les ateliers ont permis de recueillir la vision du développement des filières par les représentants des organisations professionnelles, des régions et des collectivités, des associations de consommateurs, des associations environnementales et des différents ministères et établissements publics concernés. Les enjeux, forces, faiblesses et opportunités de chaque filière ont ainsi pu être identifiés et ont permis suite à une analyse stratégique de fixer pour chaque filière des objectifs aux horizons 2018 et 2023, et de formuler des préconisations.

Ces différents objectifs supposent un système d'impulsion à mettre en œuvre. Ainsi, au-delà des objectifs de développement fixés par la programmation pluriannuelle de l'énergie, les freins et points de vigilance mis en lumière lors des débats avec les professionnels et rappelés aux paragraphes suivants nécessitent une attention particulière des pouvoirs publics et des acteurs privés pour la bonne atteinte des objectifs. Parmi les points de vigilance communs à toutes les filières chaleur renouvelable, le rythme et l'ambition de rénovation du parc existant qu'il s'agisse des logements individuels, collectifs ou tertiaire est un facteur clé, ainsi que l'adoption et la mise en œuvre de réglementations thermiques ambitieuses. La compétitivité des projets chaleur renouvelable et de récupération est également un enjeu fort pour l'atteinte des objectifs.

La densification et la création de nouveaux réseaux de chaleur et de froid et le développement de la part EnR&R des réseaux est également un point de vigilance pour l'atteinte des objectifs dans la mesure où les réseaux permettent de valoriser les différentes énergies renouvelables et de récupération.