

CHALEUR RENOUVELABLE

LES MOYENS CONSACRÉS EN FRANCE À SON DÉVELOPPEMENT SONT-ILS À LA HAUTEUR ?

Jean-Marc Jancovici

jean-marc.jancovici@carbone4.com

Clément Ramos

clement.ramos@carbone4.com

Luc Bachelet

luc.bachelet@carbone4.com

Stéphane Amant

stephane.amant@carbone4.com

Pourquoi la transition énergétique de notre société est-elle impérative au regard du changement climatique ?

Quel rôle la production de chaleur renouvelable a-t-elle à jouer dans cette transition en France ?

Que dire de l'ambition des pouvoirs publics pour développer les filières renouvelables de production de chaleur ?

Notre société s'est construite sur une consommation massive d'énergie fossile à l'origine du réchauffement climatique. Ses conséquences inquiétantes appellent à une réduction significative des consommations d'énergies carbonées.

En France, la chaleur constitue quasiment la moitié des consommations énergétiques tout en étant très carbonée. Dans ce contexte, et afin d'être cohérent avec les engagements de la France, les soutiens des pouvoirs publics aux énergies renouvelables doivent s'orienter davantage vers la production de chaleur.

Carbone 4

54 rue de Clichy 75009 PARIS

contact@carbone4.com

+33 (0)1 76 21 10 00

www.carbone4.com

SYNTHÈSE

LES MESSAGES CLÉS DE L'ÉTUDE

DÉCARBONER NOTRE ÉCONOMIE EST UNE NÉCESSITÉ

Alors que les manifestations du changement climatique se font sentir partout sur la planète, il est plus que jamais indispensable de réduire de manière drastique nos émissions de gaz à effet de serre (GES), ce qui passe par l'abandon progressif du pétrole, gaz naturel et charbon..

En 2015 en France, les États du monde entier ont acté cette urgence en signant l'Accord de Paris dont l'objectif ultime est de maintenir la hausse de la température moyenne en dessous de +2°C. Cette forte ambition ne nous laisse pas d'autre choix qu'un engagement sans précédent : si la tendance des dernières décennies se poursuit, nous connaissons un réchauffement de l'ordre de +5°C à la fin de ce siècle, ce qui correspond à un choc climatique.

En effet, un écart de +5°C correspond à la différence de température moyenne qui nous sépare de la dernière période glaciaire où l'Europe n'était alors qu'une vaste étendue de glace, de steppe et de toundra. La transition interglaciaire qui a conduit au climat contemporain a duré environ 10 000 ans : or, nos activités humaines sont en train de provoquer le même réchauffement, mais à une vitesse 50 à 100 fois plus rapide ! Un tel rythme global constitue évidemment un bouleversement radical pour les écosystèmes et expose les sociétés humaines à des risques très concrets : inondations, sécheresses, cyclones, montées des eaux, etc. Les conséquences pourront conduire à des déstabilisations dramatiques des structures sociales établies en général, et de l'économie en particulier. Pour réduire l'exposition à ces nombreux risques, décarboner notre économie se révèle donc être une nécessité.

LA CHALEUR RENOUVELABLE : UN GISEMENT DE DÉCARBONATION TRÈS SIGNIFICATIF

L'observation des usages énergétiques en France montre qu'environ 39% des émissions de CO₂ viennent de l'usage du pétrole et du gaz pour produire de la chaleur (chaudières de bâtiments à gaz et à fioul, chaudières industrielles non électriques, et réseaux de chaleur hors bois pour l'essentiel). La production de cette chaleur engendre environ 4 à 5 fois plus d'émissions que celles de la production électrique et presque autant que celles du transport.

En effet, pour produire de la chaleur aujourd'hui, nous utilisons des énergies fossiles pour plus de 2/3 de ces besoins thermiques, principalement du gaz naturel et du pétrole. Une stratégie ambitieuse de réduction des émissions de GES en France ne peut donc s'envisager sans mettre un accent fort sur la chaleur : réduire les consommations d'énergie par la maîtrise des besoins (efficacité et sobriété) va de pair avec le développement des énergies renouvelables (EnR) pour décarboner la chaleur. Or, lorsqu'on évoque les EnR en France aujourd'hui, les EnR électriques sont celles qui viennent majoritairement à l'esprit.

LES SOLUTIONS DE CHALEUR RENOUVELABLE SONT MULTIPLES, ET... SOUS-EXPLOITÉES

Développer la production de chaleur renouvelable sur notre territoire est envisageable grâce à plusieurs filières : la filière biomasse (bois et biogaz essentiellement), la filière pompes à chaleur dont la géothermie directe, la filière solaire thermique, et la filière valorisation énergétique des déchets organiques.

En leur sein, des bouquets de solutions existent qui permettent de s'adapter aux besoins spécifiques locaux (par exemple : via les réseaux de chaleur, ou différents types de pompe à chaleur). De surcroît, un fort courant d'innovation irrigue ce domaine de la chaleur renouvelable, que ce soit pour la production ou le stockage d'énergie. On peut s'attendre à des progrès importants qui auront des effets significatifs sur la place occupée par la chaleur renouvelable à l'avenir. Malheureusement, en dépit de ce fort potentiel, seulement 20% des besoins en chaleur en France sont aujourd'hui produits par des moyens renouvelables ou de récupération. Il est illusoire de vouloir s'attaquer aux émissions considérables de GES associées à cette chaleur sans développer massivement ces solutions : c'est là que le soutien des pouvoirs publics entre en jeu.

LA CHALEUR RENOUVELABLE N'EST PAS ASSEZ SOUTENUE PAR LES POUVOIRS PUBLICS

En 2016, les filières de chaleur renouvelable n'avaient reçu que 567 M€ du budget public dédié au soutien des EnR, contre environ 4 400 M€ pour les EnR électriques. Ce déséquilibre, relevé par la Cour des Comptes elle-même dans un [récent rapport](#), est difficile à justifier du point de vue de la réduction des émissions de GES que notre pays s'est engagé à entreprendre.

Avec 4 à 5 fois plus d'émissions générées par la chaleur que la production d'électricité totale en France, la chaleur bénéficie pourtant d'un soutien des pouvoirs publics 8 fois inférieur à celui consacré aux EnR électriques. Autrement dit, comme instrument de lutte contre le changement climatique, le kWh d'EnR chaleur est 30 à 40 fois moins soutenu par l'État que le kWh d'EnR électrique pour lutter contre le changement climatique.

PRODUCTION DE CHALEUR RENOUVELABLE : LA FRANCE DOIT CHANGER D'ÉCHELLE

Il est donc grand temps de changer de braquet pour le soutien à la production de chaleur renouvelable en France. D'autant plus que notre pays est en retard par rapport à ses objectifs de décarbonation : les émissions de GES devraient baisser dans tous les secteurs alors qu'elles augmentent.

La nécessité de stimuler davantage les filières de production de chaleur renouvelable est d'autant plus forte que l'ambition nouvelle de la France en matière climatique est celle d'une trajectoire Zéro Émission Nette en 2050, bien plus exigeante que celle du Facteur 4 sur laquelle se fonde le corpus actuel des textes gouvernementaux (SNBC¹ et PPE).

Désormais, il revient donc aux autorités de muscler considérablement le cadre incitatif (voire normatif) pour accélérer la diffusion des solutions de production de chaleur renouvelable, y compris en misant sur les moyens de stockage lorsque c'est pertinent. En commençant par s'attaquer aux secteurs les plus émetteurs à ce jour, à savoir le résidentiel et le tertiaire.

Avec 4 à 5 fois plus d'émissions générées par la chaleur que la production d'électricité totale en France, le kWh d'EnR chaleur est 30 à 40 fois moins soutenu par l'État que le kWh d'EnR électrique pour lutter contre le changement climatique.

¹Scénario National Bas Carbone et Programmation Pluriannuelle de l'Énergie

TABLE DES MATIÈRES



LES MESSAGES CLÉS DE L'ÉTUDE	2
-------------------------------------	----------

1

L'IMPÉRIEUSE NÉCESSITÉ DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE	5
--	----------

- L'énergie abondante : source de l'accroissement exponentiel de l'activité humaine et de la perturbation du climat	5
- Quelles conséquences induites par le changement climatique ?	7

2

LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE EN FRANCE : QUE DIRE DE LA CHALEUR ?	10
---	-----------

- Panorama énergétique de la France	10
- Production de chaleur et empreinte carbone	13

3

DÉCARBONER LA CHALEUR EN FRANCE : UNE NÉCESSITÉ ABSOLUE	14
--	-----------

- Les avancées législatives pour la transition énergétique en France...	14
- ...Comportent des objectifs sur la chaleur	15

4

LES SOLUTIONS DE PRODUCTION DE CHALEUR RENOUVELABLE SONT PLURIELLES ET SOUVENT SOUS-EXPLOITÉES	17
---	-----------

- La filière biomasse solide	18
- La filière pompe à chaleur (PAC)	18
- La filière biogaz	19
- La filière solaire thermique	19
- Les réseaux de chaleur	19
- Et demain ?	21

5

LES MOYENS QUE DÉPLOIENT LES POUVOIRS PUBLICS SONT-ILS À LA HAUTEUR DES ENJEUX DE LA CHALEUR ? À L'ÉVIDENCE NON !	22
--	-----------

- Le Fonds Chaleur : l'outil principal de soutien aux énergies renouvelables et de récupération thermiques	22
- Panorama du soutien au développement des EnR thermiques complémentaire au Fonds Chaleur	23

6

L'AMBITION DE LA FRANCE EN MATIÈRE DE PRODUCTION DE CHALEUR RENOUVELABLE DOIT CHANGER D'ÉCHELLE	25
--	-----------

1

L'IMPÉRIEUSE NÉCESSITÉ DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

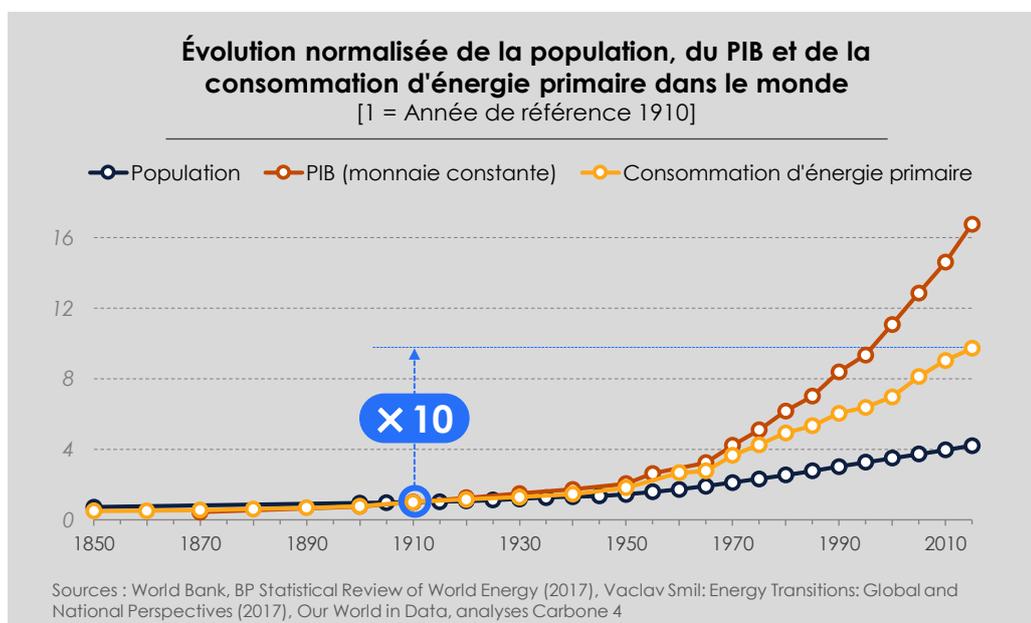
L'ÉNERGIE ABONDANTE : SOURCE DE L'ACCROISSEMENT EXPONENTIEL DE L'ACTIVITÉ HUMAINE ET DE LA PERTURBATION DU CLIMAT

L'énergie est la mesure de la transformation du monde : toute modification de vitesse, de température, de forme d'un objet, d'altitude, de composition chimique, etc., nécessite un apport énergétique. Par conséquent, plus on consomme d'énergie en un temps donné, plus on transforme notre environnement rapidement.

Depuis 1910, la consommation d'énergie mondiale a été multipliée par un facteur dix². Cette augmentation vertigineuse illustre à bien des égards l'extraordinaire expansion de la civilisation (PIB multiplié par 17 et population multipliée par 4 sur la même période), et les transformations du monde qui en découlent.

La production de biens et de services, et plus généralement l'activité économique a elle aussi augmenté exponentiellement. Cette évolution est le fruit de la facilité d'exploitation des sources d'énergie fossiles, globalement très peu chères par rapport au temps où les seules énergies disponibles étaient renouvelables (moulins à vent et eau, marine à voile, bois) ou musculaires (animaux de trait, travaux manuels, etc.).

L'accès à une énergie abondante et très bon marché est en quelque sorte une bonne fée qui nous a donné des pouvoirs titanesques. Nous devons avoir conscience que notre situation est tout à fait inédite de ce point de vue au regard de l'histoire de l'Humanité.

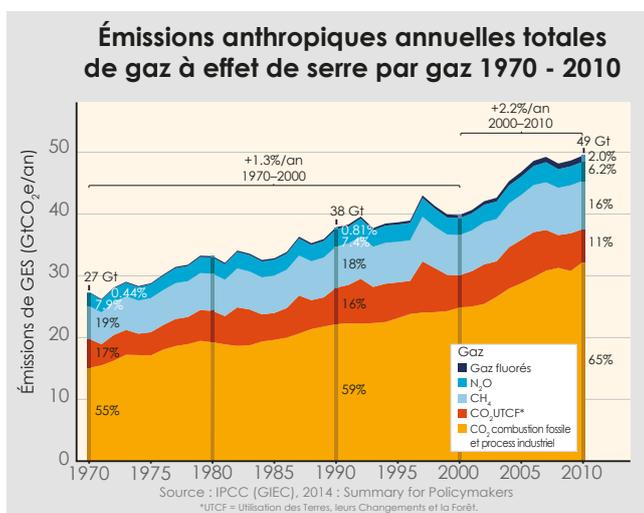
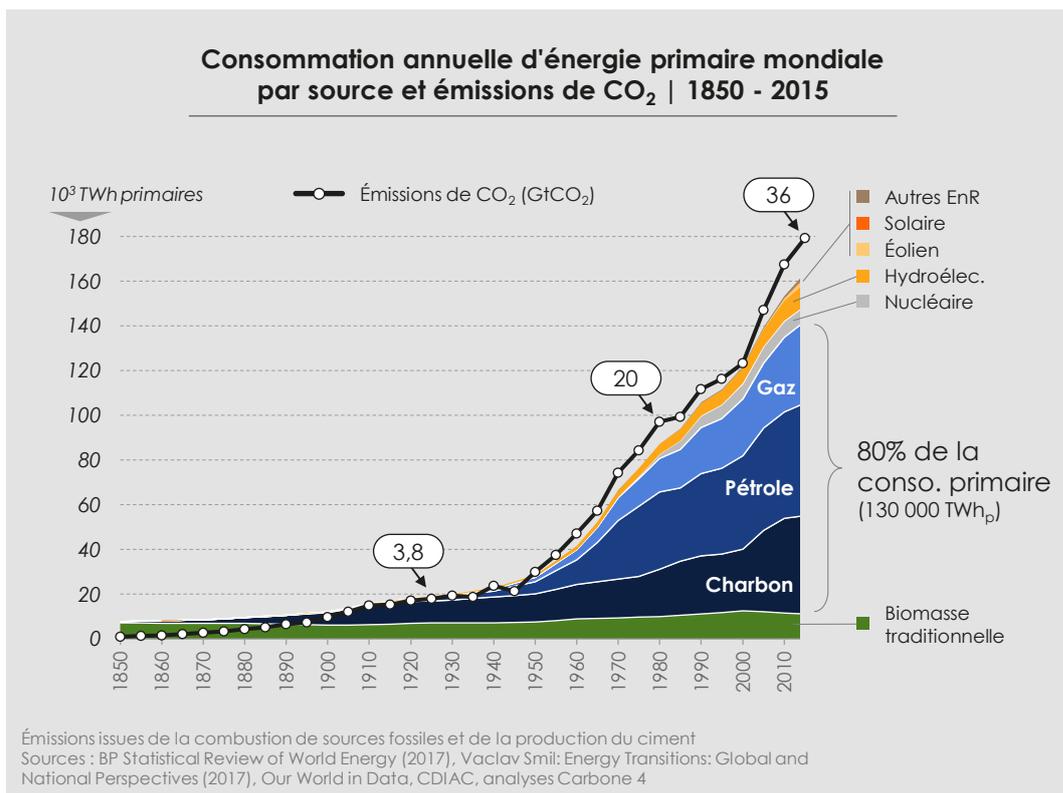


²Période 1910-2015, en énergie primaire. L'énergie primaire correspond à l'état dans lequel une ressource énergétique est présente dans la nature, avant toute transformation : pétrole dans son puits, énergie cinétique du vent, rayonnement solaire etc.

Différentes sources d'énergie ont été et sont sollicitées pour alimenter ce besoin énergétique croissant. À ce jour, les hydrocarbures fossiles représentent plus de 80% de cette consommation d'énergie dans le monde. Néanmoins ces transformations du monde ne s'arrêtent pas aux produits et services : elles s'accompagnent de la transformation de notre environnement. En particulier, la combustion de ces ressources fossiles modifie la composition chimique de l'atmosphère.

Cette combustion produit du gaz carbonique (CO₂) qui, une fois relâché dans l'atmosphère, accentue anormalement l'effet de serre et perturbe la mécanique climatique.

À ce jour, les hydrocarbures fossiles représentent plus de 80% de cette consommation d'énergie dans le monde.



Le CO₂ issu de la combustion d'hydrocarbures n'est pas la seule source de cette perturbation : la déforestation et les émissions de méthane notamment en font également partie.

Ce gaz constitue cependant la cause principale du changement climatique : il contribue pour 65% à l'excès de gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère en 2010.

QUELLES CONSÉQUENCES INDUITES PAR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ?

Une augmentation de la température moyenne à une vitesse et un niveau très élevés

Il y a 20 000 ans, la Terre vivait une période glaciaire. L'Europe du Nord n'était qu'une vaste étendue de glace, le reste du continent était couvert de steppe et de toundra, et le niveau des mers aurait permis une traversée de la Manche à pied. L'environnement de l'époque était donc radicalement différent du nôtre : pourtant, seulement -5°C nous en séparent par rapport à la température moyenne du climat actuel.

Il s'est écoulé dix millénaires pour passer progressivement d'un climat polaire à celui que nous connaissons. Cette lente augmentation doit être mise au regard de ce qui s'est produit depuis la révolution industrielle : la température a augmenté d'environ +1°C depuis la fin du XIXe siècle³, essentiellement au cours des 30 dernières années. Soit une vitesse de réchauffement 50 à 100 fois plus rapide que lors de la dernière transition interglaciaire !

En outre, les scénarios compilés par le Groupe International d'Experts sur le Climat (GIEC) décrivent les trajectoires que la température moyenne est susceptible de suivre : la poursuite de la tendance actuelle des émissions induirait un réchauffement de +3,2°C à +5,4°C en 2100⁴ par rapport à la période

1850-1900. Cette fourchette représente l'écart entre la prise en compte ou non des engagements actuels des pays dans le cadre de l'Accord de Paris en 2015 (cet accord suppose de rester sous +2°C).

Il s'agit donc là d'écarts de température similaires avec ceux qui nous séparent de la dernière période glaciaire, et les conséquences déjà visibles de cet emballement comportent de nombreux risques.

Des risques climatiques pour les acteurs économiques et financiers

Un tel rythme de réchauffement global constitue évidemment un bouleversement profond pour le climat et pour la biosphère, a fortiori depuis les années 70 qui ont connu une forte

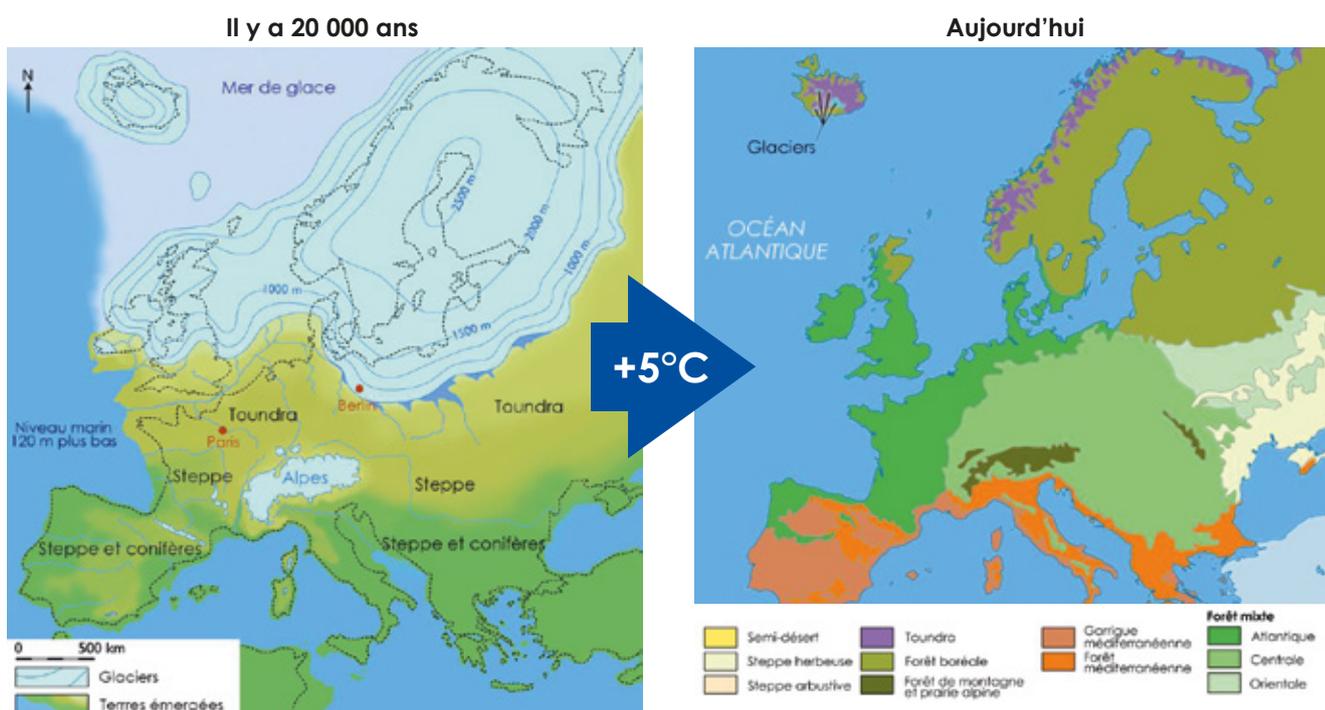
accélération de ces phénomènes. Ces changements mettent les écosystèmes à rude épreuve, leurs capacités d'adaptation étant limitées face à une telle modification du climat.

Si ces évolutions très rapides exposent les écosystèmes à de nombreuses menaces, l'activité humaine n'est évidemment pas épargnée et fait face à des risques très concrets.

La croissance du réchauffement global induit une augmentation en intensité et en fréquence des risques climatiques extrêmes : inondations, sécheresses, cyclones, montées des eaux, glissements de terrain, pluies intenses, vagues de chaleur, etc.

Si ces évolutions très rapides exposent les écosystèmes à de nombreuses menaces, l'activité humaine n'est évidemment pas épargnée et fait face à des risques très concrets.

UNE TRANSITION RÉALISÉE DURANT DES... MILLIERS D'ANNÉES.



³NASA, 2017

⁴Global Carbon Budget, 2015

Carte schématique des impacts potentiels du changement climatique en France métropolitaine à l'horizon 2050 et au-delà



TOUTES LES RÉGIONS :
 Réchauffement plus marqué en été et dans le quart sud-est :
 - forte augmentation du nombre de jours de vagues de chaleur en été
 - évaporation avec diminution des débits d'étiage et des ressources en eau pour l'agriculture
 - effets sur les rendements agricoles
 déplacement des zones d'attrait touristique

GRANDES VILLES :
 - amplification des vagues de chaleur avec des conséquences sanitaires et sur la consommation d'énergie
 - augmentation des risques d'inondations urbaines : débordement des réseaux d'assainissement, inondation des infrastructures souterraines

FORÊTS :
 - extension du risque de feux de forêt vers le nord de la France

MONTAGNES :
 - réduction de la superficie des domaines skiables
 - risques naturels accrus : coulées de débris dans certains massifs
 - biodiversité : modification de la répartition des espèces

LITTORAUX :
 - accentuation des risques d'érosion, de submersion et de salinisation des aquifères liée à la montée du niveau de la mer
 - risques de submersion partielle plus fréquente des polders et lidos
 - ports et industries associés menacés par les inondations marines
 - changement dans la répartition de la ressource halieutique avec déplacement vers le nord

Source : I4CE, 2015, d'après GIEC (2014), Meem (2014 et 2015), Onerc (2010) et Météo-France

En France, d'ici 2050, ces risques se concrétiseront par exemple par des inondations côtières dans les régions basses comme les Flandres ou la Normandie ainsi qu'une accélération de l'érosion des côtes en général et une baisse des ressources halieutiques. Dans le sud-est les épisodes de chaleur estivale intense se feront plus nombreux, et, plus largement, les grandes villes subiront des vagues de chaleur de plus en plus fréquentes. Des feux de forêt qui s'étendront du sud vers le nord seront accompagnés de baisses de rendements agricoles suite aux changements des régimes de précipitations.

Cette vulnérabilité aux impacts du changement climatique prend de plus en plus d'ampleur dans les débats traitant du développement des territoires et dans la gestion de risques des acteurs économiques. Ces risques sont physiques et financiers : leurs impacts pèseront sur les gouvernements comme sur tous les secteurs d'activité du privé dans les années à venir. Les premiers rapports sur le sujet estimaient que le coût des impacts du changement climatique représenterait de l'ordre de 5% du PIB mondial par an d'ici à 2030⁵ !

En France, la canicule de 2003 a fourni des exemples concrets de ces conséquences sur l'activité économique: Peugeot a dû ralentir sa chaîne de production du fait des conditions de travail dégradées, SNCF a enregistré des pertes de régularité et a dédommagé ses clients (surchauffe des équipements), Danone a vu le chiffre d'affaires de son segment Boissons augmenter de 15%, EDF a dû réduire le niveau de production de ses centrales thermiques, etc. Le Sénat a ainsi évalué le coût de la canicule de 2003 entre 15 et 30 milliards d'euros⁶ avec des répercussions économiques sur une multitude de secteurs.



Pour lutter contre l'accentuation de ces phénomènes, et ainsi réduire l'exposition à ces nombreux risques, décarboner notre économie et nos modes de vie se révèle être une nécessité.

Pour ce faire, trois grands axes doivent être considérés : la sobriété, l'efficacité énergétique et la décarbonation de l'énergie. La transition énergétique est un levier incontournable pour y parvenir, car elle vise à favoriser ces trois leviers.

⁵The Economics of Climate Change, Nicholas Stern, 2006.

⁶La France et les Français face à la canicule : les leçons d'une crise, Sénat, 2004

2

LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE EN FRANCE : QUE DIRE DE LA CHALEUR ?

PANORAMA ÉNERGÉTIQUE DE LA FRANCE

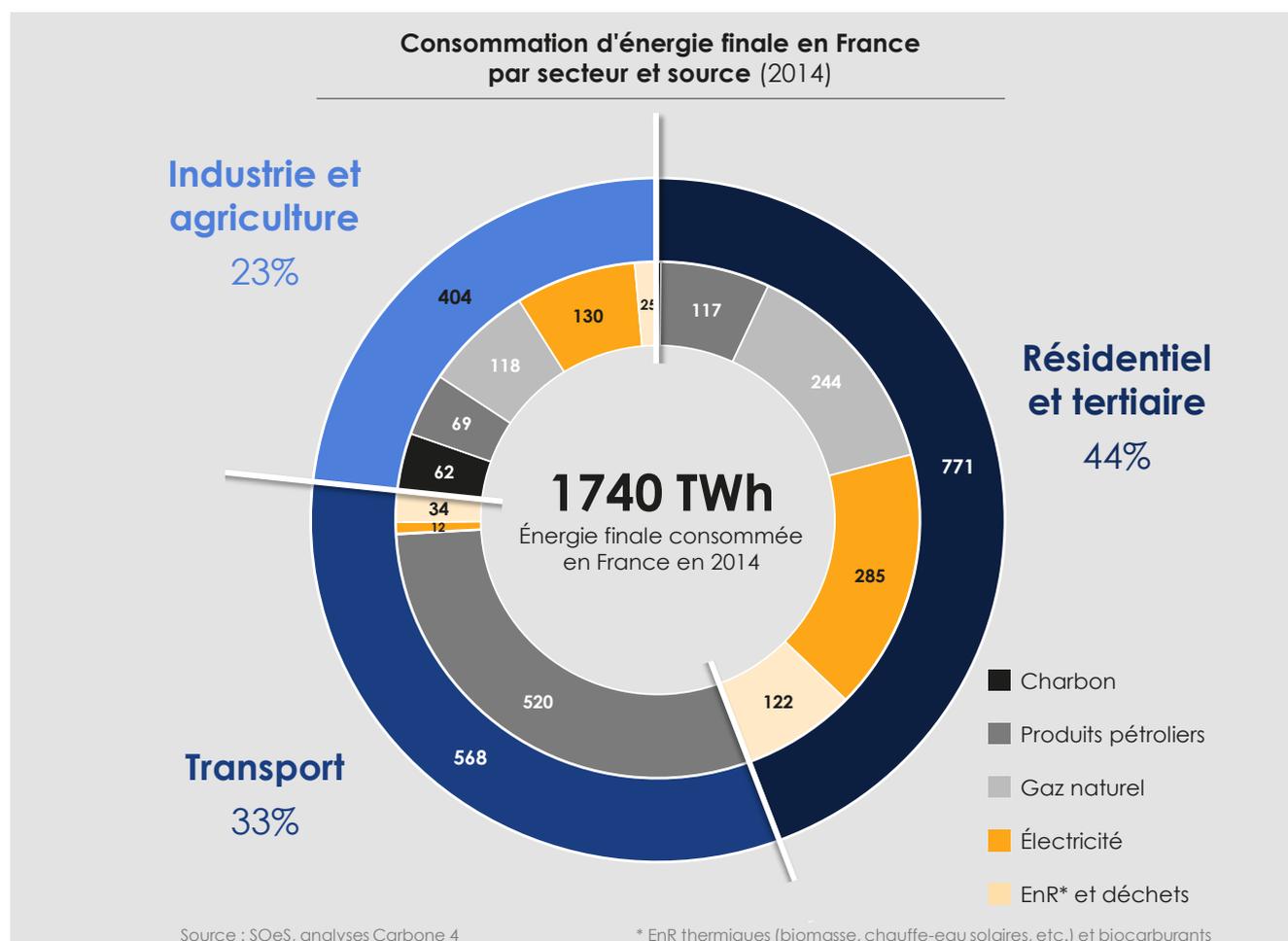
Consommation par secteurs et leurs sources énergétiques

À ce jour, l'énergie finale⁷ totale consommée annuellement en France est de l'ordre de 1700 TWh. Cette quantité inclut tous les usages énergétiques : consommation de diesel ou d'essence pour se déplacer, gaz naturel pour se chauffer ou cuisiner, électricité pour s'éclairer, faire tourner les moteurs, etc. Ramenée à la population, cela représente environ 25 MWh/an/hab. (cela n'inclut pas l'énergie « incluse » dans les biens importés, voir encart page suivante).

À comparer avec les 37 MWh/an/hab. consommés en moyenne dans l'Union Européenne, les Françaises et Français ont donc un mode de vie moins énergivore que leurs voisins. Néanmoins, cette consommation est 40% plus élevée que la moyenne mondiale (15 MWh/an/hab.)⁸.

Sachant qu'un être humain, dans des conditions de travail décentes, peut fournir par sa seule force physique de 10 à 100 kWh par an, chaque Français et Française dispose donc de l'équivalent de plusieurs centaines de personnes à son seul service, tous les jours, pour produire ses aliments et biens de consommation, se déplacer, construire et faire fonctionner son logement, etc. !

En France en 2014, les consommations énergétiques des différents secteurs représentent environ 1740 TWh. Ces consommations sont réparties de la manière suivante entre secteurs et sources énergétiques :



⁷L'énergie finale est l'énergie exploitable pour son utilisation finale (transport, chauffage, éclairage, etc.). Cette énergie est issue de l'énergie primaire (ex. : gaz naturel non extrait) qui a subi des transformations puis a été transportée au consommateur final (ex. : extraction, combustion en centrale, distribution de l'électricité produite via le réseau).

⁸Eurostat, World Bank, AIE, pour l'année 2014.

⁹Par analogie, du point de vue des émissions de GES, l'empreinte carbone des imports en France représente quasiment autant (88%) que les émissions de GES du pays en vision « inventaire national » qui inclut les exports de la France (Source : SDES 2017).



Les énergies fossiles (pétrole, gaz et charbon) représentent deux tiers de l'approvisionnement total en énergie finale, en incluant la part de fossile utilisée dans la production électrique (5% de l'électricité). Contrairement à une idée largement répandue, la France présente donc une très forte dépendance aux énergies fossiles.

Cette dépendance fossile représente une facture énergétique oscillant entre 40 et 70 Md€ (selon les prix du pétrole et du gaz) pour la France. Ce montant représente en ordre de grandeur le budget du ministère de l'Éducation nationale (plus de 50 Md€ en 2018).

Ces ressources fossiles sont particulièrement présentes dans le transport et l'industrie. Pour le transport, cela s'explique bien entendu par l'utilisation des hydrocarbures, comme le diesel ou l'essence, qui dominent largement la mobilité des personnes et des marchandises (92% des usages énergétiques). L'industrie et l'agriculture fondent également l'essentiel de leur consommation énergétique (62%) directement sur des énergies fossiles.

Dans le cas du résidentiel et tertiaire, les combustibles fossiles représentant quasiment 50% de la consommation énergétique finale, et servent uniquement pour la chaleur; l'électricité représente 38%, dont 13% pour la chaleur et 25% pour faire fonctionner les appareils de toute nature que l'on trouve dans les bâtiments, et le bois - ainsi que des appoints secondaires venant des déchets - représente 16%, uniquement pour la chaleur.

L'énergie grise importée

Cette vision couvre uniquement les usages directs de l'énergie finale de tous les secteurs : elle n'intègre pas l'énergie « embarquée » (appelée parfois énergie grise) dans la consommation de biens et services importés, c'est-à-dire l'énergie nécessaire à la production en dehors de France de ces biens et services consommés en France⁹.

Consommations par usage : la place prépondérante de l'usage chaleur

L'énergie finale totale consommée en France peut être déclinée selon des usages types : la chaleur et le transport sont deux des usages principaux, les autres usages sont essentiellement liés aux usages industriels (ex. : moteurs), à l'éclairage, à l'électricité spécifique (ex. : bureautique, appareils électro-ménagers) et à la production de froid.

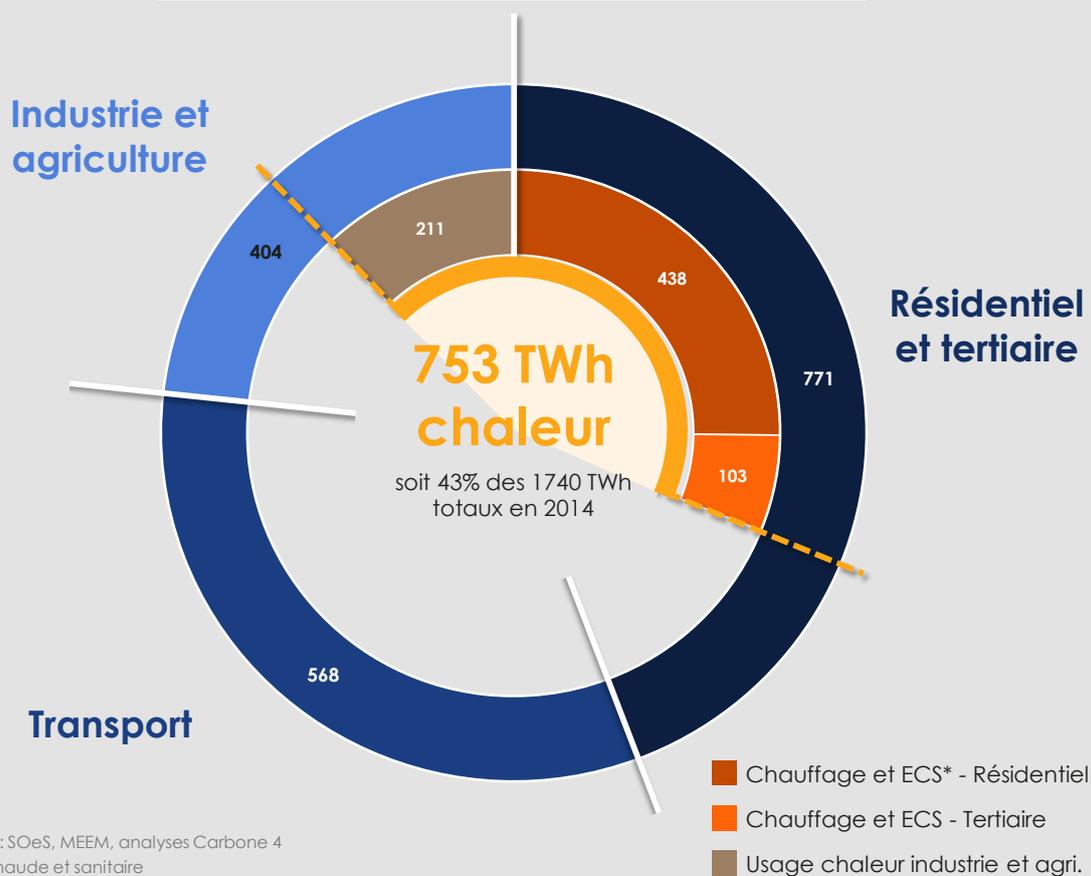
La vision présentée précédemment peut donc être complétée par une vision des usages. Ainsi, la consommation finale de chaleur constitue en général près de la moitié des usages énergétiques en France, même si cette part tend à se réduire un peu du fait des hivers de moins en moins rigoureux.

La consommation de chaleur constitue en général près de la moitié des usages énergétiques en France

Environ les trois quarts de cette chaleur sont consommés par le résidentiel et le tertiaire (chauffage des habitations et des locaux), le dernier quart est utilisé par l'industrie (processus industriels)¹¹.

Bien qu'il n'existe pas actuellement de données statistiques globales sur le sujet, le schéma ci-après¹² propose une évaluation de la consommation de chaleur en 2014, soit environ 750 TWh, soit près de 45% de la demande totale d'énergie finale en France.

Part des usages chaleur par secteur dans la consommation d'énergie finale en France (2014)



¹¹PPE 2016 – volet relatif à l'offre d'énergie

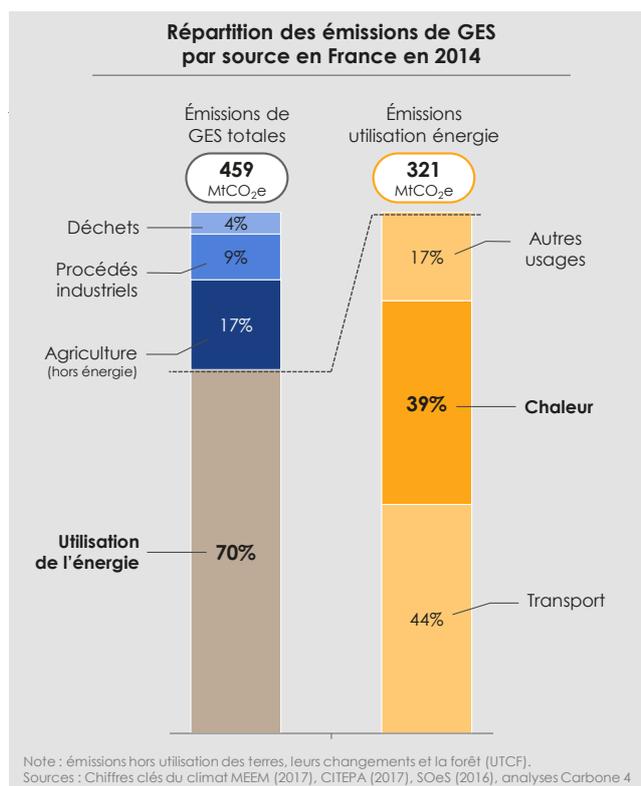
¹²Les usages hors chaleur et hors transport sont essentiellement liés aux usages industriels (ex. : moteurs), à l'éclairage, à l'électricité spécifique (ex. : bureautique, appareils électro-ménagers) et à la production de froid. La cuisson des aliments n'est pas représentée sur ce schéma : elle correspond à 8% (CEREN, 2013) des usages chauffage et ECS du résidentiel, soit 35 TWh complémentaires pour ce type d'usage. De plus, les usages chaleur ici comptabilisés ne couvrent pas l'autoconsommation (dans l'industrie par exemple), ni la consommation de bois non commercialisé.

PRODUCTION DE CHALEUR ET EMPREINTE CARBONE

Près de 40% des émissions de GES liées à l'énergie sont dues à la chaleur en France.

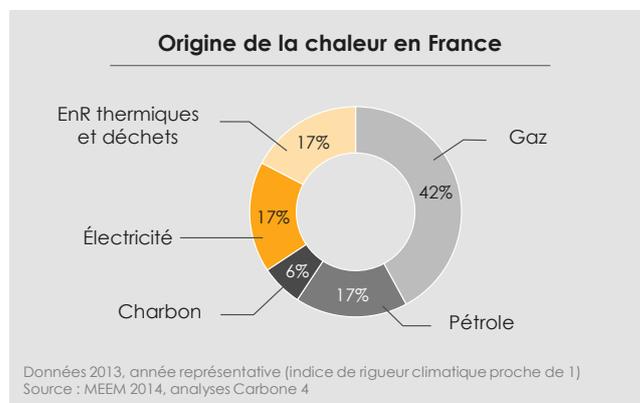
En 2014, l'inventaire national des émissions françaises de gaz à effet de serre (GES) s'établit à 459 MtCO₂e dont 70 % sont liées à l'utilisation de l'énergie, soit 321 MtCO₂e.

En outre, au sein de ces usages énergétiques en 2014, on évalue à 39% les émissions provenant des besoins en chaleur.



Ce constat permet de réaliser à quel point l'usage chaleur, tout comme le transport, doit constituer un des deux axes majeurs de toute politique de décarbonation de l'énergie.

Comme l'indique le diagramme suivant, la chaleur consommée en France est issue à deux tiers d'énergies fossiles (incluant la part fossile de l'électricité) : la grande majorité provient du gaz, il s'agit donc d'un usage d'énergie très carbonnée.

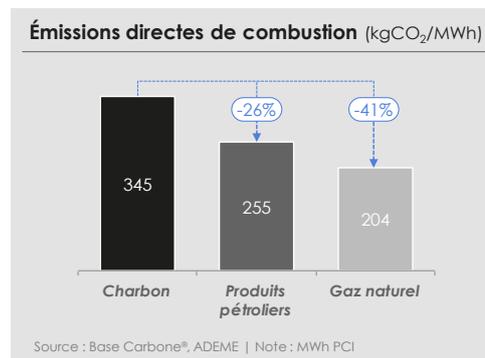


On peut également noter que l'électricité couvre 17% des besoins en chaleur : cela signifie que presque un tiers de la production électrique française est dédiée au chauffage¹³ et à l'eau chaude sanitaire.

La décomposition des sources de chaleur illustrée ci-dessus peut être traduite en émissions de GES : on observe ainsi que 36% des émissions de GES liées à l'énergie en France sont directement imputables à l'usage chaleur (ou 39% en incluant l'électricité dédiée à la chaleur). Cela représente de l'ordre de 115 MtCO₂e... à comparer aux 20 à 30 MtCO₂e dues à la production électrique.

Utilisation de l'énergie : un impact sur le climat qui dépend des combustibles

Pour produire une même quantité d'énergie, le degré d'impact sur le climat dépend de la nature de la source fossile utilisée. Des trois sources fossiles traditionnelles, la combustion du charbon est la plus émissive de CO₂, suivi des produits pétroliers et du gaz naturel :



Il s'agit des émissions directes de combustion : elles n'intègrent pas les émissions « amont », c'est-à-dire celles nécessaires à la production du combustible (de l'ordre de 15% d'émissions supplémentaires) ni les éventuelles fuites au moment de l'extraction dans le cas du gaz naturel, car le méthane est un gaz à effet de serre.

¹³L'électricité consommée annuellement en France représente environ 400TWh, soit environ trois fois les besoins de chaleur couverts par l'usage électrique.

3

DÉCARBONER LA CHALEUR EN FRANCE : UNE NÉCESSITÉ ABSOLUE

LES AVANCÉES LÉGISLATIVES POUR LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE EN FRANCE...

L'Accord de Paris en novembre 2015 illustre le contexte actuel dans lequel la communauté internationale établit de grands accords de coopération pour réduire ses émissions de GES et endiguer ainsi le changement climatique : les États, dont la France, se dotent d'arsenaux législatifs et réglementaires. Leur but est d'atteindre des objectifs ambitieux de réduction d'émissions de GES, en les déclinant notamment par secteur de l'économie.

En France, la Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV) incarne cette politique. Publiée au JO depuis août 2015, elle s'accompagne de plans d'action, notamment la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC), et d'autres outils comme la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE). Deux objectifs majeurs constituent cette loi, et sont les suivants :

1 - Réduire les émissions nationales de gaz à effet de serre

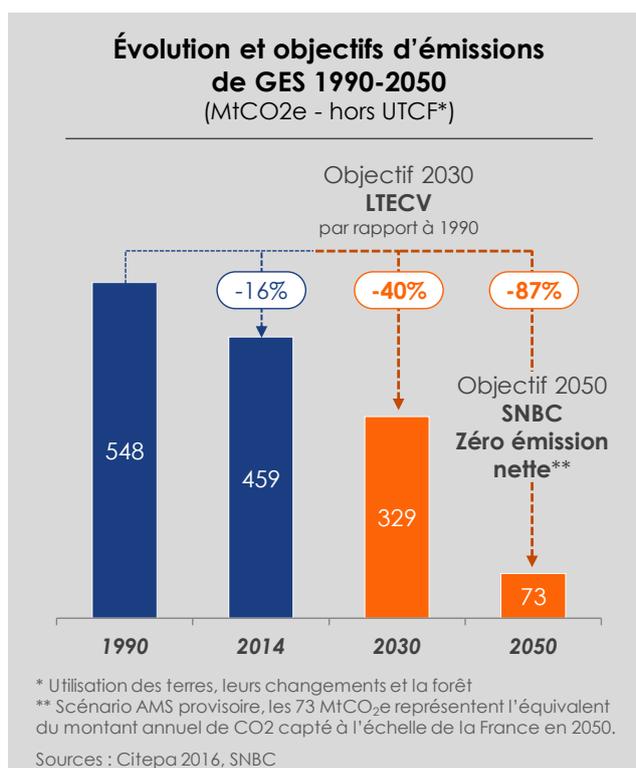
La France prévoit dans la LTECV de réduire de 40% ses émissions de GES en 2030 par rapport à l'année 1990. Par la suite, l'ambitieux objectif d'atteindre le Zéro Émission Nette en 2050 a été évoqué lors de la COP 22 à Marrakech en 2016, puis présenté lors de l'annonce du Plan Climat de Nicolas Hulot en juillet 2017. Cet objectif devra se traduire à la fois par un effort de grande ampleur de chaque secteur de l'économie et par le développement significatif des puits de carbone (forêts, technologies de capture et séquestration du carbone, etc.).

2 - Réduire les consommations d'énergie, surtout fossiles, tout en favorisant le développement des énergies renouvelables...

Une réduction de l'ordre de -20% de la consommation énergétique totale française est fixée comme objectif pour 2030 par rapport à 2012. Cet objectif de réduction de consommation s'élève ensuite à -50% en 2050.

Des objectifs plus poussés de réduction sont spécifiquement envisagés pour les énergies fossiles notamment une réduction de 30% de la consommation d'énergie fossile de 2012 à 2030. Parallèlement, des objectifs de croissance pour les énergies renouvelables sont affichés ; leur part doit être portée à 23% de la consommation finale d'énergie en 2020 et à 32% en 2030¹⁴ (par rapport à 16% en 2016). Rappelons que l'énergie renouvelable ne concerne pas que l'électricité, et que dans le domaine de la chaleur cela recouvre le bois, le solaire thermique, le biogaz à usage chaleur, la pompe à chaleur, et la géothermie haute température.

¹⁴Commissariat général au développement durable et MTEs



...COMPORTEMENT DES OBJECTIFS SUR LA CHALEUR

Les objectifs de la LTECV mentionnent des objectifs généraux qui sont précisés dans deux de ses outils principaux :

- la SNBC, qui propose des budgets carbone et des trajectoires de décarbonation par secteur afin d'atteindre les objectifs de la LTECV, et
- la PPE, qui fixe les orientations et priorités d'action dans le domaine de l'énergie afin d'assurer une cohérence avec la SNBC.

Ces deux outils sont révisés tous les 5 ans, la dernière ayant lieu actuellement (2018).

Plusieurs passages sur la production et la consommation de chaleur renouvelable sont présents dans les textes officiels de ces deux instruments.

Ces dispositions sont disséminées au sein d'objectifs plus larges d'efficacité et de sobriété qui sont naturellement envisagés pour des secteurs comme le bâtiment ou l'industrie.

La SNBC et la PPE ne constituent des engagements que pour l'État : elles ne sont pas déclinées au niveau des territoires. Il est important de noter que ces textes ne sont pas non plus contraignants pour les acteurs des filières concernées.

Les recommandations de la SNBC pour réduire la consommation de chaleur et la décarboner

La SNBC et la PPE ne constituent des engagements que pour l'État : elles ne sont pas déclinées au niveau des territoires. Il est important de noter que ces textes ne sont pas non plus contraignants pour les acteurs des filières concernées.

Produire autant avec moins (efficacité) et pousser les individus et acteurs à réduire leur besoin (sobriété) constituent deux axes essentiels et nécessaires à la transition énergétique. Il en reste un troisième, et non des moindres : décarboner l'énergie !

La SNBC expose plusieurs orientations relatives à l'efficacité de production de chaleur et à la diminution de sa consommation. Dans les secteurs du bâtiment et de l'industrie l'efficacité énergétique constitue un des axes majeurs des mesures proposées. Le chauffage représente le plus gros poste des émissions de GES dans le bâtiment : des objectifs de réduction de cette consommation¹⁵ sont accompagnés d'objectifs annuels de rénovations lourdes. Le secteur industriel, deuxième grand consommateur de chaleur, doit également améliorer l'efficacité énergétique de ses procédés de combustion.

On trouve également dans la SNBC des mesures liées aux usages et aux comportements, afin de limiter directement le besoin énergétique. Ces mesures visent donc à favoriser une meilleure gestion de la consommation de chaleur dans le bâtiment via par exemple un meilleur accès à l'information sur les consommations, une communication sur les bons gestes ainsi que le déploiement de systèmes de régulation.

En se fondant sur les objectifs de la LTECV, la SNBC émet des recommandations pour décarboner la chaleur, un budget carbone à respecter par secteur et un objectif global de 38% de chaleur consommée d'origine renouvelable en 2030. Le tableau ci-dessous synthétise des objectifs sectoriels mentionnés dans la SNBC :

SECTEUR	RECOMMANDATIONS « CHALEUR »
RÉSIDENTIEL ET TERTIAIRE	<ul style="list-style-type: none"> • Rénovation : plusieurs objectifs en nombre annuel de logements rénovés, avec un rythme soutenu, ce qui implique indirectement des rénovations des moyens de production de chaleur individuels ou collectifs (ex. : chaudière performante) • Pour les bâtiments existants, encourager le changement des systèmes de chauffage les plus carbonés vers des systèmes moins émetteurs et utilisant notamment les énergies renouvelables • Encouragement à adopter et mettre en œuvre des réglementations thermiques ambitieuses qui concernent l'existant en priorité
INDUSTRIE	<ul style="list-style-type: none"> • Substituer les combustibles fossiles par des combustibles décarbonés (ou électricité) • Récupération de 10 TWh de la chaleur fatale en 2030 • Récupération de chaleur des eaux usées
GAZ	<ul style="list-style-type: none"> • 10% de gaz renouvelable en 2030 • Taux de captage de biogaz de décharges passant de 38% en 2010 à 70% en 2030, taux de valorisation passant de 59% à 80%
RÉSEAUX DE CHALEUR	<ul style="list-style-type: none"> • Promouvoir l'efficacité et le basculement vers des technologies renouvelables • Multiplier par 5 la production des réseaux de chaleur et froid à partir d'énergies renouvelables ou de récupération entre 2012 et 2030
TRANSVERSE	<ul style="list-style-type: none"> • Doublement des moyens du Fonds Chaleur¹⁶ avec une allocation particulière dédiée à la mobilisation du bois

¹⁵Objectif de réduction de la consommation d'énergie pour le chauffage dans les bâtiments : -40% à l'horizon 2024-2028 pour les bâtiments construits avant 2010 ; pour le neuf, le respect de la réglementation thermique 2012 (RT2012), voire 2020 actuellement en expérimentation à travers le label E+C.

¹⁶Le Fonds Chaleur est un dispositif de soutien financier géré par l'ADEME et créé par l'État français dans le cadre du Grenelle de l'Environnement, en 2009. Il soutient la production de chaleur à partir des énergies renouvelables (biomasse, géothermie, solaire thermique...). Plus de détails figurent dans les chapitres suivants.

Les objectifs « chaleur » de la PPE intégrés aux objectifs nationaux français en termes d'énergies renouvelables.

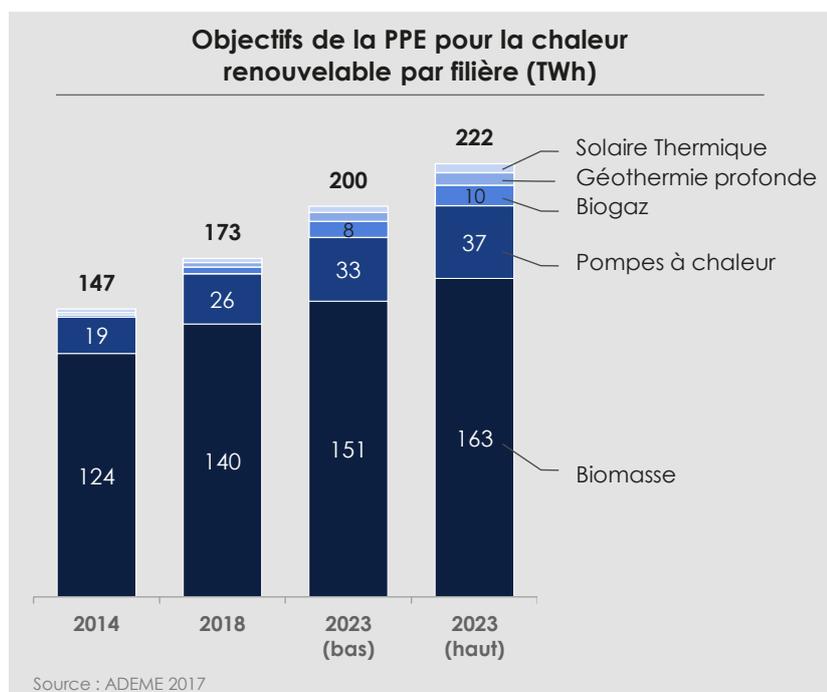
La PPE se focalise sur les priorités de la politique énergétique française : elle détaille les efforts de croissance des renouvelables pour chaque usage et vecteur (chaleur, transport, électricité, gaz, etc.) ainsi que pour plusieurs solutions matures (biomasse, réseau de chaleur, pompe à chaleur, etc.) afin de rendre opérationnel le volet énergie de la SNBC et d'autres objectifs nationaux français.

La PPE prévoit pour 2030 que 38% de la consommation finale de chaleur et 40% de la production d'électricité soient d'origine renouvelable. La PPE décline ces objectifs en cohérence avec les recommandations de la SNBC. De même, ces objectifs généraux sont traduits en recommandations et actions concrètes pour développer la chaleur renouvelable tout en prenant en compte d'autres objectifs nationaux contraignants¹⁷.

Pour répondre à ces enjeux la PPE propose notamment une augmentation de plus de 50% de la production de chaleur renouvelable entre 2014 et 2023, pour atteindre une production de 222 TWh (scénario haut) ou 200 TWh (scénario bas). Pour atteindre cet objectif, la PPE suggère notamment un déploiement plus soutenu des chaufferies biomasse, des pompes à chaleur (dont la géothermie superficielle) et de la filière méthanisation.

Une revue de ces objectifs et de leur avancement actuel soulève plusieurs questions sur la cohérence mutuelle entre PPE et SNBC¹⁸, ainsi que sur les moyens déployés pour assurer une dynamique alignée avec les trajectoires proposées. Se reporter à [notre note de mars 2018](#) à ce sujet : « Analyse de la PPE et des objectifs de la politique énergétique ».

La PPE prévoit pour 2030 que 38% de la consommation finale de chaleur et 40% de la production d'électricité soient d'origine renouvelable.



¹⁷Exemple : la directive 2009/28/CE relative à la promotion de l'utilisation des énergies renouvelables fixe à 23% le taux des énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie française en 2020. De cette directive découle le plan national d'action en faveur des énergies renouvelables (PNA ENR) qui décrit entre 2005 et 2020 la production annuelle attendue pour chaque filière de la chaleur renouvelable avec un objectif de 33% en 2020, objectif qui synthétise tous les objectifs nationaux français en termes de chaleur renouvelable.

¹⁸Voir notre note de mars 2018 à ce sujet : « Analyse de la PPE et des objectifs de la politique énergétique »

4

LES SOLUTIONS DE PRODUCTION DE CHALEUR RENOUVELABLE SONT PLURIELLES ET SOUVENT SOUS-EXPLOITÉES

Comme vu précédemment, la chaleur en France est très carbonée : elle provient aux deux tiers d'énergies fossiles. L'usage de chaleur représente ainsi un flux annuel conséquent d'émissions sur le territoire national : environ 125 MtCO₂e en 2014, soit 27% des émissions totales de GES (et 39% des émissions dues aux usages énergétiques).

Par conséquent, en plus de l'indispensable maîtrise de la demande, il est essentiel de développer largement la production de chaleur renouvelable sur notre territoire. Sur ce plan, plusieurs filières peuvent permettre de répondre aux objectifs de la France. On peut les classer dans 4 grandes catégories selon la source d'énergie :

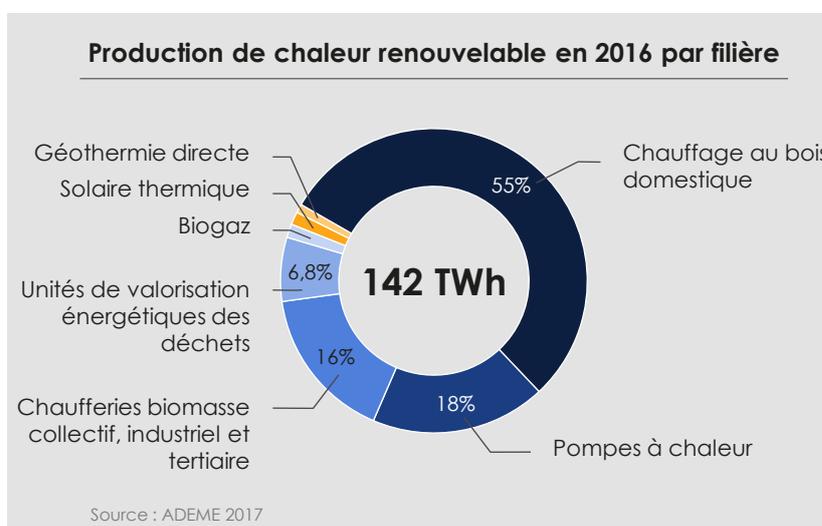
- la filière biomasse (solide et gazeuse) ;
- la filière géothermie directe et pompes à chaleur ;
- la filière solaire thermique ;
- la filière valorisation énergétique des déchets, qui n'est pas approfondie ici pour les raisons détaillées dans l'encart ci-contre.

À ce panorama s'ajoute le cas particulier des réseaux de chaleur, qui s'apparentent davantage à un vecteur énergétique à même de valoriser certaines des sources énumérées ci-dessus. Cependant, compte-tenu de son importance dans le paysage du thermique renouvelable, nous le traitons de manière différenciée.

La valorisation énergétique des déchets

La valorisation énergétique des déchets par incinération permet la production d'électricité, de chaleur ou des deux grâce à la cogénération. 70% de la production d'énergie provenant de cette filière est sous forme de chaleur, représentant 1,4% de la consommation finale de chaleur en 2014. Cette chaleur se retrouve ensuite dans les réseaux de chaleur ou est utilisée par des sites industriels.

Il est important d'être critique sur la dénomination de « renouvelable » de cette filière qui se base sur la combustion de déchets qui comportent une large part de plastique. Comme ce dernier est issu du pétrole et du gaz, sa combustion ne peut pas être qualifiée d'énergie renouvelable. Ainsi les règles européennes déterminent par convention que 50% de l'énergie produite à partir des déchets urbains peut être considérée comme renouvelable (afin de prendre en compte la fraction biodégradable de ces déchets incinérés).



Avec 142 TWh produits en 2016, soit environ 20% de la consommation finale de chaleur¹⁹, les énergies renouvelables thermiques sont des alliées précieuses pour l'atteinte des divers objectifs français mentionnés précédemment. Pourtant, en 2016, les filières de chaleur renouvelable n'avaient reçu que 567 M€ du budget public dédié au soutien des EnR, contre environ 4 400 M€ pour les EnR électriques d'après la Cour des Comptes²⁰. En d'autres termes les EnR thermiques n'ont bénéficié que de 10% des aides alors que l'usage chaleur engendre 3 à 4 fois les émissions de CO₂ de la production électrique. La Cour des Comptes elle-même relève le manque de soutien public aux filières de la chaleur renouvelable compte-tenu du rôle qu'elles ont à jouer dans la transition énergétique et le respect des engagements climatiques de la France. Nous évoquerons plus en détail les barrières rencontrées dans la partie suivante.

En outre, au-delà des volumes de production, rappelons une fois encore que le contenu carbone de la chaleur en France est bien supérieur à celui de l'électricité, ce qui rend le développement de ces filières EnR thermiques prioritaire et que l'importation de gaz et de pétrole pour la chaleur représente jusqu'à 20 milliards d'euros par an.

Les perspectives à date présentées page 16 et tirées de la PPE 2016 montrent que la biomasse devrait s'arroger la part du lion, mais que d'autres filières pourraient se développer sensiblement (PAC, biogaz, solaire), selon ce scénario. Parmi ces filières, nous avons synthétisé les enjeux pour les cinq suivantes, dont les réseaux de chaleur qui constitue un vecteur (et non une source) susceptible de porter les solutions renouvelables.

La Cour des Comptes elle-même relève le manque de soutien public aux filières de la chaleur renouvelable compte-tenu du rôle qu'elles ont à jouer dans la transition énergétique et le respect des engagements climatiques de la France.

LA FILIÈRE POMPE À CHALEUR (PAC) : UN POTENTIEL SOUS-EXPLOITÉ

Les PAC sont des dispositifs permettant de transférer la chaleur d'un milieu à basse température (air ou sol²²) vers un milieu à plus haute température (intérieur d'un bâtiment notamment pour le chauffage ou un ballon d'eau chaude). Elles fonctionnent à l'électricité, et les retrouver dans la catégorie des EnR peut donc surprendre. Mais comme la consommation d'1 kWh d'électricité leur permet d'extraire plusieurs kWh d'énergie du milieu concerné²³, les PAC sont classées dans les EnR thermiques pour la différence entre chaleur transférée et électricité consommée.

En 2016, la PAC représentait près de 4% de la consommation finale en chaleur, loin du potentiel qu'elle représente sur le papier. En théorie, sont en effet éligibles pour ce dispositif de chauffage toutes les maisons individuelles chauffées au fioul et au gaz, et tout le petit collectif utilisant ces mêmes combustibles.

LA FILIÈRE BIOMASSE SOLIDE : UNE DOMINATION AMENÉE À DURER

Par biomasse solide, il faut comprendre principalement du bois (bûches, copeaux, granulés). C'est de loin la première source d'énergie renouvelable utilisée en France, où la ressource est présente en quantité : elle représente ainsi 70% de la production EnR thermique²¹, soit encore 11% de la consommation totale de chaleur en France (2016), essentiellement pour du chauffage résidentiel individuel.

¹⁹ADEME Panorama de la chaleur renouvelable et de récupération, 2017

²⁰Cour des Comptes, Le soutien aux énergies renouvelables, Mars 2018

²¹La filière biomasse se répartit de la manière suivante entre les secteurs : 71% de la consommation primaire en biomasse provient du chauffage domestique, 5% pour le chauffage collectif et le secteur tertiaire, enfin 24% pour l'industrie

²²Dans le cas du sol, on parle parfois de géothermie « peu profonde », « superficielle » ou « très basse énergie ».

²³Le Coefficient de Performance (COP) se définit comme le rapport entre la quantité de chaleur transférée depuis l'environnement et la quantité d'électricité utilisée pour faire fonctionner l'appareil.

LA FILIÈRE BIOGAZ : LE BIOMÉTHANE EN PLEINE EXPANSION

Le biogaz est produit à partir de la méthanisation de déchets organiques fermentescibles (déchets ménagers organiques, effluents d'élevage, déchets agricoles, etc.) ou de cultures dédiées. Il est utilisé principalement pour faire de la (co)génération électrique à la ferme, l'électricité représentant la première source de recettes de la filière. Une petite fraction (7% du bio gaz produit en 2017) est injectée dans les réseaux de distribution ou de transport de gaz, et alors mélangé au gaz fossile, et utilisé pour les mêmes usages, principalement de la chaleur. On le qualifie de biométhane s'il est purifié en vue d'être injecté dans les réseaux de gaz.

Malgré une production en pleine croissance, passant de 215 GWh en 2016 à 406 GWh en 2017, et ce grâce à deux mesures favorables appliquées depuis 2017²⁴, le biométhane injecté dans les réseaux de gaz naturel reste marginal et ne représente que 0,1% de la consommation française de gaz.

LA FILIÈRE SOLAIRE THERMIQUE : UN POTENTIEL SOUS-EXPLOITÉ

Les capteurs solaires thermiques transforment le rayonnement solaire en chaleur²⁵. Cette dernière est ensuite transportée à l'intérieur des bâtiments par un fluide caloporteur pour la production d'eau chaude sanitaire (ECS), le chauffage basse température (...qui chauffe normalement ! Et qui permet de répondre au juste besoin de chaleur via de grandes surfaces radiantes au lieu de chauffer fortement un radiateur isolé), l'eau chaude industrielle, la production de froid, etc. En général, pour l'eau chaude sanitaire, les capteurs sont dimensionnés de telle sorte qu'ils permettent un taux de couverture des besoins de 40 à 60% (une énergie d'appoint assurant le reste de la production)²⁶.

En 2016 en France, la chaleur produite par le solaire thermique représentait seulement 0,3% de la consommation finale de chaleur avec une croissance annuelle de la surface installée de l'ordre de 3%, ce qui est assez faible. 50% des nouvelles installations sont dans des habitations individuelles²⁷.

LES RÉSEAUX DE CHALEUR : UN VECTEUR ÉNERGÉTIQUE MAJEUR POUR LE DÉVELOPPEMENT DE LA CHALEUR RENOUVELABLE

Les réseaux de chaleur sont des infrastructures collectives permettant la livraison de chaleur (ou de froid) dans des bâtiments²⁸. Cette chaleur peut être d'origine fossile (surtout du gaz, environ 40% en 2015), renouvelable (50% en 2016) ou de récupération (encore marginal).

La capacité des RC à valoriser les ressources locales (la biomasse et les déchets) a permis une diminution significative du contenu carbone de la chaleur livrée : en 10 ans, la part d'origine fossile a été quasiment divisée par 2, ce qui a entraîné une baisse du contenu carbone de plus de 30%.

²⁴(i) la révision tarifaire sur les coûts de raccordement biométhane au réseau de distribution ainsi que (ii) l'ouverture des stockages souterrains de gaz au bio méthane issu de méthanisation (source : Panorama du gaz renouvelable 2017)

²⁵au contraire des panneaux photovoltaïques qui le convertissent en électricité.

²⁶Statistiques ADEME

²⁷ADEME, Panorama de la chaleur renouvelable et de récupération, 2017

²⁸Principalement du tertiaire et du résidentiel qui représentent 95% des livraisons en 2015 (source : ADEME, Panorama de la chaleur renouvelable et de récupération, 2017)

Le tableau suivant donne une vision synthétique des enjeux de ces cinq filières :

	AVANTAGES	FREINS ET ENJEUX	AVANCEMENT ET AMBITION
BIOMASSE SOLIDE	<ul style="list-style-type: none"> - Ressource le plus souvent locale - Prix du bois inférieur au prix du gaz (5,8 c€/kWh pour le bois pellet contre 6,6 c€/kWh pour le gaz en 2017 d'après la CRE) - Adaptée aux réseaux de chaleur 	<ul style="list-style-type: none"> - Avoir un marché du bois d'oeuvre qui tire une sylviculture assurant aussi un approvisionnement pour l'énergie associé à une gestion durable et garante de la biodiversité. 	<ul style="list-style-type: none"> - En 2013, 96% de l'objectif annuel du Plan National d'Action en faveur des EnR était rempli (130 TWh), le chauffage individuel constituant l'essentiel de ce résultat - Objectif PPE : 73% de la chaleur renouvelable en 2023 (160 TWh)
POMPES À CHALEUR	<ul style="list-style-type: none"> - Production d'énergie locale et permanente - Coûts de fonctionnement réduits et stables - Permet des décalages de consommations 	<ul style="list-style-type: none"> - Proposer des dispositifs de financement innovants face au coût d'investissement élevé - Sécuriser la qualité des installations - Prioriser les solutions simples - Informer les particuliers des bénéfices liés aux PAC - Rendements plus faibles quand les températures sont très basses 	<ul style="list-style-type: none"> - Seule filière ayant dépassé les objectifs prévus par le PAN pour 2020
BIOGAZ ET BIOMÉTHANE	<ul style="list-style-type: none"> - Diminution des importations de gaz fossile - Valorisation des déchets - Revenu complémentaire pour les exploitations agricoles - Stockage aisé sur le réseau de gaz 	<ul style="list-style-type: none"> - Sécuriser et diminuer les coûts de raccordement au réseau gazier (biométhane) - Disposer d'une demande suffisante dans le réseau local de l'installation (biométhane) - Valoriser la chaleur produite par la cogénération 	<ul style="list-style-type: none"> - Actuellement 0,1% de la consommation totale de gaz - Objectif PPE : 2% de la consommation de gaz en 2023 - Objectif LTECV : 10% de la consommation de gaz en 2030
SOLAIRE THERMIQUE	<ul style="list-style-type: none"> - Contribue à l'autonomie énergétique du bâtiment (50 à 80% des besoins en ECS couverts pour le résidentiel) - Entretien réduit 	<ul style="list-style-type: none"> - Sécuriser la qualité des installations - Disposer des surfaces/foncier nécessaires - Proposer à nouveau des aides dans la rénovation - Prévoir un cadre plus incitatif dans la future RT pour l'installation dans le collectif 	<ul style="list-style-type: none"> - Pic d'installation en 2008 - Chute de 35% en 2014 à la suite de nouvelles réglementations moins incitatives, (RT 2012 en particulier)
RÉSEAUX DE CHALEUR	<ul style="list-style-type: none"> - Mobilisation de plusieurs EnR&R*, le plus souvent locales, en particulier UVE** (27%) et biomasse (18%) - Levier clé pour décarboner le logement collectif - Bon compromis entre bilan économique et réduction d'émissions de GES 	<ul style="list-style-type: none"> - Réduire les coûts de transaction : complexité liée à l'obtention d'un consensus sur un nombre de logements importants - Temps de retours sur investissement longs pour les investisseurs (30 ans) et incompatibles avec les attentes de certaines parties prenantes - Définir des objectifs territoriaux 	<ul style="list-style-type: none"> - Le Grand Plan d'Investissement 2017 (GPI) annonce +50% de RC en 2023 - Objectif LTECV : x5 de la chaleur livrée en 2030 par rapport à 2012 - Objectif SNBC : récupérer 10 TWh de chaleur fatale perdue par l'industrie

Sources : ADEME ; AFPG ; AMORCE ; CEREMA ; CRE ; ESTIF ; France-Pellet ; MEEM ; GRTgaz ; SNCU ; entretiens et expertise Carbone 4.

* ENR&R = Energies Renouvelables et de Récupération

**UVE = Unité de Valorisation Énergétique (usine d'incinération des déchets)

ET DEMAIN ?



Cette segmentation en cinq grandes catégories ne doit pas laisser penser que le panorama est figé, avec des solutions techniques toutes matures et présentant des axes de progrès limités.

De fait, un fort courant d'innovation irrigue ce domaine de la production de chaleur renouvelable. Pêle-mêle, on peut citer les solutions cherchant à valoriser la chaleur des eaux usées²⁹, à produire chaleur (ou froid) et électricité grâce à des panneaux solaires spéciaux, ou encore de nombreux dispositifs de stockage de chaleur pour pallier le problème de la non-simultanéité des besoins et de la production (chaleur apportée par le soleil, typiquement).

C'est en particulier le stockage de chaleur qui fait aujourd'hui l'objet de toutes les attentions. On peut s'attendre dans ce domaine à des progrès importants qui pourront avoir des effets significatifs sur la place occupée par la chaleur renouvelable à l'avenir.

Par ailleurs, les solutions décrites dans ce paragraphe ne sont pas nécessairement concurrentes. Elles peuvent parfaitement se compléter pour tirer profit de leurs avantages respectifs (ex : chaudière biomasse couplée avec du solaire thermique, PAC couplée à un dispositif de stockage de chaleur, etc.).

²⁹Dispositif déjà éprouvé dans plusieurs pays comme la Hongrie ou la Suisse (avec plus de 300 000 logements chauffés). Selon Suissénergie, le potentiel total d'énergie ainsi récupérée représenterait 12 % de la consommation en eau chaude du pays.

5

LES MOYENS QUE DÉPLOIENT LES POUVOIRS PUBLICS SONT-ILS À LA HAUTEUR DES ENJEUX DE LA CHALEUR ?

À l'évidence non !

Le gaz (fossile) et le fioul restant généralement peu chers pour produire de la chaleur, le développement de la chaleur renouvelable nécessitera souvent un soutien public important, en particulier au démarrage.

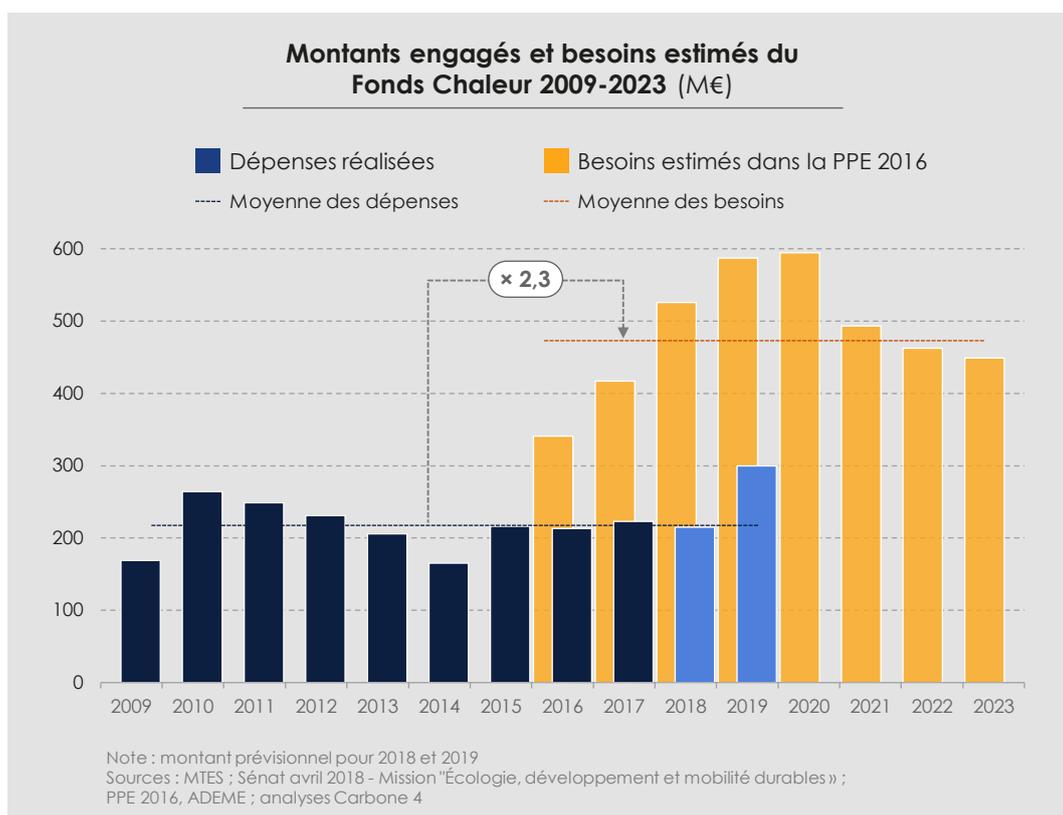
d'origine renouvelable produite inférieure d'environ 5 % à celui obtenu avec des énergies conventionnelles : des aides sont proposées sous forme de subvention à l'investissement ou au kWh renouvelable produit (voire une combinaison des deux).

LE FONDS CHALEUR : L'OUTIL PRINCIPAL DE SOUTIEN AUX ÉNERGIES RENOUVELABLES ET DE RÉCUPÉRATION THERMIQUES

Le Fonds chaleur vise à favoriser la compétitivité des énergies renouvelables et de récupération (EnR&R) thermiques, en soutenant ce type de production de chaleur dans les secteurs de l'habitat collectif, du tertiaire, de l'industrie et de l'agriculture. Le Fonds chaleur permet de garantir un prix de la chaleur

Un mécanisme spécifique pour la biomasse

Du fait de la prédominance de la biomasse dans les sources renouvelables d'énergie thermique, le Fonds Chaleur possède un mécanisme spécifique d'appel à projet national et annuel « Biomasse Énergie Entreprise » qui concerne les installations biomasse de grande taille. Pour toutes les autres filières, les aides sont gérées par les antennes régionales de l'ADEME, excepté pour le biogaz qui dépend du Fonds Déchets.



Un fonds considéré comme performant, dont la dotation doit significativement augmenter pour répondre aux enjeux environnementaux

En 2012, la Cour des Comptes a considéré que le fonctionnement du Fonds Chaleur est efficace pour soutenir le développement de capacité d'EnR&R. De plus, dans la PPE 2016, ce soutien est également considéré comme performant³⁰.

Ce fonds est géré par l'ADEME et est doté d'environ 220M€ par an : il a financé 4000 installations d'EnR&R pour 1,6 milliard d'euros entre 2009 et 2016, représentant 23 TWh sur cette période. Afin d'atteindre les objectifs du Plan d'Action Nationale de 2020, l'ADEME précise que le Fonds Chaleur doit permettre la génération de 64 TWh supplémentaires³¹ sur la période entre 2016 et 2020 (soit quasiment trois fois la capacité développée jusqu'en 2016, en deux fois moins de temps). Pour de nombreux acteurs du secteur ainsi que la Cour des Comptes, développer une telle capacité dans ces conditions appellerait, a minima, un doublement du budget annuel du Fonds Chaleur, notamment pour soutenir la compétitivité très fragile de filières émergentes en EnR&R thermiques. La SNBC mentionne de manière succincte ce doublement, la PPE quant à elle détaille des besoins estimés allant bien au-dessus du doublement à hauteur de 400 M€ pour soutenir la filière EnR&R thermique.

Dès 2015, les pouvoirs publics³² promettaient ce doublement. Bien qu'Emmanuel Macron se soit également engagé lors de la campagne présidentielle à doubler le Fonds Chaleur, son budget a été doté initialement à la baisse (-10% en 2018, passant à 200 M€³³). Le fonds est revu à la hausse pour passer à 245 M€ en 2018 suite à une annonce ministérielle le 7 juin 2018. Au final il n'aura été que de 215 M€ en 2018 et début Octobre 2018 le Ministère a annoncé une hausse du budget du Fonds Chaleur pour atteindre 300 M€ en 2019³⁴.

Ces annonces successives font notamment écho au questionnement de la Cour des Comptes sur la cohérence des moyens financiers publics gigantesques investis dans le développement d'EnR électriques (à hauteur de 5,3 Md€ de soutien en 2016) afin de réduire progressivement la part du nucléaire, source faiblement émissive de GES, dans la production électrique. Les EnR&R thermiques sont donc l'objet d'un soutien public très modeste (567M€ en 2016) alors que ce sont celles qui permettent les principales économies sur les émissions françaises de GES. La révision actuelle de la PPE pour 2028 doit permettre une révision des objectifs et des moyens qui leur sont dédiés.

Au regard des enjeux de l'usage chaleur sur le changement climatique, et afin d'être cohérent avec les ambitions EnR&R de la LETCV et de la PPE, il semble donc nécessaire d'avoir des incitations économiques fortes pour faciliter l'émergence et le déploiement de nouveaux projets. Le constat ci-dessus plaide pour une modification en profondeur des dispositifs réglementaires et fiscaux qui concernent la chaleur, pour favoriser prioritairement l'émergence de la chaleur - et non de l'électricité - dans les énergies renouvelables, et cela demandera peut-être d'augmenter encore davantage la dotation du fonds chaleur.

PANORAMA DU SOUTIEN AU DÉVELOPPEMENT DES ENR THERMIQUES COMPLÉMENTAIRE AU FONDS CHALEUR

Si le Fonds Chaleur soutient les projets de chaleur renouvelable du collectif – tertiaire – industriel, d'autres outils ont aussi été développés pour ces secteurs. Dans un deuxième temps les initiatives développées pour les particuliers seront présentées. Pour tous les secteurs l'achat d'équipement d'énergie renouvelable est assujéti à une TVA réduite de 5,5% permettant de renforcer la compétitivité des filières renouvelables. D'une manière analogue la Contribution Climat Énergie (CCE), plus simplement appelée taxe carbone, pénalise les ressources fossiles carbonées en augmentant leur prix à cause des émissions de GES qu'elles engendrent. Cela réduit donc leur compétitivité au profit des filières renouvelables. Pour rappel, la taxe carbone a récemment vu son ambition rehaussée et devrait atteindre graduellement 100 €/tCO₂e en 2030³⁵.

³⁰Sur la période 2009-2015 la PPE mentionne un coût pour l'État de 3,58€/MWh

³¹ADEME, site internet au 23/05/2018

³²Annnonce du 20/04/15 par la ministre Ségolène Royal

³³Sénat, Mission « Écologie, développement et mobilité durables »

³⁴Annnonce de François de Rugy au Sénat le 2 Octobre 2018

³⁵Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV)

Le tableau suivant propose une vision synthétique des dispositifs de soutien aux EnR thermiques complémentaires au Fonds Chaleur, selon le secteur d'application ou la solution concernée :

	DISPOSITIFS DE SOUTIEN	RÉSULTATS ET LIMITES
LOGEMENT COLLECTIF, TERTIAIRE, INDUSTRIEL	- Certificats d'économie d'énergie (CEE) : biomasse solide, PAC et solaire thermique sont éligibles à ce mécanisme	- La valeur des CEE est trop faible pour rendre économiques des gestes qui ne le sont pas spontanément
	- Fonds européen de développement régional (FEDER)	- A permis un appel à projet lancé par la région Ile-de-France pour le développement d'EnR&R thermique
PARTICULIERS	- Primes variables en fonction de la qualité des équipements installés : anciennement Crédit d'impôt pour la Transition Énergétique (CITE) - en 2015, 280M€ pour les EnR, 650M€ pour la maîtrise de la demande d'énergie	- Il faudrait débloquer 620 M€/an pour les EnR afin d'atteindre la fourchette haute de la PPE. Une part significative des actions d'économie d'énergie soutenues par le CITE sert à encourager le renouvellement d'une chaudière à gaz (fossile) par une autre chaudière à gaz
	- Eco prêt Taux Zéro et autres prêts (1% action logement, prêts caisse des dépôts, etc.)	- L'Eco-prêt à Taux Zéro est un produit qui demeurera moins simple à distribuer qu'un prêt à la consommation plus classique (prêt réglementé, délais d'octroi plus longs)
BIOMASSE SOLIDE	- Appels à manifestation d'intérêt (AMI) de l'ADEME « Dynamic Bois » - Fonds Air de l'ADEME - Primes « coup de pouce économies d'énergie »	- Fonds Air : 55M€ mobilisés dans des programmes régionaux de gestion de la forêt et du bois. La majorité des installations a vocation à produire de l'électricité par cogénération où la valorisation de la chaleur n'est pas la priorité, ce qui constitue un développement non pertinent pour le climat. - Primes : valables jusqu'au 31 mars 2018, valaient en particulier pour le remplacement d'une ancienne chaudière par une chaudière neuve au bois et performante - Pas de condition imposée sur l'origine de la biomasse
GÉOTHERMIE	- Fonds de garantie GEODEEP	- Indemnisation des porteurs de projet en cas d'échec des forages ou si la ressource géothermale est insuffisante
BIOGAZ	- Tarif d'achat réglementé, garanti pendant 15 ans - Garanties d'origine pour le consommateur - Fonds Déchets de l'ADEME	- Appels d'offre de soutien aux installations de cogénération ou de production de biométhane en cours. La majorité des installations a vocation à produire de l'électricité par cogénération où la valorisation de la chaleur n'est pas la priorité, ce qui constitue un développement non pertinent pour le climat. - Le Fonds Déchets soutient les infrastructures de méthanisation des biodéchets
SOLAIRE THERMIQUE	- Appel à projet « Grandes installations solaires thermiques » porté par l'ADEME - Plan « Place au Soleil » annoncé en Juin 2018 : augmentation du CITE, part obligatoire de solaire thermique dans les bâtiments neufs, valorisation dans le label E+C-, sensibilisation à l'autoconsommation, simplification de l'obtention des aides du Fonds Chaleur.	- Lancé en mai 2018, accès à une aide financière et logistique afin de promouvoir la technologie et remplir les objectifs de la PPE - Ce plan s'attache essentiellement au photovoltaïque, et relègue au second plan le solaire thermique, tout en proposant des mesures qui répondent partiellement aux principales problématiques de la filière solaire.

Sources : Ministère de la Transition Écologique et Solidaire, 2017 ; Plan Bâtiment Durable, 2017 ; AFG, Décembre 2017 ; Carbone 4

6

L'AMBITION DE LA FRANCE EN MATIÈRE DE PRODUCTION DE CHALEUR RENOUVELABLE DOIT CHANGER D'ÉCHELLE

L'atteinte des objectifs ambitieux de la France en matière climatique ne peut se faire sans prendre le sujet de la chaleur renouvelable à bras-le-corps. Plus de 100 MtCO₂e sont émis chaque année dans notre pays pour disposer de chaleur, soit plus du tiers des émissions nationales. Les gisements de réductions d'émissions et de consommation d'énergie fossile sont considérables dans ce domaine, en agissant sur trois leviers principaux : la maîtrise de la demande, l'efficacité énergétique et la substitution des énergies fossiles par des moyens décarbonés.



Or, depuis de nombreuses années, le soutien des pouvoirs publics à la production d'énergie renouvelable est clairement déséquilibré, au détriment de la chaleur. En effet, la production de chaleur génère 4 à 5 fois plus d'émissions que la production d'électricité totale en France. Pourtant, elle bénéficie en retour d'un soutien des pouvoirs publics 8 fois inférieur à celui consacré aux EnR électriques.

Autrement dit, le kWh d'EnR chaleur est 30 à 40 fois moins soutenu par l'État que le kWh d'EnR électrique pour lutter contre le changement climatique.

Il faut par ailleurs garder à l'esprit que la France est en retard sur ses objectifs SNBC / PPE : les émissions de GES devraient baisser dans tous les secteurs alors qu'elles augmentent, la part de chaleur renouvelable est inférieure de 2 points à la trajectoire visée ...

La tendance actuelle doit donc être inversée à très bref délai pour que la France conserve une chance de s'inscrire dans la dynamique de l'Accord de Paris.

Au regard de cette disparité criante, il revient aux autorités de muscler considérablement le cadre incitatif (voire normatif) pour accélérer la diffusion des solutions de production de chaleur renouvelable. En commençant par s'attaquer aux secteurs à la fois les plus importants, à savoir le résidentiel et le tertiaire.

En outre, la nécessité de stimuler davantage les filières de production d'énergie renouvelable apparaît d'autant plus criante que l'ambition nouvelle de la France en matière climatique est celle d'une trajectoire Zéro Émission Nette en 2050, bien plus exigeante que celle du Facteur 4 sur laquelle se fonde le corpus actuel des textes de la SNBC et de la PPE.

Enfin, profitons de cette conclusion pour soulever un point souvent occulté alors qu'il sera probablement amené à jouer un rôle grandissant à l'avenir : le stockage de chaleur inter-saisonnier. En effet, la France bénéficie lors des périodes chaudes estivales d'un flux naturel considérable qu'il n'est pas possible de valoriser sur cette période du fait de la faiblesse des besoins.

À l'inverse, lors des mois les plus froids, cette chaleur est naturellement absente alors que les besoins sont à leur paroxysme. Ainsi, les solutions permettant de stocker la chaleur renouvelable des mois chauds pour la restituer lors des mois froids ont également un intérêt fort. Si leur rationalité économique est démontrée (ce qui sera le cas pour un certain nombre d'entre elles), c'est une nouvelle filière à encourager pour contribuer au développement de la chaleur renouvelable en France.



Fondé en 2007, Carbone 4 est un cabinet de conseil indépendant avec à sa tête Alain Grandjean, Jean-Marc Jancovici et Laurent Morel. Nous sommes leader de la stratégie climat, de la transition énergétique et de l'adaptation au changement climatique.

Nous menons déjà depuis plusieurs années des analyses de risque physique pour des foncières, des infrastructures de transport (routier, ferroviaire) et des industriels. Nous apportons à nos clients des informations utiles sur les éléments du système les plus à risque (sites de production, sites de stockage, bureaux, marchés, fournisseurs). Nous les accompagnons pour adapter leurs politiques de gestion de risque et ainsi réellement saisir et anticiper les enjeux liés aux impacts et à l'adaptation au changement climatique.

