



Modes de chauffage dans l'habitat individuel

Contenu

Enjeux.....	1
Description.....	1
Chiffres clés.....	2
Etat des lieux du parc de chauffage.....	2
Evolution.....	2
Performances énergétiques, économiques et environnementales des différents modes de chauffage.....	2
Comportements et confort.....	6
Performances environnementales.....	6
Recommandations.....	8
Actions de l'ADEME.....	9
AVIS ADEME.....	10

Enjeux

La maîtrise des consommations d'énergie est un enjeu majeur pour la France qui importe la majorité de ses ressources énergétiques : enjeu économique de réduction de la facture énergétique et enjeu environnemental de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Le chauffage des bâtiments représente le tiers de l'énergie finale consommée dans le pays. La réduction de ces besoins est donc une nécessité. Sous l'effet des réglementations et des modifications de comportement, les consommations de chauffage ont diminué depuis les années 1970. Le choix d'un mode de chauffage performant aux plans technique, économique et environnemental est crucial pour réduire les consommations énergétiques, en particulier dans l'habitat existant où ces consommations restent élevées.

Cet avis passe en revue les performances énergétiques, environnementales et économiques de différents systèmes de chauffage existants pour l'habitat individuel (maisons individuelles essentiellement et logements collectifs chauffés individuellement), neuf ou existant. Le chauffage central collectif, relevant de systèmes techniques très différents et sur lesquels la prise de décision individuelle est souvent limitée, n'est pas traité.

Description

Deux grandes familles de systèmes fournissent du chauffage.

Les systèmes dits « centralisés », constitués de 3 composants :

- le générateur qui produit la chaleur à partir d'énergie fossile, d'énergie renouvelable ou d'électricité. Il est piloté par un ou plusieurs appareils de régulation, voire de programmation permettant de régler la température de la pièce à une valeur désirée (température de consigne). La plupart des générateurs assurant également la production d'eau chaude sanitaire (cas des chaudières, de certaines pompes à chaleur, etc.), on parle alors d'appareils double service. La production d'eau chaude sanitaire peut être aussi réalisée indépendamment du chauffage ;
- le système de distribution qui transporte cette énergie via de l'eau ou de l'air depuis le générateur jusqu'à son lieu d'utilisation (réseau de tuyaux, de gaines aérauliques, etc.) ;
- l'émetteur, qui restitue cette chaleur à l'utilisateur (radiateurs, plancher chauffant, ventilo-convecteurs..).

La grande majorité des maisons individuelles en résidence principale en France sont équipées de systèmes centralisés (environ 57%) : chaudières gaz, fioul ou propane (ce sont les maisons équipées du vecteur eau chaude).

Dans **les systèmes dits « décentralisés »**, la chaleur est directement générée et émise sur place. Le système décentralisé le plus répandu en France est le chauffage électrique par effet Joule. Les appareils indépendants au bois sont également des systèmes décentralisés. Près de 42% des maisons individuelles en résidence principale sont équipées de systèmes décentralisés, en très grande majorité sous forme de chauffage électrique par effet Joule¹.

¹ Voir aussi « parc de chauffage dans le résidentiel » dans les chiffres clés

Chiffres clés

Etat des lieux du parc de chauffage

En 2013, la consommation énergétique du parc de logements français s'élève annuellement à 545 TWh en énergie finale, soit 28% de l'énergie finale totale consommée en métropole². Représentant près des deux tiers de cette consommation, le chauffage occupe la première place pour les résidences principales.

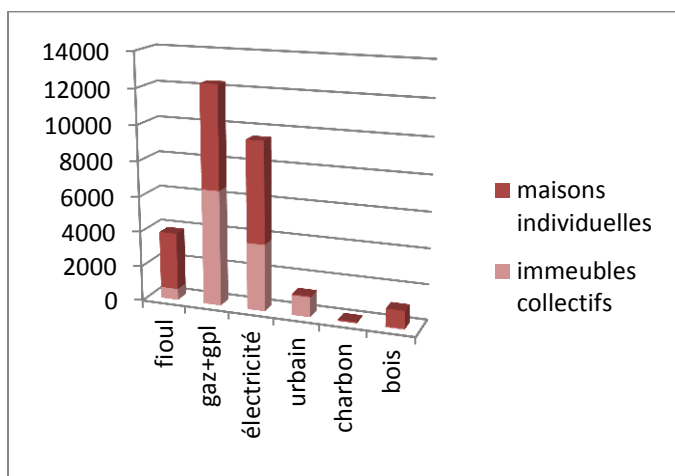


Figure 1 - répartition des résidences principales selon l'énergie de chauffage de base en 2013 - source CEREN

Sur l'ensemble du parc de logements français (individuels et collectifs), le gaz est l'énergie la plus utilisée pour le chauffage (44%), suivie par l'électricité (34%), le fioul (14%) et le bois (4%) et. Parmi les usagers du bois, la moitié l'utilise comme source principale d'énergie. Si les Français ont de moins en moins recours au fioul domestique pour se chauffer (passé de 20% en 1990 à 14% en 2013 sur l'ensemble du parc), ils utilisent de plus en plus l'électricité (passée de 24% à 34% sur la même période). Le fioul reste encore très présent dans les zones non desservies par le réseau de gaz (en zone rurale notamment) ; c'est l'énergie de chauffage de 20% des maisons individuelles¹.

Au-delà du système de chauffage principal, près de 6 millions de ménages utilisent des systèmes de chauffage secondaire ou d'appoint (20% de l'ensemble du parc). Les deux énergies utilisées majoritairement en tant qu'énergie secondaire sont le bois (inserts, poêles) et l'électricité (convecteurs, radiateurs d'appoint mobiles).

Avec plus de 9,5 millions de ménages équipés d'un système de chauffage électrique en 2013³, la France est le premier marché européen pour ce mode de chauffage. En

2009, le chauffage électrique représentait 80% des systèmes de chauffage installés dans les logements neufs, soit une progression de près de 40 points par rapport à l'année 2000. Depuis 2011, le rythme de progression des installations en chauffage électrique s'est ralenti avec une croissance d'environ 2% par an.

Si elles ne représentent encore qu'une faible part de l'énergie de chauffage, les énergies renouvelables progressent chaque année sur l'ensemble du secteur résidentiel – tertiaire (+ 4% entre 2012 et 2013). Cette progression est due principalement au succès des pompes à chaleur (PAC) et aux progrès des appareils de chauffage au bois dans l'habitat individuel⁴. Le bois est l'énergie de base pour le chauffage dans 3,7% des résidences principales, majoritairement dans l'habitat individuel. C'est un mode de chauffage qui séduit de plus en plus de ménages : en 2012, 7,4 millions de ménages utilisaient le bois comme mode de chauffage, principal ou secondaire, dans leur résidence principale contre 5,9 millions en 1999⁵. La France est le premier marché européen pour les appareils de chauffage au bois.

Evolution

Depuis 1973, les consommations unitaires moyennes de chauffage par superficie ont baissé de 58%. Ces progrès ont pu être réalisés grâce aux travaux de maîtrise de l'énergie dans l'habitat existant, aux réglementations thermiques des bâtiments neufs et existants et à un comportement plus économe des ménages face à la hausse du prix des énergies. Ainsi, la consommation unitaire moyenne totale annuelle (tous usages) est passée de 352 kWh/m² en 1973 dont 120 kWh/m² pour le chauffage, à 186 kWh/m² en 2011 (-1,2% par an, en moyenne) dont 70 kWh/m² pour le chauffage des résidences principales.

Performances énergétiques, économiques et environnementales des différents modes de chauffage

Performances énergétiques

Les performances énergétiques des systèmes de chauffage sont caractérisées par un **rendement**, évalué en tenant compte de l'énergie consommée par le générateur par rapport à la quantité de chaleur produite et restituée au bâtiment.

⁴ Les chiffres de marché des différents systèmes sont disponibles auprès d'[Euroobserver](#)

⁵ [Etude sur le chauffage domestique au bois : marché et approvisionnement](#), juin 2013

² Bilan énergétique de la France, SOeS, 2013
³ Source CEREN 2013

Au-delà de la performance « machine » (le plus souvent mesurée en laboratoire dans des conditions stabilisées), on considère de plus en plus la performance globale de l'installation de chauffage, comprenant également les rendements de distribution (isolation des réseaux), d'émission (type de radiateurs) et de régulation/programmation (programmateur, robinets thermostatiques...). Ainsi, la manière dont est réglée l'installation a une influence importante sur la performance globale des systèmes de chauffage et par conséquent, sur la facture énergétique.

De manière très simplifiée, une comparaison des performances énergétiques des technologies de chauffage peut être réalisée selon deux critères :

- leur efficacité (le rendement sur énergie primaire) ;
- leur taux d'utilisation d'énergie renouvelable (sur énergie finale).

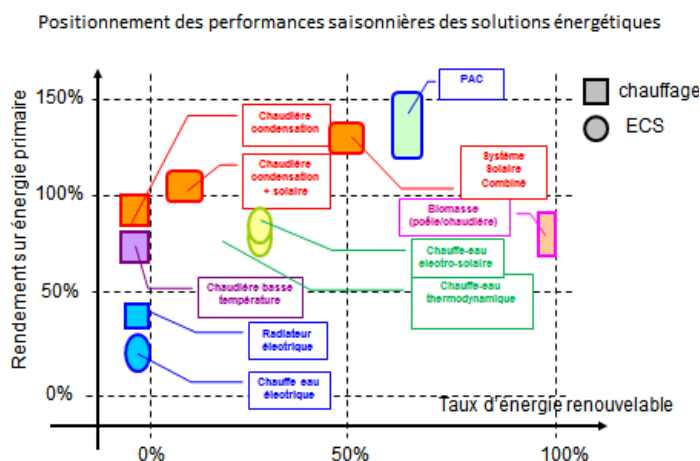


Figure 2 - performances énergétiques de différents systèmes de chauffage, source ADEME, mai 2014

Chauffe-eau et radiateur électriques sont les systèmes les moins performants en termes de rendement sur énergie primaire et ne présentent pas de potentiel d'amélioration de leur rendement. En fonction des technologies de radiateurs (convecteurs, panneaux radiants et à inertie), l'efficacité et le confort de chauffe peuvent toutefois varier.

Parmi les générateurs utilisant des énergies fossiles, la chaudière à condensation est la technologie la plus performante. Son rendement est proche de 100% (PCS⁶)

⁶ Le Pouvoir Calorifique Supérieur représente la chaleur libérée par la combustion. A la différence du Pouvoir Calorifique Inférieur (PCI), le PCS recouvre la chaleur émise lors de la combustion ainsi que la chaleur issue de la vapeur d'eau produite par cette combustion.

grâce à la récupération de la chaleur des fumées et à la condensation de la vapeur d'eau contenue dans ces gaz de combustion. Il n'y a pas de possibilité d'évolution. Toutefois, sa performance globale et saisonnière est améliorée avec des émetteurs « basse température » (température de retour chauffage plus basse, facilitant la condensation de la chaudière) et avec une régulation en fonction de la température extérieure (« loi d'eau »). Elle peut être facilement couplée à des énergies renouvelables (solaire thermique en particulier), ce qui améliore sa performance globale. L'une des évolutions récente de la chaudière à condensation est la micro-cogénération. La chaudière produit de la chaleur pour le chauffage et/ou l'ECS ainsi que de l'électricité qui peut être autoconsommée directement par le logement ou injectée sur le réseau.

Les générateurs utilisant des énergies renouvelables sont les plus performants. Les systèmes utilisant l'énergie solaire ne peuvent couvrir la totalité des besoins d'eau chaude et de chauffage tout au long de l'année et sont donc couplés à une énergie d'appoint (gaz, électricité, bois).

Majoritairement installées dans les maisons individuelles, les pompes à chaleur, également appelées « systèmes thermodynamiques », sont des systèmes valorisant de l'énergie renouvelable car elles captent l'énergie du sol, de l'eau (PAC géothermiques) ou de l'air (PAC aérothermiques) et la distribuent à une température plus élevée pour assurer les besoins de chauffage. Les Coefficients de Performance (COP) des PAC (mesurés en laboratoire) assurant le chauffage en basse température sont aujourd'hui de l'ordre de 4,5 à 5 (c'est-à-dire que la PAC utilise 1kWh d'électricité en énergie finale pour produire 4,5 kWh de chaleur). Les performances sont a priori meilleures pour les PAC géothermiques (de par la stabilité de la température du sous-sol) que celles des PAC aérothermiques, plus sensibles aux conditions extérieures puisqu'elles puisent leur énergie dans l'air extérieur. Les PAC géothermiques sont ainsi plus adaptées aux zones froides. Le potentiel d'évolution et de diffusion des PAC est important, avec notamment la recherche d'autres sources d'énergie dans le bâtiment (air extrait de la ventilation ou eaux grises par exemple qui bénéficient d'un contenu en chaleur important).

A partir du 26 septembre 2015, les chaudières et pompes à chaleur seront porteurs d'une étiquette énergie qui permettra de noter la performance du générateur et de les comparer entre eux. Les niveaux de puissance et les performances acoustiques seront également indiqués.

Les premiers calculs de positionnement montrent que l'essentiel des chaudières à condensation seront étiquetées en classe A et les PAC en classe A+.

A cette même date, **des exigences de performances énergétiques minimales** seront également applicables pour les équipements de chauffage, interdisant, de fait, la mise sur le marché des appareils trop peu performants et obligeant ainsi les industriels à faire évoluer leurs produits. A cette date, la principale conséquence est le retrait du marché de la quasi-totalité des chaudières dites "basse température" au profit des chaudières à condensation.

Approche économique

Une évaluation des coûts globaux, hors aides financières, sur 15 ans, des différents systèmes de chauffage (investissement, pose, coût de l'énergie) montre que **le choix de la solution économiquement la plus pertinente dépend avant tout des besoins de chauffage** : plus ils sont élevés, plus le coût de l'énergie aura un impact fort sur le coût global. Inversement, plus ils sont faibles, plus le coût du système de chauffage (investissement et pose) pèse dans le coût global.

Ainsi, lorsque les besoins de chauffage sont peu élevés, le chauffage électrique, les chaudières à condensation gaz, fioul ou propane apparaissent aujourd'hui comme étant les modes de chauffage les plus intéressants économiquement. Ces systèmes de chauffage sont avantagés par un coût d'investissement limité, mais génèrent une facture énergétique annuelle plus élevée que les autres systèmes (le coût de l'énergie

représente environ 80% du coût global sur 15 ans).

Le gaz propane et le fioul sont parmi les énergies les plus onéreuses avec un coût respectivement de 14,15 ct€/kWhPCS et de 9,30 ct€/kWhPCS⁷. Le chauffage électrique, qui coûte peu à l'installation et à la maintenance, est l'un des plus coûteux à l'usage. En 2013, son prix était de 14,34 ct€/kWh en heure pleine⁸. Ce prix a subi une hausse relativement modérée ces 10 dernières années (+20% contre près de 40% pour le gaz naturel). Il pourrait augmenter fortement ces prochaines années, en raison des investissements nécessaires dans la modernisation du parc de production et des réseaux électriques. Le coût de cette énergie incite toutefois les ménages à des comportements économes, soit en éteignant les convecteurs dans les pièces inutilisées, soit en installant des programmateurs/horloge pour gérer les absences.

Légende

CET : chauffe-eau thermodynamique
CESI : chauffe-eau solaire individuel

Le « surcoût bâti actualisé » est lié au coût de la « sur-isolation » de l'enveloppe afin de pouvoir respecter la RT 2012. Cette « sur-isolation » permet la pose d'un système de chauffage électrique à effet joule.

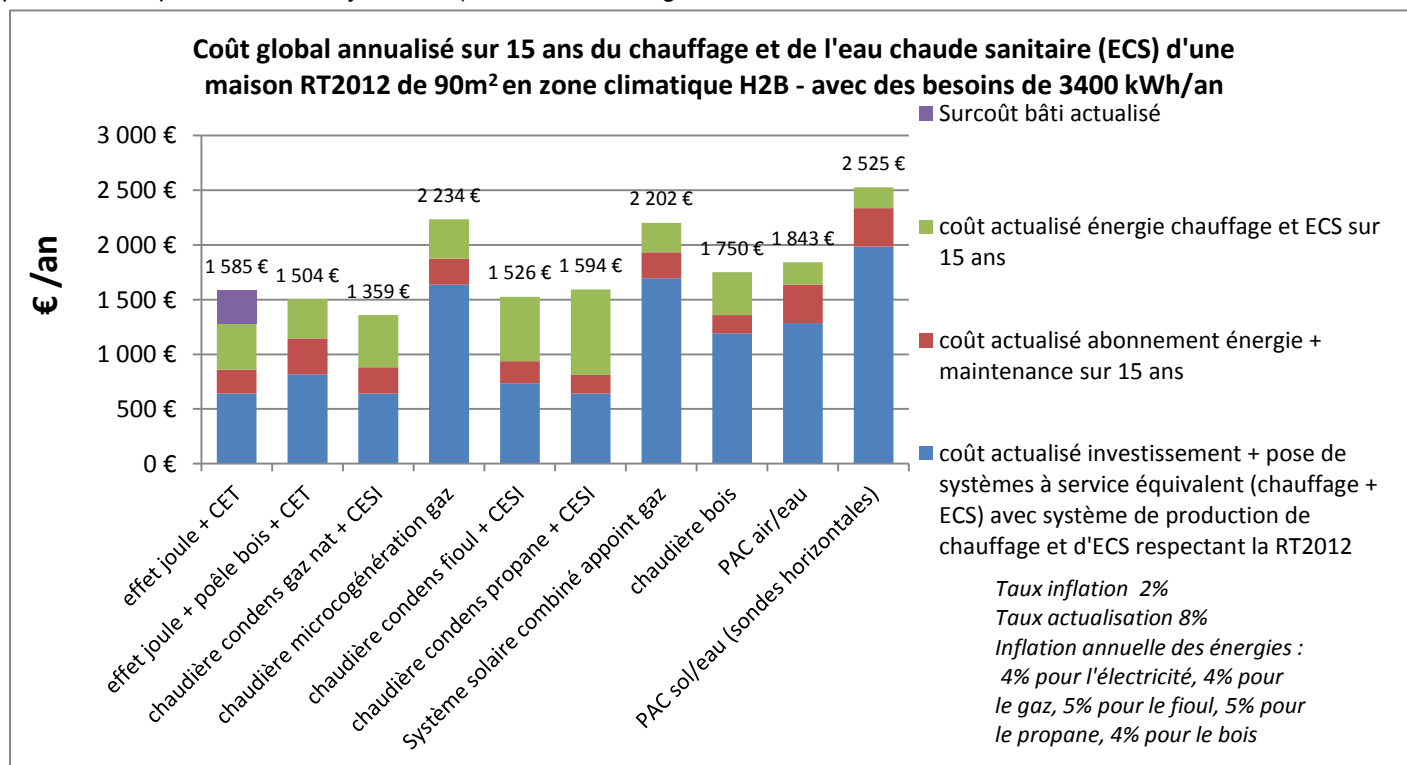


Figure 3 - comparaison des coûts globaux sur 15 ans de différents systèmes de chauffage pour une maison respectant la RT2012 - source ADEME, mai 2014 .

⁷ Base Pégase 2013

⁸ Tarif bleu, option heure creuse

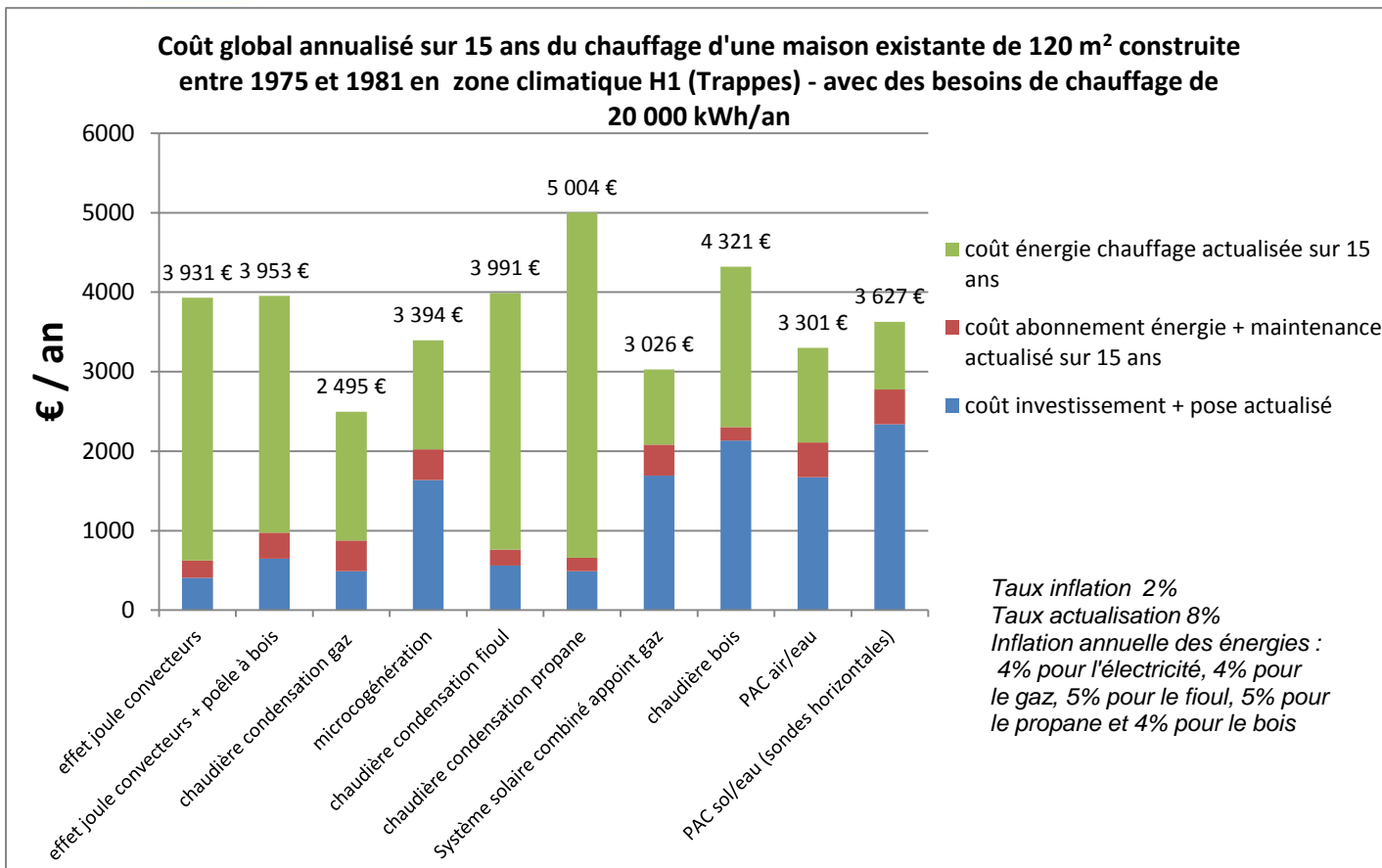


Figure 4 - comparaison des coûts globaux sur 15 ans de différents systèmes de chauffage dans une maison rénovée - source ADEME, mai 2014

Le gaz naturel a vu son prix augmenter de près de 40% en 10 ans. Il reste une énergie relativement attractive comparée au prix de l'électricité (en 2013, le coût complet du kWh PCS du gaz naturel est de 7,37 ct€/au tarif B1). La hausse du prix du gaz est due essentiellement à la flambée des prix du pétrole qui engendre des incertitudes sur son évolution dans les années à venir.

Le bois est une énergie compétitive, dont les prix sont relativement stables (+3% en 10 ans pour le bois bûche): pour un logement, le bois bûche est en moyenne 1.5 fois moins cher que le gaz naturel et près de 2.5 fois moins cher que le fioul. En 2014, le prix moyen du bois bûche livré est de 75€/stère (bûche de 50cm), soit 3.8c€/kWhPCI. Près de la moitié des ménages se chauffant au bois s'approvisionnent par leurs propres moyens, surtout en zone rurale (récolte de bois sur leur propriété ou celle d'une connaissance). Pour ces personnes, le bois est la source d'énergie la plus économique à l'usage.

Les pompes à chaleur et les systèmes solaires combinés, qui sont les technologies les plus économes à l'usage (la facture énergétique sur 15 ans est la plus faible), sont

désavantagés par leur coût d'investissement et de pose (ce coût représente près de 70% du coût global sur 15 ans pour la PAC air/eau).

Si l'énergie solaire est gratuite, l'installation d'un système solaire représente un investissement plus élevé que pour un équipement de chauffage traditionnel. Ce surcoût doit être amorti grâce aux économies qu'apporte le solaire. Plus la part des besoins couverts par le solaire est importante, plus l'amortissement est rapide (en général, l'équipement est amortissable en 7 à 10 ans).

Dans une maison ayant des besoins de chauffage plus importants, les systèmes solaires et PAC deviennent compétitifs par rapport aux autres systèmes de chauffage, même si la chaudière à condensation gaz reste la plus intéressante économiquement.

Des dispositifs de soutien ont été mis en place par les pouvoirs publics et les collectivités afin d'orienter les particuliers vers les modes de chauffage les plus performants en matière énergétique et ainsi, de faciliter leur diffusion. Ces dispositifs peuvent permettre de faire baisser le coût d'investissement de l'équipement, et ainsi réduire le temps de retour pour le particulier⁹.

⁹ Pour en savoir plus : <http://ecocitoyens.ademe.fr/financer-mon-projet>

Comportements et confort

Au-delà des aspects énergétiques et économiques, le confort reste un véritable critère de choix, qu'il ne faut pas négliger. Le vecteur eau (plancher chauffant, radiateur à eau) est considéré comme plus confortable que le vecteur air (système assurant la ventilation et le chauffage par air). Néanmoins, la filière des systèmes « tout air » évolue rapidement et propose maintenant des systèmes dont le confort est amélioré et les vitesses d'air réduites.

Plus un émetteur a une inertie lourde, plus la sensation de confort est importante. Par ailleurs, plus faible sera l'écart de température entre l'émetteur et l'ambiance de la pièce, meilleur sera le confort. Ainsi, la chaleur « douce » procurée par un plancher chauffant est souvent très appréciée par les utilisateurs.

Performances environnementales

1.1. Approche carbone

Une comparaison des émissions de CO₂ liées à la consommation d'énergie en phase d'utilisation des différents systèmes de chauffage a été réalisée sur les deux mêmes maisons que dans l'approche économique¹⁰. Cette approche permet de donner une première idée des performances environnementales dans le neuf et l'existant des différentes énergies de chauffage, en France.

Elle est toutefois partielle et doit être complétée d'une analyse plus approfondie des impacts environnementaux de chaque système de chauffage non seulement en fonctionnement mais tout au long de son cycle de vie (de la fabrication à la fin de vie – voir aussi « actions de l'ADEME »).

En fonctionnement, les systèmes de chauffage utilisant des énergies renouvelables sont plus performants en termes d'émissions de CO₂ que les systèmes à combustion utilisant des énergies fossiles. Plus la part d'EnR utilisée augmente, moins le système émet de CO₂ en utilisation.

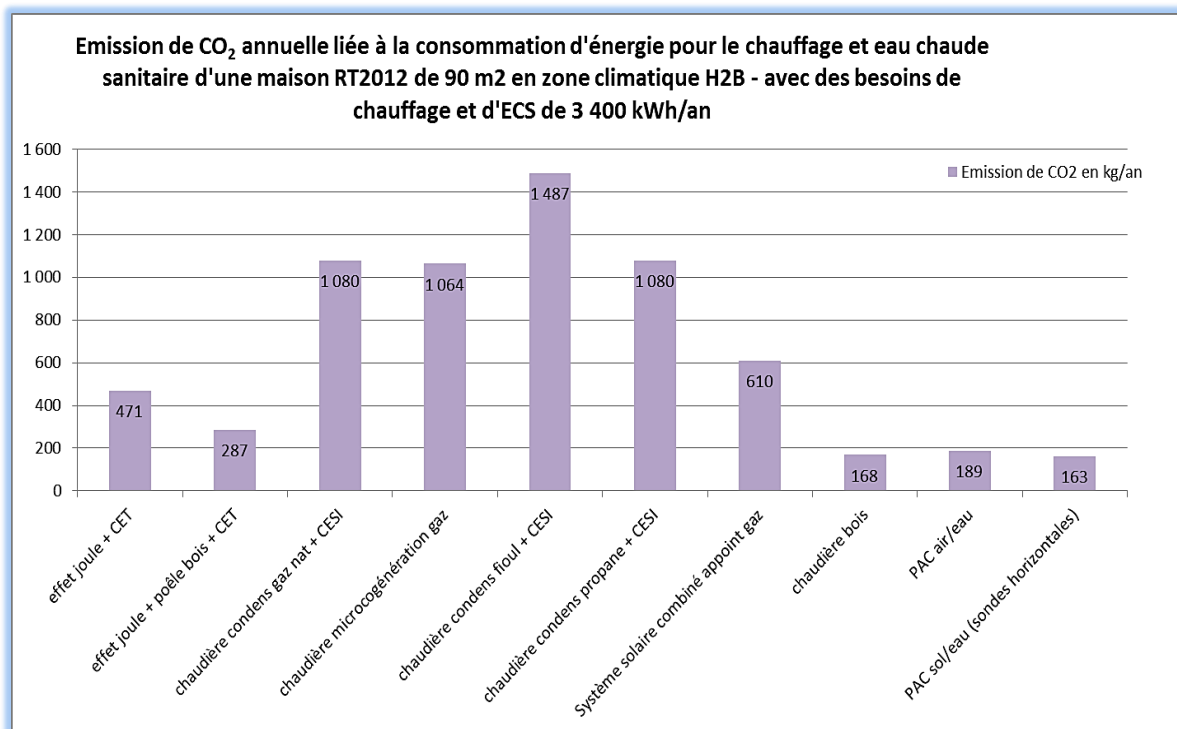


Figure 5 - comparaison des émissions de CO₂ annuelles selon le mode de chauffage et d'eau chaude sanitaire dans une maison neuve en France, source ADEME – base carbone, mai 2014

¹⁰ Les émissions de CO₂ ont été obtenues en multipliant le contenu en CO₂ des différentes énergies (Source : base carbone) par la consommation d'énergie de chauffage des différentes solutions (consommation qui dépend des rendements des systèmes de chauffage)

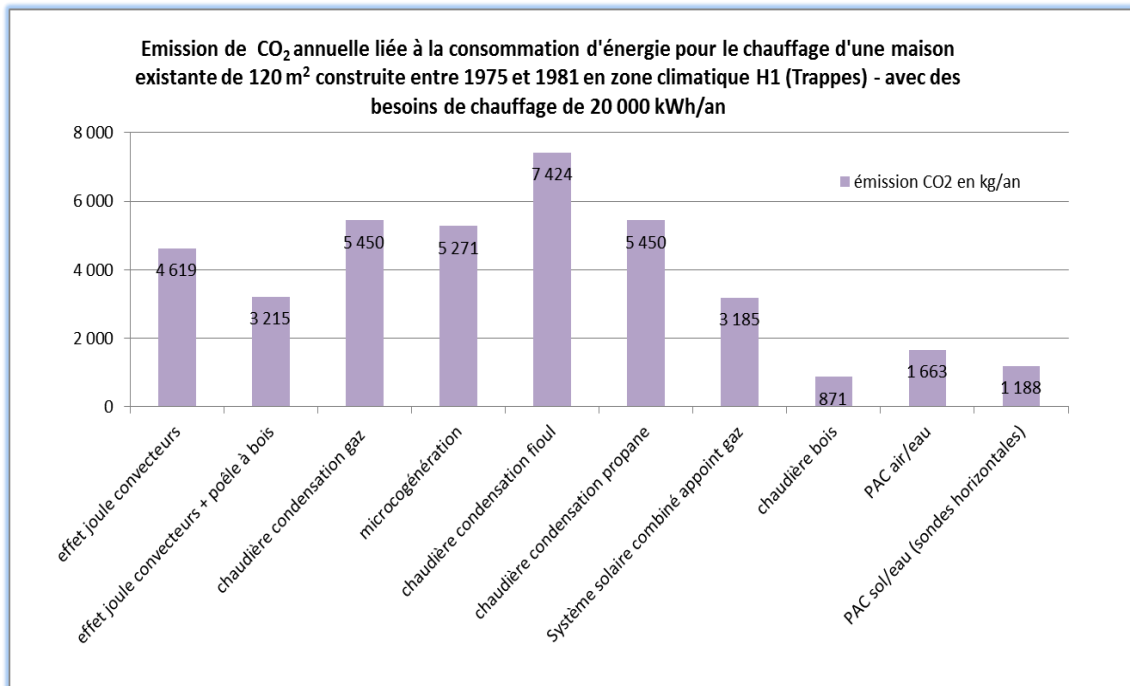


Figure 6 - comparaison des émissions de CO₂ annuelles selon le mode de chauffage dans une maison « ancienne », source ADEME, mai 2014

Première source d'énergie renouvelable utilisée en France, le bois énergie émet peu de CO₂ : la combustion du bois émet 33 g CO₂/kWh pour une chaudière à bûches ou plaquettes et 41 g à 42 g CO₂/kWh pour un poêle à bûches ou à granulés.

Les énergies fossiles sont les plus émettrices de CO₂, avec 234 g CO₂/kWh pour le gaz naturel, 300 g CO₂/kWh pour le fioul et 274 g CO₂/kWh pour le gaz propane. Pour le gaz naturel, ces émissions peuvent toutefois évoluer en fonction du taux d'incorporation de gaz renouvelable (issu de biomasse ou de la méthanisation de déchets organiques) dans le réseau.

Les émissions de CO₂ de l'énergie électrique dépendent notamment des moyens de production utilisés ainsi que de son usage qui peut varier fortement d'un mois à l'autre, voire d'une heure à l'autre. Du fait du fort développement du chauffage électrique en France, le réseau électrique français est très sensible aux variations climatiques : en hiver, un degré de température extérieure en moins provoque un appel supplémentaire sur le réseau de 2 300 MW de puissance globale. Ainsi, en hiver, l'électricité utilisée pour le chauffage est fortement carbonée (de l'ordre de 500 à 600 g CO₂/kWh en approche marginale) car il faut mobiliser tous les moyens de production, à partir d'énergies fossiles et renouvelables. Hors de ces périodes de forte demande électrique, son contenu en carbone est de 210 g CO₂/kWh (valeur utilisée pour le calcul de l'approche carbone).

1.2. Impacts sur la qualité de l'air

Les différents systèmes de chauffage émettent également dans l'atmosphère des polluants atmosphériques, pouvant impacter la santé humaine, les écosystèmes et les bâtiments. Actuellement, la France ne respecte pas ses engagements européens en matière de qualité de l'air, et notamment en ce qui concerne les niveaux de dioxyde d'azote (NO₂) et de particules fines (PM₁₀).

Le chauffage individuel (hors collectif, tertiaire et industriel) représente 6,5% des émissions nationales d'oxydes d'azote (NO_x¹¹) (données 2012). Ces émissions proviennent d'appareils de chauffage fonctionnant au gaz naturel (3,3%), au bois (1,9%), au fioul (1,2%) et pour une très faible part au charbon (0,03%). Pour la même année 2012, 30% des émissions françaises de PM₁₀ (44% des PM_{2,5}) sont également issues de systèmes de chauffage individuels. Ces émissions de particules PM₁₀ sont principalement produites par des appareils fonctionnant au bois (29 %), et pour une faible part par les appareils fonctionnant au gaz (0,2%), au charbon (0,3%) et au fioul (0,4%)¹². Le parc d'appareils individuels de chauffage au bois se caractérise par des équipements anciens (15 ans d'âge moyen) et une assez grande proportion de foyers ouverts (17% du parc) très polluants. Il existe depuis quelques années sur le marché des appareils

¹¹ Les NO_x regroupent le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂).

¹² Inventaire des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre en France, CITEPA, 2014.

radicalement moins émetteurs (c'est notamment le cas des appareils labellisés Flamme verte 5 étoiles ou de performance équivalente - voir aussi l'Avis de l'ADEME [bois énergie et qualité de l'air](#)).

Recommandations

Dans les bâtiments neufs soumis à la RT2012 : développer des systèmes de petite puissance, multi-usages et multi énergies

La réglementation thermique (RT) 2012 impose une division par 2 à 3 des besoins de chauffage par rapport à la RT 2005. Pour atteindre cet objectif, est notamment exigée une efficacité énergétique minimale du bâti qui rend compte de la qualité de la conception et de l'isolation du bâtiment, indépendamment du système de chauffage.

La RT 2012 n'impose aucune technologie de chauffage. Quelle que soit l'énergie utilisée, l'exigence porte sur le niveau de consommation d'énergie primaire à ne pas dépasser, soit 50 kWh/m² / an en moyenne pour les usages chauffage, eau chaude, auxiliaires, éclairage et climatisation. Ainsi, **tous les systèmes de production de chaleur permettent de répondre à cette exigence** à partir du moment où le niveau de consommation d'énergie primaire n'est pas dépassé en cumulant les 4 autres usages.

Dans le neuf, les enjeux sur le chauffage portent surtout sur la baisse des puissances unitaires des générateurs et l'amélioration des capacités de modulation de puissance afin de s'adapter au mieux à des besoins de plus en plus faibles une majeure partie de l'année.

Par ailleurs, dans ce contexte où les besoins de chauffage sont fortement réduits, l'eau chaude sanitaire devient souvent le premier poste de consommation. Il convient donc de **développer des technologies pouvant répondre à plusieurs usages** (des appareils multifonctions) et qui optimisent leurs consommations en les mutualisant (ECS, ventilation et auxiliaires notamment). De plus, afin de diversifier les sources d'énergie et de limiter la thermo-sensibilité du réseau électrique national, des **systèmes utilisant plusieurs énergies** (systèmes hybrides ou bi-énergie) compatibles avec des réseaux intelligents doivent se diffuser plus largement sur le marché et pour cela offrir des coûts de fabrication et d'installation compétitifs.

Dans l'existant : privilégier les équipements performants, modulables et multi énergies

Les maisons individuelles achevées avant 1949 sont une cible à privilégier en termes d'économies d'énergie : elles consomment au total près de 115 TWh d'énergie finale

pour le chauffage et l'ECS, soit environ 48% des consommations d'énergie finale des maisons individuelles alors qu'elles ne représentent que 38% de ce parc¹³.

Pour ces maisons, l'amélioration de la performance énergétique de l'habitat passe par des travaux conséquents associant l'isolation de l'enveloppe du bâtiment et le remplacement des équipements anciens par des équipements de chauffage et de production d'ECS plus performants en termes énergétiques mais aussi environnementaux (en termes d'émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques notamment).

Dans ces logements où les besoins en chauffage sont importants, les énergies renouvelables pour le chauffage (PAC et appareils de chauffage au bois performants) sont intéressantes d'un point de vue économique car l'investissement initial sur l'équipement est amorti sur sa durée de vie par les gains sur la facture énergétique. En revanche, dès que les besoins de chauffage diminuent fortement (lors d'une rénovation par exemple), le coût de l'équipement pèse plus lourd sur le coût global du système¹⁴, ce qui peut handicaper les systèmes à énergie renouvelable comme les PAC, dont les coûts d'installation sont encore très élevés.

L'enjeu dans l'existant est donc de **développer des systèmes pouvant être modulés pour s'adapter à une diminution des besoins de chauffage du bâtiment** dans le cadre d'une démarche de rénovation progressive (par exemple, lorsqu'il est indispensable de remplacer la chaudière alors que les travaux d'isolation de l'enveloppe n'ont pas encore pu être réalisés). Les travaux de R&D doivent donc porter en priorité sur de tels systèmes, adaptés à l'existant.

Par ailleurs, les filières des énergies renouvelables et en particulier celle des PAC doivent travailler sur une **baisse des coûts de production** (réduction des puissances des générateurs, matériaux à plus bas coût, etc.).

Enfin, la micro-cogénération est une solution à encourager notamment dans les régions soumises à des difficultés d'approvisionnement électrique comme la Bretagne ou PACA. Elle présente, en effet, un intérêt en période de consommation électrique de pointe : elle injecte l'électricité sur le réseau au moment où il en a le plus besoin, en période de grand froid ou bien elle permet de diminuer l'appel de puissance sur le réseau en réduisant la consommation d'électricité du logement.

¹³ Source Energie Demain

¹⁴ Voir analyse économique au paragraphe précédent

Actions de l'ADEME

Soutien et diffusion de systèmes plus économes en énergie (développement de produits innovants)

L'ADEME finance depuis de nombreuses années la recherche et l'innovation portant sur le développement de produits de chauffage et d'ECS performants, avec pour objectif une mise en marché rapide.

L'innovation porte essentiellement sur:

- La baisse des puissances unitaires et l'amélioration des capacités de modulation de puissance pour s'adapter à des besoins évolutifs et de plus en plus faibles ;
- L'hybridation / couplage systématique de plusieurs énergies (énergies traditionnelles et EnR, mais également deux énergies traditionnelles entre elles : électricité et gaz, électricité et fioul, etc.) ;
- La multiplication des usages au moyen de produits pouvant assurer deux, voire trois fonctions simultanément (chauffage, ECS, voire rafraîchissement...);
- L'amélioration des performances environnementales (ex : augmentation des rendements énergétiques et baisse des émissions polluantes) et, plus globalement, travail sur l'éco-conception des systèmes de chauffage.

Evaluation des technologies par des campagnes de mesures

Au-delà de la recherche et de l'innovation, l'ADEME est également très impliquée dans l'évaluation des technologies in situ afin de pouvoir donner un avis argumenté aux différents acteurs de la construction et de la rénovation (professionnels, installateurs et particuliers). Pour cela, l'ADEME met en place des campagnes de mesures in situ afin de mesurer les performances réelles des nouveaux systèmes (différentes des performances mesurées en laboratoire en conditions nominales).

Au-delà de la simple mesure de leurs performances énergétiques réelles, ces campagnes constituent un véritable retour d'expérience et permettent d'identifier des pistes d'amélioration sur l'installation et la régulation de tels systèmes (elles permettent par exemple d'améliorer l'information et la formation des installateurs aux nouvelles technologies).

Développement des EnR (solaire, bois énergie, géothermie, etc.)

L'ADEME soutient le développement des énergies renouvelables et en particulier la production de chaleur à partir de biomasse, de solaire, de géothermie ou d'énergies de récupération.

Concernant le bois énergie, la priorité est de développer les réseaux de chaleur et de moderniser le parc de chauffage individuel au bois en remplaçant les appareils

non performants par des appareils ayant de bons rendements énergétiques et de faibles émissions de polluants (respect à minima des critères Flamme verte 5 étoiles).

Amélioration des connaissances sur les impacts environnementaux

Au-delà des émissions de CO₂ générées par la combustion de l'énergie utilisée, d'autres impacts environnementaux sont à prendre en compte : émissions de polluants atmosphériques émis par la combustion d'énergie, impacts sur les ressources, l'eau, l'énergie lors de la fabrication et de la gestion de l'appareil en fin de vie notamment. L'éco-conception de ces systèmes permet de prendre en compte ces impacts pour les limiter. Afin d'alimenter les travaux de R&D pour éco-concevoir les systèmes de chauffage, l'ADEME a lancé une Analyse du cycle de vie sur différentes solutions de chauffage et d'ECS dans les maisons neuves respectant la RT 2012. Par ailleurs, la seconde édition de l'appel à projets de recherche « [Bâtiments responsables 2020](#) », lancée en septembre 2014, propose d'accompagner notamment les méthodologies et outils qui permettront une meilleure prise en compte des analyses en cycle de vie dans la conception des systèmes de chauffage des bâtiments.

Accompagnement de la filière professionnelle

L'atteinte des objectifs nationaux de réduction des consommations énergétiques des bâtiments et de développement des énergies renouvelables nécessite la mobilisation et la formation d'un nombre important de professionnels. L'ADEME les accompagne pour que les filières se structurent et montent en compétences à travers notamment la mention RGE pour les professionnels qualifiés pour réaliser des travaux d'amélioration énergétique et de pose de systèmes énergétiques. L'ADEME mobilise également les industriels pour stimuler des progrès technologiques (ex: le label Flamme Verte du chauffage domestique biomasse).

Sensibilisation des particuliers, accompagnement et conseils

L'ADEME développe des outils d'information et de conseil pour guider les particuliers dans leur choix de mode de chauffage dans le neuf et l'existant¹⁵. Avec les collectivités, elle co-finance et forme les conseillers Info-Energie, membres du réseau des PRIS (Points Rénovation Info Service) qui informent et conseillent les particuliers sur les solutions et les aides disponibles pour maîtriser l'énergie dans l'habitat.

¹⁵ <http://ecocitoyens.ademe.fr>

AVIS ADEME

Pour l'ADEME, une priorité forte est à la **réduction des besoins de chauffage** dans le bâtiment, et en particulier dans l'habitat existant qui constitue un enjeu majeur au niveau national.

Dans le neuf, en travaillant de manière plus ou moins importante sur le bâti et donc dans un contexte de besoins de chauffage fortement réduits, **tous les systèmes de chauffage** (condensation gaz, électrique, PAC et énergies renouvelables) **permettent d'atteindre des niveaux de consommation faibles** (50 kWh EP/an maximum en moyenne au m²). Les systèmes de chauffage doivent pouvoir moduler pour s'adapter à des périodes où les besoins en chaleur sont réduits (en mi saison) mais aussi pour fournir de l'eau chaude sanitaire ou optimiser les consommations énergétiques d'autres usages (ventilation et auxiliaires). Ainsi, **les systèmes hybrides** (gaz-solaire, électrique-bois performant, gaz-électricité..) **et multi-usages** sont aujourd'hui parmi les plus pertinents d'un point de vue énergétique, environnemental et économique.

Dans l'existant, où les besoins restent élevés avant rénovation/réhabilitation énergétique majeures, **les systèmes modulables**, pouvant s'intégrer dans une rénovation progressive et pouvant également optimiser les consommations engendrées par d'autres besoins comme l'eau chaude notamment, sont à privilégier. Les chaudières à condensation gaz sont aujourd'hui les systèmes de chauffage les plus intéressants économiquement, mais elles restent émettrices de gaz à effet de serre. **Les pompes à chaleur** (électriques ou gaz) constituent certainement les technologies de demain qu'il convient d'encourager fortement. Elles consomment moins d'énergie que les systèmes traditionnels gaz ou électriques. Elles contribuent donc à limiter les émissions de gaz à effet de serre et à préserver les ressources énergétiques. Elles sont toutefois aujourd'hui encore handicapées par des coûts d'investissement et de pose assez élevés qui ne permettent pas encore d'obtenir un coût global totalement satisfaisant au regard des performances de ces technologies.

Que ce soit dans le neuf ou dans l'existant, les systèmes faisant appel à des énergies renouvelables ou combinant énergies fossiles et renouvelables doivent être davantage utilisés pour atteindre les objectifs climatiques et énergétiques nationaux. Ces systèmes sont également ceux qui présentent aujourd'hui des potentiels d'amélioration de leurs performances énergétiques et économiques. Les appareils les plus efficaces énergétiquement et émettant le moins de polluants doivent être privilégiés afin de contribuer à respecter les objectifs nationaux et européens de qualité

de l'air. Améliorer les rendements, développer l'éco conception et faire baisser les coûts, tels sont les objectifs des programmes de soutien à l'innovation et à la montée en qualité des filières que poursuit l'ADEME.