



équilibre des énergies

Construisons une société énergétique meilleure

Comment décarboner la France ?

**Un plan massif de développement
des pompes à chaleur s'impose**

Octobre 2022



Le présent document a été établi dans le cadre du Comité scientifique, économique, environnemental et sociétal d'Équilibre des Énergies, sous la direction de **Jean-Pierre Hauet**, Chief Scientist, avec le concours de **Claude Monmejean** et **Olivier Lagrange**.

Équilibre des Énergies remercie tous ses membres qui ont contribué à son élaboration, en particulier **EDF**, **Groupe Atlantic**, **Groupe intuis**, **Daikin**, ainsi que l'**AFPAC** (Association française des Pompes à Chaleurs).



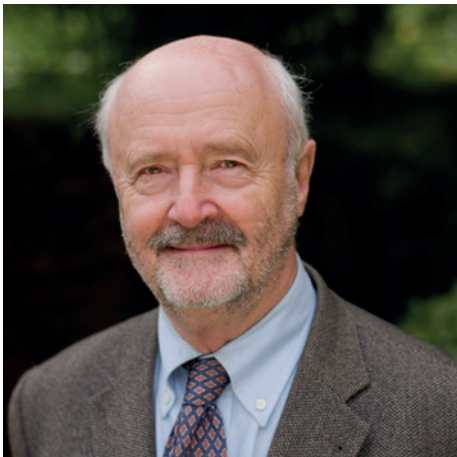
Comment décarboner la France ?

**Un plan massif de développement
des pompes à chaleur s'impose**

Pour tout renseignement concernant cette étude,
utilisez le formulaire « Contact » sur le site de l'association
ou contactez **Équilibre des Énergies** :
10 rue Jean Goujon 75008 Paris
Tél. : +33 (1) 53 20 13 70
info@equilibredesenergies.org

www.equilibredesenergies.org

Résumé.....	6
Les 24 recommandations d'Équilibre des Énergies.....	8
1. La France doit se donner des objectifs de développement des pompes à chaleur allant au-delà des ambitions européennes	11
Le contexte européen	12
Le contexte français	13
Un développement maîtrisé des pompes à chaleur.....	14
Mettre en cohérence l'ambition des réglementations du bâtiment avec la volonté de développer les solutions bas-carbone les plus efficaces.....	18
Une politique incitative adaptée.....	21
La politique industrielle.....	23
2. Annexes	24
Annexe 1. Rénovation des logements existants : il faut adapter la stratégie à l'urgence climatique.....	25
Résumé	25
Introduction	26
Quelle stratégie de rénovation à adopter ? Les limites de la rénovation globale.....	27
La stratégie par étapes, ciblée - L'exemple des cas-types de la stratégie nationale à long terme de rénovation (2020).....	28
La stratégie de rénovation ciblée est plus efficace sur le plan climatique	29
Conclusion	31
Annexe A. Cas-types de rénovations ciblées.....	32
Annexe B. Comparaison des deux stratégies de rénovation	34
Annexe 2. Les pompes à chaleur hybrides : quelle place dans la transition énergétique ?	36
Résumé	36
Les pompes à chaleur en tête des solutions décarbonées.....	37
Le concept de PAC hybride.....	37
Les avantages de la PAC hybride.....	39
Les inconvénients de la PAC hybride.....	39
Les PAC hybrides : quel marché ?.....	40
Les politiques publiques doivent permettre de promouvoir les pompes à chaleur hybrides là où leur usage est judicieux	41
Annexe 3. Concilier développement des pompes à chaleur et réduction des émissions de HFC	42
Résumé	42
En Europe et en France : des objectifs volontaristes de développement des pompes à chaleur.....	42
La question des fluides frigorigènes.....	43
En Europe, la question du renforcement du règlement F-gas (517/2014).....	44
En France, éviter une sur-transposition du règlement F-Gas qui serait contre-productive ..	46



Brice Lalonde

Président d'Équilibre des Énergies,
ancien ministre de l'Environnement

Décarboner !

C'est l'urgence martelée par les rapports scientifiques, c'est l'engagement de la France et de l'Union européenne, sans cesse renforcé. Il faut aller vite, plus vite. Et si l'industrie des transports prend un virage serré vers la propulsion électrique, la décarbonation des bâtiments, en revanche, est plus hésitante.

C'est que le parc immobilier se renouvelle lentement. Il est plus facile de peaufiner les bâtiments neufs que d'améliorer le parc ancien. Or les efforts ont d'abord porté sur l'isolation et l'économie d'énergie plus que sur la décarbonation, qui touche à la qualité même de l'énergie. Il faut aujourd'hui que l'énergie soit à la fois décarbonée et économisée.

Voilà qui conforte le recours à l'électricité dont la production en France est décarbonée, mais dont l'emploi pour chauffer les bâtiments a curieusement été pénalisé depuis dix ans. Elle fait aujourd'hui son retour avec une technique remarquable dont la France est l'un des champions : la pompe à chaleur, un appareil qui, pour une dépense d'énergie de 1, en rapporte 3 à 4 fois plus, sous forme de chaleur captée à l'extérieur du bâtiment. La pompe à chaleur coche toutes les cases : efficacité énergétique, décarbonation, confort et création d'emplois.

Décarboner les bâtiments, c'est installer massivement des pompes à chaleur. Les conditions de ce déploiement doivent être réunies. Elles impliquent un ajustement de la réglementation et l'accompagnement de l'effort de réindustrialisation de notre pays.

Telle est la conviction d'Equilibre des Energies, qu'elle expose et justifie dans cette étude, mise à la disposition des décideurs et acteurs des mondes économique, scientifique, associatif investis pour le climat. Equilibre des Energies, groupement d'entreprises engagées pour la transition, est ainsi fidèle à sa vocation au service du bien public.

Résumé

La France est aujourd'hui confrontée à un défi extraordinairement difficile : celui de réduire de façon drastique et dans les meilleurs délais ses émissions de CO₂. Elle va y être tenue par les réglementations européennes issues du paquet *Fit for 55* qu'il lui faudra bien respecter. Selon les calculs du Haut Comité pour le climat, il faudra que ses émissions puissent être réduites à un rythme moyen annuel de -4,7 % par an sur la période 2022-2030 alors que le rythme observé depuis 2010 n'a été que de -1,7 % par an.

Elle va y être également contrainte par la situation politique internationale qui implique de se libérer le plus vite possible de la menace que fait peser sur la nation sa dépendance encore beaucoup trop forte aux énergies fossiles.

De gros efforts vont être demandés aux Français mais la « sobriété » qui est mise en exergue dans le langage officiel actuel n'y suffira pas, sauf à étendre la sobriété jusqu'aux privations. Il faut déployer des réformes majeures du système énergétique qui associent efficacité énergétique et migration vers des vecteurs énergétiques bas-carbone.

Le développement des pompes à chaleur (PAC) pour le chauffage des logements et la production d'eau chaude sanitaire est une option qui peut conduire rapidement à des progrès significatifs, sans porter atteinte au niveau de vie des Français, en permettant au contraire la création de dizaines de milliers d'emplois.

Dans son programme REPowerEU, la Commission européenne montre la voie en fixant comme objectif un doublement du rythme de déploiement des PAC afin que 30 millions de PAC nouvelles soient installées en Europe d'ici 2030. Mais la France peut et doit

**10 millions
de logements
chauffés par PAC
en 2030**

se donner des objectifs plus ambitieux. Elle est aujourd'hui leader en Europe dans le domaine des PAC et dispose d'une base industrielle solide et d'un réseau d'installateurs de qualité sur lesquels elle peut fonder leur développement.

Équilibre des Énergies propose que la prochaine loi de programmation quinquennale sur l'énergie et le climat fixe un objectif de 10 millions de logements chauffés par PAC en 2030 contre 2,5 à 3 millions aujourd'hui. Un tel objectif est réaliste mais il suppose qu'un certain nombre de verrous soient levés dans les meilleurs délais et que soient mises en place des mesures de soutien appropriées, en veillant à ce que de nouvelles contraintes, notamment sur l'usage des fluides frigorigènes, ne viennent pas contrarier leurs effets.

Le présent document analyse en détail les principaux aspects de ce dossier complexe et formule des propositions qui sont reprises en annexe à ce résumé introductif. Ces propositions impliquent des choix : la rénovation des logements est une tâche prioritaire mais qui sera nécessairement de longue haleine car elle se heurte à la limitation des ressources qui peuvent lui être consacrées. Le mieux est souvent l'ennemi du bien et la rénovation globale, en une étape, de tous les logements, pour souhaitable qu'elle soit, risquerait de ne concerner, si elle devenait une règle impérative, qu'un nombre restreint d'entre eux.

L'urgence climatique et économique commande de retenir une stratégie qui soit porteuse d'un maximum de résultats dans les meilleurs délais possible : la combinaison d'un déploiement massif des PAC, accompagné des gestes d'isolation essentiels et d'une modernisation des systèmes de gestion de l'énergie est la solution la plus efficace.

Équilibre des Énergies recommande qu'aux côtés de la rénovation globale, soient encouragées les trajectoires de rénovation par étapes afin de faciliter un décollage des installations de pompes à chaleur. Le nouveau diagnostic de performance énergétique (DPE) constitue pour cela un outil qui devrait être davantage utilisé pour la détermination des aides publiques.

C'est ainsi que le dispositif de MaPrimeRénov' devrait comporter la possibilité de soutenir des ensembles de travaux à un niveau qui soit fonction du nombre de cases qu'ils permettent de gagner dans l'échelle du DPE. Le taux de subvention pourrait être fonction des revenus des ménages mais l'enveloppe maximale éligible pourrait être fixée à un montant de l'ordre de 12 à 15 000 € par classe d'étiquette gagnée.

En parallèle, le dispositif des certificats d'économies d'énergie (CEE) pourrait introduire des coups de pouce venant bonifier les certificats CEE accordés aux travaux groupés permettant de gagner une ou plusieurs cases dans l'échelle du DPE.

Équilibre des Énergies s'est penchée également avec attention sur l'impact que pourrait avoir le développement des PAC sur la puissance appelée sur le réseau électrique en période de pointe. Une étude détaillée sera prochainement publiée sur le sujet. Il ressort des travaux effectués que les inquiétudes manifestées par certains sont largement surévaluées et que, même dans une optique où la politique d'efficacité énergétique dans les logements n'atteindrait que partiellement ses objectifs, on peut viser un taux d'équipement des logements en pompe à chaleur de l'ordre de 60 % en 2050.

Équilibre des Énergies recommande cependant de libérer le maximum de marges de manœuvre pour le réseau électrique :

- en encourageant l'installation de systèmes connectés de pilotage des PAC et des équipements de chauffage permettant, s'il y a lieu, de disposer le moment venu d'une capacité de flexibilité ;
- en encourageant par le biais de la tarification, notamment de type EHP (effacement heures de pointe), la valorisation de ces flexibilités ;
- en incitant au remplacement des anciens convecteurs électriques par des solutions plus performantes et notamment par des PAC air/air.

S'agissant des PAC hybrides que certains préconisent de développer à grande échelle, Équilibre des Énergies estime qu'elles présentent un intérêt lorsque les PAC tout électriques se heurtent à des contraintes techniques ou économiques. 500 000 à 1 million de logements peuvent être concernés.

Il est souhaitable que nos industriels puissent être présents sur ce marché pour disposer des produits et des références qui leur seront nécessaires pour se développer dans d'autres pays où le mix électrique est moins décarboné qu'en France et où la PAC hybride est mieux adaptée.

Sur le territoire national, le développement de la PAC hybride peut être promu sur le marché qui lui revient mais il doit être encadré afin de réserver cette solution aux cas où elle est appropriée, à la condition expresse que le taux de couverture des besoins qu'elle assure soit très largement majoritaire et donc que la PAC ne soit pas sous-dimensionnée par rapport à la chaudière qui la complète.

Les 24 recommandations d'Équilibre des Énergies

Doter le réseau électrique d'un maximum de marge de manœuvre pour permettre un développement des PAC en toute sérénité

La montée en puissance du déploiement des PAC au cours des prochaines décennies pourrait, selon certains, avoir un impact négatif sur la stabilité du réseau électrique. Les travaux menés par Équilibre des Énergies montrent que cette croissance ne portera pas atteinte de façon significative à la robustesse du réseau.

Dans un contexte d'électrification des autres usages, Équilibre des Énergies propose cependant de prendre des mesures, spécifiques au secteur du bâtiment, permettant de disposer d'un maximum de marge de manœuvre.

- 1 Encourager, par le mécanisme des CEE notamment, l'installation dans les logements de systèmes connectés de pilotage des PAC et des équipements de chauffage associés afin de permettre une gestion des températures pièce par pièce et la mise en œuvre éventuelle par un opérateur (fournisseur d'électricité ou agrégateur) de services de flexibilité.
- 2 Encourager en parallèle, par le biais de la tarification, le développement de ces systèmes :
 - tarifications du type Tempo ;
 - révision de la part puissance dans la tarification réseau ;
 - répercussion sur le consommateur d'une part de la rémunération de la flexibilité par le réseau.
- 3 Engager le remplacement des anciens convecteurs électriques par des solutions plus performantes.



Définir la juste place de la PAC hybride, solution pertinente pour certaines rénovations

Des contraintes technico-économiques propres à environ 5 à 10 % du parc de maisons individuelles existantes font de la PAC hybride – c'est-à-dire faisant appel à un combustible pour l'appoint en période de grand froid – une solution appropriée à ce type de situations.

Pour s'assurer que les PAC hybrides apportent une contribution positive à la transition énergétique, Équilibre des Énergies appelle à mettre en place un soutien sélectif à la PAC hybride se basant sur des critères précis.

- 4 Prendre en compte dans la détermination de la performance des PAC hybrides, le taux de couverture de l'ensemble des besoins thermiques du logement, y compris les besoins en eau chaude sanitaire.
- 5 Prendre en compte dans le moteur de calcul du DPE le taux de couverture potentiel des PAC hybrides et non plus le taux forfaitaire de 80 %, avec un calcul basé sur une stratégie de régulation fondée sur l'optimisation de la facture énergétique.

6 Considérer le taux de couverture de 70 % (eau chaude sanitaire (ECS) incluse) comme un minimal et introduire dans MaPrimRenov', aussi bien que dans le système des CEE, deux niveaux de soutien selon que le taux de couverture est supérieur à 70 % ou à 80 %.

7 Imposer que le mode de régulation mis en œuvre par le professionnel chargé de l'installation soit fondé sur l'optimisation de la facture énergétique.

8 Ces conditions supposées réunies, interdire à compter de 2025, le remplacement, dans les maisons individuelles, d'une chaudière à gaz par une autre chaudière à gaz, afin d'orienter la décision soit vers une PAC 100 % électrique, soit vers une PAC hybride répondant aux critères de performance minimale retenus, soit vers des solutions « bois ».

Perfectionner le bilan carbone des PAC sans porter préjudice à leur développement

Pour transformer les calories de l'environnement en chaleur ou en froid, la grande majorité des PAC ont aujourd'hui recours à des fluides hydrofluorocarbones (HFC) dont le potentiel de réchauffement global (PRG), bien que fortement réduit, reste important.

Sans remettre en cause la volonté de l'Union européenne et de la France d'organiser la migration vers des fluides frigorigènes alternatifs, notamment le propane, dans les meilleurs délais possible, Équilibre des Énergies appelle à faire preuve de pragmatisme afin d'éviter des mesures excessives déconnectées de l'avancement de la R&D, nuisibles à l'équation économique des PAC et à la sécurité des personnes.

9 Veiller à la cohérence entre les objectifs inscrits dans le projet de révision du règlement européen F-Gas et ceux fixés pour le déploiement des PAC.

10 Abroger dans le projet de loi de Finances pour 2023, compte tenu du respect des engagements pris par les industriels, la taxe sur la HFC susceptible d'entrer en application au 1^{er} janvier 2023.

11 Soutenir la mise en place de formations spécifiques pour les installateurs et les mainteneurs des PAC afin qu'ils puissent le plus rapidement possible maîtriser les fluides alternatifs en cours de développement.

Mettre en cohérence l'ambition des réglementations du bâtiment avec la volonté de développer les solutions bas-carbone les plus efficaces

Les réglementations des bâtiments neufs et existants, récemment révisées, jouent un rôle clef pour accompagner les acteurs vers les solutions bas-carbone les plus performantes.

Compte tenu des perspectives de développement des PAC, qui pourraient représenter à terme jusqu'à 60 % du marché, Équilibre des Énergies appelle en conséquence à amplifier graduellement l'ambition de ces réglementations.

12 Supprimer les références au coefficient de conversion de l'électricité en énergie primaire, dans tous les textes où il intervient, à dispositif législatif et réglementaire inchangé, en l'alignant, dans une phase transitoire, sur la valeur par défaut retenue dans la directive européenne sur l'efficacité énergétique, aujourd'hui 2,1 et 1,9 si cette valeur est adoptée à compter du 1^{er} janvier 2023.

13 Renforcer l'exigence sur les émissions de CO₂ à l'exploitation en abaissant à 230 kg_{eq} CO₂/m² à partir de 2025 le plafond sur les émissions de carbone à l'exploitation pour les logements collectifs neufs dans la RE2020

14 A horizon de 2030, mettre à parité les logements collectifs avec les maisons individuelles en abaissant à 160 kg_{eq} CO₂/m² le plafond sur les émissions de carbone à l'exploitation qui leur sera applicable dans la RE2020

15 Entamer des travaux entre l'administration et les acteurs de la transition énergétique dans l'optique d'un renforcement progressif de l'échelle Climat du DPE.

Créer une politique incitative appropriée aux pompes à chaleur

Associée aux gestes essentiels d'isolation, la PAC constitue l'élément fondateur qui peut placer les logements existants sur une trajectoire de rénovation leur permettant de franchir d'emblée des étapes au regard du DPE sans qu'il soit nécessaire pour autant de viser d'emblée la rénovation globale dont le prix est souvent prohibitif.

Dans cette optique, Équilibre des Énergies appelle à la mise en œuvre d'une politique d'incitation, à la fois globale et ciblée, qui permette de stimuler l'installation de PAC dans de nombreux logements.

- 16** Soutenir dans les aides publiques (MaPrimeRénov' et CEE) des ensembles de travaux à un niveau fonction du nombre de cases qu'ils permettent de gagner dans l'échelle du DPE.
- 17** Accroître le soutien public, dans MaPrimeRénov' et les CEE, au profit des travaux associant l'installation d'une PAC et l'amélioration de l'isolation dans le petit collectif.
- 18** Aménager le soutien public, dans MaPrimeRénov' et les CEE afin de soutenir l'émergence de chaufferies hybrides dans les grands collectifs.
- 19** Instaurer une aide spécifique dédiée aux PAC air/air dans MaPrimeRénov'.
- 20** Revaloriser le montant unitaire en kWh cumac de la fiche CEE « BAR-TH-129 » pour mieux soutenir l'installation des PAC air/air.
- 21** Mettre en place une opération coup de pouce pour soutenir le remplacement des convecteurs électriques, chez les ménages précaires, par des PAC air/air ou des solutions composites associant PAC air/air et radiateurs.
- 22** Rendre éligibles les PAC air/air à la TVA à 5,5 % pour l'achat et la pose de solutions liées à la rénovation énergétique.

Faire émerger une industrie européenne et française de pointe

Le développement massif des PAC constitue un enjeu industriel majeur. La France dispose d'acteurs de premier plan. Mais, en France comme en Europe, une grande part de la valeur ajoutée reste produite en dehors de l'Union européenne, principalement en l'Asie de l'Est.

Équilibre des Énergies appelle à une politique de soutien soutenue pour les acteurs économiques qui œuvrent à la montée en puissance de l'industrie des PAC.

- 23** Plaider pour le lancement d'un programme européen du type PCEI (Project of Common European Interest) qui viendrait soutenir massivement les industriels menant des actions de R&D, créant de nouveaux moyens de production sur le continent ou développant des moyens de formation.
- 24** Élaborer un plan de formation d'une main-d'œuvre qualifiée en quantité suffisante pour suivre la trajectoire de développement des pompes à chaleur, notamment en renforçant le référentiel RGE PAC.

1

La France doit se donner des objectifs de développement des pompes à chaleur allant au-delà des ambitions européennes

La France est leader en Europe dans le domaine des pompes à chaleur (PAC). Près de 9 % du parc de logements en sont aujourd’hui équipés pour le chauffage. Elle est dotée d’une industrie nationale de la PAC solide et dispose de moyens de production d’électricité dès à présent peu carbonés.

Un développement des PAC sensiblement plus rapide que celui prévu par le plan REPowerEU est le moyen le plus efficace de se libérer rapidement de la dépendance aux énergies fossiles et de progresser vers la neutralité carbone.

Le contexte européen

Dans sa communication COM(2022) 108 en date du 8 mars 2022 relative à la stratégie REPowerEU destinée à faire face aux conséquences de l’invasion de l’Ukraine par la Russie, la présidente de la Commission européenne, Ursula van der Leyen, a fixé comme objectif un doublement du déploiement des PAC en Europe afin que 30 millions de nouvelles PAC soient installées d’ici à 2030. Un tel objectif correspond à l’installation d’environ 3,3 millions de PAC en Europe, en moyenne annuelle sur la période 2022/2030.

Le marché des PAC en Europe est depuis 8 ans très dynamique, du fait de la conjonction de trois facteurs :

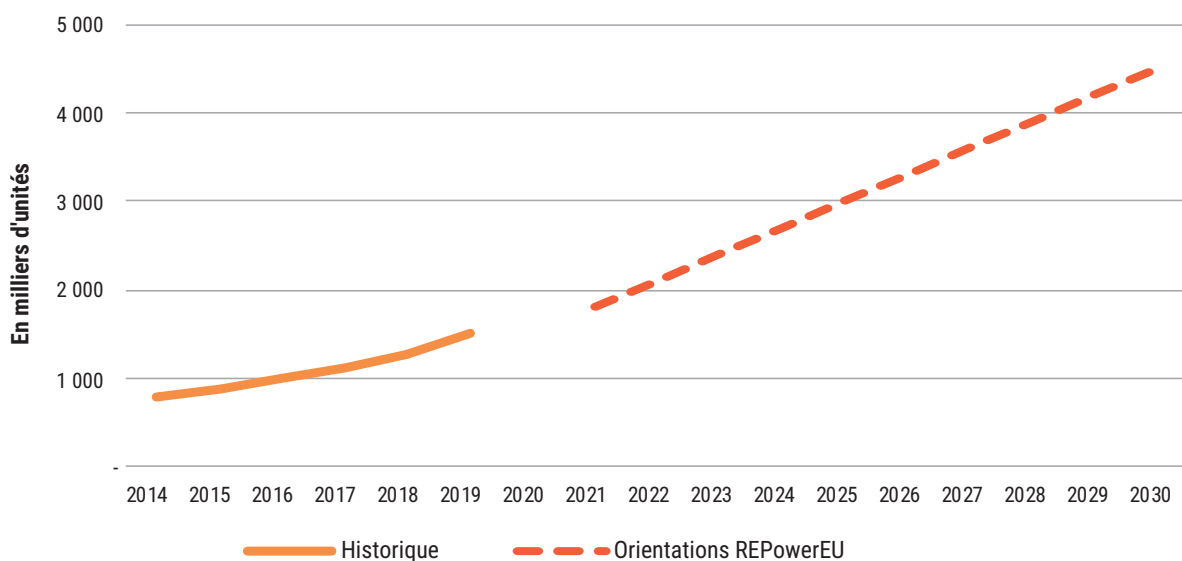
- l’amélioration continue des performances des PAC qui leur permettent de fonctionner jusqu’à des températures extérieures de -15°C, voire de -25°C, avec parallèlement l’amélioration de leur coefficient de performance (COP), notamment aux basses températures ;
- l’adoption au niveau européen et dans la plupart des États-membres de législations favorisant leur installation ;
- la stabilité des prix liée à l’augmentation des volumes produits.

Ainsi les ventes de PAC sont passées en Europe de 792 600 en 2014 à 1 620 000 unités en 2020. Le parc installé a atteint, à fin 2020, 14,86 millions d’unités¹.

Le marché accessible reste très important puisque ces quelque 15 millions de PAC n’assurent le chauffage que d’environ 6 % des résidences principales en Europe. L’objectif de 30 millions de PAC supplémentaires en 2030 implique que la croissance du marché se poursuive et s’amplifie pour atteindre 4,5 millions de PAC installées par an en 2030 (figure1). Le taux de croissance de ce marché devrait ainsi se maintenir sur une longue période aux environs de 12 % par an. Cet objectif est ambitieux mais Équilibre des Énergies considère qu’il pourrait l’être encore davantage, et tout particulièrement en France où il doit constituer l’un des axes majeurs de la politique de sortie du carbone.

Fig. 1 : Évolution du marché des pompes à chaleur en Europe et perspectives tracées par RefuelEU.

Sources : données 2014-2020 de l'EHPA



1. Source : EHPA_Market_Report_2021. Il est à noter cependant que les chiffres de l'EHPA minorent le nombre de PAC air/air installées en considérant qu'uniquement environ 10 % des équipements sont utilisés par le confort d'hiver.

Le contexte français

Le marché français des PAC est particulièrement dynamique. L'EHPA (*European Heat Pump Association*) estime que la France est le leader européen avec 394 000 pompes vendues en 2020 contre 232 800 en Italie et 140 400 en Allemagne².

Les statistiques du CEREN montrent que la proportion de logements chauffés par PAC est passée de 3,9 % en 2016 à 7,0 % en 2020³ (*figure 2*). Les résultats très positifs de l'année 2021 laissent à penser que ce pourcentage a approché 9 % en fin d'année.

Dans les travaux préliminaires à la Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) de 2018, le nombre de PAC installées était censé être multiplié par un facteur 2,8 entre 2017 et 2028. Ceci correspondrait à un nombre de logements équipés en PAC de l'ordre de 3,5 millions en 2028. L'historique des toutes dernières années permet de considérer qu'il s'agit à présent d'une hypothèse basse et que l'on peut aujourd'hui viser un objectif sensiblement plus élevé.

La transposition à la France de l'objectif européen de REPowerEU, toutes proportions gardées, conduit à un triplement de la base installée en PAC à horizon 2030, c'est-à-dire à un nombre de logements chauffés par PAC d'environ 6 millions. C'est une perspective plus ambitieuse que celle retenue dans la PPE de 2018. Elle s'inscrit dans un scénario, représenté sur la figure 3, conduisant à environ 13,2 millions de logements chauffés par PAC en 2050. A cet horizon, la PAC représenterait environ 40 à 42 % du parc de logements.

Un tel pourcentage serait insuffisant pour permettre la décarbonation de l'ensemble des logements. Il faudrait en effet développer d'autres solutions bas-carbone aptes à répondre aux besoins des 60 % restants ce qui semble difficile.

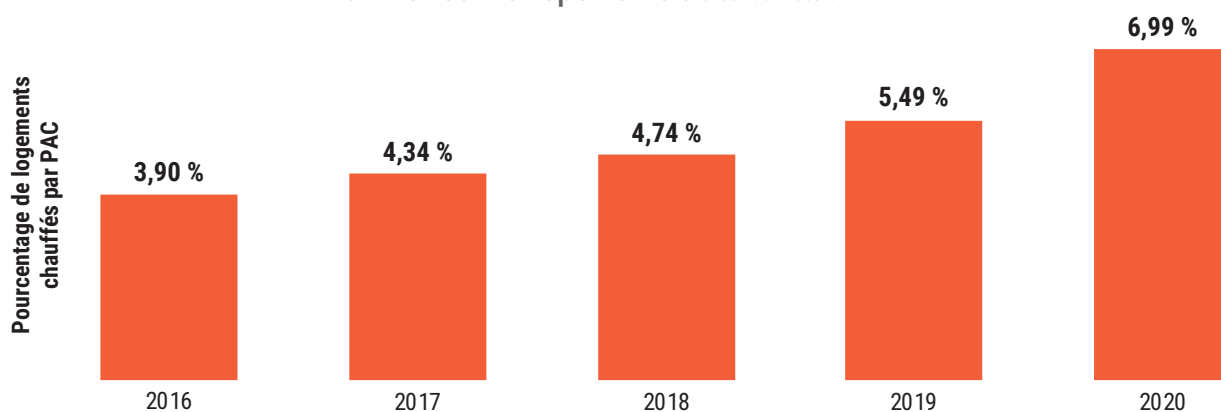
Équilibre des Énergies estime qu'il faut se donner un objectif de couverture par PAC de 60 % du parc des logements, résidences principales, en 2050 (soit 19,2 millions).

Une telle ambition est techniquement et industriellement possible et le solde soit 40 % (ou 12,8 millions de logements) pourra être réparti entre réseaux de chaleur bas-carbone, bois, gaz renouvelable et quelques millions de logements restants chauffés en totalité ou en partie par effet Joule.

Une stratégie de massification du recours à la PAC peut être engagée rapidement et produire des effets bien avant 2050 sur la sortie des énergies fossiles et sur la réduction des émissions de CO₂. Il faut considérer en effet que le changement climatique dépend de la masse de CO₂ accumulée dans l'atmosphère. L'urgence climatique commande de réduire dès que possible les émissions afin que le volume cumulé des émissions à l'horizon 2050 et au-delà soit aussi réduit que possible.

La note jointe en annexe 1, qui discute de la stratégie à suivre pour rénover les logements, montre que, du point de vue climatique, la stratégie optimale consiste à installer dès que possible et de façon massive des PAC, accompagnées des gestes d'isolation essentiels et d'un système de gestion de l'énergie appropriée.

Fig. 2 : Évolution du pourcentage de résidences principales chauffées par pompe à chaleur en France métropolitaine. Source : données CEREN.

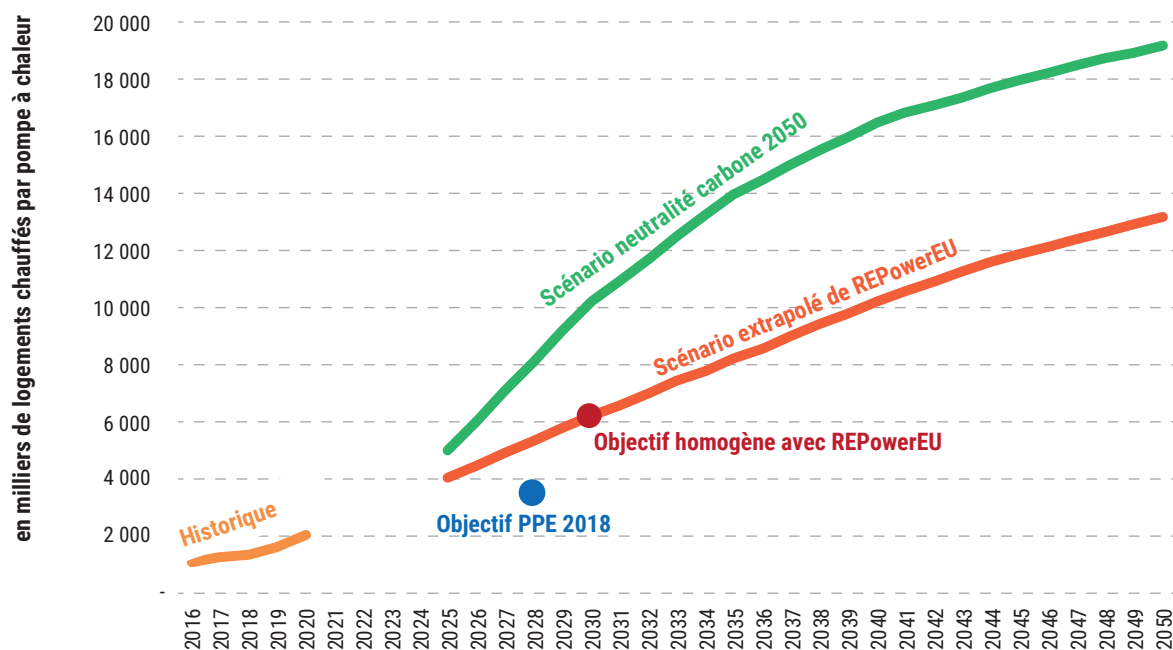


2. Voir note de bas de page 1.

3. 11,9 % en maisons individuelles et 0,7 % en logements collectifs.

Fig. 3 : Scénario de développement des logements chauffés par pompe à chaleur.

Source : Équilibre des Énergies.



Ceci conduit à préconiser la trajectoire de pénétration de la PAC représentée en vert sur la figure 3. Pour la PPE à venir elle implique que l'on se fixe un objectif de 10 millions de logements chauffés par PAC en 2030 et d'environ 19 millions en 2050.

Une majorité des logements, neufs ou existants, seront ainsi équipés de PAC pour leur chauffage. La PAC se positionnera de plus en plus comme la solution de référence pour remplacer les chaudières à combustible fossile et les convecteurs électriques.

Il sera fait appel à différentes solutions techniques. Les PAC air/eau double service sont les mieux adaptées pour remplacer les chaudières à combustible et les PAC air/air pour se substituer en tout ou partie aux anciens convecteurs électriques. Ces technologies peuvent encore progresser, en performances et en compétitivité, mais elles peuvent être considérées comme matures pour les logements individuels neufs ou existants. En logement collectif, les développements sont moins avancés mais progressent rapidement et plusieurs solutions voient le jour, fonction de la taille et de la configuration des bâtiments, de leur environnement et de l'opportunité de dissocier ou non la fourniture d'eau chaude sanitaire du chauffage.

Il est à noter enfin que l'occurrence de plus en plus fréquente d'épisodes caniculaires va conduire à recourir à des solutions actives de maintien d'un confort d'été acceptable. Un développement maîtrisé des PAC, y compris des PAC air/air, sera également

le moyen d'éviter un recours non-maîtrisé à des climatiseurs mobiles aux performances très médiocres. On rappellera en outre que le développement des solutions actives de refroidissement se combine de façon positive en été avec le développement des systèmes photovoltaïques.

Un développement maîtrisé des pompes à chaleur

La question de la puissance appelée sur le réseau

L'incidence d'un déploiement massif des PAC sur les réseaux électriques est souvent évoquée comme motif pour en limiter le développement et sauvegarder par conséquent un certain marché pour les solutions fossiles, avec la perspective que les combustibles renouvelables puissent prendre le relais.

Il est exact que, si les PAC sont très efficaces avec un coefficient de performance (COP) saisonnier en général supérieur à 4, elles connaissent une dégradation de performance quand les températures baissent fortement. Les systèmes de chauffage peuvent alors être amenés à mobiliser la résistance électrique d'appoint des PAC air/eau et, dans les cas où les PAC seraient incapables de répondre aux besoins, les occupants peuvent recourir à des chauffages

d'appoint, occasionnant en périodes froides des demandes en puissance électrique additionnelles.

Cette question a été analysée dans le cadre des études menées par RTE sur les scénarios électriques. Il s'agit de phénomènes complexes qui font intervenir les disparités climatiques sur le territoire français, le décalage qui peut s'instaurer entre les périodes les plus froides et les moments les plus sensibles pour le réseau ainsi que les phénomènes de foisonnement liés notamment à l'inertie des logements. Il a été ainsi démontré que les scénarios les plus ambitieux de la PAC ne mettaient pas en cause la stabilité des réseaux sauf circonstances locales propres au réseau de distribution.

En collaboration avec EDF R&D, Équilibre des Énergies a étudié la question de façon approfondie en testant l'incidence sur le réseau électrique de différentes stratégies de développement des PAC et en particulier du développement d'une stratégie dans laquelle 75 % des logements sont chauffés à l'électricité en 2050 dont 20 millions de logements par PAC et 4 millions par radiateurs.

Dans un contexte d'électrification des usages, l'étude a analysé l'impact au cours des prochaines décennies de ces logements sur la pointe électrique en simulant des conditions particulièrement défavorables : vague de froid de grande ampleur et échec relatif de la politique de rénovation des bâtiments.

Bien qu'on constate alors une hausse de quelques GW de la puissance susceptible d'être appelée à la pointe en 2050 dans un tel scénario, il se confirme qu'à l'échelle de l'ensemble du réseau, le développement des PAC ne portera pas atteinte à sa robustesse. Ce résultat s'explique par plusieurs facteurs :

- la structure de la pointe électrique évolue dans le temps et les usages se combinent différemment qu'aujourd'hui ;
- le fait que même en période froide, les PAC conservent un COP de 2 environ ;
- l'amélioration de l'isolation des logements chauffés par convecteurs électriques et leur conversion progressive vers des systèmes plus performants, pompes air/air et/ou radiateurs évolués, permettent de libérer, à l'intérieur des quelque 25 GW qu'ils appellent aujourd'hui en période très froide, un quantum de puissance réutilisable de façon plus efficace par les PAC ;
- il est vraisemblable que, sur le plan local, des besoins de renforcement du réseau de distribution apparaîtront. Mais ceux-ci sont en synergie avec ceux qu'impose, par ailleurs, le développement des énergies renouvelables.

Afin de libérer le maximum de marges de manœuvre sur le réseau électrique, Équilibre des Énergies préconise cependant de :

- encourager, par le mécanisme des CEE notamment, l'installation dans les logements de systèmes connectés de pilotage des PAC et des équipements de chauffage associés afin de permettre une gestion des températures pièce par pièce et la mise en œuvre par un opérateur (fournisseur d'électricité ou agrégateur) de services de flexibilité ;

et en parallèle :

- encourager par le biais de la tarification, notamment de type EHP (effacement en heures de pointe) le développement de ces systèmes :
 - > tarifications du type Tempo ;
 - > révision de la part puissance dans la tarification réseau ;
 - > répercussion sur le consommateur d'une part de la rémunération de la flexibilité par le réseau.
- engager le remplacement des anciens convecteurs électriques par des solutions plus performantes ;
- soutenir, mais dans des limites précises, le développement des PAC hybrides.

Les pompes à chaleur hybrides : quel rôle leur donner ?

Les PAC hybrides, combinant pompe à chaleur et chaudière d'appoint, constituent une solution adaptée à la rénovation des maisons individuelles lorsque l'installation des pompes tout électriques se heurte à des difficultés techniques ou économiques. Les PAC hybrides permettent de réduire dans une proportion substantielle les émissions de CO₂ et contribuent à limiter les appels de puissance en période de pointe. Cette solution intéresse 5 à 10 % du parc de maisons individuelles à rénover, soit environ 500 000 à 1 million de logements.

Cependant, les PAC hybrides ne permettent pas d'assurer la neutralité carbone, en l'absence de ressources disponibles et suffisantes en gaz renouvelable. **Le problème est donc de stimuler le développement de la PAC hybride en direction des marchés où son usage est approprié mais sans porter préjudice au développement de la PAC 100 % électrique.** En particulier, il y a lieu de ne pas encourager le développement de PAC hybrides qui auraient des performances insuffisantes et pourraient servir d'alibi pour contourner les réglementations.

Cette question fait l'objet d'une analyse détaillée en annexe 2.



Sur la base de ces conclusions, Équilibre des Énergies propose :

- prendre en compte dans la détermination de la performance des PAC, le taux de couverture de l'ensemble des besoins thermiques du logement, y compris les besoins en eau chaude sanitaire ;
- prendre en compte dans le moteur de calcul du DPE le taux de couverture potentiel des PAC hybrides et non plus le taux forfaitaire de 80 %, avec un calcul basé sur une stratégie de régulation fondée sur l'optimisation de la facture énergétique ;
- considérer le taux de couverture de 70 % (ECS incluse) comme un minimal et introduire dans MaPrimRenov', aussi bien que dans le système des CEE, deux niveaux de soutien selon que le taux de couverture est supérieur à 70 % ou à 80 % ;
- imposer que le mode de régulation mis en œuvre par le professionnel chargé de l'installation soit fondé sur l'optimisation de la facture énergétique ;
- ces conditions supposées réunies, interdire le remplacement, dans les maisons individuelles, d'une chaudière à gaz par une autre chaudière à gaz, afin d'orienter la décision soit vers une PAC 100 % électrique, soit vers une PAC hybride répondant aux critères de performance minimale retenus, soit vers des solutions bois.

La question des fluides frigorigènes

Les PAC, comme les machines frigorifiques, utilisent dans leur cycle thermodynamique des fluides frigorigènes. Les CFC et les HCFC étaient nuisibles à la couche d'ozone. Leur usage a été interdit par le protocole de Montréal et son amendement de Kigali. Ils ont été retirés du marché et remplacés par les HFC. Mais ces derniers sont des gaz à effet de serre, très puissants pour certains d'entre eux. Leur poids dans le bilan des émissions de gaz à effet de serre de la France est minime et en diminution (2,56 % en 2021 contre 3,89 % en 2014⁴) et est très inférieur (dans un rapport de l'ordre de 1 à 4) aux émissions de CO₂ que les pompes à chaleur permettent d'éviter.

Néanmoins, au niveau français et au niveau européen, des initiatives réglementaires ont vu le jour pour limiter les émissions de HFC et inciter à la migration vers de nouveaux fluides. Mais ces substances, en particulier le propane, posent des problèmes techniques et/ou de sécurité qui ne sont pas résolus. La réglementation des HFC est légitime mais elle devrait rester compatible avec les délais de développement et de validation des nouvelles solutions techniques afin de ne pas handicaper le développement des PAC dans le bâtiment.

L'annexe 3 expose plus en détail cette problématique.

En Europe

L'Union européenne a publié en 2014 le règlement F-gas afin de contrôler la production et l'importation de ces fluides sur son territoire. Un système de quotas alloués aux entreprises a été mis en place, avec pour objectif de diminuer de 80 % l'utilisation des HFC dans l'UE d'ici à 2030.

A la fin 2021, la France, comme les autres pays européens, est en avance de plus de 15 % sur les obligations qui lui incombent du fait de ce règlement.

Cependant, dans le sillage du paquet *Fit for 55* et afin de mettre en conformité la réglementation européenne avec l'amendement de Kigali, la Commission européenne propose une révision du règlement F-Gas, imposant des quotas renforcés, y compris pour les PAC de faible puissance, qui, dans la pratique impose un bannissement de l'usage des HFC dans les PAC, dans certains cas dès 2025.

Ces objectifs, impossibles à tenir dans l'état actuel de la technique, ont été de plus définis avant la communication REPowerEu de la Commission européenne en date du 8 mars 2022 proposant un doublement du rythme de déploiement des PAC. Les dispositions envisagées par la Commission européenne, alors que les solutions de remplacement ne sont pas encore toutes disponibles, risquent donc d'entraver fortement le développement des PAC au profit des équipements fossiles.

Au niveau européen, Équilibre des Énergies recommande en conséquence de :

- veiller à la cohérence entre les objectifs inscrits dans le projet de révision de F-Gas et ceux fixés pour le déploiement des PAC ;
- soutenir la mise en place de formations spécifiques pour les installateurs de PAC afin qu'ils puissent le plus rapidement possible maîtriser les fluides en cours de développement.

En France

En 2019, la France a sur-transposé le règlement F-Gas en instaurant, via l'article 197 de la loi de Finances pour 2019, une taxe sur les HFC mis sur le marché à compter du 1^{er} janvier 2021.

Afin d'éviter la mise en place de cette disposition, dont la mise en vigueur aurait dégradé l'équation économique des PAC, les industriels se sont engagés à se placer 6 % en-dessous de la moyenne des mises sur le marché de HFC autorisées au niveau de l'Union européenne.

A la fin de l'année 2020, la filière avait tenu ses engagements et il a alors été convenu, dans la loi de Finances pour 2021, de reporter au 1^{er} janvier 2023 l'entrée en vigueur de la taxe. Il avait également été convenu lors des échanges à l'Assemblée nationale que cette taxe pourrait être supprimée lors de l'examen du projet de loi de Finances pour 2023 en cas de respect des engagements des industriels.

Les perspectives de développement des PAC justifient que soient à nouveau reconsidérées ces dispositions, d'autant plus que les résultats de l'année 2021 montrent à nouveau que l'industrie française a fait mieux que respecter les engagements de filière.

Au niveau français, compte tenu de la réussite des engagements des industriels, Équilibre des Énergies recommande d'abroger la taxe sur les HFC dans la loi de Finances pour 2023.

4. Source : CITEPA-Secten.

Mettre en cohérence l'ambition des réglementations du bâtiment avec la volonté de développer les solutions bas-carbone les plus efficaces

Le développement massif des PAC ne se réalisera pas avec la vigueur escomptée sans une politique active de soutien de la part des pouvoirs publics qui nécessite, en premier lieu, de mettre en place un niveau d'ambition dans les réglementations du bâtiment approprié.

Une disposition d'ordre général : aligner le coefficient de transformation de l'électricité en énergie primaire sur la valeur par défaut retenue au niveau européen

A l'occasion de l'élaboration de la RE2020, beaucoup de discussions se sont tenues sur le choix du coefficient de transformation de l'électricité en énergie primaire qu'il convenait de retenir. L'administration française a finalement opté pour une cote mal taillée entre la valeur historique de 2,58 et la valeur par défaut actuellement retenue au niveau européen de 2,1. Elle a ainsi retenu une valeur de 2,3 dans la RE2020, cette valeur se propageant aux autres réglementations et au DPE notamment.

Une telle valeur reste conventionnelle. Elle pénalise toutes les solutions utilisant l'électricité et en particulier les PAC qui, de ce fait, présentent en France un bilan énergétique moins bon que dans les pays ayant adopté le coefficient de 2,1 alors que la migration vers l'électricité est l'une des priorités françaises.

Équilibre des Énergies propose de modifier à l'occasion de la prochaine loi de programmation quinquennale sur l'énergie et le climat (LPEC) ce coefficient, dans tous les textes où il intervient, à dispositif législatif et réglementaire intégré, et de l'aligner sur la valeur par défaut retenue dans la directive européenne sur l'efficacité énergétique, aujourd'hui 2,1 et 1,9 si cette valeur est retenue à compter du 1^{er} janvier 2023. Cette adaptation sera une première étape vers la suppression de toute référence à l'énergie primaire dans des textes réglementaires et son remplacement par l'énergie finale.

Réglementation des bâtiments neufs : mettre au juste niveau certaines exigences

Adapter dans la RE2020 l'échéancier du critère IC_{énergie}

En actant la fin des solutions gaz dans les maisons individuelles neuves, la réglementation environnementale des bâtiments neufs (RE2020) permet d'accélérer le développement des PAC dans ce segment de marché et de confirmer sa place en tant que solution de référence.

Pour les logements collectifs, les pouvoirs publics ont fait le choix de la progressivité pour ne pas déstabiliser un secteur en plein apprentissage des solutions bas-carbone. Sa première phase, avec un seuil de 560 kg_{eq}CO₂/m², n'est pas contraignante et autorise jusqu'en 2025 la construction de logements équipés d'une chaudière à gaz, solution de référence dans la RT2012, sans effort supplémentaire à déployer sur la qualité du bâti.

Dans une deuxième phase, à partir de 2025, l'ambition carbone sera accentuée car le plafond de l'indicateur IC_{énergie} se trouve ramené à 260 kg_{eq}CO₂/m². Mais un tel plafond reste compatible avec la construction de logements équipés de chaudière à gaz sous réserve d'un renforcement limité de l'isolation ou de l'intégration d'un CET (chauffe eau thermodynamique). Cette situation, si elle se développait, serait en contradiction avec l'objectif principal de la RE2020 : construire des bâtiments avec des émissions de gaz à effet de serre proche de zéro. L'option en faveur du gaz serait alors durable et difficilement réversible au profit de la PAC.

Équilibre des Énergies préconise de :

- renforcer l'exigence sur les émissions de CO₂ à l'exploitation en abaissant à 230 kg_{eq} CO₂/m² à partir de 2025 le plafond de l'IC_{énergie} pour les logements collectifs neufs ;
- à horizon de 2030, de mettre à parité les logements collectifs avec les maisons individuelles en abaissant à 160 kg_{eq} CO₂/m² le plafond de l'IC_{énergie} qui leur sera applicable.

Revoir le calcul de l'indicateur IC_{construction} dans le cas des PAC

La RE2020 a créé un indicateur relatif aux émissions de CO₂ à la construction, l'IC_{construction}, qui prend en compte le bâti et les équipements. Le plafond des valeurs admises pour cet IC_{construction} va en resserrant et il est admis qu'à partir de 2028, il deviendra contraignant. **Mais dès à présent, il introduit une contrainte forte sur les PAC.**

En effet, la méthode de calcul des émissions à la construction des PAC prend pour hypothèse que l'ensemble des fluides frigorigènes contenus dans les PAC sont brûlés en fin de vie et participent donc au réchauffement climatique, sans que soient pris en compte leur récupération et leur traitement. Cette hypothèse ne correspond pas à la réalité comme l'a souligné une l'étude précitée de Carbone 4 et comme le prend en compte le rapport précité du CITEPA. De plus, la profession est assujettie à des obligations de récupération avec un seuil technique de 90 % à respecter pour les récupérateurs.

En l'état, pour compenser à la construction ces émissions, cette méthode conduit les constructeurs soit à renoncer à la PAC, soit à l'associer à des matériaux de construction et des équipements avec un impact carbone très faible dont la maturité, notamment économique, n'est pas forcément au rendez-vous.

Équilibre des Énergies préconise de réviser la méthode de calcul des émissions à la construction des PAC en prenant en compte les éléments relatifs aux fuites, traitements et récupérations, constatés en France.



© S. MOUSSET

Réglementation des bâtiments existants

Accélérer la sortie des énergies fossiles au profit des pompes à chaleur

Dans les logements neufs, les dispositions de la RE2020, aménagées comme indiqué ci-dessus, conduiront à mettre en extinction toutes les solutions fossiles. Dans les logements existants, l'interdiction du remplacement des chaudières à fioul est devenue une réalité et l'efficacité de cette mesure est avérée. Il reste à accélérer le remplacement des chaudières gaz par des solutions bas-carbone, mais une mesure d'interdiction systématique de commercialisation serait aujourd'hui excessive.

Équilibre des Énergies propose d'interdire à compter de 2025, dans les maisons individuelles, le remplacement d'une chaudière à gaz par une autre chaudière à gaz. Une telle mesure constituerait une mesure d'incitation forte à remplacer une chaudière arrivée en fin de vie :

- soit par une PAC 100 % électrique ;
- soit par une PAC hybride satisfaisant à un taux minimal de couverture des besoins (voir annexe 2) ;
- soit par une PAC associée à la chaudière, l'ensemble satisfaisant aux mêmes critères de performance qu'une PAC hybride ;
- soit vers d'autres solutions décarbonées telles que les solutions bois.

Revoir l'échelle CO₂ du DPE

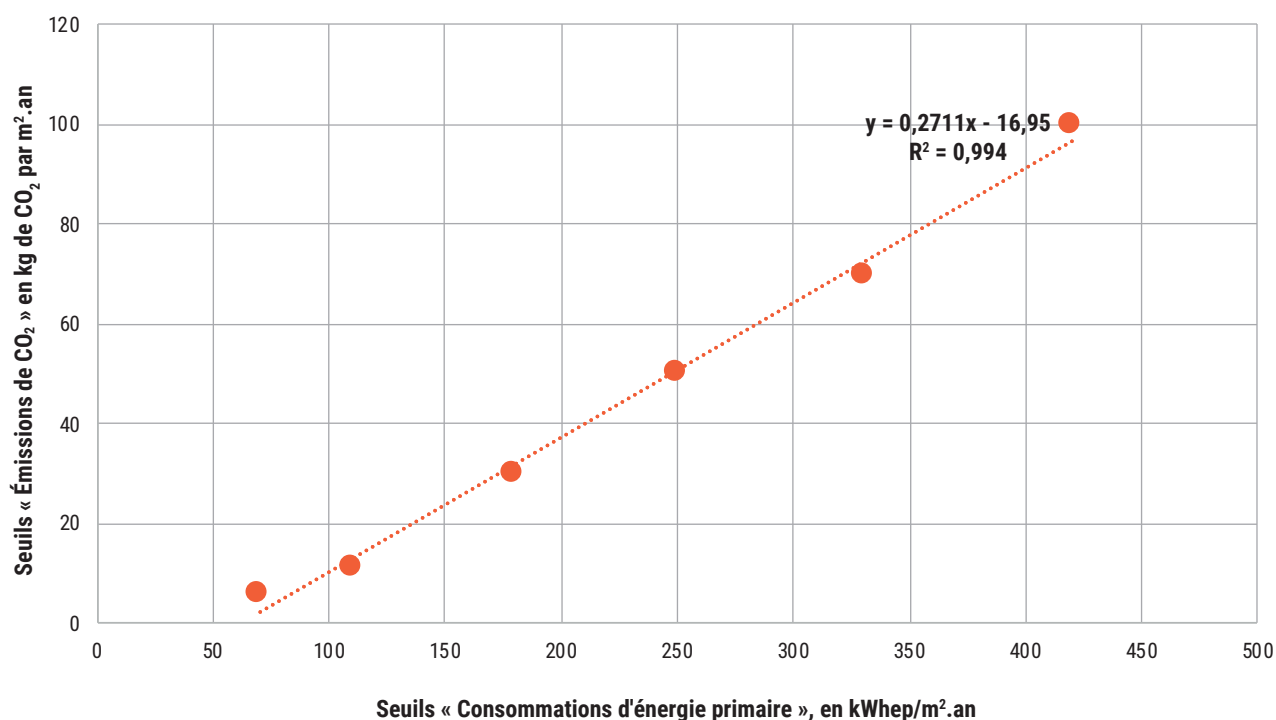
La prise en compte des émissions de CO₂ à l'exploitation dans la détermination de l'étiquette de performance d'un logement constitue une avancée du nouveau DPE. Toutefois, un examen de cette échelle a mis en évidence plusieurs anomalies (figure 4) :

- les seuils de l'échelle Climat ont été assouplis en moyenne d'environ 30 % par rapport ceux du précédent DPE ;
- il existe une corrélation très forte entre les seuils exprimés en énergie primaire et ceux formulés en émissions de CO₂, ce qui atténue l'intérêt pratique de ce dernier critère, puisque les deux se trouvent intimement liés ;
- de plus, ces seuils croissent en fonction de la consommation d'énergie plus rapidement que ce que requiert, avant tout effort de réduction des émissions, l'usage du gaz⁵. En d'autres termes, plus un logement est consommateur d'énergie, plus il rentre facilement dans les seuils d'émission imposés par le nouveau DPE.

S'il est compréhensible, par souci de continuité entre le nouveau et l'ancien dispositif, de n'avoir pas dégradé trop fortement le positionnement des logements chauffés au gaz, l'impératif climatique impose néanmoins de réviser l'échelle Climat afin de réellement favoriser l'essor des solutions bas-carbone.

Équilibre des Énergies préconise d'entamer des travaux entre l'administration et les acteurs de la transition énergétique dans l'optique d'un renforcement progressif de l'échelle Climat du DPE.

Fig. 4 : Corrélation entre seuils en émissions de CO₂ et seuils en énergie primaire selon le DPE.



5. Dans le graphique de la figure 400, on observe en effet que la courbe de régression entre les seuils d'émission dans le DPE et la consommation d'énergie a une pente de 271 g de CO₂/kWh. Or le contenu du gaz naturel en CO₂ est de 227 g de CO₂/kWh.

Une politique incitative adaptée

Associée aux gestes essentiels d'isolation, la PAC constitue l'élément fondateur qui peut placer les logements existants sur une trajectoire de rénovation leur permettant de franchir d'emblée des étapes au regard du DPE, sans qu'il soit nécessaire pour autant de viser d'emblée la rénovation globale dont le prix est souvent prohibitif.

Dans cette optique, Équilibre des Énergies préconise une politique d'incitation à la fois globale et ciblée.

Lier les aides accordées aux progrès accomplis dans l'échelle du DPE

Équilibre des Énergies recommande qu'aux côtés de la rénovation globale, en une étape, soient également encouragées les trajectoires de rénovation par étapes afin de faciliter un décollage des installations nouvelles de PAC, sans négliger pour autant les gestes de rénovation essentiels. Le nouveau DPE constitue pour cela un outil qui présente le gros avantage d'associer performance énergétique et émissions de CO₂ et qui pourrait être davantage utilisé.

Le dispositif de MaPrimeRénov' devrait comporter la possibilité de soutenir des ensembles de travaux à un niveau fonction du nombre de cases qu'ils permettent de gagner dans l'échelle du DPE. Le taux de subvention pourrait être fonction des revenus des ménages mais l'enveloppe maximale éligible pourrait être fixée à un montant de l'ordre de 12 à 15 000 € par classe d'étiquette gagnée.

En parallèle, le dispositif des CEE pourrait introduire des coups de pouce venant bonifier les certificats CEE accordés aux travaux groupés permettant de gagner une ou plusieurs cases dans l'échelle du DPE.

Bien entendu, il conviendrait d'imposer un délai maximal (par exemple 18 mois) à la réalisation des travaux et un diagnostic DPE devrait être réalisé avant et après leur exécution.

Mieux cibler certaines aides sur les pompes à chaleur dans les logements collectifs

En 2020, les PAC n'équipaient que 0,7 % des logements collectifs existants. Cette situation s'explique par les contraintes rencontrées par :

- les PAC individuelles qui peuvent se heurter à des contraintes d'architecture, d'urbanisme et de voisinage ;
- les PAC collectives qui se heurtent aux mêmes obstacles et, pour fournir des puissances importantes, ont besoin d'une emprise au sol ou en terrasse conséquente.

Des solutions apparaissent qui sont aptes à contourner ces difficultés. Équilibre des Énergies considère que l'installation des PAC en collectif, associant le renforcement de l'isolation du bâti, nécessite une aide spécifique, afin d'accélérer l'arrivée à maturité de ces solutions.

Une distinction peut être effectuée entre le « petit collectif » (moins de 50 logements) et le « grand collectif ». Dans le premier marché, la PAC, sous réserve d'une isolation adéquate, peut généralement pourvoir aux besoins de chauffage avec des émetteurs basse température. Dans le second, une phase transitoire doit être aménagée avec des aides à la mise en place de chaufferies hybrides où cohabiteraient PAC et chaudières fossiles existantes afin d'apporter la puissance manquante. Au fil des années et des progrès effectués par les industriels, ces chaufferies hybrides seront amenées à être remplacées par des PAC en cascade.

Équilibre des Énergies préconise :

- d'accroître le soutien public, dans MaPrimeRénov' et les CEE, au profit des travaux associant l'installation d'une PAC et l'amélioration de l'isolation dans le petit collectif ;
- d'aménager le soutien public, dans MaPrimeRénov' et les CEE afin de permettre de soutenir l'émergence de chaufferies hybrides dans le grand collectif.

Les pompes à chaleur air/air : un atout à mobiliser pleinement

Les PAC air/air sont aujourd'hui beaucoup moins soutenues que les PAC air/eau ou géothermiques. On leur reproche leur capacité à climatiser durant les périodes les plus chaudes de l'année ce qui est encore perçu comme une dépense inutile malgré la multiplication des épisodes caniculaires qui affectent lourdement les populations les plus fragiles.

Les PAC air/air sont absentes du dispositif MaPrimeRénov' tandis que les mécanismes des CEE aboutissent à un différentiel de subvention conséquent entre la PAC air/air et la PAC air/eau. Enfin, l'installation d'une PAC air/air est inéligible au taux de TVA à 5,5 % contrairement aux PAC air/eau et aux chaudières performantes à gaz.

Cette situation est de plus en plus intenable :

- elle nuit à la dynamique de remplacement des convecteurs par des PAC air/air ;
- elle incite les Français à se tourner vers des climatiseurs mobiles largement moins performants pour assurer le confort d'été, alors que les PAC air/air fonctionnant en été peuvent être alimentés par des panneaux photovoltaïques.

Équilibre des Énergies préconise de :

- instaurer une aide spécifique dédiée aux PAC air/air dans MaPrimeRénov' ;
- revaloriser le montant unitaire en kWh-cumac de la fiche CEE « BAR-TH-129 » pour mieux soutenir l'installation des PAC air/air ;
- mettre en place d'une opération coup de pouce pour soutenir le remplacement des convecteurs électriques, chez les ménages précaires, par des PAC air/air ;
- rendre éligibles les PAC air/air à la TVA à 5,5 % pour l'achat et la pose de solutions liées à la rénovation énergétique.



La politique industrielle

Le développement massif des PAC constitue un enjeu industriel majeur. La France dispose d'acteurs de premier plan, comme les groupes Atlantic et Intuis, qui s'appuient sur 30 sites industriels. Mais, en France comme en Europe, une partie non négligeable de la valeur ajoutée, en premier lieu le générateur qui en représente 40 %, reste produite en dehors de l'Union européenne, principalement en Asie de l'Est.

Cette situation doit évoluer. La filière des PAC représentait en France en 2021 un chiffre d'affaires de 6,2 Mrd € et 45 000 emplois⁶. En 2030, ces chiffres pourraient être triplés.

De nombreux aspects de la politique de transition énergétique de l'Union européenne justifient la mise en place d'une industrie forte en Europe et en France en particulier pour répondre à un marché de plus en plus important qui pourrait être amené à devenir spécifique avec :

- le règlement F-Gas et sa volonté d'accélérer la migration avec les fluides à un faible impact sur le climat ;
- l'intérêt croissant pour réguler le poids carbone de la construction ;
- les contraintes technico-économiques du parc de logements collectifs européens dont une partie conséquente a été construite il y a plusieurs décennies.

La politique industrielle de déploiement des PAC doit être accompagnée d'actions destinées à l'écosystème des artisans qui installent et assurent la maintenance des PAC. Il est essentiel d'éviter qu'une série de malfaçons, avec des PAC sous-dimensionnées ou entraînant des fuites de gaz HFC, viennent nuire à sa dynamique de développement.

Les actions doivent être fortes, il faut créer et financer une formation lourde et renforcer la filière sur les pompes à chaleur et plus largement sur la rénovation. Une contre référence dans une rénovation avec PAC est une contre référence aussi pour la PAC. La planification souhaitable pour la pénétration accélérée des PAC doit être aussi portée par une planification de personnes et d'entreprises qualifiées et référencées.

Équilibre des Énergies préconise de plaider pour le lancement d'un programme européen du type PCEI (Project of Common European Interest) qui viendrait accompagner massivement les industriels en :

- soutenant la recherche et développement pour certaines typologies de PAC destinées aux logements collectifs et les PAC utilisant des fluides avec un faible impact sur le climat ;
- créant des moyens de production des composants pour les PAC sur le continent ;
- développant des moyens de formation visant à disposer du personnel qualifié.

6. Source : AFPAC.

2

Annexes

Annexe 1

Rénovation des logements existants : il faut adapter la stratégie à l'urgence climatique

Résumé

La rénovation des logements existants est un impératif que personne ne conteste. La loi a fixé des objectifs visant à disposer à l'horizon 2050 d'un parc immobilier dont l'ensemble des bâtiments seront rénovés en fonction des normes « bâtiment basse consommation (BBC) » ou assimilées. Des dispositions contraignantes ont été introduites dans la loi Climat Résilience afin que soient rénovés bien avant cette date les logements aujourd'hui classés G, F ou E.

La doctrine généralement admise par les pouvoirs publics est, qu'en matière de rénovation, il faut faire bien du premier coup et donc privilégier les rénovations performantes ou globales prenant en compte les six gestes de rénovation usuellement identifiés en matière de rénovation énergétique des bâtiments. Des dispositifs de soutien aux rénovations performantes ou globales ont été mis en place à travers les certificats d'économies d'énergie (CEE) et MaPrimeRénov'. Le nombre de ces rénovations est, semble-t-il, en augmentation mais reste très éloigné du rythme de plusieurs centaines de milliers de rénovation profondes qu'il serait nécessaire d'atteindre pour pouvoir respecter à horizon 2050 les objectifs visés.

Deux raisons principales expliquent ce décrochage entre les objectifs visés et la réalité. D'une part, le montant des investissements requis est considérable. On peut l'évaluer à 600 Mrd €, soit 20 Mrd €/an, pour les seules résidences principales relevant des classe E, F ou G du nouveau DPE qui sont au nombre de 12 millions. Il est illusoire de penser que

les soutiens publics puissent s'élever à un niveau suffisant pour déclencher un flux d'investissements de ce niveau alors que les rénovations BBC recevaient en 2020 un financement de l'ordre de 500 M€ (Source : I4CE, 2021).

D'autre part, les moyens en main-d'œuvre qualifiée pour assumer un tel rythme de travaux risquent de faire défaut.

L'urgence climatique commande de réfléchir à un infléchissement de la politique publique afin d'améliorer la priorité donnée à la rénovation globale. La présente note montre clairement qu'une stratégie bien conçue de rénovation par étapes, consistant à réaliser dans les meilleurs délais possibles les travaux les plus efficaces – typiquement l'installation de PAC couplée aux gestes d'isolation essentiels et à la mise en place d'une gestion-régulation adaptée – est très bénéfique sur le plan climatique. Elle permet en effet de réduire rapidement, et de façon drastique, les émissions de gaz à effet de serre et, en effet cumulé, l'impact est très important à horizon 2050. Or c'est le cumul des émissions qui conditionnent l'ampleur de la dérive climatique à un horizon donné.

De façon pratique, nous recommandons que les politiques publiques soient moins tranchées au profit de la rénovation globale et que soient également encouragées les trajectoires de rénovation par étapes. Le nouveau diagnostic de performance énergétique (DPE) constitue pour cela un outil qui pourrait être davantage utilisé.

Le dispositif de MaPrimeRénov' pourrait comporter la possibilité de soutenir des ensembles de travaux à un niveau fonction du nombre de cases qu'ils permettent de gagner dans l'échelle du DPE. Le taux de subvention pourrait être fonction des revenus des ménages mais l'enveloppe maximale éligible pourrait être fixée à un maximum de l'ordre de 12 à 15 000 € par classe d'étiquette gagnée.

En parallèle, le dispositif des CEE pourrait introduire des coups de pouce venant bonifier les certificats CEE accordés aux travaux groupés permettant de gagner une ou plusieurs cases dans l'échelle du DPE.

Bien entendu, il conviendrait d'imposer un délai maximal (par exemple 18 mois) à la réalisation des travaux et un diagnostic DPE devrait être réalisé avant et après leur exécution.

Subsidiairement, les définitions des rénovations performantes et globales utilisées par MaPrimeRénov' et par les CEE devraient être harmonisées avec celles retenues dans la loi afin qu'un tableau de bord précis des réalisations puisse être tenu.



Introduction

La rénovation des logements existants est unanimement considérée comme une priorité. Il en va de la lutte contre le réchauffement climatique mais aussi de la souveraineté nationale avec un impératif de sortie de la dépendance aux énergies fossiles dans les meilleurs délais possibles.

Des objectifs ambitieux ont été inscrits dans la loi, puisque le code de l'énergie, modifié par la loi Climat-Résilience, prévoit (article L100-1 A) que seront fixés dans chaque loi de programmation quinquennale :

« Les objectifs de rénovation énergétique dans le secteur du bâtiment, pour deux périodes successives de cinq ans, en cohérence avec l'objectif de disposer à l'horizon 2050 d'un parc de bâtiments sobres en énergie et faiblement émetteurs de gaz à effet de serre. L'atteinte de ces objectifs repose sur une incitation financière accrue aux rénovations énergétiques performantes et globales. »

Il est aussi précisé à l'article L100-4 7° du code de l'énergie que la politique énergétique nationale a pour objectif de :

« Disposer d'un parc immobilier dont l'ensemble des bâtiments sont rénovés en fonction des normes « bâtiment basse consommation » ou assimilées, à l'horizon 2050, en menant une politique de rénovation thermique des logements concernant majoritairement les ménages aux revenus modestes. »

En d'autres termes, la politique doit veiller à ce que tous les bâtiments atteignent le niveau A ou B du DPE au plus tard à l'horizon 2050, le niveau C étant toléré pour les bâtiments actuellement classés F ou G (article L111-1 du code de la construction et de l'habitation).

Les bâtiments classés G, F ou E font l'objet de prescriptions plus précises, puisque la loi Climat-Résilience du 22 août 2021 a introduit (articles 159 et 160 modifiant la loi n° 89-462 juillet 1989) une exigence minimale de performance énergétique dans la définition des logements décentés (dès 2023 pour les logements présentant une consommation conventionnelle en énergie finale de plus de 450 kWh/m²/an, pour les logements de classe G en 2025, F en 2028 et E en 2034) et un gel des loyers des logements classés F et G dès le mois d'août 2022.

Ce sont ces logements auxquels s'intéresse essentiellement la présente note. Ils sont d'après le document de travail publié en juillet 2022 par l'ONRE (Observatoire national de la rénovation énergétique) au nombre de 11,8 millions (résidences principales seules) se répartissant comme suit (tableau 1) :

Tableau 1 : Répartition des résidences principales au 1^{er} janvier 2022 selon leurs étiquettes DPE.

Source : Le parc de logements par classe de performance énergétique au 1^{er} janvier 2022 (ONRE).

Étiquette des logements	Nombre de logements au 1 ^{er} janvier 2022 (en milliers)	Pourcentage du total des logements
Étiquette G	2 032	6,8 %
Étiquette F	3 154	10,5 %
Étiquette E	6 586	22,0 %
Total des logements E, F et G	11 772	39,3 %
Passoires thermiques (F et G)	5 186	17,3 %
Total des logements (A à G)	29 982	100 %

Quelle stratégie de rénovation à adopter ? Les limites de la rénovation globale

La rénovation de ces quelque 12 millions de logements représente un défi considérable. Elle implique une dépense d'au minimum 50 000 € (TTC) par logement en moyenne, soit un effort global d'environ 600 Mrd € – plus de 20 Mrd € par an si l'objectif est d'atteindre dès 2050 le niveau prévu par la loi –, sans compter les rénovations de classes C et D qui devront également être rénovés.

La stratégie à suivre pour assurer cette rénovation fait débat. Les pouvoirs publics considèrent que doivent être privilégiées les rénovations globales, c'est-à-dire les rénovations « performantes » qui, dans un laps de temps de 18 mois au plus, permettent d'amener les logements au niveau de performance visés par la loi (A ou B dans le cas général ou, à défaut C, pour les logements de classes F ou G), après qu'ont été étudiés les six postes de rénovation possibles sur un logement⁷. Les dispositifs d'aide à la rénovation (CEE et MaPrimeRénov') sont de plus en plus orientés en ce sens afin de décourager les initiatives « mono-gestes » qui ne permettraient pas de progresser suffisamment dans l'échelle du DPE et rendraient plus difficiles l'atteinte de l'objectif final

souhaitable, compte-tenu du rendement économique décroissant des gestes et des incompatibilités techniques qui peuvent résulter de l'absence d'une vision globale⁸.

Le problème est que les rénovations globales ne décollent pas. Les statistiques ne sont pas homogènes entre elles mais partagent un point commun : la faiblesse du nombre de rénovations globales aujourd'hui recensées.

Selon l'étude de l'ADEME « La rénovation performante par étapes (janvier 2021) », seules 3 780 rénovations « BBC rénovation ou équivalent » ont été réalisées en une seule fois. Un rapport d'I4CE estime que les rénovations BBC recevaient en 2020 un financement de l'ordre de 500 M€ qui devrait être porté rapidement à 24 Mrd €/an⁹, rappelant que selon l'étude ADEME précitée, « *la stratégie nationale implique de réaliser des rénovations globales en une seule fois, c'est-à-dire des rénovations qui, simultanément, améliorent l'efficacité énergétique des différents postes de travaux, traitent les interfaces et interactions entre ces postes* ».

Le bilan du 1^{er} semestre 2022 de MaPrimeRénov' fait état de 15 522 dossiers de rénovation globales pour les propriétaires occupants aux revenus modestes et très modestes parmi un total général de 318 429 dossiers MaPrimeRénov' financés.

7. L'isolation des murs, l'isolation des planchers bas, l'isolation de la toiture, le remplacement des menuiseries extérieures, la ventilation, la production de chauffage et d'eau chaude sanitaire ainsi que les interfaces associées.

8. Voir notamment le rapport de l'ADEME – Dorémi – Enertech : La rénovation performante par étapes (2021).

9. I4CE – Panorama des financements climat (édition 2021).

Quant au coup de pouce CEE « Rénovation performante d'une maison individuelle », le dernier rapport publié par la DGEC¹⁰ fait état de 40 travaux engagés sur la période allant du 1^{er} janvier au 31 mai 2022.

Encore faut-il remarquer que les définitions des « rénovations globales » et des « rénovations performantes » selon MaPrimeRénov' et selon le mécanisme des CEE (fiche BAR-TH-164 et coup de pouce associé) ne correspondent pas à celles qu'en donne la loi et sont beaucoup moins exigeantes.

On est donc très loin du rythme de plusieurs centaines de milliers de rénovations globales considéré comme nécessaire pour atteindre les objectifs de la SNBC.

Le Haut Conseil pour le climat a recommandé, dans son rapport de 2022, de « *mettre en cohérence et unifier le dispositif MaPrimeRénov' et les autres dispositifs d'aide, notamment les certificats d'économie d'énergie, pour faciliter et accroître l'ambition des parcours permettant la rénovation globale, avec une trajectoire claire du rythme des rénovations d'ici à 2050 et la définition d'étapes intermédiaires* ».

Des propositions ont été faites en mars 2021 par Olivier Sichel, directeur général délégué de la Caisse des dépôts et consignations, portant sur les enjeux de financement de la rénovation énergétique performante. Ces propositions ont donné naissance au mécanisme d'accompagnateur de travaux mis en place par le décret du 22 juillet 2022.

La loi de Finances rectificative pour 2022 a accru de 400 M€ (en engagements) les ressources affectées à MaPrimeRénov' au-delà des 2,0 Mrd € déjà votés. Un nouveau coup de pouce est prévu sur 2023 mais on reste très loin de la multiplication par un facteur trois ou quatre du montant des aides publiques qui serait nécessaire, selon la Convention citoyenne pour le climat, pour atteindre les objectifs en matière de rénovation performante.

Par ailleurs, en admettant que les moyens puissent être mobilisés pour soutenir un rythme d'investissement de 20 Mrd € par an, se pose la question de la disponibilité des ressources en main-d'œuvre compétente dans les métiers du bâtiment pour assurer la réalisation d'un tel volume de travaux.

Enfin, d'un point de vue de l'efficacité climatique, la stratégie de rénovation globale, en une étape, justifiée dans l'hypothèse où les ressources sont non limitées, n'est pas optimale sur le plan climatique, dès

lors que le volume annuel de travaux se trouve limité par des contraintes financières et de main-d'œuvre. **En effet, à ressources données, l'efficacité climatique veut qu'on réalise le plus vite possible les travaux les plus efficaces sur le plan climatique afin de limiter les émissions de CO₂ qui s'accumulent dans l'atmosphère.** Ce sont ces émissions cumulées à un horizon donné qui conditionnent le réchauffement climatique et non pas les émissions annuelles à cet horizon.

La stratégie par étapes, ciblée – L'exemple des cas-types de la stratégie nationale à long terme de rénovation (2020)

Le propos de cette note n'est pas de s'opposer à la rénovation globale, en une étape, qui, chaque fois qu'elle peut être financée et réalisée, doit être encouragée. Mais il faut reconnaître ses limites et une stratégie davantage ciblée sur les gestes les plus efficaces doit tout autant être encouragée, d'autant plus qu'elle se révèle plus efficiente sur le plan climatique. Nous illustrons cette approche par les exemples-types tirés de la « stratégie à long terme de la France pour mobiliser les investissements dans la rénovation du parc national de bâtiments usage résidentiel et commercial, public et privé », établie en 2020 en application de l'article 2 bis de la directive européenne EPBD sur la performance énergétique des bâtiments.

Cette stratégie s'appuie en fait sur six cas-types de rénovation. Dans chacun de ces cas, elle envisage différents scénarios de rénovation performante ou très performante comprenant une remise à niveau profonde du bâti associée à une rénovation thermique du système de chauffage, par pompe à chaleur notamment. Le montant des investissements se situe dans la plupart des cas aux environs de 50 000 € (TTC) par logement.

Pour chacun de ces cas, Équilibre des Énergies a étudié des scénarios alternatifs dans lesquels une rénovation ciblée retient, aux fins de réalisation rapide, les gestes les plus efficaces, en cherchant à se rapprocher au maximum de l'objectif de rénovation visé mais en restant dans des limites d'investissement plus acceptables.

10. Lettre d'information « Certificats d'économies d'énergie » (juin 2022).

On identifie ainsi, parmi les six gestes possibles, les deux ou trois gestes les plus efficaces au regard du nouveau DPE mais en tenant compte des données propres au problème à traiter :

- la qualité du bâti, les systèmes énergétiques en place et les coûts associés. Un même bâtiment, selon la zone (H1, H2, H3) où il est construit, ne nécessite pas le même effort de rénovation même si les déperditions sont les mêmes ;
- l'existence d'une boucle d'eau chaude pour le chauffage ;
- la nécessité ou pas de faire une isolation des murs (isolation thermique par l'extérieur - ITE, ou isolation thermique par l'intérieur - ITI).

Dans le cas d'une boucle d'eau chaude existante, la priorité est donnée à l'installation d'une pompe à chaleur double service chaque fois que possible (maisons individuelles et logements collectifs de petite taille). Elle est accompagnée d'une régulation et, si nécessaire, d'un changement des émetteurs et des travaux prioritaires sur l'enveloppe (menuiseries extérieures, plancher, toiture). L'isolation par l'intérieur ou l'extérieur n'intervient qu'en dernier recours si elle est indispensable.

Dans le cas d'un chauffage électrique par convecteurs, la priorité est donnée au remplacement des convecteurs, associé à une régulation performante et à une eau chaude thermodynamique avec éventuellement des travaux sur l'enveloppe (menuiseries extérieures, toitures, planchers, ventilation). En dernier recours une isolation des murs par l'intérieur ou l'extérieur.

Dans le cas d'une boucle d'eau chaude existante et dans l'impossibilité d'installer une PAC double service, l'isolation intérieure des murs sera privilégiée de préférence à l'extérieur

Les calculs montrent qu'il est en règle générale possible d'atteindre des résultats, en énergie finale économisée et donc en émissions de CO₂ évitées, proches de ceux visés par la rénovation globale moyennant des investissements compris entre le tiers et la moitié (10 000 à 25 000 € par logement).

Deux cas de figure typiques sont reproduits en annexe A.

La stratégie de rénovation ciblée est plus efficace sur le plan climatique

A l'aide d'un modèle très simple, nous allons à présent montrer que, d'un point de vue climatique, la stratégie de rénovation ciblée est plus efficace que la stratégie de rénovation globale.

Nous considérons pour cela l'ensemble des logements classés E, F ou G en supposant qu'ils aient des caractéristiques homogènes, en particulier une consommation d'énergie primaire égale à la moyenne pondérée des logements E, F ou G soit 349 kWhep/(m².an). Nous admettons qu'ils sont chauffés au gaz naturel et émettent en conséquence 79,2 kgCO₂/(m².an). Ces logements « moyens » sont classés F dans le nouveau DPE.

Nous supposons que les ressources totales mobilisables pour la rénovation complète de ces logements sont plafonnées en moyenne au cours des années à venir à 10 Mrd € par an, ce qui est une hypothèse très optimiste par rapport aux chiffres actuels. Elle suppose, pour que le flux d'investissements s'élève à ce niveau (il est de 500 M€ actuellement), un accroissement des aides de l'État dans la ligne de ce qu'a préconisé la Convention citoyenne pour le climat.

Sur ces bases, deux stratégies de rénovation sont envisagées (annexe B).

1. Une stratégie de rénovation globale, dans laquelle les logements sont d'emblée rénovés dans leur intégralité :

- rénovation profonde du bâti permettant de réduire de 50 %¹¹ les besoins en chauffage ;
- rénovation des installations thermiques par remplacement des chaudières à gaz par des PAC.

L'investissement est estimé en moyenne à 50 000 € par logement (TTC). Il faut donc 60 ans pour traiter l'ensemble du parc de 12 millions de logements. A cet horizon, la moyenne des logements serait en classe B, ce qui est conforme à la politique visée mais à une échéance deux fois plus éloignée que 2050. Car à 30 ans, la moyenne du parc est seulement en classe D et l'objectif n'est pas atteint à cet horizon.

¹¹. L'eau chaude sanitaire n'est pas considérée dans ce calcul. Les consommations correspondantes sont faibles au regard de celles du chauffage dans la plupart des logements existants.

2. Une stratégie de rénovation ciblée dans laquelle les logements sont traités dans les meilleurs délais possibles en rénovation ciblée axée sur les mesures les plus efficaces :

- rénovation ciblée du bâti permettant de réduire les besoins en chauffage de 20 % ;
- rénovation des installations thermiques par remplacement des chaudières à gaz par des PAC.

L'investissement est estimé en moyenne à 25 000 € par logement (TTC). Il faut donc 30 ans pour traiter l'ensemble du parc de 12 millions de logements. À l'horizon, la moyenne des logements est déjà en classe C, ce qui est conforme à l'objectif visé pour les logements de catégorie F et G.

Au-delà, plusieurs hypothèses sont envisageables. Beaucoup de logements auront été ou seront tout simplement déconstruits et reconstruits. D'autres continueront à être rénovés. Il est supposé qu'en moyenne on sera dans un scénario de poursuite de la rénovation du bâti afin d'atteindre le standard de la rénovation globale mais moyennant un surcoût que nous évaluons à 5 000 € par logement (soit 20 % du solde des travaux supposés restants). Ce scénario 2 permet de rejoindre le scénario 1 non pas au bout de 60 ans mais de 66 ans, compte tenu du surcoût qui freine le volume annuel d'investissements. Cet effet est minime et la moyenne des logements passent néanmoins en classe B dès l'échéance de

60 ans comme dans le scénario 1. Le résultat détaillé des calculs est donné en annexe B.

L'incidence climatique de chacune des deux stratégies peut alors être résumée par la figure 5.

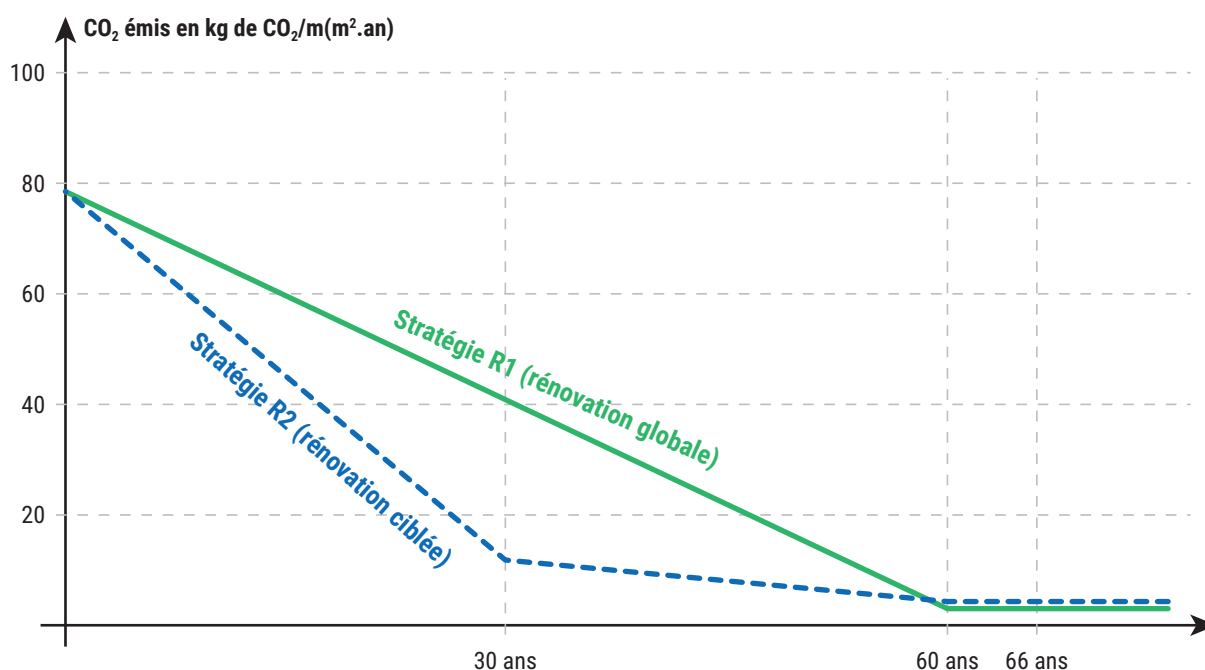
Cette figure illustre le fait que la stratégie de rénovation ciblée réduit beaucoup plus rapidement les émissions de CO₂ que la stratégie de rénovation globale. A horizon de 30 ans, donc vers 2050, l'écart est important : la stratégie ciblée permet des réductions cumulées de 42,0 % alors que ces réductions ne sont que de 23,9 % dans la stratégie globale. Si l'on considère l'horizon 2050 comme l'horizon critique, cet écart est considérable.

A horizon de 60 ans, l'écart reste inchangé. A horizon de 66 ans, il se resserre légèrement car la stratégie globale permet d'atteindre 6 ans plus tôt l'objectif final, mais l'écart reste très important : 68,5 % d'émissions cumulées évitées contre 52,2 % pour la stratégie globale.

Quant au surcoût d'investissement que peut apporter la rénovation ciblée, il reste très acceptable si on le rapporte au supplément d'émissions de CO₂ que la stratégie permet d'éviter. Il devient négligeable si l'on tient compte des valeurs actualisées.

Contrairement à une opinion intuitive communément répandue, la stratégie ciblée s'avère ainsi plus efficace sur le plan climatique que la stratégie globale.

Fig. 5 : Impact sur les émissions de CO₂ de chacune des deux stratégies



Conclusion

La stratégie de rénovation globale, aussi attractive qu'elle soit sur le plan des principes, se heurte à la limitation des moyens financiers et humains mobilisables. Bien qu'il soit en augmentation, le nombre de rénovations globales réalisées chaque année reste ainsi très inférieur au rythme qui serait nécessaire pour atteindre les objectifs visés pour 2050. Même en mobilisant des financements publics très importants, il est à craindre que ces objectifs ne puissent être atteints avant une échéance beaucoup plus éloignée.

L'urgence climatique commande de réfléchir à un infléchissement de la politique publique afin d'aménager la priorité donnée à la rénovation globale. La présente note montre clairement qu'une stratégie bien conçue de rénovation par étapes ciblée, consistant à réaliser dans les meilleurs délais possibles les travaux les plus efficaces – typiquement l'installation de PAC couplée aux gestes d'isolation essentiels et à la mise en place d'une régulation adaptée – est très bénéfique sur le plan climatique. Elle permet de réduire rapidement, et de façon drastique les émissions de gaz à effet de serre et, en effet cumulé, l'impact est très important à horizon 2050. Or c'est le cumul des émissions qui conditionnent l'ampleur de la dérive climatique à un horizon donné.

Par ailleurs, la réduction rapide des consommations et la conversion vers l'énergie électrique, permet de redonner du pouvoir d'achat aux populations concernées et de réduire la dépendance vis à vis des fournisseurs de gaz et de pétrole.

De façon pratique, nous recommandons que les politiques publiques soient moins tranchées au profit de la rénovation globale et que soient également encouragées les trajectoires de rénovation progressives. Le nouveau DPE constitue pour cela un outil qui pourrait être davantage utilisé.

Équilibre des Énergies propose que le dispositif de MaPrimeRénov' soutienne les projets de rénovation thermique à un niveau fonction du nombre de cases que les travaux permettent de gagner dans l'échelle du DPE. Le taux de subvention pourrait être fonction des revenus des ménages mais l'enveloppe maximale éligible pourrait être fixée à un montant de l'ordre de 12 à 15 000 € par classe d'étiquette gagnée.

En parallèle, le dispositif des CEE pourrait comporter des coups de pouce venant bonifier les certificats CEE accordés aux travaux groupés permettant de gagner une ou plusieurs cases dans l'échelle du DPE.

Bien entendu, il conviendrait d'imposer un délai maximal (par exemple 18 mois) à la réalisation des travaux et un diagnostic DPE devrait être réalisé avant et après leur exécution.

Cas-types de rénovations ciblées

Pavillon 1975- 1985, chauffé au gaz

Solutions globales

INVEST	Toiture	Fenêtres	Plancher	ITE	Chaudière	Regul	PAC	total
S1	4 752 €	0 €	8 360 €	23 982 €				37 094 €
S2	4 752 €	7 692 €	8 360 €	23 982 €	4 830 €	966 €		50 582 €
S3	4 752 €	7 692 €	8 360 €	23 982 €			13 200 €	57 986 €

	CEP			CEF	INVEST	Coût duMWh économisé	
	Total	Chauf+ECS	Autres US			Ep	Ef
S0	318	290	28	301			
S1	165	137	28	148	37 094,40 €	242,45 €	242,45 €
S2	112	84	28	95	50 582,40 €	245,55 €	245,55 €
S3	120	92	28	47	57 986,40 €	292,86 €	292,86 €

Cet exemple illustre une rénovation qui cumule une rénovation complète du bâti avec soit le changement de la chaudière, soit l'installation d'une PAC double service. Avec une isolation extérieure et l'installation d'une PAC, l'investissement est très élevé pour un résultat modeste en Ep (120 kWhep/(m².an)), mais excellent en Ef (47 kWhef/(m².an)).

Solutions ciblées

	CEP			CEF	INVEST	Coût duMWh économisé	
	Total	Chauf+ECS	Autres US			Ep	Ef
S0	318	290	28	301			
S1bis	223	195,0	28	86	13 200 €	138,62 €	61,50 €
S2bis	184	156,0	28	69	25 644 €	191,06 €	110,58 €

La solution S1 bis se limite au changement de la chaudière par une PAC double service. Le résultat en Ef (86 kWhef/(m².an)) pourrait suffire au regard de l'investissement.

La solution S2 bis reprend la solution S1 bis avec des actions sur le bâti (toitures + fenêtres). La solution est alors conforme à l'objectif BBC rénovation de 60 kWhef/(m².an) pour un investissement deux fois plus faible que S3.

Aides financières

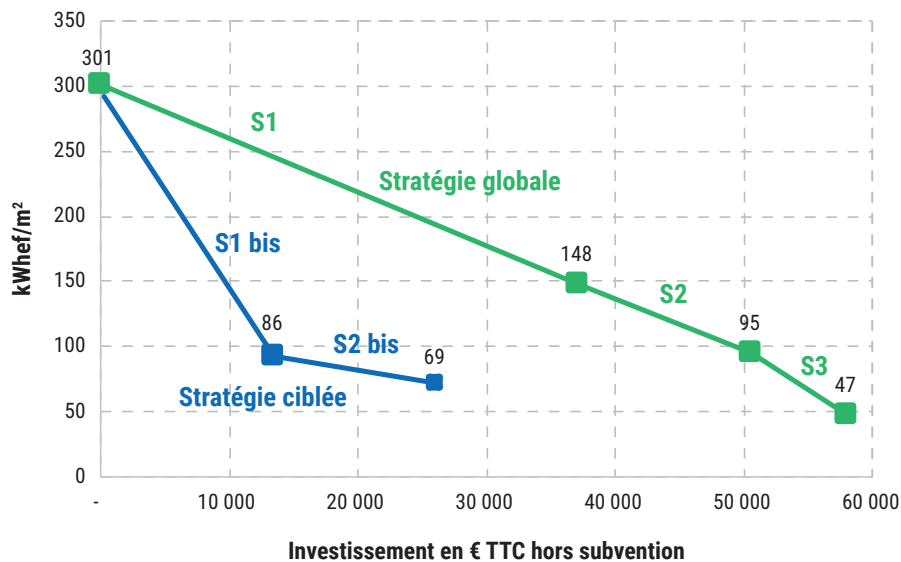
	INVEST	Aides Fi	%
	S1	37 094 €	12 108 €
S3	57 986 €	15 107 €	26%
S2	50 582 €	14 141 €	28%

Les aides financières ne sont pas proportionnées à la difficulté.

	INVEST	Aides Fi	%
	S1bis	13 200 €	5 307 €
S2bis	25 644 €	10 816 €	42%

Les solutions ciblées sont moins coûteuses, mieux aidées et proportionnées à la difficulté

Fig. 6 : Comparaison des stratégies



Immeuble bourgeois 52 log (avant 1948), chauffage gaz, ECS électricité

Solutions rénovation globale

INVEST	Toiture	Fenêtres	Plancher	ITI	Chaudières	Régulation	Total
S1	316 819 €	166 421 €					483 240 €
S2	316 819 €	166 421 €	67 320 €	1 062 640 €	70 096 €	24 960 €	1 708 256 €

	CEP			CEF	INVEST	coût duMWh économisé	
	Total	Chauf.+ECS	Autres Usages			Ep	Ef
S0	313	305	8	256			
S1	277	269	8	220	9 293 €	258,14 €	255,30 €
S2	88	???	8	???	32 851 €		
S2 corrigé	181	171	8	124	32 851 €	246,08 €	248,31 €

S2 corrigé prend le 88 kWhep/m²/an comme étant le résultat chauffage et pas le résultat total

Cet exemple a été corrigé d'anomalies pour en permettre l'exploitation. A titre d'exemple les consommations unitaires d'eau chaude et autres usages sont de 93,1 kWhep/(m².an) dans la solution de base rendant impossible l'obtention d'un Cep de 88 kWhep/(m².an) sans toucher à l'eau chaude qui n'est pas à ce stade évoquée.

Solutions ciblées

	CEP			CEF	INVEST	Coût duMWh économisé	
	Total	Chauf.+ECS	Autres Usages			Ep	Ef
S0	313	305	8	256			
S1bis	235	226,7	8	91	8 730 €	112,20 €	52,84 €
S2bis	179	170,3	8	69	12 430 €	92,62 €	66,44 €

Les solutions S1bis et S2bis font l'hypothèse qu'il est possible d'installer des PAC en séries pour 52 logements et de remplacer les ballons d'eau chaude électrique par des chauffe eau thermodynamiques. Seuls les coûts directs sont pris en compte mais les écarts sur le coût du kWh économisé sont tels qu'ils peuvent supporter cette approximation.

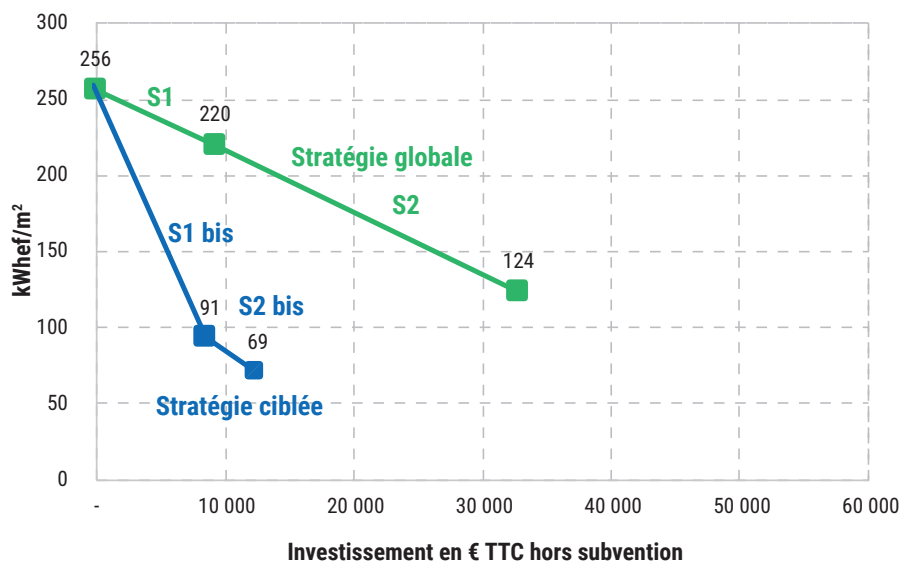
S1bis prévoit l'installation de PAC avec l'installation de robinets thermostatiques
S2bis prévoit en plus de S1bis l'installation de chauffe eau thermodynamiques individuels.

Aides financières

	INVEST	Aides Fi	%
	S1	9 293 €	3 824 €
S2	32 851 €	10 183 €	31%

	INVEST	Aides Fi	%
	S1bis	8 259 €	2 000 €
S2bis	11 959 €	2 300 €	19%

Fig. 7 : Comparaison des stratégies



Annexe B

Comparaison des deux stratégies de rénovation

Analyse comparative de deux stratégies de rénovation :
rénovation globale en une étape (R1) et rénovation ciblée en deux étapes (R2)

	Stratégie de rénovation globale (R1)	Stratégie en deux étapes (R2)
Données générales		
Flux d'investissements maximal (en M€/an)	10 000	10 000
Nombre de logements à rénover de façon profonde	12 000 000	12 000 000
Superficie moyenne des logements (en m ²)	90	90
Facteur de conversion en énergie primaire	2,3	2,3
Contenu moyen en CO ₂ de chaque kWh gaz consommé	0,227	0,227
Contenu moyen en CO ₂ de chaque kWh électricité consommé	0,079	0,079
Coefficient de performance saisonnier des PAC	4,0	4,0
Logements avant rénovation		
Consommation moyenne d'un logement avant rénovation en ef (kWh/m ² /an) - Échelle DPE : E	349	349
Émissions avant rénovation (kg/(m ² .an))	79,2	79,2
Émissions cumulées de CO ₂ avant rénovation sur la durée de l'étape 1 de R2 (kg/m ²)	2 377	2 377
Émissions cumulées de CO ₂ avant rénovation de R1 (kg/m ²)	4 753	4 753
Émissions cumulées de CO ₂ avant rénovation sur la durée totale de R2 (kg/m ²)	5 229	5 229
Étiquette DPE	F	F
Stratégie de rénovation		
Stratégie de rénovation globale en une étape (R) - Traitement complet du bâti + PAC		
Coût moyen de la rénovation R1 par logement (en € TTC)	50 000	
Temps nécessaire pour rénover tout le parc en R1 (en années)	60	
Performance moyenne du bâti en fin de rénovation R1 (% de réduction des consommations)	50 %	
Stratégie de rénovation en deux étapes (R2) - étape 1 - Traitement partiel du bâti + PAC		
Coût moyen de la rénovation R2 étape 1 par logement (en € TTC)		25 000
Temps nécessaire pour rénover tout le parc en R2 étape 1 (en années)		30
Performance moyenne du bâti en fin de R2 étape 1 (% de réduction des consommations)		20 %
Stratégie de rénovation en deux étapes (R2) - étape 2 - Traitement partiel - du bâti + PAC		
Coût moyen de la rénovation R2 étape 2 par logement (en € TTC)		30 000
Temps nécessaire pour rénover tout le parc en R2 étape 2 (en années)		36
Performance moyenne du bâti en fin de R2 étape 2 (% de réduction des consommations)		50 %

	Stratégie de rénovation globale (R1)	Stratégie en deux étapes (R2)
Feuille de route des stratégies de rénovation		
À la fin de l'étape 1 de R2 (typiquement 30 ans)		
Rappel échéance (en années)	30	30
Consommation moyenne d'un logement en ef (kWh/m ² /an)	196	70
Consommation moyenne d'un logement en ep (kWh/m ² /an)	225	161
Émissions moyennes annuelles (kgs/(m ² .an))	41,3	12,7
Émissions cumulées (kgs/m ²)	1 808	1 379
Pourcentage de réduction des émissions	23,9 %	42,0 %
Étiquette DPE	D	C
À la fin de l'étape R1 (typiquement 60 ans)		
Rappel échéance (en années)	60	60
Consommation moyenne d'un logement en ef (kWh/m ² /an)	44	48
Consommation moyenne d'un logement en ep (kWh/m ² /an)	100	110
Émissions moyennes annuelles (kgs/(m ² .an))	3,4	3,8
Émissions cumulées (kgs/m ²)	2 480	1 626
Pourcentage de réduction des émissions	47,8 %	65,8 %
Étiquette DPE	B	B
À la fin de l'étape 2 de R2 (typiquement 30 ans)		
Rappel échéance (en années)	66	66
Consommation moyenne d'un logement en ef (kWh/m ² /an)	44	44
Consommation moyenne d'un logement en ep (kWh/m ² /an)	100	100
Émissions moyennes annuelles (kgs/(m ² .an))	3,4	3,4
Émissions cumulées (kgs/m ²)	2 501	1 647
Pourcentage de réduction des émissions	52,2 %	68,5 %
Étiquette DPE	B	B
Résultats comparés		
Avantage cumulé de R2 par rapport à R1 (kg/m ²) à échéance R2 étape 1 (typiquement 30 ans)	430	
% sur les émissions totales en l'absence de rénovation	18,1 %	
Avantage cumulé de R2 par rapport à R1 (kg/m ²) à échéance R2 étape 2 (typiquement 66 ans)	853	
% sur les émissions de la rénovation R1	16,3 %	
Supplément d'investissement R2 rapporté aux émissions additionnelles évitées (en €/t de CO ₂ hors actualisation)	65	
Supplément d'investissement R2 rapporté aux émissions additionnelles évitées (en €/t de CO ₂ actualisation à 4 %)	11	

Annexe 2

Les pompes à chaleur hybrides : quelle place dans la transition énergétique ?

Résumé

Les politiques énergie-climat menées tant au niveau national qu'au niveau européen confèrent aux pompes à chaleur (PAC) 100 % électriques un rôle essentiel dans la décarbonation des logements.

Cependant la PAC hybride, combinant pompe à chaleur et chaudière d'appoint, constitue une solution adaptée à la rénovation des maisons individuelles lorsque l'installation d'une PAC 100 % électrique se heurte à des difficultés techniques ou économiques. La PAC hybride permet alors de réduire, dans une proportion variable, les émissions de CO₂ par rapport à celles de la chaudière en limitant les appels de puissance en période de pointe. Cette solution intéresse 5 à 10 % du parc de maisons individuelles aujourd'hui équipées de chaudières, soit environ 500 000 à un million de logements auxquels pourront s'ajouter des logements collectifs au fur et à mesure que les solutions techniques deviendront disponibles.

Cependant, la PAC hybride ne permet pas de sortir de la dépendance au gaz fossile et d'assurer la neutralité carbone, en l'absence de ressources disponibles et suffisantes en gaz renouvelable. Le problème est donc de stimuler le développement de la PAC hybride en direction des marchés où son usage est approprié mais sans porter préjudice au développement de la PAC 100 % électrique. En particulier, il y a lieu de ne pas encourager le développement de PAC hybrides qui auraient des performances environnementales insuffisantes et pourraient servir d'alibi pour contourner les réglementations.

Équilibre des Énergies propose en conséquence de :

- prendre en compte dans la détermination de la performance des PAC, le taux de couverture de l'ensemble des besoins thermiques du logement, y compris les besoins en eau chaude sanitaire ;
- prendre en compte dans le moteur de calcul du DPE le taux de couverture potentiel des PAC hybrides et non plus le taux forfaitaire de 80 %, avec un calcul basé sur une stratégie de régulation fondée sur l'optimisation de la facture énergétique ;
- considérer le taux de couverture de 70 % (ECS incluse) comme un minimum et introduire dans MaPrimeRenov', aussi bien que dans le système des CEE, deux niveaux de soutien selon que le taux de couverture est supérieur à 70 % ou à 80 % ;
- imposer que le mode de régulation mis en œuvre par le professionnel chargé de l'installation soit fondé sur l'optimisation de la facture énergétique ;
- ces conditions supposées réunies, interdire le remplacement, dans les maisons individuelles, d'une chaudière à gaz par une autre chaudière à gaz, afin d'orienter la décision soit vers une PAC 100 % électrique, soit vers une PAC hybride répondant aux critères de performance minimale retenus, soit vers des solutions bois.

Les pompes à chaleur en tête des solutions décarbonées

La sortie des énergies fossiles répond à une double nécessité :

- l'impératif climatique qui s'inscrit dans le cadre de l'objectif retenu aux niveaux français et européen de neutralité carbone dès 2050 ;
- l'impératif politique pour l'Europe et pour la France de réduire leur dépendance à l'égard du pétrole et du gaz russes.

Dans ce contexte, le développement des pompes à chaleur (PAC) apparaît comme une solution d'importance primordiale. La Commission européenne, dans sa communication du 8 mars 2022, a proposé de doubler le rythme de déploiement des PAC sur la période 2022/2030. En France, les nouvelles réglementations de la RE2020 et du DPE incitent au choix des solutions PAC dans le neuf et dans l'existant.

Les PAC fonctionnent la plupart du temps 100 % à l'électricité. Cependant, sont apparus sur le marché des équipements hybrides combinant énergie électrique et énergies fossiles, fioul ou électricité. Ces PAC

hybrides font débat, au regard notamment de neutralité carbone. Mais le recours à ces solutions est dans certains cas pertinent et même incontournable. La présente note vise à préciser la place à leur réserver et les conditions dans lesquelles elles doivent être soutenues.

Le concept de PAC hybride

Les pompes à chaleur installées aujourd'hui sont très majoritairement des PAC 100 % électriques qui viennent en substitution des chaudières à fioul et dans une moindre mesure, pour le moment, des chaudières à gaz. Toutefois, sur le segment des maisons individuelles existantes, sont également proposées des PAC hybrides qui intègrent dans une même unité une pompe à chaleur et une chaudière. Cette dernière apporte en période de grand froid un complément de puissance à la PAC, voire prend complètement son relais.

La figure 8 illustre le schéma de principe d'une PAC hybride. La figure 9 traduit la façon dont le mode de fonctionnement d'une PAC évolue en fonction de la température extérieure.

Fig. 8 : Principe de fonctionnement d'une pompe à chaleur hybride.

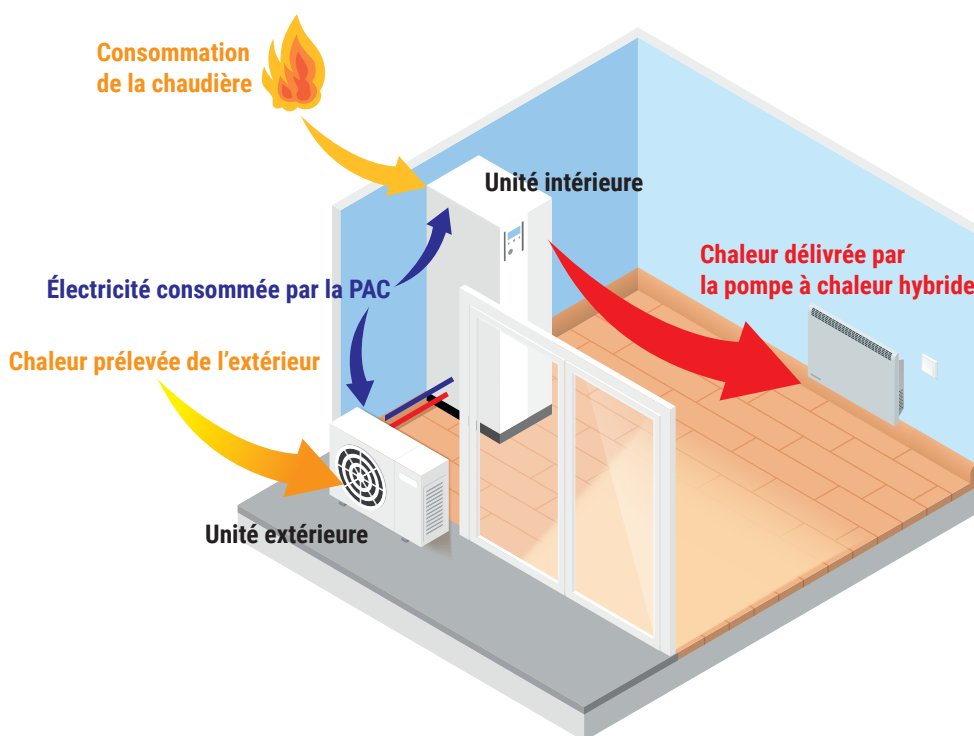
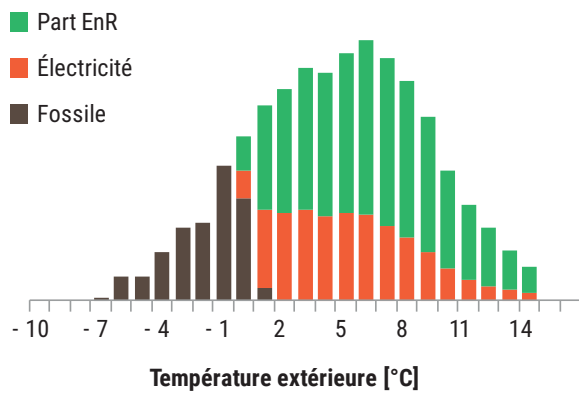


Fig. 9 : Exemple de répartition des apports énergétiques en fonction de la température extérieure



En fonction de son dimensionnement et du mode de régulation, la pompe à chaleur assure, en moyenne sur la saison, une couverture des besoins de chauffage généralement supérieure à 70 % qui peut atteindre 80 % voire plus. Le complément est assuré par le dispositif d'appoint utilisant le combustible fossile liquide ou gazeux.

À noter que l'apport de chaleur assuré par la PAC se répartit lui-même entre électricité et chaleur prélevée sur le milieu ambiant. Si le taux de couverture de la PAC est de 80 % et si son coefficient de performance moyen sur la saison est de 4, alors 60 % des apports de chaleur nécessaires au logement sont prélevés sur l'air ambiant et 20 % sont fournis par le réseau électrique.

Il est possible de ne pas intégrer la PAC à la chaudière et d'installer une PAC couplée à la chaudière par un réseau hydraulique. La PAC vient « en relève » de la chaudière et l'ensemble est piloté par un système de contrôle approprié. On doit alors parler de « système hybride ». Cette solution est adaptée lorsque la chaudière en place est récente ou lorsque l'installation d'une PAC hybride pose des problèmes d'implantation.

Dans certains modèles, la chaudière assure intégralement la production d'eau chaude sanitaire. Dans d'autres cas, la PAC réalise le préchauffage de l'eau froide, la chaudière apportant le complément d'énergie pour atteindre la température de consigne.

Les avantages de la PAC hybride

Les PAC hybrides sont des équipements matures dans le domaine des maisons individuelles.

Elles n'ont pas d'intérêt dans le domaine de la construction neuve vu le faible niveau des déperditions et le bas niveau de température des émetteurs du logement, elles conduisent à des émissions supérieures de cinq fois à celles des PAC 100 % électrique qui ne rencontrent pas en maison individuelle d'obstacle à leur installation.

Cependant, dans le domaine de la rénovation thermique, la PAC hybride apporte une solution intéressante lorsque l'installation d'une PAC 100 % électrique se heurte à certaines difficultés. C'est le cas des maisons individuelles équipées de chaudières fossiles qui cumulent diverses contraintes techniques (faible puissance de raccordement, niveau élevé de déperditions, niveau élevé de température des émetteurs). Dans ces configurations, l'installation d'une pompe à chaleur air-eau 100 % électrique peut être difficile ou coûteuse car impliquant un remplacement des émetteurs ou une rénovation profonde du bâti de façon à pouvoir

s'accommoder d'une température de départ de l'eau chaude inférieure à 65 ou 70 °C. La PAC hybride devient alors une solution pertinente pour décarboner à un coût acceptable.

Une PAC hybride permet de limiter la puissance appelée sur le réseau électrique en période de froid puisque la chaudière prend alors la relève. Ce point peut être important dans les secteurs ruraux où le distributeur rencontre quelques difficultés pour pouvoir augmenter de manière significative l'abonnement du client. La PAC hybride peut également constituer un élément de flexibilité si son mode de fonctionnement est télécommandable par un signal approprié.

A noter que, si le chauffage est au fioul, la PAC hybride évite d'avoir à neutraliser ou déposer la cuve à fioul ce qui compense, pour partie, son surcoût par rapport à une PAC 100 % électrique de puissance équivalente¹².

En logement collectif, la PAC hybride individuelle ne contribue pas à répondre aux problèmes spécifiques de mise en œuvre des PAC dans ce type de logements. Cependant, **hybrider la chaufferie collective, peut avoir du sens** pour les mêmes raisons qu'en maisons individuelles existantes. Les réalisations sont cependant assez limitées aujourd'hui.

Les inconvénients de la PAC hybride

Comparée à la PAC 100 % électrique, lorsque l'installation de l'une ou de l'autre est possible, la PAC hybride présente certains inconvénients :

- les PAC hybrides émettent des émissions de gaz à effet de serre non négligeables du fait du recours à un combustible pour l'appoint. Elles ne répondent pas à l'objectif de décarbonation du secteur du bâtiment, sauf à recourir aux gaz renouvelables (y compris l'hydrogène) pour assurer le complément à la PAC. Si le combustible d'appoint est le gaz, se pose le problème des fuites de méthane.
- au cas où le gaz renouvelable s'affirmerait comme le combustible d'appoint à privilégier, les PAC hybrides risquent de mobiliser des quantités importantes de biogaz qui pourraient être utilisées dans d'autres secteurs plus prioritaires (industrie, poids lourds, transports maritimes, moyens de production d'électricité à la pointe, logements



© Atlantic

12. A noter que la dépose des cuves à fioul fait partie des travaux éligibles, sous condition de ressources, à MaPrimeRénov'.

existants chauffés au gaz dépourvus de solutions alternatives).

- hormis dans les situations précédemment évoquées, les PAC hybrides ne procurent pas d'avantage économique en investissement initial par rapport aux PAC 100 % électriques. En coût complet, elles se positionnent moins bien car elles nécessitent un double abonnement et ont un coût d'exploitation plus important, impacté aujourd'hui par l'élévation des coûts d'approvisionnement en gaz.

Ces réserves sont accentuées si le dimensionnement relatif de la PAC et de la chaudière dans la PAC hybride est désoptimisé aux dépens de la PAC et si la PAC hybride devient davantage une « chaudière hybride » servant d'alibi de bonne conduite ou de moyen de contourner des réglementations afin, par exemple, de permettre aux logements aujourd'hui chauffés par énergie fossile de gagner une ou deux cases dans l'échelle du DPE.

L'argument de l'économie en puissance appelée lors des périodes de froid doit être pris en considération mais il est souvent largement surexploité. Cette question a été analysée dans le cadre des études menées par RTE sur les scénarios électriques. Il s'agit de phénomènes complexes qui font intervenir les disparités climatiques sur le territoire français, le décalage qui peut s'instaurer entre les périodes les plus froides et les moments les plus sensibles pour le réseau et les phénomènes de foisonnement liés notamment à l'inertie des logements. Il a été ainsi démontré que les scénarios les plus ambitieux de la pompe à chaleur ne mettaient pas en cause la stabilité des réseaux sans qu'il soit nécessaire, sauf circonstances locales, d'encourager de façon systématique le recours aux PAC hybrides.

Quant à la flexibilité offerte par les PAC hybrides, il faut noter qu'il existe des moyens plus faciles à mettre en œuvre : les PAC hybrides constituent un moyen de flexibilité diffus dont le pilotage doit être coordonné et cohérent avec les stratégies de régulation et de contrôle.

Les PAC hybrides : quel marché ?

La place à réserver aux PAC hybrides fait débat. Certains estiment que sa mise en œuvre doit rester exceptionnelle et que la PAC 100 % électrique peut prévaloir dans la plupart des cas.

D'autres estiment que la PAC hybride peut être une solution plus facile à installer, plutôt moins coûteuse en investissement et permettant d'atteindre un niveau de décarbonation déjà important

Il est également noté que certains pays, comme les Pays-Bas et l'Italie, accordent aux PAC hybrides une place importante, voire prépondérante, dans leur politique de rénovation thermique des bâtiments. Dans le court terme, cette préoccupation ne peut être ignorée mais il faut tenir compte du fait que les situations sont différentes d'un pays à l'autre (ainsi, aux Pays-Bas, 92 % des foyers sont aujourd'hui raccordés au réseau de gaz naturel).

Cependant, si la PAC hybride se développe au niveau européen, les industriels français estiment qu'ils ne doivent pas être tenus à l'écart de ce développement et que l'absence de base installée en France constituerait pour eux un handicap considérable.

Malgré les divergences d'appréciation, il est généralement admis que le marché de la PAC hybride est avant tout celui de la rénovation des maisons individuelles aujourd'hui dotées d'un système de chauffage central individuel dont la conversion vers une solution pompe à chaleur ou une solution bois présente des difficultés technico-économiques. On peut l'estimer à environ 5 à 10 % du parc de logements chauffés par chaudière soit de 500 000 à un million de logements¹³.

À ce chiffre s'ajouteront les installations en immeuble collectif, dont le nombre est difficile à estimer aujourd'hui, et sans doute également un petit nombre en résidences secondaires.

Le marché accessible à la PAC hybride sera dépendant, dans une large mesure, du soutien qui lui sera accordé dans le cadre des politiques publiques. Ce soutien doit permettre d'en promouvoir l'usage sur les segments où son usage est judicieux mais en évitant que la PAC hybride ne prenne le pas sur la pompe à chaleur 100 % électrique qui, dans la grande majorité des cas, reste la solution à privilégier.

13. Au 1^{er} janvier 2021, il existait 37,2 millions de logements en France métropolitaine dont 30,4 millions de résidences principales. Parmi les résidences principales, 56 % sont des maisons individuelles, soit 17 millions (chiffres Insee), dont 59,5 % (chiffre CEREN) soit 10,1 millions sont chauffées par un système de chaudière.

Les politiques publiques doivent permettre de promouvoir les pompes à chaleur hybrides là où leur usage est judicieux

Le problème est donc de stimuler, tout en encadrant, le développement de la PAC hybride en direction des marchés où son usage est approprié mais sans porter préjudice au développement de la PAC 100 % électrique.

Une lacune majeure des réglementations actuelles est de ne pas tenir compte du taux de couverture des besoins assuré par la PAC hybride qui est le facteur clé pour apprécier de son intérêt.

Aujourd'hui, les PAC hybrides bénéficient des mêmes aides à l'investissement que les PAC air/eau. Le décret 2020-26 du 14 janvier 2020 rend éligibles à MaPrimeRénov' les « *Pompes à chaleur, autres qu'air/air, dont la finalité essentielle est la production de chauffage ou d'eau chaude sanitaire* ».

L'arrêté du 20 juillet 2022 modifiant la fiche d'opération standardisée au titre des certificats d'économie d'énergie (CEE) impose, pour les PAC hybrides air/eau individuelles, un taux de couverture des besoins annuels de chauffage pour le logement supérieur ou égal à 70 %. Cet objectif, qui ne concerne que le chauffage, doit être considéré comme un objectif minimal puisqu'il conduit à un résultat dans lequel la consommation d'énergie du logement reste majoritairement de nature fossile. Par ailleurs, dans cette fiche BAR-TH-129 aucune obligation n'est imposée quant au mode de régulation dont le choix reste à la discrétion du professionnel réalisant l'opération.

Il faut noter également que le modèle de calcul utilisé pour la détermination des étiquettes du DPE ne tient pas davantage compte des performances des PAC hybrides. Ce modèle admet, de façon forfaitaire, que les PAC hybrides assurent une couverture de 80 % des besoins. Il existe donc un risque de voir détournée la procédure du DPE, ainsi que les soutiens financiers qui lui sont attachés, au profit de solutions dans lesquelles la PAC jouerait un rôle amoindri voire secondaire.

En conclusion, pour permettre le développement de la PAC hybride dans de bonnes conditions, Équilibre des Énergies propose un ensemble de mesures visant à promouvoir les PAC hybrides les plus performantes :

- **prendre en compte, dans la détermination de la performance des PAC, le taux de couverture de l'ensemble des besoins thermiques du logement, y compris les besoins en eau chaude sanitaire;**
- **prendre en compte, dans le moteur de calcul du DPE, le taux de couverture potentiel des PAC hybrides et non plus le taux forfaitaire de 80 %.** Ce taux sera déterminé en fonction de leurs caractéristiques et de celles du logement. Le calcul sera basé sur une stratégie de régulation fondée sur l'optimisation de la facture énergétique. Par défaut, si les éléments justificatifs nécessaires ne sont pas réunis, le taux de couverture potentiel sera pris égal à un niveau inférieur.
- **considérer le taux de couverture de 70 % (ECS incluse) comme un minimum et introduire dans MaPrimRenov', aussi bien que dans le système des CEE, deux niveaux de soutien selon que le taux de couverture est supérieur à 70 % ou à 80 % ;**
- **imposer que le mode de régulation mis en œuvre par le professionnel chargé de l'installation soit fondé sur l'optimisation de la facture énergétique ;**
- **ces conditions supposées réunies, interdire le remplacement dans les maisons individuelles d'une chaudière à gaz par une autre chaudière à gaz, afin d'orienter la décision soit vers une PAC 100 % électrique, soit vers une PAC hybride répondant aux critères de performance minimal retenus, soit vers des solutions bois.**

Annexe 3

Concilier développement des pompes à chaleur et réduction des émissions de HFC

Résumé

Les politiques énergie-climat préconisées tant au niveau national qu'au niveau européen confèrent aux pompes à chaleur (PAC) un rôle essentiel pour la décarbonation des logements, avec des objectifs volontaristes de développement au cours de la prochaine décennie.

Dans ce contexte, la Commission européenne a exprimé son intention, dans sa communication du 8 mars 2022, de doubler le rythme de déploiement des PAC dans le cadre du programme RePowerEU.

Mais, dans le même temps, elle propose d'adopter, au cours des prochains mois, dans le cadre de la révision du règlement F-Gas, des quotas renforcés de mise sur le marché des gaz frigorigènes hydrofluorocarbonés (HFC). Le niveau et les modalités de mise en œuvre de ces quotas, tels qu'ils sont actuellement envisagés, sont en inadéquation avec la volonté de la Commission européenne d'accélérer le déploiement des PAC.

Dans une échéance également rapprochée, la France prévoit l'entrée en vigueur d'une taxe sur les HFC, qui s'avère être une sur-transposition du règlement F-Gas, au 1^{er} janvier 2023 dont l'entrée en vigueur est censée dépendre de la réussite des engagements additionnels des industriels.

Équilibre des Énergies alerte les pouvoirs publics sur l'impact très négatif que pourraient avoir ces dispositions sur le développement des PAC et recommande de :

- défendre au niveau européen une mesure visant à aligner les objectifs fixés pour le déploiement des PAC ;
- supprimer la taxe sur les HFC compte tenu de la réussite des engagements additionnels des industriels.

En Europe et en France : des objectifs volontaristes de développement des pompes à chaleur

La sortie des énergies fossiles répond à une double nécessité :

- l'impératif climatique avec l'objectif de neutralité carbone dès 2050 ;
- l'impératif politique de réduire la dépendance de la France et de l'Union européenne à l'égard du pétrole et du gaz russes.

Dans cette perspective, le développement des PAC apparaît comme une solution d'importance primordiale dans les différentes typologies de bâtiments.

La Commission européenne, dans sa communication du 8 mars 2022 relative à REPowerEU, fixe comme objectif de doubler le rythme de développement des PAC sur la période 2022/2030.

La France peut aller plus loin dans le déploiement des PAC. Elle a récemment adopté de nouvelles réglementations (RE2020 et du DPE) qui incitent au choix des solutions PAC dans le neuf et dans l'existant, notamment en substitution des chaudières à fioul ou à gaz.

La question des fluides frigorigènes

Les PAC, comme les machines frigorifiques, utilisent dans leur cycle thermodynamique des fluides frigorigènes. Les CFC (chlorofluorocarbures) et les HCFC (hydrochlorofluorocarbures) étaient nuisibles à la couche d'ozone et leur usage a été interdit par le protocole de Montréal et son amendement de Kigali.

Ils ont été retirés du marché et remplacés par les HFC (hydrofluorocarbures). Mais ces derniers sont des gaz à effet de serre, très puissants pour certains d'entre eux. Ils sont responsables en 2021 de 2,56 %

des émissions de gaz à effet de serre recensées en France contre 3,89 % en 2014¹⁴. Dans ce total, selon le dernier inventaire dressé par le CITEPA¹⁵, les PAC air/eau interviennent pour 4 % et les pompes air/air (monosplit et multisplit) pour 12 %. Cette part est minime et il a été démontré dans une étude du cabinet Carbone 4¹⁶ que l'empreinte carbone en cycle de vie des solutions PAC et chauffe-eau thermodynamiques (CET) présentait, face à des solutions alternatives au gaz, un avantage très significatif : un facteur 2 pour la PAC air/air avec chauffe-eau thermique (CET) en maison neuve et un facteur 4 pour les PAC air/eau (maison neuve ou rénovée).

Néanmoins, au niveau français et au niveau européen, des initiatives réglementaires ont vu le jour pour limiter les émissions de HFC et inciter à la migration vers de nouveaux fluides : hydrofluoroléfinés (HFO), propane ou dioxyde de carbone. Mais ces substances posent des problèmes techniques et/ou de sécurité. En particulier, le propane est inflammable ce qui limite fortement son usage en intérieur et même en extérieur. La réglementation des HFC devrait rester compatible avec les délais de développement et de validation de ces nouvelles solutions techniques afin de ne pas handicaper le développement des PAC dans le bâtiment.



© Atlantic

14. Source : CITEPA-Secten.

15. Source : Inventaire des émissions de fluides frigorigènes pour la France métropole (juin 2022).

16. Source : Carbone 4 - Empreinte carbone des équipements et incidence d'une taxe sur les coûts pour les ménages (2018).

En Europe, la question du renforcement du règlement F-gas (517/2014)

L'Union européenne a publié en 2014 le règlement F-gas (517/2014) afin de contrôler la production et l'importation des fluides sur son territoire. Un système de quotas alloués aux entreprises a été mis en place, avec pour objectif de diminuer de 80 % l'utilisation des HFC dans l'UE d'ici à 2030.

L'industrie française et l'industrie européenne respectent la trajectoire ainsi définie. Cependant, dans le sillage du paquet *Fit for 55* et afin de mettre la réglementation européenne en conformité avec l'amendement de Kigali, la Commission européenne propose une révision anticipée du règlement F-Gas (figure 10). Cette révision :

- d'une part vise à imposer des quotas très fortement réduits qui, dans la pratique, sont en recul de 44 % dès 2024 par rapport au règlement actuel, compte tenu d'un changement de définition intervenu dans la définition de l'enveloppe qui inclura à

l'avenir les besoins des inhalateurs médicaux (MDI - *Metered Dose Inhalers*). Dans la pratique le bannissement des HFC deviendrait total pour toutes les PAC dès l'année 2030 ;

- d'autre part impose le retrait à marche forcée, dès 2025 ou 2027, des HFC dans les pompes à chaleur de petite et moyenne puissance (< 12 kW) alors que les solutions de remplacement sont encore loin d'avoir atteint la maturité industrielle.

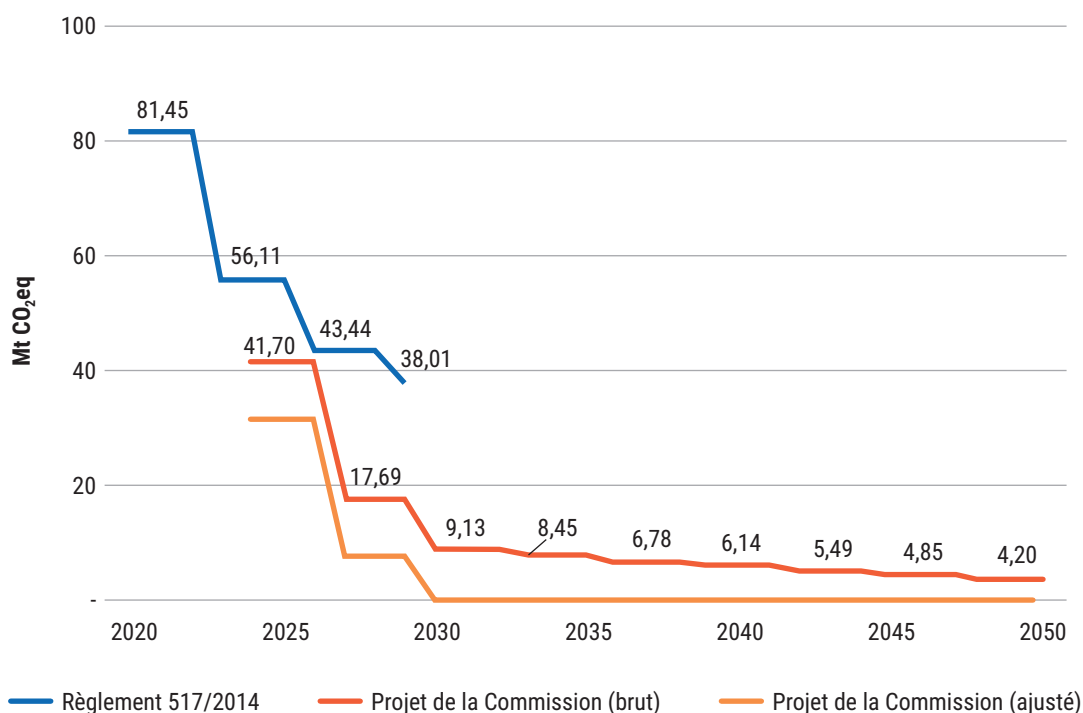
Respecter une telle évolution est un défi que l'industrie ne peut pas relever car les options sont limitées :

- l'utilisation des HFO est restreinte par le règlement européen REACH, c'est pourquoi ils ne peuvent pas être considérés comme une option appropriée pour le chauffage des bâtiments ;
- le recours au propane pose de sérieux problèmes évoqués ci-après ;
- les réfrigérants naturels tels que le CO₂ ou l'ammoniac ne semblent pas être des options viables pour le chauffage des bâtiments en raison de problèmes de toxicité et de mauvaises propriétés thermodynamiques.

Il semble que la Commission européenne ait supposé que les PAC au propane pourraient être mises sur le marché à relativement court terme, ce qui n'est

Fig. 10 : Comparaison des trajectoires de mise sur le marché de fluides frigorigènes HFC selon le règlement 517/2014 d'une part, selon la proposition de règlement modifié mise en circulation en 2022 par la Commission européenne d'autre part.

La trajectoire dite « ajustée » déduit des plafonds proposés les 10 Mt nécessaires aux MTI (Metered Dose Inhalers).



pas réaliste en raison du délai nécessaire aux industriels pour rendre cette technologie mature et en raison des questions de sécurité liées à l'explosivité du propane qui nécessiteront une formation des installateurs qui s'étalera probablement sur une dizaine d'années.

Ces nouveaux objectifs ont été de plus définis avant la communication REPowerEu de la Commission européenne en date du 8 mars 2022 proposant un doublement du rythme de déploiement des PAC. Ils risquent donc d'entraver fortement le développement des PAC au profit des équipements fossiles.

Au niveau européen, Équilibre des Energies recommande en conséquence de :

- veiller à la cohérence entre les objectifs inscrits dans le projet de révision de F-Gas et ceux fixés pour le déploiement des PAC ;
- soutenir la mise en place de formations spécifiques pour les installateurs de PAC afin qu'ils puissent le plus rapidement possible maîtriser les fluides en cours de développement.

En France, éviter une sur-transposition du règlement F-Gas qui serait contre-productive

En 2019, la France a sur-transposé le règlement F-Gas en instaurant, via l'article 197 de la loi de Finances pour 2019, une taxe sur les HFC mis sur le marché à compter du 1^{er} janvier 2021.

Afin d'éviter la mise en place de cette disposition qui aurait dégradé l'équation économique des PAC, les industriels français se sont engagés à maintenir les émissions à 6 % en dessous de la moyenne autorisée au niveau de l'Union européenne.

À la fin de l'année 2020, la filière avait tenu ses engagements et il a alors été convenu, dans la loi de Finances pour 2021, de reporter au 1^{er} janvier 2023 l'entrée en vigueur de la taxe. Il avait également été convenu lors des échanges à l'Assemblée nationale, lors du vote de l'amendement soutenu par de nombreux parlementaires, que cette taxe pourrait être supprimée lors de l'examen du projet de loi de Finances pour 2023 si les engagements des industriels étaient respectés.

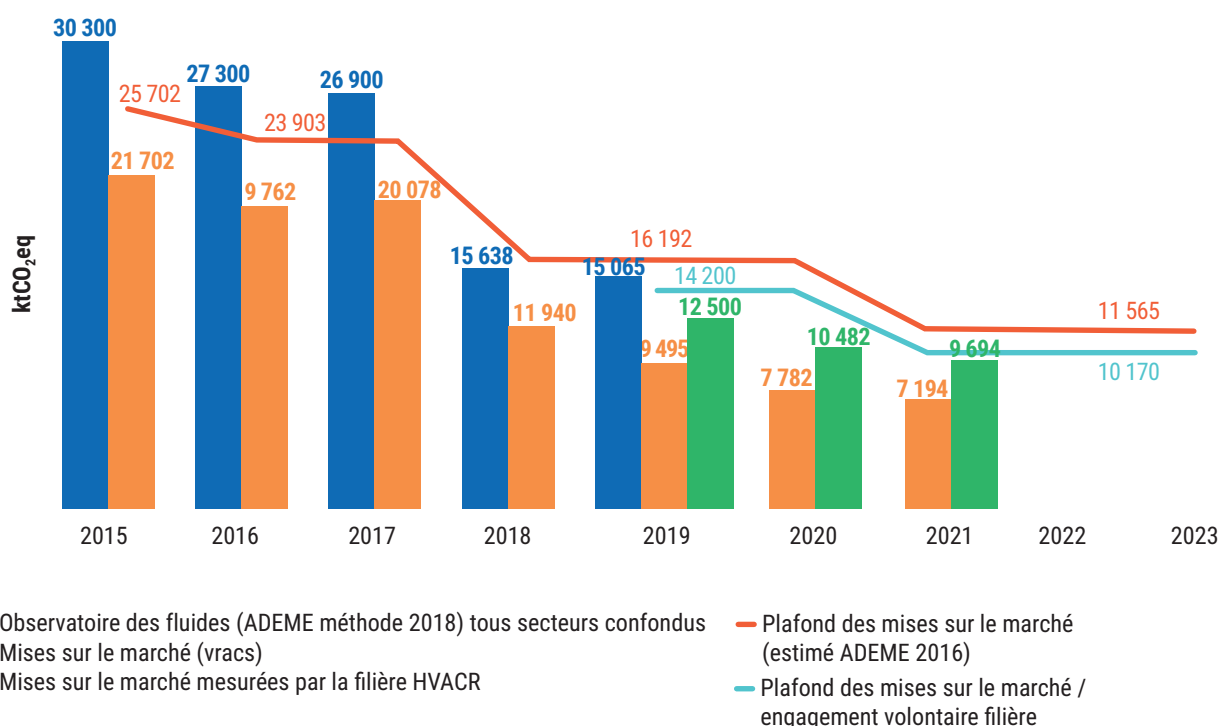
Au niveau français, compte tenu de la réussite des engagements des industriels, Équilibre des Énergies recommande d'abroger la taxe sur les HFC dans la loi de Finances pour 2023.

Les perspectives de développement des PAC justifient que soient à nouveau reconsidérées ces dispositions, d'autant plus que les résultats de l'année 2021 montrent à nouveau que l'industrie française a fait mieux que respecter les plafonds européens et les engagements de filière. La France était notamment en avance de plus de 15 % sur les obligations qui lui incombent du fait du règlement F-Gas et ces engagements seront à nouveau respectés en 2022 (figure 11).

Équilibre des Énergies propose en conséquence :

- d'abroger dans le projet de loi de Finances pour 2023, compte tenu du respect des engagements pris par les industriels, la taxe sur la HFC susceptible d'entrer en application au 1^{er} janvier 2023.

Fig. 11 : Évolution des quantités de HFC mises sur le marché français au regard des obligations de la directive F-Gas et des engagements de la filière. Source : données AFCE.





équilibre des énergies

Construisons une société énergétique **meilleure**

Association loi de 1901 Équilibre des Énergies
10, rue Jean Goujon - 75008 Paris - France
T. +33 (0)1 53 20 13 70

info@equilibredesenergies.org



equilibredesenergies.org