

LE RÔLE MOTEUR DE LA FILIÈRE ÉLECTRIQUE DANS LA RÉINDUSTRIALISATION



POUR ACCÉLÉRER LA DÉCARBONATION DES BÂTIMENTS GRÂCE AUX TECHNOLOGIES ÉLECTRIQUES PERFORMANTES

LES OBJECTIFS AFFICHÉS POUR LA DÉCARBONATION DES BÂTIMENTS

En 2022, l'exploitation des bâtiments représentait 45 % des consommations énergétiques annuelles françaises¹ et générait 16 % des émissions nationales de gaz à effet de serre (GES)². De plus, à ces émissions directes s'ajoutent les émissions indirectes liées notamment aux matériaux et produits de construction, représentant au total environ un tiers des émissions nationale. Bien que ce secteur ait sensiblement réduit ses émissions depuis 1990³, les efforts supplémentaires à accomplir restent importants pour se placer sur la trajectoire de la neutralité carbone et spécifiquement pour atteindre le jalon intermédiaire de 2030, avec l'objectif d'une division par deux des émissions directes des bâtiments en 6 années seulement⁴.

Face à ce défi, la stratégie gouvernementale repose sur plusieurs leviers permettant de réduire et décarboner la consommation d'énergie et de matériaux : sobriété, efficacité énergétique et recours exclusif aux

énergies bas-carbone. Les émissions de GES liées à l'exploitation des bâtiments étant en particulier dues en grande majorité aux dispositifs de chauffage qui utilisent une énergie fossile⁵, l'effort consiste en une réduction drastique des émissions liées au fioul et au gaz, par le remplacement d'un nombre important de chaudières et par l'isolation des logements. **En ce sens, le Gouvernement a fait du développement des pompes à chaleur (PAC) une des pierres angulaires de la planification écologique.**

Néanmoins, « l'objectif de réduction du risque de dépendance étrangère poursuivi par la sortie du chauffage fossile ne doit pas servir une logique contre-productive en développant une nouvelle dépendance aux matériaux et équipements étrangers⁶. » **Si la filière des PAC est déjà bien présente sur le sol français (cf. infra), le Président de la République a annoncé, dans le cadre de sa déclaration sur la planification écologique en septembre 2023, sa volonté**

1 SDES, « Chiffres clés de l'énergie – Édition 2023 », septembre 2023

2 HCC, « Acter l'urgence, engager les moyens », septembre 2023. Selon les données provisoires du CITEPA la part des émissions nationales générées par l'exploitation des bâtiments en 2023 serait également de 16 %.



3 -31 % entre 1990 et 2022. SDES, « Émissions de GES et empreinte carbone en 2022 – Synthèses des connaissances en 2023 », novembre 2023

4 SGPE. Cible provisoire de 30 MtCO_{2eq} en 2030 contre 64 MtCO_{2eq} en 2022.

5 En 2019, 58 % des émissions directes liées à l'exploitation des bâtiments étaient dues à la combustion de gaz naturel, et 28 % à la combustion de produits pétroliers, soit un total de 86 % des émissions. SGPE.

6 Sénat, « Rapport fait au nom de la commission d'enquête sur l'efficacité des politiques publiques en matière de rénovation énergétique », juin 2023





d'accélérer la structuration d'une filière française de production de pompes à chaleur. Cette volonté politique se traduit en deux objectifs : tripler la production nationale de PAC d'ici à 2027 pour atteindre 1 million d'unités et former en parallèle 30 000 installateurs.

De façon similaire, la Commission européenne compte adopter après les élections européennes de 2024 un plan d'action pour les PAC dans lequel elle compte réaffirmer ses ambitions en la matière et adopter des instruments pour accélérer leur déploiement à grande

échelle dans l'Union européenne. Ce plan permettra tout particulièrement de se donner les moyens d'atteindre les objectifs de la version révisée de la directive sur la performance énergétique du bâtiment qui fixe un objectif d'un parc immobilier à émission nulle d'ici à 2050 et une sortie des énergies fossiles dans le bâtiment d'ici 2040⁷.

⁷ Council of the EU, "Fit for 55: Council and Parliament reach deal on proposal to revise energy performance of buildings directive", décembre 2023

LES PRINCIPAUX RISQUES ET OPPORTUNITÉS

Réussir à démocratiser les pompes à chaleur

Le rythme de déploiement des PAC dépend de plusieurs facteurs, le premier d'entre eux étant la conjoncture économique. En effet, la forte croissance annuelle historique du marché français de la PAC a été contenue en 2023, du fait du ralentissement du marché immobilier. Dans le secteur résidentiel, la baisse du pouvoir d'achat des ménages et le renchérissement des financements ont ainsi reporté voire annulé de nombreux projets d'investissements, dans le neuf comme en rénovation.

De plus, bien que l'ajustement des différentes aides à la rénovation soit nécessaire pour optimiser au mieux les dépenses publiques et privées au regard des objectifs climatiques, énergétiques et sociaux poursuivis, l'évolution fréquente de leurs différentes modalités et de leur articulation engendre un manque de repère pour les ménages qui souhaiteraient se lancer dans un projet de rénovation. Ainsi, certaines évolutions conséquentes du dispositif MaPrimeRénov' entrées en vigueur en janvier 2024 ont été révisées moins de trois mois plus tard, le Gouvernement constatant la création d'un véritable trou d'air dans le marché de la rénovation. Plus largement, l'organisation sur le long terme des différentes filières industrielles liées à la rénovation dépend fortement de la visibilité qui peut être donnée par les pouvoirs publics, aussi bien sur les aspects financiers que réglementaires et législatifs.

Au-delà de ces deux composantes conditionnant de façon générale la dynamique du marché de la rénovation, le choix pour un ménage de se doter de tel ou tel équipement de chauffage et/ou de

production d'eau chaude sanitaire est fortement lié à la comparaison des restes à charge. En ce sens, l'augmentation depuis avril 2022 de l'aide à l'achat et à l'installation de pompes à chaleur sur vecteur eau dans le dispositif MaPrimeRénov' permet de prendre en charge une part croissante de leur coût d'installation qui s'élevait en moyenne à 13 800 € pour une PAC air/eau et à 20 300 € pour une PAC géothermique en 2022⁸. Après prise en compte de l'aide supplémentaire obtenue via le dispositif des CEE, le reste à charge d'environ 3 000 € pour l'installation d'une PAC air/eau pour un ménage aux ressources très modestes se rapproche de celui pour l'installation d'une chaudière à gaz, tout en bénéficiant d'économies sur la facture énergétique⁹. A l'instar des autres travaux de rénovation énergétique, l'UFE rappelle la nécessité d'avoir le respect des règles de l'art par les professionnels du bâtiment. Pour leur part, bien que parfaitement adaptées pour remplacer d'anciens radiateurs électriques en engendrant d'importantes économies d'énergie, les PAC air/air ne sont pas pleinement soutenues par MaPrimeRénov'¹⁰.

Enfin, les PAC hybrides (association d'une pompe à chaleur et d'une chaudière), qui bénéficient du même soutien financier que les PAC air/eau, constituent une solution pertinente pour certaines maisons individuelles existantes et présentant des contraintes techniques

⁸ ONRE, «Les rénovations énergétiques aidées par MaPrimeRénov' entre 2020 et 2022», octobre 2023

⁹ MTECT, communiqué de presse du 17 mars 2022, «Le Gouvernement annonce 1 000 € d'augmentation de MaPrimeRénov' à partir du 15 avril pour tout changement de système de chauffage qui permet de sortir du fioul ou du gaz». À noter : depuis le 1^{er} janvier 2024 les chaudières à gaz ne sont plus éligibles aux CEE, soit un an après l'arrêt des forfaits relatifs à leur installation dans MaPrimeRénov'. L'installation des chaudières à gaz à condensation bénéficie cependant toujours d'un taux réduit de TVA.

¹⁰ Depuis l'évolution de MaPrimeRénov' en janvier 2024, les PAC air/air sont éligibles au parcours accompagné mais restent exclues du parcours classique.



importantes, notamment chauffées au fioul et mal isolées, ainsi que vers certaines chaufferies collectives où les PAC hybrides contribuent à la transition énergétique bas carbone si d'autres solutions, comme le raccordement à un réseau de chaleur EnR&R, ne sont pas possibles d'un point de vue technico-économique. Dans certaines situations qui restent exceptionnelles, ce type de PAC, dont environ 4 000 exemplaires ont été mis sur le marché français en 2022¹¹, peut permettre de limiter la puissance du raccordement électrique nécessaire. L'installation puis l'utilisation d'une PAC hybride gaz suppose néanmoins que le bâtiment dispose au préalable d'un branchement au réseau de gaz et que l'occupant souscrive à deux contrats de fourniture, en gaz et en électricité. Afin de garantir l'intérêt climatique de ces solutions, il convient d'assurer que des critères soient mis en place et aisément contrôlables pour assurer que ces dispositifs assurent une très large part de leur fonctionnement sur la base de l'équipement électrique, d'au moins 70 %¹² (conformément à la réglementation actuelle sur les maisons individuelles), et en moyenne parc de 80 %¹³. A l'instar des autres travaux de rénovation énergétique, l'UFE rappelle la nécessité d'avoir le respect des règles de l'art par les professionnels du bâtiment. Si ces conditions ne sont pas respectées à l'usage, l'intérêt climatique et économique de la PAC hybride est diminué, de même que son gisement de flexibilité pour le système électrique.

Bien que le signal prix, à travers le reste à charge, constitue une condition nécessaire pour accroître l'attractivité des PAC auprès des ménages, elle ne constitue pas une condition suffisante. En effet, plusieurs contraintes techniques et organisationnelles restent à adresser s'agissant de la pleine disponibilité de ces solutions, en particulier pour les logements collectifs existants¹⁴ : emplacement de l'équipement et place requise, compatibilité avec les générateurs existants, contraintes architecturales, possibilité de renforcement de l'enveloppe thermique et abaissement des températures des émetteurs, type de maître d'ouvrage, aides associées... Néanmoins, **les principaux freins au développement de la PAC dans le résidentiel collectif ne sont pas que**

techniques mais concernent également la montée en compétences des acteurs, le manque de retour d'expérience et l'organisation, les moyens et l'accompagnement de l'ensemble de la filière¹⁵.



11 AFPAC

12 Arrêté du 20 juillet 2022 modifiant certaines dispositions relatives aux contrôles dans le cadre du dispositif des certificats d'économies d'énergie et la fiche d'opération standardisée BAR-TH-159

13 Arrêté du 31 mars 2021 relatif aux méthodes et procédures applicables au diagnostic de performance énergétique et aux logiciels l'établissant, Annexe 1 - Méthode de calcul 3CL-DPE 2021, page 60.

14 Voir le dossier de l'AFPAC sur ce sujet (« La Pompe à Chaleur : Des solutions disponibles en habitat collectif », février 2023) ainsi qu'un rapport réalisé par le cabinet Pouget Consultants pour la DHUP (« Etude sur les freins et leviers à la diffusion de la pompe à chaleur en logement collectif », juin 2023).

15 Rapport réalisé par le cabinet Pouget Consultants pour la DHUP, « Etude sur les freins et leviers à la diffusion de la pompe à chaleur en logement collectif », juin 2023



Enfin, la filière des PAC représentait plus de 5000 emplois en 2022 (contre 32 000 en 2019), et présente un potentiel de création de 41 000 emplois supplémentaires d'ici à 2030, répartis entre 30 000 emplois dans l'installation et la maintenance, 6 000 emplois dans la distribution et, enfin, 3 000 emplois dans la production¹⁶. **Or, la filière fait face à de réelles difficultés pour recruter et trouver les bons profils, tout particulièrement s'agissant des installateurs, du fait du manque d'attractivité du secteur et de cursus de formation dédiés.** En effet, travailler dans la filière PAC nécessite pour un grand nombre de métiers de conjuguer des savoir-faire dans différents domaines : en hydraulique, en électricité, en génie climatique, en acoustique, en électronique, en simulation numérique...

Certains fabricants se dotent ainsi de leurs propres centres de formation afin de pouvoir répondre aux besoins de recrutements externes mais également pour réorienter une partie de leur main d'œuvre des filières chaudières historiques vers la filière PAC. Cette réorientation professionnelle massive concerne notamment les salariés de l'installation et de la maintenance qui, au-delà de l'apprentissage des modalités d'interventions propres aux PAC (par exemple l'aptitude à manipuler les fluides frigorigènes), doivent s'adapter à une gestion différente des planning d'intervention (une intervention est plus longue pour l'entretien d'une PAC que pour une chaudière¹⁷) et à une réorganisation de la chaîne logistique (l'encombrement d'une PAC étant supérieur par rapport à une chaudière, il est nécessaire de redimensionner certains entrepôts et véhicules).

Permettre à la France de consolider sa place de leader dans la production de pompes à chaleur

Un écosystème favorable à l'implantation d'usines

Avec environ 25 % de part de marché en 2022 et plus d'un million d'unités vendues¹⁸, la France est le premier marché européen de la pompe à chaleur et présente des perspectives de croissance sur l'ensemble des segments¹⁹. Or, la capacité

nationale de production reste insuffisante si bien que deux machines vendues sur trois sont aujourd'hui importées²⁰. En effet, bien que 350 000 PAC air/eau ont été produites à hauteur de 70 % en France en 2022, et que ce volume ait été multiplié par 3,5 depuis 2018, la France ne produit pas sur son sol la technologie la plus vendue, la PAC air/air (800 000 unités vendues en 2022), et s'approvisionne pour ces dernières à hauteur de 60 % auprès d'autres pays de l'Union européenne²¹. L'objectif fixé par le Président de la République de produire 1 million de PAC d'ici 2027 constitue donc un signal politique fort envoyé à la filière qui considère pour y parvenir qu'une accélération rapide des capacités de production et un recrutement massif de main d'œuvre est nécessaire.

Hébergeant pourtant d'ores et déjà 31 sites industriels sur 167 en Europe²², l'augmentation des capacités de production nécessite à la fois d'agrandir les sites existants mais également d'implanter des nouvelles usines. Or, les pays d'Europe de l'Est (Pologne, Bulgarie, Rep Tchèque...) attirent aujourd'hui massivement les nouveaux investissements du fait d'importantes mesures d'incitations financières.

Face à ce constat, le Gouvernement a mis en place en mars 2024 un crédit d'impôt au titre des

20 La Croix, « Le pari français des pompes à chaleur », octobre 2023

21 AFPAC. En 2023 seules 306 000 PAC air/eau ont été vendues (-14 % par rapport à 2022), contre plus de 910 000 PAC air/air (+13 %), plus de 3 500 PAC géothermiques (+18 %) et près de 180 000 chauffe-eaux thermodynamiques (+6 %). Source : PAC&Clim'Info

22 AFPAC





16 AFPAC

17 Le temps de pose et d'entretien d'une PAC est multiplié par 3 à 4 par rapport à une chaudière. Uniclimate, intervention pour le ministère de la Transition énergétique et le ministère Chargé de l'industrie, mars 2023.

18 Nombre de systèmes installés en 2022 en France selon l'AFPAC : 347 000 PAC air/eau, 773 000 PAC air/air, 2 900 géothermique, 164 000 CET et 4 000 PAC hybrides.

19 Potentiel des ventes en France en 2035 selon l'AFPAC : entre 500 000 et 600 000 PAC air/eau par an, entre 30 000 et 40 000 PAC géothermiques et entre 600 000 et 700 000 PAC air/air en chauffage principal.





investissements en faveur de l'industrie verte²³ qui concerne en particulier les pompes à chaleur²⁴. Cette mesure, couplée à la facilitation de l'accès au foncier permise par la loi industrie verte²⁵, vise à déclencher des décisions d'investissements relatives à l'ouverture de nouveaux sites industriels et ainsi à augmenter la production française.

La France se caractérise par le grand nombre de centres de recherche et développement constituant sa trentaine de sites industriels.

En effet, de nombreux fabricants ont fait le choix de s'implanter dans l'hexagone afin de pouvoir comprendre au mieux les besoins de ses nombreux consommateurs et de proposer des solutions à même d'y répondre. Ainsi les sites de recherche et développement français figurent à la pointe de l'innovation sur de nombreux aspects comme les systèmes double service, hybrides, adaptés pour le logement collectif, pilotables et connectés favorisant la flexibilité et l'autoconsommation, ou bien encore la production de PAC silencieuses, compactes et esthétiques afin d'en augmenter l'acceptabilité. Du point de vue plus technique, la recherche française poursuit également des travaux relatifs à l'amélioration constante des coefficients de performance, des capacités de fonctionnement en période de grand froid²⁶, et sur l'amélioration des compresseurs à variation de vitesse, dits *inverters*. Cet équipement équipe désormais la quasi-totalité des modèles de PAC en vente et constitue une avancée majeure en termes d'efficacité pour les PAC car il permet d'ajuster automatiquement la puissance de l'installation en fonction des besoins de chauffage ou de refroidissement, évitant les pics de puissance lors du redémarrage de la pompe.

La recherche française travaille également à réduire l'empreinte environnementale des PAC.

Les constructeurs intègrent ainsi de plus en plus des fluides frigorigènes à moindre pouvoir de réchauffement que les gaz fluorés (comme le propane ou le dioxyde de carbone), anticipant les nouveaux standards environnementaux imposés par la réglementation

européenne²⁷. Enfin, poussés par la réglementation environnementale pour les bâtiments neufs (RE2020), les industriels renseignent de plus en plus l'empreinte carbone des PAC, résultat d'une analyse de cycle de vie vérifiée par un tiers indépendant.

La nécessité d'élargir la souveraineté industrielle à plus de composants

En complément de l'augmentation des capacités des lignes d'assemblage des PAC de tous types, la construction de nouvelles usines spécifiques à certains composants est essentielle pour localiser au maximum la valeur ajoutée et les emplois en France et accroître la sécurité d'approvisionnement de cette technologie clé. En effet, la valeur ajoutée d'une pompe à chaleur aérothermique se décompose de la façon suivante : 25 % pour le compresseur, 25 % pour le contrôleur, 15 % pour l'échangeur de chaleur, 13 % pour le boîtier, 10 % pour les valves, 5 % pour le ventilateur, 2 % pour la tuyauterie et 2 % pour le fluide réfrigérant²⁸.

Or, entre 30 % et 60 % de la valeur ajoutée de la fabrication d'une pompe à chaleur est importée, lié à l'achat de composants essentiels en Asie comme le compresseur²⁹. En outre, à l'image d'autres technologies, la filière PAC reste dépendante des importations asiatiques d'aimants permanents et de semi-conducteurs, composants clés utilisés pour le contrôleur, le compresseur, la pompe et le ventilateur.

Bien que 60 % de la valeur d'une installation PAC sur son cycle de vie soit non délocalisable (installation, maintenance, exploitation)³⁰, répondre à la demande nationale en augmentant la valeur ajoutée produite en France est un véritable enjeu stratégique, en particulier s'agissant de l'effet sur la balance commerciale française. Ainsi l'effet net du remplacement d'un million de chaudières à gaz par des PAC françaises sur le solde commercial est une conséquence directe de la part de la valeur ajoutée française dans la production de ces PAC. D'un côté, l'utilisation des PAC en remplacement des chaudières à gaz à un effet bénéfique sur la balance commerciale, du fait du remplacement du gaz importé par de l'électricité et de l'efficacité énergétique. De l'autre côté, la production de ces PAC présente un effet incertain conditionné par la part de la valeur ajoutée dans la production nationale de PAC. Ainsi, **si plus de 55 % de la valeur des PAC est produite en France, l'opération complète de**

23 Décret n° 2024-212 du 11 mars 2024 fixant la date d'entrée en vigueur des dispositions relatives au crédit d'impôt au titre des investissements dans l'industrie verte prévues à l'article 35 de la loi n° 2023-1322 du 29 décembre 2023 de finances pour 2024.

24 Arrêté du 11 mars 2024 fixant la liste des équipements, composants essentiels et matières premières utilisées dans le cadre des activités contribuant à la production de batteries, de panneaux solaires, d'éoliennes ou de pompes à chaleur entrant dans le champ du crédit d'impôt au titre des investissements dans l'industrie verte.

25 Loi n° 2023-973 du 23 octobre 2023 relative à l'industrie verte

26 Pour plus d'informations voir notamment la récente étude de l'ADEME : «Essais de performance de pompes à chaleur air/eau», mars 2024

27 Révision en cours du règlement n° 517/2014 du Parlement européen et du Conseil du 16 avril 2014 relatif aux gaz à effet de serre fluorés

28 JRC, « The Heat Pump Wave: Opportunities and Challenges », 2023

29 La Croix, « Le pari français des pompes à chaleur », octobre 2023

30 AAFPAC



remplacement des chaudières à gaz a un effet net positif sur la balance commerciale³¹. En ce sens, afin de soutenir les fabricants souhaitant maximiser le nombre d'éléments fabriqués sur le territoire national, le Gouvernement a créé en 2020 le label « Origine France garantie » qui est attribué lorsque le lieu où la PAC prend ses caractéristiques essentielles est situé en France et que 50 % au moins du prix de revient unitaire est acquis en France³².

Plus en amont de la chaîne de valeur, la fabrication d'une PAC fait appel à des matériaux similaires à ceux d'une chaudière, comme l'acier, l'aluminium et le cuivre mais nécessite une quantité de ce dernier dix fois plus importante par équipement³³.

La filière PAC n'a pas d'exposition particulière à certains matériaux mais reste vulnérable à la volatilité des prix de ces derniers. En ce sens, le réemploi et le recyclage de ces différents composants et matériaux à taux de recyclabilité élevés peuvent constituer des stratégies efficaces sur le long terme pour accroître la résilience de la filière. Enfin, la substitution de matériaux importés par un approvisionnement en France permet de sécuriser l'approvisionnement, tandis que les émissions de GES liés à la fabrication des matériaux peuvent être réduites si les sites de production utilisent des procédés de fabrication novateurs et des énergies bas-carbone, c'est le cas par exemple pour l'acier dont les émissions peuvent être réduites d'un facteur dix³⁴.



31 Direction générale du Trésor, « Les enjeux économiques de la transition vers la neutralité carbone », décembre 2023

32 Pour plus d'informations voir : economie.gouv.fr/cedef/label-origine-france-garantie

33 3 kg pour une chaudière à gaz, contre 37 kg pour une PAC aérothermique. JRC, « The Heat Pump Wave: Opportunities and Challenges », 2023

34 Aujourd'hui en France, « Le défi des pompes à chaleur made in France », novembre 2023





ÉLECTRIFIER LES PROCÉDÉS DE FABRICATION DES MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

À l'origine d'une large part des émissions indirectes du secteur des bâtiments, la filière des matériaux de construction cherche à réduire son impact climatique, en majorité lié au besoin de chaleur haute température pour ses procédés. Les productions de plâtre et de verre sont ainsi fortement émettrices de GES, respectivement 0,9 kgCO₂ et 0,6 kgCO₂ par kilogramme produit³⁵. Face à ce défi, trois principaux leviers peuvent par exemple être actionnés afin de réduire les émissions du processus de production de plaques de verre : trouver un substitut au carbonate de sodium, utiliser du verre recyclé et, enfin, décarboner la production de chaleur. En ce sens, **plusieurs sources d'énergies bas-carbone sont à l'étude pour remplacer l'utilisation du gaz d'origine fossile.**

Tout d'abord, l'utilisation de biogaz permettrait de minimiser les investissements nécessaires à l'adaptation des installations, mais son adoption par les industriels se heurte au manque de visibilité quant aux volumes disponibles et aux coûts d'approvisionnement. En sus d'enjeux similaires liés à la disponibilité de la ressource, l'utilisation d'hydrogène décarboné soulève pour sa part des enjeux techniques particuliers (gestion de l'eau dégagée dans les fours, stabilité de la flamme). **Enfin, l'électrification des fours via des fours à arc électrique constitue également une alternative bas-carbone étudiée par la filière verrière mais son adoption fait face à plusieurs freins :**

- La nécessité de trouver un compromis entre la tenue en corrosion et la résistivité électrique des matériaux pour faire face à la corrosion accélérée des électrodes³⁶ ;
- La difficulté de produire du verre de qualité compatible avec les standards actuels requis pour le verre plat (utilisé notamment pour les vitres des bâtiments)³⁷ ;
- La possibilité de raccorder l'installation au réseau électrique avec une puissance optimisée et de disposer d'un accès à un dispositif de secours en cas de rupture d'approvisionnement afin d'assurer le fonctionnement du four 24h/24 ;

- Le besoin d'adapter le processus de fabrication aux nouvelles contraintes techniques puis de le certifier ;
- Le manque de viabilité économique comparativement à la solution fonctionnant avec du gaz fossile, spécifiquement lors de la phase d'exploitation.

Le processus de fabrication d'une plaque de plâtre repose quant à lui sur la cuisson du gypse à une température de 150°C. Cette température est atteignable par plusieurs technologies électriques comme les pompes à chaleur à haute température ou les fours électriques. Enfin, matériau indispensable pour le secteur de la construction, le ciment est quant à lui à l'origine de 12,5 % des émissions de l'industrie française³⁸ l'objectif de réduction de moitié des émissions serait atteint en activant pour moitié les leviers traditionnels que sont l'amélioration de l'efficacité énergétique, la substitution des combustibles fossiles et la réduction du taux de clinker dans les produits. Le recours à la technologie de captage de carbone pourrait permettre d'abattre les émissions résiduelles et entraîner un doublement de la consommation d'électricité du secteur à horizon 2050³⁹.

La décarbonation des procédés de fabrication des matériaux de construction, comme les plaques de verre, de plâtre, le ciment et les matériaux d'isolation, suppose ainsi des études techniques approfondies et nécessite donc un investissement financier conséquent mais également la mobilisation des capacités de recherche et développement sur le long terme. Au regard de leur production régionalisée, la France a tout intérêt à soutenir son déploiement à grande échelle. **Une isolation massive et efficace dans le cadre de la rénovation des bâtiments sera à la fois un outil de décarbonation de l'économie, et une arme de réindustrialisation du pays, aussi bien grâce à la fabrication des matériaux d'isolation, que par les emplois locaux dans le tissu artisanal pour leur mise en œuvre.**

35 Saint-Gobain

36 Des matériaux adaptés sont en cours de développement tels que les matériaux réfractaires électro-fusionnés AZS, le Chrome ou le Zircon.

37 Une démarche de redéfinition des besoins en ce sens pourrait permettre de s'accorder sur une qualité acceptable pour le grand public.

38 20 cimenteries (sur un total de 25) figurent parmi les 50 sites industriels les plus émetteurs en France. CNI, Feuille de route de décarbonation de la filière ciment, mai 2023.

39 CNI, Feuille de route de décarbonation de la filière ciment, mai 2023.





LES RECOMMANDATIONS DE L'UFE

Mettre en place un cadre politique cohérent avec l'urgence climatique

- ✘ **Instaurer une trajectoire pluriannuelle d'évolution de l'enveloppe de MaPrimeRénov'** afin d'offrir de la visibilité économique aux filières bas-carbone⁴⁰.
- ✘ **Renforcer la cohérence entre les objectifs de réduction de la consommation d'énergie et ceux de réduction des émissions de gaz à effet de serre** du code de l'énergie dans les dispositifs publics (certificats d'économie d'énergie, décret Eco Energie Tertiaire...)
- ✘ **Élaborer les dispositifs d'aides à la rénovation de façon à assurer une parité économique entre les solutions bas-carbone et les autres** pour s'assurer que l'arbitrage ne se fasse pas sur un critère économique.

Soutenir la filière française des pompes à chaleur

- ✘ **Mettre en place une task force regroupant les pouvoirs publics et les acteurs de la filière PAC** pour :
 - **Planifier la construction d'au moins un site de fabrication de compresseurs à horizon 2030 ;**
 - **Déterminer des critères caractérisant les PAC comportant une part élevée de valeur ajoutée produite en France, et leur conditionner l'attribution d'aides publiques (par exemple au sein de MaPrimeRénov').**
- ✘ **Promouvoir l'installation des pompes à chaleur air/air**, solution à faible impact climatique, aussi bien pour produire de la chaleur que du froid, en remplacement d'anciens radiateurs électriques :
 - **Instaurer la TVA à taux réduit pour les PAC air/air.** Ces solutions sont en effet les plus performantes dans les logements chauffés à l'électricité. Cela permettrait de façon plus générale d'assurer une équité dans la fiscalité pour les solutions performantes et bas-carbone ;
 - **Pleinement intégrer les PAC air/air dans « MaPrimeRénov' »** dans le but d'élargir les dispositifs d'aides à l'ensemble des solutions performantes et bas-carbone.

⁴⁰ Pour plus de propositions en ce sens, voir le rapport de l'UFE : « [La rénovation performante à l'aube d'une nouvelle ère](#) ».



× En l'absence de solution bas-carbone pertinente du point de vue technico économique, soutenir le développement des pompes à chaleur hybrides, pour le parc de maisons individuelles existantes et présentant des contraintes techniques importantes, notamment chauffées au fioul et mal isolées, ainsi que vers certaines chaufferies collectives.

× Développer et systématiser les solutions de pilotabilité des pompes à chaleur, aux niveaux du logement et de l'équipement, permettant ainsi d'accroître les gisements de flexibilité du système électrique et leur intégration dans l'ensemble des consommations électriques du bâtiment.

× Lancer un programme d'innovation pour la filière des pompes à chaleur, à l'instar de ce qui a été fait dans France 2030 pour d'autres filières industrielles, en particulier pour :

- **Déployer de nouveaux fluides frigorigènes**, moins émetteurs de gaz à effet de serre et limitant le recours aux PFAS⁴¹ (conformément à l'application de la directive européenne sur les gaz fluorés) et garantissant de bonnes conditions de sécurité à l'usage ;
- **Améliorer les performances de tous les types de pompes à chaleur**, sur l'année⁴² et en période de grand froid⁴³ ;
- **Améliorer la compétitivité des pompes à chaleur à haute température déployées dans l'industrie**, pour diminuer la consommation d'énergie fossile du secteur, en s'assurant que cela correspond à leurs besoins ;
- **Accompagner la filière pour développer les pompes à chaleur dans le segment du logement collectif.**



41 Les per- et polyfluoroalkylées sont des substances aux propriétés chimiques spécifiques, utilisées dans de nombreux domaines industriels et produits de la vie courante. MTECT, Plan d'action ministériel sur les PFAS, janvier 2023.

42 Le coefficient de performance saisonnier, c'est-à-dire le rapport entre la quantité de chaleur délivrée sur une saison de chauffe et la quantité d'électricité consommée sur cette même période, diffère selon le type de pompe à chaleur. Sa valeur minimale est réglementée par la directive européenne ECODSIGN, pour plus d'informations techniques voir le rapport de l'UFE : « [Des bâtiments écologiques et confortables : le rôle des solutions électriques performantes](#) ».

43 La performance des pompes à chaleur repose directement sur la différence de température entre la source extérieure et l'émetteur de chaleur à l'intérieur du bâtiment. Pour plus d'informations techniques voir le rapport de l'UFE : « [Des bâtiments écologiques et confortables : le rôle des solutions électriques performantes](#) ».



Soutenir l'électrification des procédés de fabrication des matériaux de construction

- ✘ **Mettre en place des aides au fonctionnement, en complément des aides aux investissements**, pour les entreprises qui permettent de rendre les énergies bas-carbone dont l'électricité compétitives par rapport aux énergies fossiles (par exemple les contrats carbone pour différence), et pouvant être bonifiées en cas de flexibilisation de ces nouveaux usages, quand la solution électrique correspond le mieux aux besoins de process des industriels.
- ✘ **Faciliter les démarches des gestionnaires de réseaux pour pouvoir raccorder les sites industriels souhaitant installer des équipements électriques**, en adaptant le réseau si nécessaire.

