

Les pompes à chaleur : clés de voûte de la transition énergétique

“Le chantier du siècle”

Christophe Béchu,
ministre de la Transition
écologique et de la
Cohésion des territoires



Brice Lalonde,
président d'Équilibre
des Énergies

Emmanuel Caille,
membre du directoire de
GROUPE ATLANTIC

Xavier Chardon,
président du directoire de
Volkswagen Group France

Éclairages, analyses, débats, interviews d'acteurs clés
de la transition énergétique et écologique,
rendez-vous toute l'année sur

equilibredesenergies.org



Une abréviation vous échappe ?

Retrouvez toutes les explications
via le QR code ci-dessous





Le chantier du siècle

Christophe Béchu,
ministre de la Transition écologique
et de la Cohésion des territoires

La nécessité d'accélérer la lutte contre le réchauffement climatique se fait toujours plus pressante, comme en témoigne la succession d'épisodes climatiques inédits que connaît notre pays. Je pense aux feux de forêts dévastateurs de l'été dernier, ou encore à la sécheresse hivernale sans précédent que nous connaissons actuellement.

Il y a urgence à accélérer la transition écologique, véritable défi de notre époque, et pour cela, il y a urgence à avancer « le chantier du siècle », à savoir la rénovation énergétique du bâti, public et privé, de notre pays.

Cela suppose une volonté politique claire, ambitieuse et pragmatique, qui se donne les moyens de réussir. C'est tout le sens de la planification écologique conduite par la Première ministre, et c'est tout le sens de l'ensemble des dispositifs qui ont été mis en place ces dernières années, avec MaPrimRénov' et le plan de relance en particulier.

Beaucoup a été fait, certes, mais beaucoup reste encore à faire.

Nous accentuons donc nos efforts, notamment pour mener à bien la rénovation énergétique du bâti public, et pour apporter un plus grand soutien aux collectivités territoriales, qui en possèdent les trois quarts. Grâce à un travail conjoint avec le Parlement, nous sommes ainsi en train d'ouvrir aux collectivités la possibilité de recourir au tiers financement pour rénover leurs bâtiments, leur permettant de financer ces rénovations avec les économies dégagées. C'est un enjeu décisif sur le plan de la sobriété écologique, sur le plan économique, alors que la facture énergétique pèse lourd sur les finances locales, mais également pour améliorer la qualité de vie de nos concitoyens.

Si l'État est au rendez-vous, l'ampleur de la tâche est telle que nous ne pourrions la relever sans la mobilisation de chacun, élus locaux, entrepreneurs, décideurs et particuliers, au service de cette cause commune, et c'est pourquoi je tiens à saluer la contribution de l'EdEnmag à notre indispensable réflexion collective. ●



EdEnmag - Périodique février 2023 - N° 17 - Le magazine de l'association loi de 1901 Équilibre des Énergies.

10, rue Jean-Goujon 75008 Paris - info@equilibredesenergies.org - Tél. : +33 1 53 20 13 70. Président : Brice Lalonde.

Directeur de la publication : Gilles Rogers-Boutbien. Rédacteur en chef : Jean-Pierre Hauet.

Comité éditorial : Luc Baranger, Éric Baudry, Étienne Beeker, Xavier Boulet, Cecil Coulet, Xavier de Cuverville, Pierre Illenberger, Olivier Lagrange, Evlin Lambert, Marilyne Martin.

Conception graphique : GAYA - Crédits photo : AdobeStock, Shutterstock, Freepik.

Impression : Graph 2000 - 82, av. du 85^e de Ligne - 58200 Cosne-sur-Loire.

Imprimé sur papier certifié PEFC.

N° ISSN : **2558-4383**. Tirage : 4 370 exemplaires.



EdEnmag FÉVRIER 2023

EDEN EN DIRECT

L'actu d'Équilibre des Énergies 06

GRAND ENTRETIEN

Brice Lalonde, président d'Équilibre des Énergies ... 08

Emmanuel Caille, membre du directoire de GROUPE ATLANTIC 12

POINTS DE VUE

Xavier Chardon sur la transition vers le véhicule électrique. ... 16

Antoine Armand sur la rénovation énergétique des logements 18

Antoine Herteman sur la mobilité électrique 20

Éric Plantive sur l'installation de la pompe à chaleur. 22

Frédéric Pignard sur la pompe à chaleur air/air 24

Éric Baudry sur les PAC en logements collectifs 26

EUROPE

Le marché carbone européen pour l'aviation par Aurélie Joly 28

La crise des prix de l'énergie en Europe par Florent Jourde ... 30

À SUIVRE

Le coin des juristes 33

Innovation La route à énergie positive 38

Innovation Le réchauffeur thermodynamique pour l'eau chaude sanitaire collective .. 40

REGARDS

La stratégie hydrogène du groupe EDF 42

La mobilité électrique longue distance 44

FOCUS

Comment décarboner la France ?

Un plan massif de développement des pompes à chaleur s'impose 46

Les pompes à chaleur hybrides : quelle place dans la transition énergétique ? 49

Les chiffres du marché des pompes à chaleur en Europe 54

L'actu d'Équilibre des Énergies

Vers une nouvelle Stratégie française sur l'énergie et le climat (SFEC)

Au niveau européen, l'année 2022 a été marquée par la discussion du paquet *Fit for 55* visant à réviser le cadre énergie-climat de l'Union. Plusieurs dossiers ont abouti à l'automne dont le projet de règlement instaurant un mécanisme d'ajustement carbone aux frontières (voir article page 30) et la directive sur le système d'échange des quotas d'émissions dans le secteur de l'aviation (voir article page 32).

Équilibre des Énergies a porté des propositions auprès des institutionnels européens sur ces dossiers et sur plusieurs autres dossiers clés du paquet *Fit for 55*, notamment sur l'efficacité énergétique, la performance des bâtiments et les énergies renouvelables.

Dans le cadre de ces discussions, Équilibre des Énergies a soutenu la mise en place de mesures permettant de favoriser les solutions énergétiques décarbonées et le développement d'une industrie européenne de la transition énergétique, notamment dans le domaine des carburants d'aviation durables. ●

Le déploiement des pompes à chaleur menacé par le projet de règlement sur les gaz frigorigènes

Alors que la Commission européenne avait déclaré vouloir appuyer la transition énergétique du bâtiment sur le déploiement des pompes à chaleur, elle a publié dans le même temps un projet de règlement sur les gaz frigorigènes, dit F-Gaz, qui vise à limiter fortement la mise sur le marché de ces gaz dans les années à venir.

La transition du secteur des pompes à chaleur vers d'autres gaz ne pouvant être réalisée de façon systématique à court terme, du fait notamment des problèmes de sécurité associés à l'utilisation du propane, Équilibre des Énergies a défendu auprès des acteurs européens un calendrier adéquat pour la réduction des quantités de gaz frigorigènes mises sur le marché. ●



La mise en place d'une étiquette énergétique pour les radiateurs électriques en préparation

La mise en place d'une étiquette énergétique pour les radiateurs électriques est une évolution favorablement accueillie par Équilibre des Énergies. Cependant, il y a lieu de veiller à ce que cette étiquette offre une granularité d'information suffisante pour le consommateur. À ce titre, le projet de la Commission européenne de mise en place d'une étiquette fusionnée entre les radiateurs électriques et les PAC n'est pas acceptable en l'état, car il positionnerait les pompes à chaleur dans le haut de l'échelle et les radiateurs dans tout le bas. Équilibre des Énergies s'est positionnée aux côtés d'autres organisations européennes (CEFACD, AIEL, BVF, EIHA, EUHA, BioEnergy Europe) afin que la proposition mise à jour de la Commission puisse prendre en compte les fonctionnalités spécifiques dont sont dotés les radiateurs électriques modernes. ●

Une loi pour accélérer le déploiement des énergies renouvelables

Cet automne, outre le projet de loi de finances, le calendrier législatif a été enrichi de l'examen du projet de loi relatif à l'accélération de la production d'énergies renouvelables. Au cours de ses échanges avec les parlementaires, Équilibre des Énergies a :

- souligné l'importance de développer massivement les énergies renouvelables, tant électriques que thermiques, afin d'arriver, à terme, à une consommation d'énergie 100 % bas carbone produite très largement sur le territoire national ;
- attiré l'attention sur la nécessité de penser, en amont, les liens entre la production d'énergies renouvelables et ses usages.

À ce titre, Équilibre des Énergies plaide pour l'introduction d'un schéma directeur d'équipement des autoroutes et voies rapides en infrastructures de recharge afin de faire face, jusqu'à horizon 2030-2035, à la croissance du trafic des véhicules électriques à laquelle on peut s'attendre.

Équilibre des Énergies appelle également à mettre en place une stratégie nationale de déploiement des SAF (carburants durables d'aviation) afin d'assurer l'émergence d'une filière française compétitive. ●

Comment décarboner la France ? Un plan massif de développement des pompes à chaleur s'impose

L'année 2022 a été très largement marquée par la crise de l'énergie et l'urgence climatique. Dès lors, les Français sont appelés à la sobriété pour répondre à ces enjeux mais se demandent comment agir rapidement et à la bonne échelle.

Dans ce contexte, Équilibre des Énergies a mené une étude sur les freins à lever pour permettre un développement massif des pompes à chaleur, pour lesquelles la France est aujourd'hui leader en Europe grâce à une base industrielle solide et un vaste réseau d'installateurs. Cette étude a débouché sur 24 recommandations pour y parvenir.

Équilibre des Énergies considère en particulier que la France a la capacité d'être plus ambitieuse que la politique portée par la Commission européenne. Elle propose ainsi une stratégie qui permettrait d'atteindre 10 millions de logements équipés de pompes à chaleur en 2030, contre 2 millions en 2020, et 20 millions en 2050, soit 60 % du parc.

EdEnmag a souhaité prolonger la publication de cette étude, dont le résumé est consultable pages 46 à 53, par une série d'interviews d'acteurs engagés dans le déploiement des pompes à chaleur. ●



La préparation de la future loi énergie-climat

Attendue pour le milieu d'année, la loi quinquennale de programmation sur l'énergie et le climat (LPEC) permettra aux parlementaires de fixer les nouveaux objectifs de la politique de transition énergétique et de mettre en place en ensemble de mesures supplémentaires pour y parvenir.

En amont, le ministère de la Transition énergétique a lancé une concertation nationale sur le mix énergétique à laquelle notre association a contribué. Cette contribution a été l'occasion de préciser notre vision d'une transition énergétique s'inscrivant dans une économie de prospérité fondée sur un développement des énergies bas carbone et des solutions permettant d'accroître le niveau de vie des Français. ●

Les ateliers-débats d'Équilibre des Énergies

Dans le cadre de ses ateliers-débats, Équilibre des Énergies a reçu ces derniers mois :



février 2023 – **Bruno Millienne**, député des Yvelines et membre de la commission du développement durable, au sujet des zones à faibles émissions mobilité (ZFE-m) ;



janvier 2023 – **Evelyne Perrot**, sénatrice de l'Aube et **Gilbert-Luc Devinaz**, sénateur du Rhône, membres de la Commission de l'aménagement du territoire et du développement durable, au sujet de l'avenir du transport aérien ;



décembre 2022 – **Arnaud Westrich**, directeur général, Dalkia Electrotechnics, sur les solutions de planification énergétique à destination des collectivités ;



novembre 2022 – **Maud Bregeon**, députée des Hauts-de-Seine et membre de la Commission des affaires économiques, sur les mesures d'accompagnement des Français et des entreprises face à la crise de l'énergie ;



octobre 2022 – **Thiebault Clément**, directeur de la Recherche et du développement de Bouygues Construction, et **Fabrice Denis**, directeur général du pôle Construire autrement, sur les leviers construction et rénovation pour décarboner le secteur du bâtiment ;

octobre 2022 – **Damien Carroz**, membre du directoire de GROUPE ATLANTIC sur les solutions chauffage, ventilation et climatisation pour la transition bas carbone du bâtiment. ●

« La prospérité décarbonée profite de la sobriété, non du renoncement »

Face à la crise de l'énergie qui se prolonge et à la guerre en Ukraine qui l'exacerbe, Brice Lalonde nous livre ses réflexions sur la façon d'y répondre.

L'Europe et la France traversent une grave crise énergétique. En quoi cette crise se différencie-t-elle de celles que le pays a connues ?

Brice Lalonde : La crise de l'énergie stricto sensu provient de deux causes : d'une part, une pénurie de gaz due à l'embargo sur le gaz russe et une faible diversification des sources d'approvisionnement, d'autre part, une insuffisance de production d'électricité due à l'indisponibilité des centrales nucléaires françaises et à un manque d'investissements dans la production d'électricité décarbonée pilotable. Elle est aggravée par le système européen de détermination des prix de gros de l'électricité qui les aligne sur le coût marginal, soit des sources renouvelables lorsqu'elles sont abondantes — et dès lors ils sont trop bas pour financer des investissements —, soit des turbines à gaz dont le coût de fonctionnement est alors rendu exorbitant par la pénurie actuelle.

Ce qui donne à cette crise une ampleur particulière, c'est qu'elle s'ajoute à la crise géopolitique provoquée par la guerre en Ukraine, à la crise écologique générée par le changement climatique, le recul de la nature et la raréfaction des ressources fossiles, à un endettement massif, une inflation généralisée, une dégradation des services publics, une perte de confiance en l'avenir.

Cette crise est-elle appelée à durer ? En quoi le panorama énergétique va-t-il s'en trouver durablement modifié ?

B. L. : La crise énergétique européenne va durer le temps de remédier aux difficultés d'approvisionnement. Le monde ne manque pas encore de gaz, mais il faut le transporter, soit par des gazoducs, soit par des navires-citernes de GNL, ce qui réclame toute une infrastructure au départ et à l'arrivée. Une part de l'offre pourra être du gaz issu de la méthanisation. Quant au retour à un régime électrique normal, il viendra de la remise en route des centrales nucléaires. Ajoutons



Brice Lalonde,
président d'Équilibre des Énergies,
ancien ministre

que l'abondance du vent et du soleil serait favorable aux renouvelables électriques, tandis qu'une température clémente serait d'une grande aide pour passer les hivers.

Cependant, à plus long terme, il faudra se passer de gaz fossile. Il émet, certes, moins de CO₂ que le charbon. À ce titre il est préférable à ce dernier, mais ses nombreuses fuites sont extrêmement nuisibles au climat. L'électricité décarbonée est le vecteur énergétique dominant d'une société neutre en carbone. Il faudra donc électrifier les usages de l'énergie qui étaient dévolus aux fossiles, dans les transports, les bâtiments et l'industrie, tout en construisant de nouvelles unités de production décarbonée, renouvelable, hydraulique et nucléaire. Et il faut en accélérer le rythme de construction, sans négliger l'apport de la chaleur renouvelable qui peut représenter un bon tiers de l'énergie consommée en France. L'hydrogène, s'il est décarboné, aura son utilité dans l'industrie, peut-être dans les transports lourds et à coup sûr pour produire les carburants de synthèse de l'avion et du navire du futur. Les difficultés de la transition affectent aussi l'industrie pétrolière puisque le fléchissement des investissements a réduit la production

En travaillant avec nos membres à réduire l'empreinte carbone de l'économie, nous avons compris que la décarbonation était une aventure industrielle

alors que le pétrole reste encore l'énergie la plus utilisée dans le monde. C'est le paradoxe des énergéticiens, garantir l'approvisionnement en énergie, parfois fossile, tout en sortant du fossile sur une planète où les ressources fossiles diminuent inexorablement.

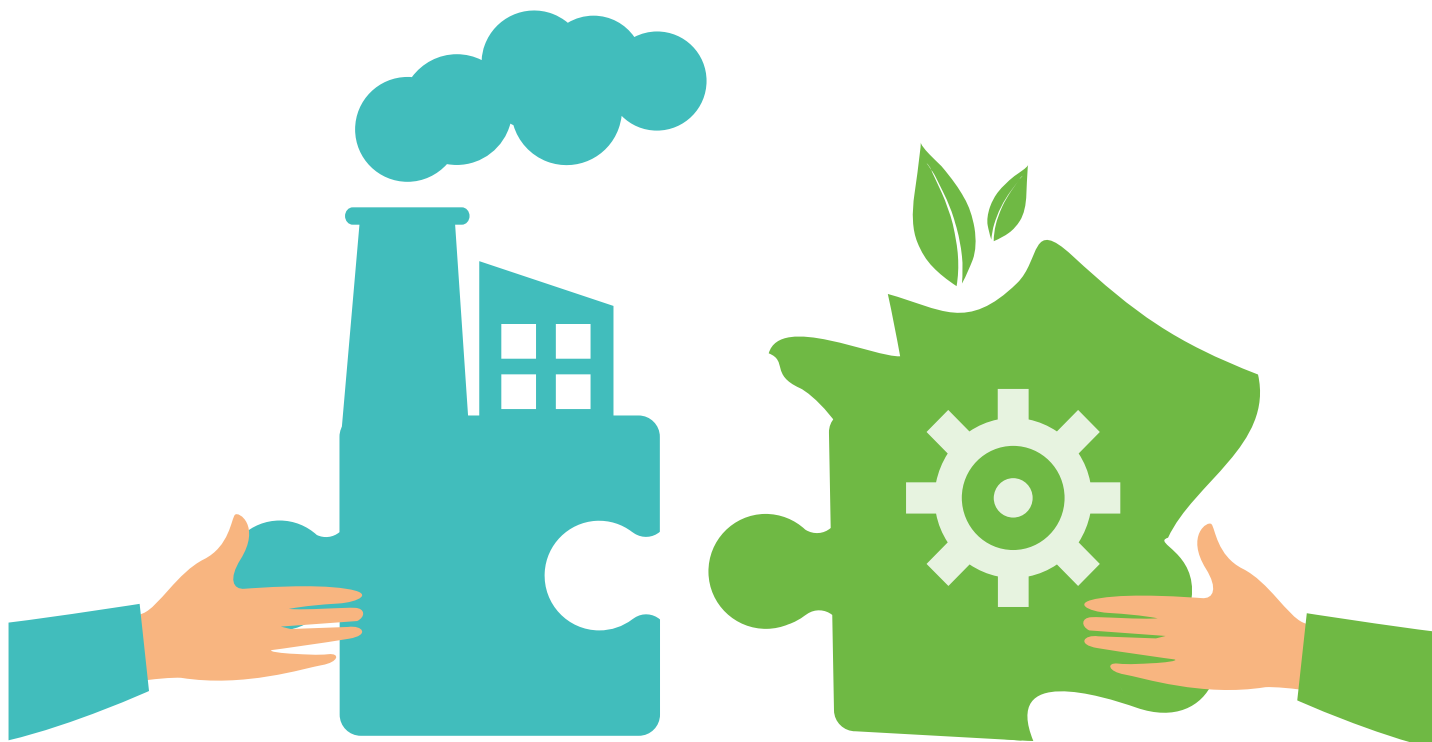
Face à cette crise sans précédent, les pouvoirs publics mettent en avant la sobriété mais beaucoup font preuve de résignation et ne voient pas d'autres issues que la décroissance. Équilibre des Énergies pense qu'une autre voie reste possible. Comment pourriez-vous la définir ?

B. L. : Que la sobriété soit utile s'il s'agit de ne pas gaspiller, d'être efficace, d'acheter avec discernement, de consommer moins d'énergie par point de PIB supplémentaire, tout le monde est d'accord. En revanche, s'il s'agit de promouvoir une vie monacale, c'est plus discutable. Cette vision austère de la sobriété est fondée sur la conviction sous-jacente que la bataille est perdue, que l'adaptation au changement climatique impose le misérabilisme. Il y a tout de même des degrés dans la tempérance. En travaillant avec nos membres à réduire l'empreinte carbone de l'économie, nous avons compris que la décarbonation était

une aventure industrielle. Il faut des véhicules électriques, des bornes de recharge, des batteries, des métaux nouveaux. Il faut des centrales nucléaires avec leur combustible, des éoliennes offshore géantes avec leurs navires de service, un réseau électrique renouvelé avec des moyens de stockage, des réseaux de chaleur décarbonés, des bâtiments rénovés, des électrolyseurs, des hydrogénéoducs. Cette autre voie s'appelle réindustrialisation, électrification, numérisation. La prospérité décarbonée profite de la sobriété, non du renoncement.

Quelles sont ces solutions de rupture que vous préconisez ?

B. L. : La rupture est déjà engagée dans l'électrification des véhicules légers. Et, une fois que la révolution est engagée, il faut l'aider à triompher au lieu de regarder en arrière, donc multiplier et standardiser les bornes de recharge rapides, améliorer et recycler les batteries, maîtriser les logiciels, adapter les bâtiments et les infrastructures. Dans les bâtiments convenablement isolés, mais pas nécessairement hermétiques, il faut développer l'installation des pompes à chaleur qui permettent de collecter sur le milieu environnant 3 à 4 fois plus d'énergie que celle qui est dépensée. C'est le comble de la sobriété : économie d'énergie, réduction de la facture, zéro carbone. Il faudra sans doute un effort de stratégie industrielle auquel je souhaite joindre une véritable gouvernance nucléaire. Celle-ci a été absente depuis deux décennies. S'agissait-il de négligence, d'incompétence, de sabotage ? Or nous assistons à une renaissance nucléaire qui va se traduire par une concurrence internationale accrue. L'avenir du nucléaire français se prépare 20 ans à l'avance. ...



Précisément, en novembre dernier, Équilibre des Énergies a publié un livre blanc appelant au lancement d'un plan massif de déploiement des pompes à chaleur. Pourquoi cette étude ? N'y a-t-il pas une certaine audace à préconiser une migration vers des solutions plus électriques au moment où l'on parle de coupures possibles d'électricité ?

B. L. : C'est toute la différence entre le climat, qui décrit une tendance sur 30 ans, et la météo qui est conjoncturelle. En effet, les hivers 2022, 2023, 2024 sont vulnérables aux coupures d'électricité. Les années suivantes devraient bénéficier d'un système plus résilient, plus puissant, plus interconnecté. Je rappelle que les pompes à chaleur représentent des économies d'énergie et que les constructions neuves ne consommeront pas grand-chose.

Mais plus d'électrification, c'est évidemment plus d'électricité à produire et plus de charge sur les réseaux. Comment tout cela peut-il se concilier ?

B. L. : Il faudra certainement renforcer les réseaux, mais la réponse me paraît d'abord relever de la numérisation et de ce qu'on appelle le *smart grid*. Les systèmes intelligents permettent de lisser les courbes en déplaçant les pics et en comblant les creux. Les progrès de l'intelligence des réseaux accompagnent ceux de l'interconnexion des bâtiments et des systèmes de pilotage de la consommation d'énergie. D'ores et déjà la CRE accrédite des « agrégateurs » qui peuvent ajouter des capacités de production ou effacer des consommations pendant le temps désiré. On peut aussi prévoir une « tarification dynamique » augmentant le prix de l'électricité en cas de tension sur le réseau. Mais il y a aussi une réponse politique qui renvoie aux décisions européennes. L'obsession de concurrence de l'Europe a conduit à démanteler EDF et à lui tondre la laine sur le dos au profit de concurrents qui n'ont jamais investi dans la moindre production d'électricité. Force est de constater que le système intégré d'EDF avant la loi NOME fonctionnait très bien et fournissait une électricité moins chère qu'aujourd'hui.

**Il faut que les objectifs
fixés soient atteignables
pour ne pas désespérer nos
concitoyens au moment où
l'on s'aperçoit qu'ils sont
irréalistes**

Dans le domaine des transports, l'avenir est-il seulement au tout électrique ?

Pour l'essentiel des transports terrestres, oui. Équilibre des Énergies a réalisé une étude sur l'emploi de l'hydrogène par les poids lourds. Il s'avère que cela n'est vraiment envisageable que sur des grands axes pour des camions effectuant des trajets réguliers. Nous travaillons avec les entreprises du transport aérien sur la production et la réglementation des SAF, des carburants bas carbone issus de la biomasse ou du recyclage du CO₂. Mais nous manquons d'une évaluation correcte des ressources en biomasse et il nous semble nécessaire que les pouvoirs publics établissent une politique nationale de la biomasse avec un fléchage vers les consommations prioritaires.

La capture et la réutilisation du CO₂ pour produire des carburants nous paraissent être une voie à considérer. Les « e-fuels » produits à partir du carbone récupéré, y compris dans l'air, pourront à l'avenir fournir le kérosène bas carbone dont l'aviation long-courrier a besoin. Nous approchons aussi les entreprises du transport maritime. Les ports électrifient les services à quai et les premiers navires au méthanol vont sortir des chantiers navals. Le méthanol, comme l'ammoniac, sont des vecteurs secondaires de l'hydrogène.

Qu'attendez-vous de la prochaine Stratégie française pour l'énergie et le climat qui entre bientôt en discussion ?

B. L. : Elle est bâtie sur deux textes, la SNBC et la PPE, et c'est assez compliqué de suivre deux textes plutôt qu'un seul. Lequel est le maître s'imposant à l'autre ? En principe, la SNBC est la mise en œuvre d'un traité international. Elle doit logiquement s'imposer. Et garder le cap. Car notre stratégie ne cesse d'être « ajustée » pour tenir compte de la réalité ou des dernières décisions européennes. Espérons qu'elle soit un peu plus stable et qu'elle résiste à la surenchère de ceux qui confondent une lourde entreprise industrielle, économique et sociale avec un exercice de communication. Je redoute donc un extrémisme de papier comme ceux que nous avons connus jusqu'à présent dans nombre de débats, dans la réduction de la part du nucléaire en 2025, dans le passage du facteur 4 au facteur 6, dans le raccourcissement des délais à la moitié du siècle plutôt qu'à la fin, dans la limite de 1,5°C plutôt que 2°C, etc. Il faut que les objectifs fixés soient atteignables pour ne pas désespérer nos concitoyens au moment où l'on s'aperçoit qu'ils sont irréalistes, et il faut évidemment les poursuivre avec ténacité.

J'attends que l'on se fixe un objectif d'électrification de 55 % de la consommation finale d'énergie, que l'on s'interroge sur l'horizon des 50 % renouvelables en 2035, que l'on transforme en option l'obligation des rénovations intégrales dispendieuses, que l'on mesure la performance des bâtiments en énergie finale, que l'on fasse un premier bilan des mesures restrictives de la convention citoyenne (ZFE), que l'on institue une



Des accords se nouent, des alliances se forment, mais le seul élément transnational efficace serait l'établissement d'un marché mondial de quotas de réduction d'émissions à la condition qu'il soit sérieusement réglementé

étiquette carbone des produits de consommation ; bref, qu'on se montre ambitieux mais pragmatique.

En décembre 2019, la Commission européenne lançait son fameux Green Deal. Trois ans plus tard, comment jugez-vous les résultats accomplis à mi-parcours ?

Je note d'abord que le besoin d'en découdre avec la Russie nous fait accepter le retour des centrales au charbon et que l'Europe ne paraît guère encline à la médiation. Au moins met-elle en œuvre son paquet pour 55 % de réduction de ses émissions en 2040 et prévoit-elle même des dérogations temporaires aux procédures pour aller plus vite. Elle a fixé un calendrier serré pour achever de décarboner en 2035 les véhicules légers. Elle a autorisé des aides d'État pour des projets qu'elle estime d'intérêt européen. Elle a renforcé et élargi l'ETS. En revanche, elle persiste à vouloir écarter l'énergie nucléaire de la panoplie du futur, n'autorisant dans ses directives que l'électricité ou l'hydrogène issus de sources renouvelables, et non pas bas carbone. Dans sa réglementation sur les bâtiments, dont la performance est malheureusement mesurée en énergie primaire, elle ne met pas suffisamment en avant la réduction des émissions, mais persiste à viser la seule réduction de la consommation d'énergie primaire comme si elle espérait que celle-ci, couplée avec le développement des énergies renouvelables, suffirait à atteindre la neutralité carbone. Elle continue clairement à subir l'influence de l'Allemagne dont le tournant énergétique a pourtant placé le pays sous la dépendance du gaz russe.

Quel regard portez-vous sur la COP 27 ? Peut-on encore croire au multilatéralisme ?

B. L. : On n'a pas vraiment le choix puisque les Nations unies sont la seule enceinte où 190 États se retrouvent chaque année avec beaucoup d'acteurs concernés pour parler d'un problème planétaire les concernant tous. L'Accord de Paris fonctionne, en dépit des faiblesses inhérentes au système onusien, mais à la vitesse d'un escargot, et les négociateurs ne cessent de négocier de nouvelles dispositions au lieu de se concentrer sur l'application de l'accord. Celui-ci découpe le monde en 190 territoires chargés d'avoir leur politique climatique plus ou moins standardisée, mais il ne crée pas un programme mondial unifié distribuant des tâches coordonnées. Des accords se nouent, des alliances se forment, mais le seul élément transnational efficace serait l'établissement d'un marché mondial de quotas de réduction d'émissions à la condition qu'il soit sérieusement réglementé. ●

Des capacités industrielles en croissance et toujours plus tournées vers la transition bas carbone

D'origine française, GROUPE ATLANTIC est devenu l'un des leaders européens du secteur HVAC (*Heating – Ventilation – Air Conditioning*)¹ et un acteur majeur de la transition bas carbone du secteur du bâtiment. Les objectifs français et européens de déploiement des solutions thermodynamiques (pompes à chaleur et chauffe-eau) nécessitent des investissements très importants, y compris sur le territoire national qui reste le premier marché de GROUPE ATLANTIC.

Par quels leviers GROUPE ATLANTIC contribue-t-il à la transition bas carbone ?

Emmanuel Caille : La mission de GROUPE ATLANTIC consiste à transformer les énergies disponibles en bien-être durable. Cela nous amène naturellement à la transition bas carbone du bâtiment, secteur de première importance² :

- progrès des solutions et systèmes en matière d'efficacité énergétique : rendement des pompes à chaleur (PAC), autoapprentissage et détection de fenêtre ouverte pour les radiateurs électriques, isolation des ballons de stockage, récupération d'énergie des ventilations double flux, etc. ;
- soutien à la sobriété énergétique : électronique et connectivité pour faciliter les usages ;
- amélioration des procédés industriels et logistiques afin de réduire leurs émissions de CO₂.

Nous avons lancé en 2022 une large campagne de bilans carbone sur 18 de nos sites en France et à l'étranger. Cette démarche consiste à identifier les principaux postes d'émissions, qu'elles soient directes et relevant du scope 1 (consommations d'énergie liées à la production) ou indirectes et comptabilisées dans les scopes 2 ou 3 (consommations d'électricité, achats de matières premières, transport amont et aval, usage des produits, recyclage...). L'objectif est de disposer d'un bilan de référence pour renforcer les plans



Emmanuel Caille,
membre du directoire de GROUPE ATLANTIC

d'action dans chaque site et au niveau global du groupe.

Tous nos sites industriels, dans les 13 pays où nous sommes présents, mettent en œuvre de bonnes pratiques environnementales : tri des déchets, réduction des consommations d'eau et récupération d'énergie sur les fours... Il existe un référent RSE pour chaque site industriel qui est garant de nos progrès sur ces sujets. Il communique les résultats relatifs au site dont il a la responsabilité à la direction RSE du Groupe qui consolide ensuite les données dans les rapports RSE.

Quelle est votre stratégie d'implantation industrielle ?

E. C. : Nous fabriquons là où l'on vend, en privilégiant la proximité de nos usines avec leurs marchés. Chaque site dispose de l'ensemble des fonctions nécessaires pour être autonome, en particulier les équipes R&D. Ainsi, nos équipes sont très réactives

1. Le secteur HVAC en Europe représente un chiffre d'affaires de l'ordre de 60 milliards d'euros.

2. Le secteur du bâtiment représente 40 % des émissions de gaz à effet de serre en France ; la consommation énergétique du secteur du bâtiment est principalement issue des solutions et systèmes HVAC.



grâce à leur connaissance fine des besoins de nos clients locaux. GROUPE ATLANTIC réalise 50 % de son chiffre d'affaires en France et la moitié de nos sites industriels, 15 sur 31, sont implantés dans différentes régions françaises, ce qui représente plus de la moitié des effectifs du Groupe.

Nous recrutons fortement, de l'ordre de 2 000 personnes en 2022, dont 1 500 en France et nous serons dans les mêmes proportions en 2023. Nous avons investi 170 millions d'euros en 2022 dans nos activités industrielles. Ce sera davantage sur les trois ans qui viennent et la moitié de ces sommes sera consacrée au développement de solutions renouvelables, notamment thermodynamiques. Entre 2019 et 2021, nous avons doublé nos capacités de production de pompes à chaleur dans notre usine de Billy Berclau (Hauts-de-France) et créé un nouveau site à Boz (Auvergne-Rhône-Alpes) pour la fabrication de pompes à chaleur destinées aux bâtiments collectifs.

Investissez-vous également pour développer votre présence sur vos autres grands marchés ?

E. C. : Notre usine en Égypte (près du Caire) est le plus grand site du groupe, en taille et en nombre de collaborateurs, avec 1 300 personnes. Elle alimente l'ensemble des marchés du pourtour méditerranéen. Nous créons en Turquie, en plus de notre site d'Izmir (radiateurs et sèche-serviette), une nouvelle usine de chaudières collectives et industrielles à Istanbul, pour alimenter les marchés turcs et européens. Nous bénéficions du grand savoir-faire technique et de la bonne compétence de la main-d'œuvre locale. Également en cours, une nouvelle usine de fabrication de chauffe-eau de petite capacité en Inde (Hyderabad), avec un

partenaire local, et une nouvelle ligne de chauffe-eau dans notre usine de Géorgie.

Nous augmentons notre capacité de production de ballons indirects et de ballons de stockage (ces deux catégories de produits contribuant à la transition bas carbone) sur nos sites en Autriche, en Allemagne, en Angleterre, en plus de la France. Nous allons démarrer la fabrication d'unités intérieures de pompes à chaleur sur notre site de Hull au Royaume-Uni qui fabriquait historiquement des chaudières à gaz. Nous y fabriquons également des ballons, avec aussi la construction d'un centre de R&D dédié à la pompe à chaleur, à côté de l'usine.

En 2024-2025, est programmé le démarrage d'une ligne de chauffe-eau thermodynamiques en Égypte, pour alimenter l'Europe du Sud, et la création d'une troisième usine de PAC en Europe.

L'Union européenne vient d'instaurer la première taxe carbone aux frontières au monde. Si le dispositif n'entre en vigueur qu'à partir de 2026 ou 2027, les importateurs devront, dès octobre 2023, déclarer la quantité d'émissions contenues dans les biens reçus. Cette taxe sur les matières premières ne s'appliquant pas aux produits transformés, elle risque de favoriser la désindustrialisation de l'Europe !

Comment assurez-vous la compétitivité de vos sites dans les différents pays ?

E. C. : Produire localement est en soi une source de compétitivité. GROUPE ATLANTIC a aussi la conviction que digitaliser nos façons de travailler contribue à l'amélioration des conditions de travail de nos collaborateurs, mais aussi permet d'améliorer notre compétitivité. C'est un levier de progrès. La robotisation des outils de production dans les zones ●●●

Ligne de production de chauffe-eau sur le site de la Roche-sur-Yon.

© Patrick Sordoillet



Ligne de production de radiateurs électriques sur le site d'Orléans.

© Antoine Meyssonier

géographiques où le coût de la main-d'œuvre est élevé permet de préserver la compétitivité, notamment pour les produits à forte valeur ajoutée. Nous disposons de 220 robots dans le groupe, en majorité en Europe de l'Ouest. Pour les produits plus « simples », pour lesquels le critère prix est le plus important, nous privilégions la localisation dans les pays où le coût de la main-d'œuvre peut être cinq à dix fois inférieur, en veillant à maîtriser également les distances parcourues par nos produits et donc leur impact environnemental.

Nous observons néanmoins une tendance générale et logique à l'augmentation du coût de la main-d'œuvre et nous sommes donc engagés dans une démarche de robotisation croissante de l'ensemble des sites du groupe. Notre objectif est triple : réduction des coûts, qualité des produits et amélioration des conditions de travail. Les robots se chargent des opérations demandant une grande précision, par exemple la soudure, ou des manutentions lourdes ou répétitives. Cela permet de recruter une part croissante d'opératrices dans nos équipes de production et de favoriser le recrutement de personnel féminin dont nous encourageons la carrière dans l'industrie.

Industrie 4.0 est-elle déjà une réalité ?

E. C. : Plus que d'industrie 4.0, je parlerais d'entreprise connectée. Nous en avons la conviction : utiliser les technologies 4.0 dans nos façons de travailler va contribuer à l'amélioration des conditions de travail de nos collaborateurs, mais aussi permettre d'améliorer notre compétitivité. Par exemple, notre site de Merville a élaboré un MES, ou *Manufacturing Execution System*, 100 % GROUPE ATLANTIC. Il s'agit d'un logiciel d'exploitation, développé en interne, qui permet aux opérateurs d'être mieux guidés, étape par étape, sur la ligne de production, grâce à un système

de reconnaissance de code-barres. Après des résultats encourageants, ce logiciel a été déployé dans nos usines de Billy-Berclau et de Pont-de-Vaux.

La crise énergétique a fait exploser les prix de l'électricité et du gaz. Cela fait-il évoluer votre stratégie produit ?

E. C. : Nous voulons réduire les émissions de CO₂ et réduire au maximum la facture d'énergie de nos clients en leur permettant de moins consommer. Ces deux objectifs conduisent à privilégier les solutions thermodynamiques et connectées, qui consomment de l'électricité, mais beaucoup moins que les produits d'il y a 30 ans. Les pompes à chaleur y parviennent en prélevant une bonne partie de l'énergie qu'elles transmettent dans l'air environnant ou dans le sol. Les solutions contribuant à la transition bas carbone du bâtiment sont depuis longtemps une priorité pour nous, en résidentiel individuel et collectif, ou en tertiaire.

Les solutions éco-efficientes, générant moins de consommations, représentent environ 75 % de notre chiffre d'affaires et les solutions fondées sur les énergies renouvelables (EnR) 25 %, mais les deux se combinent fréquemment : PAC air/eau, eau/eau et air/air ; chauffe-eau thermodynamiques ; plafonds rayonnants, systèmes de rafraîchissement passifs ; radiateurs dynamiques. Les systèmes de ventilation double flux permettent également la récupération d'énergie. Avec 600 000 produits connectés en Europe et un parc de 150 000 logements équipés en France, nous constatons qu'en pilotant mieux leurs appareils, nos clients réduisent fortement leurs consommations d'énergie.



Chauffe-eau thermodynamiques monobloc et split.

© DR

Nos marques Atlantic et Thermor sont leaders de la PAC air/eau et du chauffe-eau thermodynamique sur le marché français.

À horizon 2030, nous visons un objectif de 50 % de notre chiffre d'affaires en solutions EnR. La pompe à chaleur hybride (combinaison d'une PAC et d'une chaudière servant d'appoint) est aussi une solution économique et écologique pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire (ECS) en bâtiment résidentiel lorsqu'une PAC 100 % électrique ne peut pas être installée.

Quel est l'impact de la crise énergétique sur vos coûts de production ?

E. C. : L'impact se compte en dizaines de millions d'euros. L'augmentation du coût de l'énergie sera plus importante que la relative détente du côté des matières et des composants. Nos sites industriels cherchent à économiser l'énergie depuis longtemps, via la récupération de chaleur de nos fours de peinture et d'émail ou le pilotage de la consommation d'électricité et de gaz dans les ateliers... Nous avons subi des hausses de prix sans précédent au cours de l'année 2022 qui ont été jusqu'à un facteur 10 pour le gaz et un facteur 4 pour l'électricité. Nous pensons que cela sera durable et que le coût des énergies est un handicap de long terme pour la compétitivité des sites européens. Nous allons donc continuer à investir dans les économies d'énergie. Nous étudions l'installation de panneaux photovoltaïques sur les toits de nos usines.

Où en êtes-vous dans le développement des pompes à chaleur de grosse puissance ?

E. C. : Nous avons deux usines dans l'Ain, à Pont-de-Vaux et à Boz, à côté de Lyon, qui développent des PAC collectives de forte puissance. Notre gamme de 150 kW, destinée à l'habitat collectif et au tertiaire, sortira l'année prochaine. Nous investissons aussi 15 millions d'euros pour compléter notre centre technique de Boz. Aujourd'hui, nous n'avons pas de solution thermodynamique pouvant venir en substitution aux chaudières de très grosse puissance. Nous cherchons à optimiser leur consommation, avec des solutions à condensation pour récupérer l'énergie des fumées. Nous avons aussi fait l'acquisition en 2021 d'une petite société allemande, Hautec, qui développe des pompes à chaleur géothermiques, ce qui peut être une bonne solution pour aller chercher de la forte puissance en thermodynamique.

Vous investissez également dans la production de composants électroniques. Quelle est la part de l'électronique dans vos produits et comment vous adaptez-vous aux pénuries des composants ?

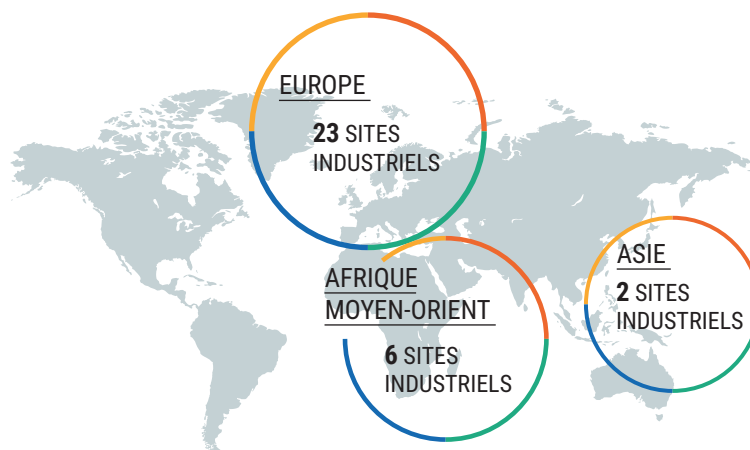
E. C. : L'immense majorité de nos produits possède un système de régulation et une interface électronique et cela fait partie intégrante de notre expertise. Nous développons et nous fabriquons nous-mêmes la

moitié des huit millions de cartes électroniques que nous utilisons chaque année. Nous avons pu nous adapter de manière agile pour les reconcevoir en fonction de la disponibilité des composants.

Nous avons lancé en 2022 notre plan électronique 2024 et investi 4,3 millions d'euros dans l'extension de notre usine de production de cartes *made in France*, dans le cadre du plan France Relance. GROUPE ATLANTIC est aujourd'hui parmi les seuls dans notre secteur activité en France à avoir intégré la fabrication de cartes électroniques.

Nous avons 70 personnes en R&D sur le sujet notamment sur notre site historique de Vendée, auxquelles viendront s'ajouter, dans les deux ans, 50 personnes dans le pôle Internet des objets (IoT). Nous fabriquons quatre millions de cartes électroniques par an et notre investissement en Vendée doit nous permettre de passer à six millions.

Les solutions intelligentes représentent un moyen simple et efficace pour réduire les consommations d'énergie : en adaptant le chauffage au besoin et en le pilotant précisément, on peut gagner 20 à 30 % sur sa facture d'énergie ! ●



GROUPE ATLANTIC, c'est 31 sites industriels

À propos de GROUPE ATLANTIC

GROUPE ATLANTIC a pour mission de répondre aux besoins essentiels de bien-être et de santé dans l'habitat et le tertiaire, grâce à des solutions et systèmes pour le chauffage de l'eau et de l'air, le rafraîchissement et la qualité d'air (HVAC). GROUPE ATLANTIC en quelques chiffres : 12 000 collaborateurs présents sur quatre continents - 31 sites industriels dont la moitié en France - 3 milliards d'euros de chiffre d'affaires - 10 millions de produits fabriqués/an - 19 marques (Atlantic, Thermor, Sauter, Ideal Heating...).

La transition vers le véhicule électrique est irréversible

Les institutions européennes ont à présent fixé à 2035 la fin de la vente des véhicules à moteur thermique. Volkswagen Group est-il prêt et comment se positionne-t-il par rapport à cet objectif ?

Xavier Chardon : Volkswagen Group est très engagé dans ce domaine :

- nous sommes le premier constructeur à avoir signé les Accords de Paris de 2015 ;
- nos marques ont défini un plan produit ambitieux constitué de véhicules électrifiés (électriques et hybrides rechargeables). Mais l'objectif est clair : en 2030, 60 % des ventes en Europe (70 % en France) seront des véhicules électriques ;
- Audi a également annoncé le lancement du dernier véhicule thermique en 2026. Les autres marques du groupe cesseront les lancements de véhicules thermiques dans les années suivantes.

Le véhicule électrique se développe à un rythme qui est pour l'instant dans le haut des fourchettes des prévisions. Pensez-vous que le mouvement est irréversible ou bien y a-t-il encore des obstacles à franchir ?

X. C. : Oui, le mouvement est irréversible. En effet, le véhicule électrique à batterie est la seule solution décarbonée

mature à date et accessible en termes de prix pour le client. Par ailleurs, les investissements engagés par la filière automobile sont considérables et se font sur le long terme. Toutefois, il reste des challenges, notamment au niveau du développement des infrastructures de recharge, même si cela progresse de manière constante.

Il y a 5 ans, Volkswagen Group annonçait la parité de prix entre véhicules thermiques et véhicules électriques pour 2023. Nous n'y sommes pas. Pourquoi ce décalage et jusqu'à quand faudrait-il prévoir des aides de l'État à l'acquisition des véhicules propres ?

X. C. : Nous avons fait face à plusieurs crises internationales successives, la Covid, les semi-conducteurs, la guerre en Ukraine et la crise de l'énergie, qui ont rendu plus complexe la tenue du plan de développement et impacté les capacités de production. La parité en termes de coûts est dépendante d'une production de masse, pour l'instant freinée par ces crises. Mais cela n'empêche pas les prises de commandes clients et des portefeuilles de plusieurs mois de production devant nous.

En revanche, il faut reconnaître que les clients regardent avec grande



© Camuzat Frank

Xavier Chardon,

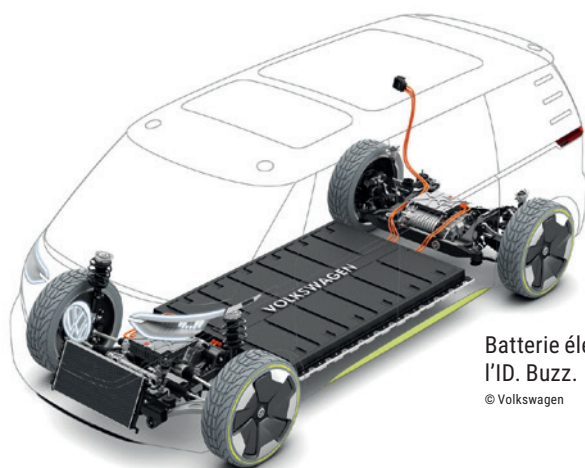
président du directoire de Volkswagen Group France

attention les aides gouvernementales et ce n'est pas le moment de les diminuer, encore moins de les arrêter. C'est le message que nous faisons passer régulièrement aux ministères concernés.

Néanmoins, nous avons annoncé vouloir rendre nos véhicules plus accessibles en développant véhicules et *gigafactory* en Espagne, ce qui nous permettra de proposer des véhicules électriques sur notre plateforme MEB à moins de 25 000 euros dès 2025 sans aides de l'État.

La mutation vers l'électrique soulève des problèmes de reconversion et de formation des personnels, voire de diminution des effectifs. Comment gérez-vous ces questions ?

X. C. : Nous avons fortement investi depuis plusieurs années dans la formation continue des personnels de nos réseaux pour les accompagner dans cette transition, tant pour ceux de la vente que de l'après-vente. Nous avons également lancé un projet ambitieux de déploiement de centres spécialisés en réparation des batteries. Dans nos réseaux français, il n'y a pas de risque de diminution des effectifs, non seulement parce que le parc roulant est majoritairement constitué de véhicules thermiques qui ont besoin



Batterie électrique de l'ID. Buzz.
© Volkswagen



Usine de production de l'ID4 à Dresde.

© Volkswagen

d'entretien, mais aussi parce que les véhicules modernes génèrent de nouveaux besoins (électrification, digitalisation).

Par ailleurs, le groupe convertit progressivement ses unités de production et accompagne les personnels concernés via des plans de formation destinés à les faire évoluer vers ces nouveaux métiers.

Vous avez récemment annoncé un partenariat avec BP pour développer des bornes de recharge rapides « Flexpole ». De quoi s'agit-il et qu'attendez-vous de cette initiative ?

X. C. : Ionity poursuit son plan de développement avec un objectif de plus de 7 000 bornes de recharge haute puissance (minimum 150 kW) en Europe d'ici 2025. Pour ce qui est de la France, plus de 110 stations sont déjà ouvertes et 200 sont prévues en 2025.

Par ailleurs, nous avons lancé, avec les concessionnaires de nos marques, un projet de réseau de recharge haute puissance qui verra l'ouverture de 200 stations d'ici fin 2023.

Quelle est la logique d'investissement batteries de Volkswagen sur le territoire européen ? Cette stratégie s'intègre-t-elle au projet « Airbus des batteries » ?

X. C. : Le groupe prévoit le déploiement de six *gigafactory* en Europe d'ici 2030. Deux sont déjà lancées en Suède et en Allemagne et un troisième site a été validé en Espagne. La capacité cible de chacune de ces unités est de 40 GWh par an.

C'est une stratégie de Volkswagen Group de développer et fabriquer ses batteries en propre.

L'accès aux matériaux et le recyclage des batteries sont systématiquement mis en avant par ceux qui doutent du véhicule électrique. Que répondez-vous ?

X. C. : La réglementation européenne impose actuellement le recyclage des batteries à hauteur de 50 % (de leur poids). À l'heure actuelle, via notre partenariat avec la SNAM pour la France, nous avons un taux de recyclage de 82 %.

Le groupe a pour objectif de recycler ses batteries à plus de 90 % sur le site pilote de Salzgitter.

Par ailleurs, il faut ajouter que les modules de batteries peuvent avoir une seconde vie avant recyclage, en tant que modules de stockage statique (énergies renouvelables, sécurisation de sites critiques tels que les hôpitaux, par exemple).

Toujours pour les véhicules légers, certains constructeurs n'écartent pas des solutions hybrides électriques-hydrogène. Que pensez-vous de ce concept ?

X. C. : Le groupe a fait le choix des véhicules électriques (VE) à batterie car le potentiel des VE à pile à combustible reste à prouver. En effet, le rendement du puits à la roue de l'hydrogène est faible (20 à 30 %) comparativement au VE à batterie (70 à 80 %).

Cette technologie semble davantage adaptée au transport lourd et maritime qu'au véhicule léger. Notre division poids lourds TRATON (MAN, SCANIA et NAVISTAR) travaille dessus.

Enfin, pour que l'hydrogène soit une solution décarbonée (hydrogène vert), il faut qu'il soit produit à partir d'énergie renouvelable. Pour l'instant, la production d'hydrogène reste très carbonée (une tonne produite émet dix tonnes de CO₂). La priorité sera probablement donnée à la décarbonation des usages industriels existants avant d'en envisager de nouveaux.

Les camions zéro émission commencent à faire leur entrée sur le marché européen et la Commission prépare un nouveau règlement sur les émissions des poids lourds. Quelle est la stratégie de Volkswagen Group dans ce domaine ?

X. C. : MAN et SCANIA commencent à lancer leurs premiers camions électriques. Dans les années à venir, leurs gammes vont s'étoffer pour accompagner la stratégie de décarbonation lancée par le Groupe.

Quant au nouveau règlement à venir, il n'y aura pas d'autres choix pour un constructeur que de répondre à ses exigences. ●

« La rénovation énergétique des logements : le chantier ne fait que commencer »

Dans le cadre de l'examen de la loi de finances pour 2023, vous avez produit un rapport sur la rénovation énergétique des bâtiments et la mutation du parc automobile. Vous vous intéressez particulièrement à la dynamique de la rénovation des logements. Est-elle à la hauteur des objectifs ?

Antoine Armand : J'ai choisi de cibler mon travail sur la rénovation énergétique des logements car elle apparaît comme un des chantiers les plus urgents à poursuivre lors de cette mandature.

Cette responsabilité de rapporteur dans le cadre du projet de loi de finances pour 2023 m'a amené à conduire des dizaines d'auditions d'acteurs et d'experts du secteur ; elles mènent à un constat clair : les dernières années ont permis de réaliser des avancées inédites en matière de rénovation énergétique, mais la marge de progression est encore très grande. Les politiques publiques déjà entreprises par le Gouvernement sont en cohérence avec l'objectif poursuivi. Prenons pour exemple MaPrimeRénov', qui est l'aide la plus sollicitée et la plus connue des français : depuis sa mise en place en 2020,

1,25 million de dossiers en ont bénéficié et les rénovations effectuées permettent d'économiser l'équivalent de la consommation énergétique de la ville de Lyon.

Cependant, il est impératif d'accélérer cette dynamique pour atteindre la neutralité carbone en 2050.

Quels progrès seront possibles dans ce domaine grâce à la loi de finances pour 2023 ?

A. A. : La loi de finances pour 2023 a permis plusieurs avancées majeures en faveur de la rénovation énergétique, dont nous devons nous féliciter collectivement.

Tout d'abord, 500 millions d'euros supplémentaires sont attribués à l'Agence nationale de l'habitat (ANAH) pour renforcer ses moyens financiers et humains, dont 200 millions d'euros dédiés à la rénovation des passoires thermiques dans le logement social.

De plus, pour répondre à la nécessité de favoriser les rénovations globales par rapport aux gestes de rénovation isolés, les dispositifs déjà en place et renforcés seront d'autant plus incitatifs : pour les copropriétés, pour les plus modestes,



© Assemblée nationale

Antoine Armand,
député de Haute-Savoie

et pour les ménages intermédiaires et supérieurs, les plafonds de travaux finançables et les montants de prime sont relevés pour les rénovations globales.

Dispose-t-on aujourd'hui des bons instruments pour connaître et agir ? Que faudrait-il améliorer ?

A. A. : Pour agir au mieux, l'enjeu central est celui de la connaissance globale du parc et de la mesure des économies d'énergie réalisées grâce aux travaux de rénovation.



Visite du chantier de rénovation du haras national d'Annecy.

© Marie Payrastre

500 millions d'euros supplémentaires attribués à l'Agence nationale de l'habitat (ANAH) pour renforcer ses moyens financiers et humains, dont 200 millions d'euros dédiés à la rénovation des passoires thermiques dans le logement social



Visite de la centrale photovoltaïque de Faverges-Seythenex.

© Marie Payrastra

Si des progrès ont été réalisés, il faut cependant généraliser la collecte des données sur le parc, de façon anonyme et sécurisée, afin que les acteurs de la planification aient une vision précise des résultats obtenus et des évolutions à mettre en œuvre.

De plus, afin d'évaluer précisément les gains énergétiques associés aux travaux de rénovation, je propose de systématiser la réalisation des diagnostics de performance énergétique (DPE). Il ne doit aujourd'hui être fourni qu'au moment de la vente ou la remise en location d'un bien. Ainsi, l'acquisition des données est particulièrement lente. Si le principe de l'obligation générale est très ambitieux à court terme, l'obligation de produire un DPE à l'issue des rénovations financées par des aides publiques aurait déjà un impact significatif.

Quel doit être le rôle des collectivités territoriales dans la politique de rénovation des bâtiments ?

A. A. : Je crois que leur rôle est avant tout de faire figure d'exemple, tout comme l'État doit le faire sur son propre patrimoine. Les collectivités doivent rénover leurs biens et sont pour cela soutenues par le Gouvernement : une enveloppe de quatre milliards y est dédiée dans le plan de relance, à laquelle s'est récemment ajouté le Fonds vert.

De plus, les collectivités sont un relais essentiel auprès des particuliers, pour

les informer sur les aides de l'État qui leur sont ouvertes. Au-delà des mesures d'information, les collectivités locales sont nombreuses à apporter un soutien financier supplémentaire aux particuliers ou aux entreprises dans leurs travaux de rénovation énergétique.

Votre rapport traite également de la décarbonation des véhicules et notamment des zones à faibles émissions mobilité (ZFE-m). Quel regard portez-vous sur ce dispositif ? Doit-il être assoupli ? Comment le faire accepter ?

A. A. : La mise en place des ZFE a pour objectif de lutter contre la pollution atmosphérique : c'est un enjeu majeur pour la préservation de l'environnement et de la santé publique. Chaque année, la pollution de l'air est responsable de plusieurs dizaines de milliers de décès prématurés, génère de nombreuses maladies respiratoires et participe aussi à la dégradation de la biodiversité, des rendements agricoles ou encore des bâtiments.

À mes yeux, nous devons garder ce cap et nous mobiliser contre les tentatives de suppression des ZFE par l'extrême droite. Pour que cette mesure soit acceptable pour les Français et les collectivités, l'État doit faire preuve de pédagogie et les accompagner financièrement : c'est le sens des mesures portées par les députés Renaissance et le Gouvernement. Le bonus écologique,

qui passe à 7 000 euros pour les ménages les plus modestes, et la prime à la conversion, renforcée de 1 000 euros dans les ZFE, visent à faciliter l'accès à un véhicule propre pour tous. Au-delà de la conversion du parc automobile, les mobilités alternatives doivent apparaître fiables pour les trajets du quotidien, sécurisées et économiques : c'est l'objectif du plan vélo, du forfait mobilités durables, ou encore des investissements dans le réseau ferroviaire.

D'autre part, à l'instar du problème rencontré en matière de rénovation énergétique, une meilleure connaissance de l'évolution de la pollution atmosphérique est le socle d'une adéquation des politiques publiques. Ainsi j'ai obtenu dans le projet de loi de finances pour 2023 une augmentation de deux milliards d'euros pour le budget des associations agréées de surveillance de la qualité de l'air.

Vous êtes rapporteur de la commission d'enquête visant à établir les raisons de la perte de souveraineté et d'indépendance énergétique de la France. Quels sont ses enjeux ?

A. A. : La création de cette commission s'inscrit dans un contexte particulier de crise énergétique, conséquence de la pandémie de Covid-19 et de la guerre en Ukraine, mais qui semble aussi prendre racine dans des choix énergétiques plus anciens. L'objet de cette commission d'enquête et mon devoir de rapporteur sont donc de faire toute la lumière sur l'évolution de notre production et notre approvisionnement énergétique et sur les décisions qui y ont conduit.

Pour cela, nous interrogeons de nombreuses personnalités issues du secteur de l'énergie (ingénieurs, statisticiens, dirigeants d'EDF, de TotalEnergies, du CEA, etc.) ou de la sphère politique (ministres de l'Énergie, Premier ministre, etc.) afin d'étudier les choix de développement des énergies, nucléaire et renouvelables.

Je souhaite également, et c'est probablement notre mission la plus substantielle à la veille de l'examen de la loi de programmation énergétique, tirer les leçons du passé pour être à la hauteur des enjeux de notre siècle qui nécessitent de conjuguer sobriété, décarbonation et défense de notre souveraineté. ●

La mobilité électrique : une solution crédible pour décarboner les transports

Le secteur des transports, responsable de 31 % des émissions de gaz à effet de serre, doit être décarboné. Le véhicule électrique est une solution efficace mais nécessite encore d'en convaincre certains usagers potentiels et de lever les derniers obstacles à son développement.

A lors que le secteur des transports est responsable de 31 % de nos émissions de gaz à effet de serre, la mobilité électrique est une solution efficace pour réduire le réchauffement climatique. En effet, sur l'ensemble de son cycle de vie¹, la voiture électrique permet en France de réduire de 80 % son empreinte carbone par rapport à son équivalent thermique.

La recyclabilité, notamment des batteries, est un enjeu important : à ce jour, les normes européennes imposent aux entreprises une recyclabilité à hauteur minimum de 50 % du poids de la batterie, largement dépassée puisque le taux de recyclage effectif flirte avec les 90 %. Mais avant leur recyclage final, les batteries de véhicules électriques, dont la durée de vie est supérieure à celle des

véhicules, pourront utilement servir pendant de nombreuses années comme moyen de stockage pour les énergies renouvelables. Trois *gigafactory* vont par ailleurs sortir de terre pour fabriquer localement les batteries. C'est ainsi tout un écosystème qui se met en place autour de la mobilité électrique pour répondre à l'urgence climatique. Cet écosystème existe et tend à se renforcer.

SENSIBILISER À LA MOBILITÉ ÉLECTRIQUE : UNE ACTION PRIMORDIALE

Mais il reste nécessaire de sensibiliser aux véhicules électriques et hybrides rechargeables les usagers car, comme pour

toute technologie novatrice, certains usagers potentiels restent sceptiques au passage du thermique à l'électrique. Un scepticisme lié à un manque d'informations : bien que sept Français sur dix se disent prêts à passer d'un véhicule thermique à un électrique, une grande majorité estime ne pas être suffisamment informée sur cette transition².

Pour pallier ce problème, l'Avere-France, en tant qu'association nationale pour le développement de la mobilité électrique, utilise différents moyens. D'abord, le site pédagogique je-roule-en-electrique.fr, créé en partenariat avec le ministère de la Transition énergétique, qui permet aux internautes de se renseigner sur le véhicule électrique : sa recharge, les aides à l'achat disponibles, etc. Ensuite, l'Avere-France pilote le programme Advenir, renouvelé jusqu'en 2025, dans le cadre des certificats d'économie d'énergie du ministère de la Transition énergétique, en lien avec l'ADEME. Via son volet « Formations », le programme Advenir propose des sessions auprès de quatre cibles : les



Antoine Herteman,
président de l'Avere-France



1. Selon Transport & Environnement, « How clean are electric cars? »

2. Selon le baromètre de l'Avere-France et de Mobivia, « Les Français et la mobilité électrique », réalisé par Ipsos.

particuliers, les élus et acteurs locaux, les professionnels de l'immobilier et les professionnels de l'automobile. Advenir Formations s'appuie sur un réseau d'associations régionales pour couvrir l'ensemble du territoire et sur des contenus simples et pédagogiques pour offrir une information fiable et simplifiée.

UNE TRANSITION DU VÉHICULE THERMIQUE VERS LE VÉHICULE ÉLECTRIQUE DÉJÀ AMORCÉE

La loi d'orientation des mobilités (LOM) a fixé en France à 2040 la date de fin de vente des véhicules légers utilisant des énergies fossiles. Cette date est un objectif, qui a été avancé à 2035 par la Commission européenne. Cette mesure, votée en juin 2022 par le Parlement européen et validée par le Conseil des ministres européens, n'est pas encore actée définitivement mais représente un pas considérable dans la lutte contre le dérèglement climatique.

Dans ce contexte, les aides à l'acquisition sont et seront nécessaires pour accompagner les particuliers comme les professionnels dans la transition vers la mobilité électrique. En France, les aides à l'achat sont multiples, allant du bonus écologique, lors de l'acquisition ou de la location d'un véhicule électrique ou hybride rechargeable, à la prime à la conversion pour la mise au rebut d'un vieux véhicule essence ou diesel, en passant par les aides locales et d'autres incitations.

L'INTERDÉPENDANCE DES IRVE ET DES VÉHICULES ÉLECTRIQUES

L'électrification progressive demande un renouvellement des moyens de ravitaillement. La mobilité électrique engendre un changement de technologie qui se traduit par la nécessité d'implanter des points de recharge, à la fois en voirie et sur les parkings publics, mais aussi aux domiciles et sur les lieux de travail (90 % des utilisateurs de véhicules électriques et hybrides rechargeables se rechargeant à domicile ou sur le lieu de leur entreprise).

L'itinérance de la recharge est primordiale pour assurer le bon usage des véhicules électrifiés rechargeables. C'est pourquoi il est indispensable d'équiper

notamment les voies rapides et les autoroutes. Le chantier est considérable mais celui-ci est une priorité : au 30 juin 2022, 60 % des aires de services sur autoroutes ont été équipées et la France comptait, au global, 64 456 points de recharge ouverts au public, tandis que plus de 900 000 véhicules électrifiés rechargeables ont été immatriculés depuis 2014.

En termes de coût d'usage, la mobilité électrique bénéficie de gros avantages : efficacité énergétique accrue – le rendement d'un moteur électrique est 2 à 3 fois supérieur à celui d'un thermique – coût réduit, en particulier quand la recharge s'effectue pour les usages du quotidien. De plus, le coût d'entretien d'un véhicule électrique est sensiblement moins élevé que celui d'un véhicule thermique. ●



L'Avere-France, une association professionnelle pour accélérer et aider la transition vers la mobilité électrique

L'Avere-France est l'association nationale pour le développement de la mobilité électrique. Créée en 1978 pour représenter l'ensemble de l'écosystème de la mobilité électrique, elle a pour objectif de faire la promotion de l'utilisation des véhicules électrifiés rechargeables. Au cœur de cet écosystème, l'Avere-France fédère aujourd'hui plus de 200 adhérents dans les domaines industriel, commercial, institutionnel ou associatif.

Plus globalement, l'Avere-France a pour mission de :

- **promouvoir** la mobilité électrique auprès de différents publics (élus, institutions, entreprises, grand-public...);
- **informer** l'ensemble des parties prenantes et les utilisateurs en diffusant des informations objectives, fiables et à valeur ajoutée ;

- **défendre** des positions favorables au développement de la mobilité électrique et les intérêts communs des acteurs de cet écosystème ;
- **représenter** la diversité des acteurs de l'écosystème de la mobilité électrique dans leur complémentarité ;
- **fédérer** tous les acteurs de la mobilité électrique.

Pour y parvenir, l'Avere-France mène de nombreuses actions telles que la représentation d'intérêt, le pilotage du programme Advenir, l'information et la communication, la participation événementielle ou encore l'animation de groupes de travail donnant lieu à des livrables, comme notamment un guide sur la recharge en copropriété.

La pompe à chaleur nécessite de faire appel à un installateur qualifié

La pompe à chaleur connaît un succès grandissant et apparaît de plus en plus comme la solution la mieux adaptée pour sortir de la dépendance aux énergies fossiles. Mais l'installation doit être conçue et réalisée dans le respect des règles de l'art. **Éric Plantive**, qui accompagne le grand public dans la transition énergétique avec des solutions de rénovation énergétique « clés en main », explique.

À quels gestes de rénovation la PAC est-elle souvent associée ?

Éric Plantive : L'installation d'une pompe à chaleur air/eau est souvent associée à la réalisation de travaux d'isolation des combles voire des murs car il est recommandé d'isoler son logement avant d'installer une PAC de manière à limiter les déperditions de chaleur. Si ces dernières sont trop importantes, les performances de la pompe à chaleur sont réduites et les économies d'énergie réalisées moins importantes.

Pompe à chaleur chez des particuliers.

© M.GENEL / CAPA PICTURES



© Julien Lutt / CAPA PICTURES

Éric Plantive,
directeur d'IZI by EDF

Pourquoi des artisans qualifiés sont-ils essentiels pour ce type de travaux ?

Les normes thermiques évoluent avec le temps. Les systèmes de chauffage doivent les suivre et les respecter.

L'installation d'une pompe à chaleur demande des compétences techniques bien particulières pour assurer la sécurité du logement et celle de ces occupants. Faire appel à un professionnel qualifié permet de s'assurer que les travaux seront réalisés dans les règles de l'art et conformément aux normes en vigueur. C'est l'assurance d'une installation conforme et de qualité.

Comment sont formés les artisans ? Quelles sont les qualifications exigées ?

Nos installateurs partenaires sont qualifiés RGE (Reconnu garant de l'environnement). Cette qualification a été mise en place par l'État et l'ADEME en 2011 afin de mettre en avant les professionnels qui effectuent un travail de qualité, dans le respect des règles de sécurité et des normes en vigueur. Pour bénéficier de ce label, les professionnels doivent suivre une formation. Un organisme accrédité est également chargé d'auditer leurs chantiers. La qualification RGE est aujourd'hui obligatoire pour pouvoir bénéficier des aides financières (MaPrimeRénov' et CEE).

Pour les pompes à chaleur, nous exigeons également la certification QualiPAC. Elle apporte au





Installation d'une unité extérieure.

© M.GENEL / CAPA PICTURES

particulier une sécurité supplémentaire sur le sérieux du travail réalisé sur son chantier.

Enfin, nous demandons à nos artisans d'être dotés d'une attestation de capacité à la manipulation des fluides frigorigènes, nécessaire pour effectuer la mise en service des pompes à chaleur.

Côté formation, nous mettons en relation nos fournisseurs partenaires avec les artisans du réseau IZI by EDF afin qu'ils puissent dispenser auprès de notre réseau des formations techniques sur les produits que nous commercialisons.

Comment sont-ils contrôlés ? Qui est responsable en cas de malfaçon ?

Nos chantiers sont contrôlés par un organisme externe (Dekra, Bureau Veritas). Nous contrôlons également en interne chaque chantier sur un certain nombre de critères pour garantir à nos clients une installation conforme. Via notre application digitale, nous assurons le suivi et l'analyse de la qualité des installations réalisées. Nous demandons à nos artisans de réintervenir sur place si les résultats ne sont pas conformes aux attendus.

IZI by EDF prend la responsabilité en cas de malfaçon et s'engage à faire réintervenir un professionnel pour corriger les défauts.

Comment fonctionne le réseau d'artisans d'IZI by EDF ?

IZI by EDF s'appuie sur le savoir-faire d'artisans locaux tout en leur permettant d'obtenir un complément de revenus pour leur activité. Nous permettons à nos artisans partenaires de se concentrer sur leur cœur de métier en leur faisant gagner du temps au quotidien : devis, facturations client, déduction des aides.

Notre réseau intervient dans toute la France métropolitaine. Nos partenaires sont recrutés par une équipe dédiée en fonction de leurs qualifications, de leur savoir-faire et de leur savoir-être. Chaque partenaire potentiel s'inscrit dans un processus de recrutement alliant théorie et pratique. C'est seulement à l'issue d'une phase de chantiers-tests que le partenariat est prononcé.

Durant toute la durée du partenariat, chaque professionnel est suivi par notre équipe afin d'analyser l'ensemble des indicateurs de performance que nous avons mis en place. ●

La pompe à chaleur air/air, un levier majeur de la décarbonation des logements

La pompe à chaleur air/air (PAC air/air) est apparue au Japon dans les années 1950 avec, déjà à l'époque, des coefficients de performance intéressants. Son succès ne s'est pas démenti depuis. Plébiscitée par les consommateurs français, la PAC air/air reste pourtant la mal aimée des pouvoirs publics alors qu'elle « coche toutes les cases » pour devenir l'un des produits phares de la transition énergétique dans le secteur des logements.

Malgré d'excellentes performances en mode chauffage, certains reprochent à la PAC air/air de pouvoir apporter un rafraîchissement en été. Pourtant, les avantages de la PAC air/air en mode chauffage sont patents et, face aux épisodes de canicules de plus en plus fréquents, la fonctionnalité de rafraîchissement s'affirme de plus en plus comme un point positif.

SENSIBILISER À LA MOBILITÉ ÉLECTRIQUE : UNE ACTION PRIMORDIALE

En hiver, les PAC air/air sont utilisées pour le chauffage (*figure 1*). Elles puisent les calories dans l'air extérieur et les transfèrent par une circulation d'air à l'intérieur des logements avec une efficacité énergétique mesurée par le coefficient de performance saisonnier, qui dépend de la température extérieure mais se situe en moyenne au-dessus de 4,5.

En été, c'est l'inverse : la PAC peut inverser son processus et transférer de la chaleur de l'intérieur vers l'extérieur en

assurant le refroidissement des locaux avec des performances moyennes saisonnières de 7.

PARLONS PERFORMANCES

La PAC air/air possède un avantage intrinsèque : elle n'a pas besoin de vecteur intermédiaire pour transmettre à l'air intérieur d'un logement les calories prises à l'air extérieur, elle le fait directement et donc avec un minimum de pertes de rendement. Sur un plan théorique, une PAC fonctionnant à -15 °C de température extérieure et chauffant un logement à 20°C pourrait présenter un COP maxi de 7,37. Les développements et la recherche sur l'amélioration des performances visent à se rapprocher de ce COP maxi théorique, en sachant bien sûr qu'il ne pourra jamais être atteint. Cependant, le rendement moyen sur une année de fonctionnement en mode chauffage fait apparaître un coefficient de performance saisonnier (ou SCOP) de plus de 4,5 (*tableau 1*) pour des systèmes en *split*¹. Cela veut dire que la PAC air/air permet de chauffer un logement en prélevant 77,5 % de l'énergie nécessaire



Frédéric Pignard,
directeur RSE et Relations
institutionnelles Daikin France

dans l'air environnant, le solde étant assuré par l'électricité, avec des économies très importantes sur les factures et une réduction considérable des émissions de CO₂ quelle que soit la solution rapport à laquelle on se compare.

UN MARCHÉ EN EXPANSION

La PAC air/air a su créer depuis 20 ans son marché grâce à ses performances, à son coût abordable et aux progrès faits en matière d'émission sonore. Pour le résidentiel, avec des puissances installées inférieures à 12 kW, on est passé de 93 500 unités vendues en 2000 à 837 000 unités en 2021, soit neuf fois plus, ce qui représente une croissance annuelle moyenne de 11,6 %.

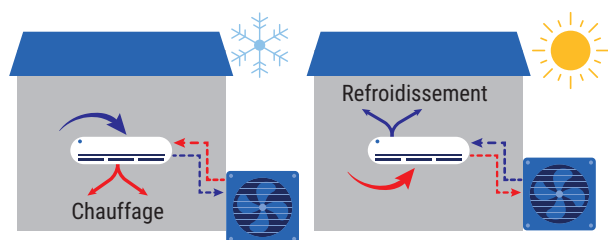


Fig. 1 : Schéma d'une PAC air/air en mode chauffage et en mode refroidissement.

Puissance	Nb. de produits	Constructeur...						Moyenne
		1	2	3	4	5	6	
2,5 kW	18	4,74	4,79	4,41	4,97	4,67	4,73	4,72
3,5 kW	18	4,70	4,78	4,53	4,93	4,66	4,72	4,72
5 kW	12	4,53	4,46	4,43	4,50	4,30	4,45	4,45
SCOP moyen sur 48 produits split système								4,63

Tableau 1 : Coefficients de performance saisonniers moyens des PAC air/air mises sur le marché en France. Résultats certifiés par Eurovent.

1. Une PAC split se compose d'au moins deux unités séparées : l'unité extérieure, qui capte l'énergie de l'air extérieur et la ou les unités situées à l'intérieur, qui distribuent l'air à la température voulue dans la maison.

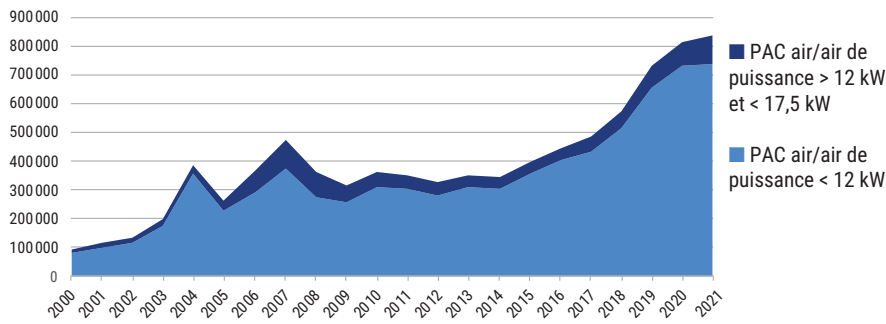


Fig. 2 : Évolution du marché français de 2000 à 2021 des PAC air/air de puissances inférieures à 12 kW et comprises entre 12 et 17,5 kW. Source PAC & Clim'Info.

Il est à noter que l'ensemble des PAC air/air mises sur le marché a été converti en l'espace de cinq ans du fluide frigorigène R-410A, qui a un pouvoir de réchauffement (PRP) de 2088, au fluide R-32 qui a un PRP de 675. Ce résultat permet de respecter pleinement le règlement européen F-Gaz de 2014.

LA QUESTION DES FLUIDES FRIGORIGÈNES

Malgré ces résultats très positifs, la révision du règlement F-Gaz initiée par la Commission européenne fait peser sur le développement des PAC air/air une menace sérieuse. En effet, ce nouveau projet voudrait que, en l'espace de trois à quatre ans, toutes les PAC air/air en utilisent le propane (répertorié R-290) comme fluide frigorigène. Or cet objectif est, en l'état, inatteignable du fait de la dangerosité du propane liée à son caractère explosif. Une simple étincelle électrique générée par le frottement d'une chaussure sur une moquette peut déclencher une explosion d'un mélange propane/air. Les PAC air/air au propane répondant à toutes les mesures de sécurité n'existent pas encore et le réseau

d'installateurs n'est pas formé. Il serait donc dangereux et prématuré d'exiger l'arrêt brutal des fluides HFC, y compris ceux à bas PRP comme le R32, pour imposer le propane alors que l'Europe demande en même temps de multiplier par 10 l'installation de PAC pour décarboner l'habitat. Il faut savoir raison garder et mesurer l'impact sur la sécurité des occupants des décisions prises, y compris celles relevant de la lutte contre le changement climatique.

PAC AIR/AIR ET POINTE ÉLECTRIQUE

Contrairement à une idée reçue, les PAC air/air fonctionnent sans appoint électrique jusqu'à des températures très basses (au-delà de -15 °C). À -7 °C, elles offrent des coefficients de performance allant de 2,2 à 3,5². Ces excellents résultats font de la PAC air/air une solution adaptée à la rénovation thermique des logements, tout particulièrement lorsque ceux-ci ne possèdent pas de circuit d'eau chaude pour la distribution du chauffage. Couplée à une isolation du bâti, elle permet un gain considérable en matière de consommation d'énergie

finale, celle que paie le consommateur, avec un effet bénéfique sur les appels de puissance à la pointe électrique.

En logement neuf, la puissance individuellement appelée sur le réseau électrique par -7 °C par une maison de 100 m² conforme à la RE2020 est inférieure 1 kW environ si elle est équipée d'une PAC air/air. L'effet du foisonnement est à prendre en compte et réduit la puissance globale appelée par le parc d'un facteur 2 environ. À titre de comparaison, une maison tout électrique de taille équivalente équipée de convecteurs des années 1970 pouvait appeler sur le réseau jusqu'à 10 kW électriques.

LA PAC AIR/AIR EN ÉTÉ ET POUR L'EAU CHAUDE SANITAIRE

La fréquence accrue des épisodes caniculaires d'été rend indispensable l'apport aux personnes âgées ou fragiles d'un service de rafraîchissement par d'autres moyens que les climatiseurs mobiles aux performances médiocres achetés en grands magasins. La PAC air/air offre alors un complément de service qui est très apprécié, avec un très bon rendement et donc un impact sur le réseau électrique limité qui, au demeurant, n'est pas usuellement très sollicité à cette période de l'année.

Mais la PAC air/air peut aller plus loin. Elle peut être couplée avec des panneaux photovoltaïques en toiture et il serait heureux que les pouvoirs publics soutiennent cette option dans le cadre de MaPrimRénov'. Il est également possible de combiner la PAC air/air avec la production d'eau chaude sanitaire. Ce système tout-en-un permet de chauffer la maison en hiver, de la rafraîchir si besoin en été et de faire de l'eau chaude sanitaire lors de ses périodes de non utilisation, le tout à un coût très abordable.

Avec de solides atouts – installation simple et rapide, budgets limités, diminution très importante de la facture énergétique, bon rapport euros/CO₂ évité, grande réactivité pour atteindre le point de consigne, confort acoustique grâce aux fonctions nuit intégrées –, la PAC air/air s'affirme comme l'un des vecteurs essentiels de la politique de décarbonation des logements, en France comme en Europe. ●



Pompe à chaleur air/air : groupe extérieur, unité intérieure et ballon d'eau chaude. © Daikin.

2. Mesures certifiées par Eurovent sur 160 produits.

Logements collectifs : des solutions de PAC performantes sont disponibles

Dans les maisons individuelles, la pompe à chaleur s'est imposée comme solution de référence aussi bien dans la construction neuve qu'en rénovation. En logements collectifs, le recours aux pompes à chaleur doit tenir compte de davantage de contraintes liées à la configuration ou à la taille des bâtiments. Cependant, des solutions existent et sont à présent disponibles sur le marché, dans le neuf comme dans l'existant.

Dans une période où les maîtres d'ouvrage, promoteurs et bailleurs sont confrontés à des challenges importants pour gérer les coûts et les enjeux techniques de leurs programmes de construction, des solutions nouvelles de pompes à chaleur haute température destinées aux logements collectifs offrent la possibilité d'un passage simplifié aux nouvelles exigences réglementaires actuelles de la RE 2020 et de ses évolutions prévues pour 2025.

Cette nouvelle génération de pompes à chaleur air/eau, telles que la ZéPAC (Zé pour zéro émission) développée par intuitis, offre une puissance suffisante pour assurer le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire. Elles garantissent une consommation d'énergie optimisée, anticipent le jalon de réduction des émissions de carbone en 2025 et permettent aux logements collectifs de passer massivement aux énergies renouvelables.

Les pompes air/eau sont d'application générale, à la différence des pompes eau/eau ou des pompes géothermiques, mais elles nécessitent qu'une attention particulière soit portée aux questions de l'acoustique. Sur ce point, la pompe à chaleur ZéPAC est dotée de ventilateurs à pales hybrides, de compresseurs à découplage acoustique et d'une isolation composée de feutre et de bitume pour une puissance acoustique de 63,9 dB(A) (figure 1).

La gamme aujourd'hui proposée permet de répondre aux besoins de bâtiments de taille variable, avec une puissance initiale de 80 kW et une installation en cascade pouvant atteindre jusqu'à 1,2 MW.

EN CONSTRUCTION NEUVE

À l'heure actuelle, la RE 2020 avec un bâti renforcé reste compatible avec l'installation de chaudières gaz à condensation pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire. L'approche innovante de la solution ZéPAC consiste à proposer une solution totalement thermodynamique avec une PAC double service conforme par anticipation aux exigences de la RE2020/25.

Par anticipation des évolutions de la réglementation européenne F-Gaz, le R290 a été retenu comme fluide frigorigène. Le R290 est un fluide naturel sans HFC reconnu pour ses performances de montée en température et son très faible

impact environnemental. Avec un potentiel de réchauffement global (*Global Warming Potential* - GWP) de 3, il se classe bien loin devant les gaz traditionnellement utilisés que sont notamment les R410a et R32 qui affichent respectivement des GWP de 2 088 et 675, soit des valeurs jusqu'à 760 fois supérieures (figure 2).



Éric Baudry,

directeur des Affaires publiques,
Groupe intuitis



Fig. 1 : Programme PLAZA 2-Nexity. 62 logements. Produits ZéPAC chauffage et ECS centralisés.

© Groupe intuitis.

La conception de ces pompes à chaleur assure la production de chauffage jusqu'à 70 °C et ne nécessite pas d'appoint jusqu'à des températures extérieures de -20 °C.

Les dernières réalisations dans des programmes de logements collectifs neufs ont conduit à découpler la production de chauffage de la production d'eau chaude sanitaire. En effet, la production d'eau chaude sanitaire doit être opérationnelle tout au long de l'année, elle nécessite des températures de production supérieures à celles du chauffage et par souci d'optimisation et de maintien d'un faible niveau de consommation d'énergie, justifie la mise en œuvre d'unités de production indépendantes.

Les pompes à chaleur de la gamme ZÉPAC répondent aux différentes obligations réglementaires que sont les Cep, Cep-nr, IC_{énergie} et IC_{composants} et bénéficient de fiches PEP.

Ces cartes d'identité environnementale des produits sont basées sur les résultats de l'analyse de leur cycle de vie (ACV) dans la perspective du calcul de la performance environnementale du bâtiment (base inies).

Les performances des résultats permettent d'abaisser le lot carbone CVC de 30 % et de couvrir près de 50 % de l'abaissement exigé entre la RE2020 et la RE2020/25.

Une version triple service dédiée à la construction neuve existe également avec la fonction rafraîchissement. Elle permet de répondre de manière

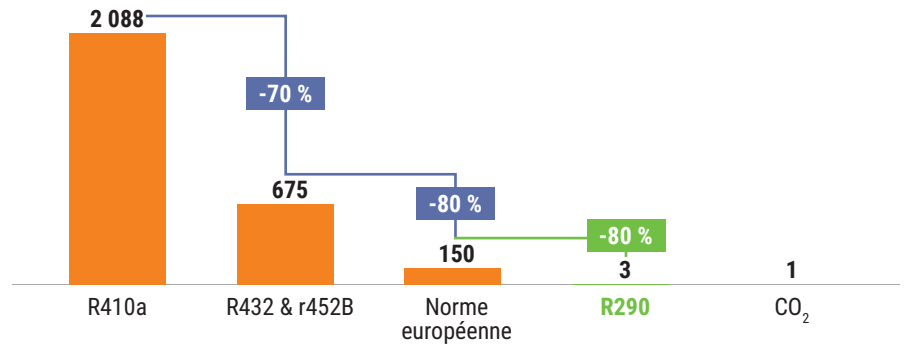


Fig. 2 : Impact des gaz frigorigènes sur l'environnement exprimées en GWP (Global Warming Potential) - Valeurs relatives par rapport au potentiel de réchauffement du CO₂.

performante et bas carbone aux problématiques de confort d'été, notamment en zone H3 (bassin méditerranéen). Cette solution permet de traiter plusieurs zones d'un même programme avec des besoins différents (ECS, chaud seul, chaud/froid, froid seul).

EN RÉNOVATION

Le confort thermique des logements collectifs se trouve actuellement à la croisée de trois enjeux majeurs :

- **les objectifs de réduction de gaz à effet de serre**, déclinés notamment dans le diagnostic de performance énergétique (DPE) qui instaure des plafonds d'émissions de CO₂ dans la construction et incite au développement de solutions bas carbone efficaces ;
- **les prix de l'énergie** qui ne cessent d'augmenter et imposent de réduire la consommation d'énergie des logements et de diminuer la dépendance

en particulier aux énergies fossiles que sont le gaz et fioul ;

- **la précarité énergétique** qui touche plus de 12 millions de Français et nécessite d'accélérer la rénovation du parc de logements, en privilégiant les solutions bas carbone.

La pompe à chaleur collective apparaît, en remplacement d'une installation au gaz, comme une solution aux performances avérées avec des conditions de mise en œuvre qui ne nécessitent pas de modification du réseau hydraulique ni des émetteurs de chaleur installés.

La liaison hydraulique entre le générateur, qu'est la pompe à chaleur, et son pilote de gestion permet de s'affranchir de l'intervention d'un frigoriste. Le couplage de la puissance chauffage et eau chaude sanitaire au cœur d'une même unité de gestion intelligente simplifie les conditions d'entretien et de maintenance.

Lors de son installation en substitution d'une chaudière gaz collective, la pompe à chaleur s'intègre en toiture terrasse ou en décaissé de terrasse et libère l'emprise au sol des locaux techniques.

Intuis thermodynamique s'est construit depuis une dizaine d'années une expérience significative en pompes à chaleur collectives. Au printemps 2023, ce seront déjà près de 45 000 logements collectifs dont a minima l'ECS (eau chaude sanitaire) est assurée à 100 % par des PAC collectives de la marque.

Cette solution a reçu la médaille d'or au séminaire technique du pôle habitat FFB dans la catégorie innovation en remportant la majorité des votes d'une assemblée d'experts du bâtiment.

Les pompes à chaleur intuis sont développées, conçues et fabriquées en France. De nombreux modèles sont certifiés Origine France Garantie. ●



Fig. 3 : Programme Genas-Arcole Développement. 33 logements. Produits ZÉPAC chauffage et ECS centralisés. © Groupe intuis.

Le marché carbone européen pour l'aviation : une révision à multiples enjeux

L'accord provisoire obtenu en trilogue sur la directive ETS Aviation aurait mérité le prix de l'outsider législatif de l'année 2022.

Si un accord était attendu sur le règlement *RefuelEU Aviation*, c'est finalement sur le marché carbone européen pour l'aviation qu'un compromis a émergé le 7 décembre 2022. Cet atterrissage surprise est ainsi venu parachever plusieurs mois de négociations interinstitutionnelles relatives au paquet législatif *Fit for 55*.

La directive ETS concourra aux ambitions de l'UE en matière de décarbonation du transport aérien et permettra d'accompagner les efforts résolus du secteur pour atteindre une aviation zéro émission d'ici 2050.

Une trajectoire vers la fin des quotas gratuits pour le secteur aérien

Selon l'accord ainsi obtenu, la quantité de quotas jusque-là alloués gratuitement aux compagnies aériennes diminuera de 25 % dès 2024, puis de 50 % en 2025, avant que ceux-ci ne soient totalement supprimés en 2026. À compter de cette date, les compagnies devront donc totalement compenser leurs émissions de CO₂ en achetant des quotas ETS, un coûteux mais vertueux atterrissage environnemental pour le secteur.

Un champ d'application intra-européen

Le compromis confirme la position conjointe de la Commission et du Conseil : l'ETS Aviation ne s'appliquera en l'état qu'aux vols intra-européens – Royaume-Uni et Suisse compris –, tandis que le CORSIA s'appliquera aux vols internationaux à destination de pays tiers participant au régime de l'OACI. Une clause de revoyure prévoit cependant qu'en 2026, si elle « jugeait le CORSIA insuffisant », la Commission pourrait proposer un élargissement de l'ETS à tous les vols au départ de l'Union.

S'il ne satisfait pas les compagnies court-courrier – dont le cheval de bataille a été l'extension du champ d'application à l'ensemble des vols depuis l'UE –, ce choix a le mérite de désamorcer tout risque de contentieux commercial majeur avec les États tiers sur la question ; à l'instar de l'aviation civile chinoise (CAAC) qui avait interdit dès février 2022 aux compagnies chinoises une participation au système ETS européen.



© Cyril Fausstien pour Aéroports de Paris SA

Aurélie Joly,

responsable Europe, Groupe ADP

Des dispositions permettant de soutenir l'usage des carburants d'aviation durables (SAF)

La constitution d'une réserve de 20 millions de quotas liés à l'incorporation de SAF, les *SAF allowances*, a vocation à permettre – dans le même esprit que les contrats pour la différence – de préserver la compétitivité-prix des SAF en couvrant l'écart entre leur coût et celui du kérosène fossile, et ainsi de rendre ces carburants plus attractifs pour les compagnies aériennes. Les *SAF allowances* seront redistribués entre le 1^{er} janvier 2024 et le 31 décembre 2030. Ce mécanisme constituera dès lors l'un des vecteurs clés de développement des SAF et de préservation de la connectivité des hubs européens.

Encore faudrait-il, en l'occurrence, que ces *SAF allowances* soient prévus en quantité suffisante : selon bien des compagnies aériennes, 20 millions de



SAF allowances ne répondent *in fine* qu'au besoin d'une année. Quid alors de la période 2024-2030... voire de la période post-2030 ?

Autre fait notable : **la prise en compte des enjeux de connectivité spécifiques aux régions ultrapériphériques (RUP)**. Les liaisons aériennes entre ces territoires et le reste de l'Union européenne continueront donc à être exemptées d'ETS jusqu'en 2030.

On peut saluer une avancée qui préserve la continuité territoriale européenne et le désenclavement des outre-mer français. Toutefois, et à nouveau, la prolongation éventuelle des SAF allowances pour ces vols au-delà de 2030 ne saurait couvrir le surcoût que représentera la fin de cette exception.

En complément, **le fléchage d'une partie des recettes générées par la mise aux enchères de quotas ETS vers le Fonds européen d'innovation répond d'une avancée majeure**.

Cependant, alors que les États-Unis déploient l'*Inflation Reduction Act*, soutenant massivement les carburants durables et les énergies vertes, la réponse européenne via une politique de défense industrielle doit être ambitieuse. Pour assurer la compétitivité du secteur, il est indispensable que le fléchage des nouvelles recettes ETS soit à la hauteur des enjeux technologiques, de la décarbonation des opérations aéroportuaires à l'émergence d'un avion à hydrogène.

Une porte ouverte à la prise en compte des émissions autres que le CO₂

Le compromis ouvre la porte à la prise en compte des émissions autres que le CO₂. La Commission européenne se voit confier la responsabilité de déployer un système de surveillance et de déclaration de ces émissions à compter de 2025 et d'assurer la production d'une étude d'impact d'ici 2028 afin d'objectiver la mise en place de mesures pour remédier à ces effets. Les nombreuses incertitudes scientifiques à ce sujet vont compliquer la tâche des experts de

la Commission qui auront besoin de ressources tangibles et certifiées pour fonder leurs travaux. L'échéance de 2025 est à ce titre un véritable défi.

La décarbonation du transport aérien, un enjeu collectif et mondial

Si l'ETS constitue une brique clé de décarbonation du transport aérien, **l'ambition européenne doit aussi passer par une diplomatie verte d'envergure mondiale**. En effet, il apparaît indispensable pour l'UE d'inspirer et convaincre les États n'ayant pas encore intégré le CORSIA, sous peine de quoi, la compétitivité du secteur aérien européen se trouverait affaiblie dès 2027 par un recours obligatoire aux quotas ETS pour les vols au départ de l'UE vers ces destinations tierces.

Sans ambition globale de penser le « mieux d'aérien », nous prenons donc le risque de nous confronter demain à un « moins d'aérien ».



Pour Équilibre des Énergies, la révision de la directive ETS-Aviation représente une étape clé dans la transition écologique du secteur aérien. Pour que ces nouvelles dispositions contribuent pleinement au déploiement de solutions durables pour le transport aérien, il est cependant nécessaire de les associer à des mesures d'accompagnement permettant d'assurer la disponibilité en quantités suffisantes de carburants durables pour l'aviation (SAF).

À ce titre, Équilibre des Énergies regrette qu'il ne soit pas prévu qu'une partie des recettes issues de l'achat des quotas ETS Aviation soit redirigée vers le soutien à la production et à l'achat de SAF.

La réserve de 20 millions de quotas prévue par le texte ne suffit pas à compenser l'absence d'un tel mécanisme au regard des besoins et du soutien mis en place aux États-Unis. Équilibre des Énergies recommande qu'un programme de type Projet important d'intérêt européen commun (PIIEC) soit mis en place afin de soutenir le développement de la production européenne des carburants aéronautiques durables de types biocarburants, biocarburants avancés et carburants de synthèse. ●

La crise des prix de l'énergie en Europe

Prémices et développement de la crise

En 2020, face à l'apparition du virus de la Covid 19, les gouvernements de très nombreux pays prennent la décision d'imposer des mesures de précaution qui conduisent à l'arrêt d'un grand nombre d'activités et *de facto* à un choc planétaire économique brutal. En 2021, la force de la reprise économique est mal anticipée par la plupart des acteurs et conduit au printemps un grand nombre d'économies à se retrouver « courtes » en énergie. C'est particulièrement vrai pour le gaz, où la demande vient à excéder rapidement les prévisions. En Europe en particulier, les réservoirs de gaz se vident et la perspective d'une économie en plein redémarrage à l'entrée de l'hiver conduit les acteurs à se porter massivement acheteurs sur les marchés gaziers.

La crise de l'énergie en Europe démarre alors par une envolée rapide des prix du gaz au printemps et à l'été 2021. Le prix double en deux mois, triple en trois et quadruple à la sortie de l'été. La crise de l'énergie trouve donc sa source dans l'importation d'une énergie fossile très recherchée à l'époque : le gaz.

En Europe, de nombreux pays utilisant massivement le gaz pour produire de l'électricité, cette hausse des prix du gaz se transmet lentement mais sûrement au prix de l'électricité sur les marchés de gros. Au fil du temps, les fournisseurs d'électricité n'ont d'autre choix que de transmettre ces signaux de prix à leurs clients à l'aval.

En réaction, le 13 octobre 2021, la Commission européenne dévoile une première « boîte à outils » de mesures que les Vingt-Sept peuvent mettre en œuvre au niveau national afin d'atténuer les conséquences sociales de la flambée des prix de l'énergie. Parmi les solutions proposées, les États membres peuvent atténuer l'impact de la hausse des prix en réduisant les



Florent Jourde,

conseiller Marchés de l'énergie,
EDF

taxes, en modifiant et en étendant temporairement l'aide aux industries en difficulté ; les ménages à faible revenus peuvent également recevoir des aides, financées par exemple par les recettes du système des quotas carbone, l'EU-ETS. Mais, dès le début de la crise, les États membres se montrent très divisés sur l'ampleur des réponses à apporter à l'échelle européenne et mettent en œuvre des mesures nationales très disparates.

Ces mesures d'atténuation des conséquences n'ont aucun effet sur les racines de la crise qui se poursuit pendant l'hiver 2021-2022. Le 24 février 2022, le président russe Vladimir Poutine déclenche l'agression militaire russe en Ukraine. L'effet sur les marchés du gaz est massif et fait prendre à la crise une autre dimension : d'une crise conjoncturelle qui promettait de s'effacer naturellement dans le courant de l'année 2022, elle se transforme en crise géostratégique, mettant en évidence notre dépendance à l'approvisionnement en gaz russe.

La réponse européenne va s'échelonner en trois temps : RePowerEU, des mesures d'urgence, et enfin une réflexion sur la structure des marchés de l'énergie (le *market design*).

RePowerEU

Dès le début de l'invasion russe en Ukraine, la Commission réfléchit à des mesures plus structurelles pour sortir de la dépendance au gaz russe et accélérer la transition énergétique en Europe. Ces mesures accompagnent naturellement la démarche politique suivie depuis le début de la mandature, le *Green Deal*, qui vise la neutralité carbone du continent européen en 2050. Les mesures proposées visent notamment à relever les objectifs des propositions législatives travaillées dans le cadre du paquet *Fit for 55* qui définit des objectifs intermédiaires en 2030 sur le carbone (les - 55 %), sur le développement des énergies renouvelables (EnR) et sur l'efficacité énergétique.

L'objectif sur les EnR est porté de 40 % à 45 % et celui sur l'efficacité énergétique est porté de - 36 % à - 40 % (base 2009, équivalent - 9% et - 13% en base 2020). RePowerEU contient également des propositions de diversification des approvisionnements énergétiques européens, ainsi qu'une redirection des fonds européens existants vers le plan RePowerEU afin de soutenir l'accélération de l'électrification et du déploiement de l'hydrogène renouvelable. On note au passage une volonté affichée de développer massivement les pompes à chaleur.

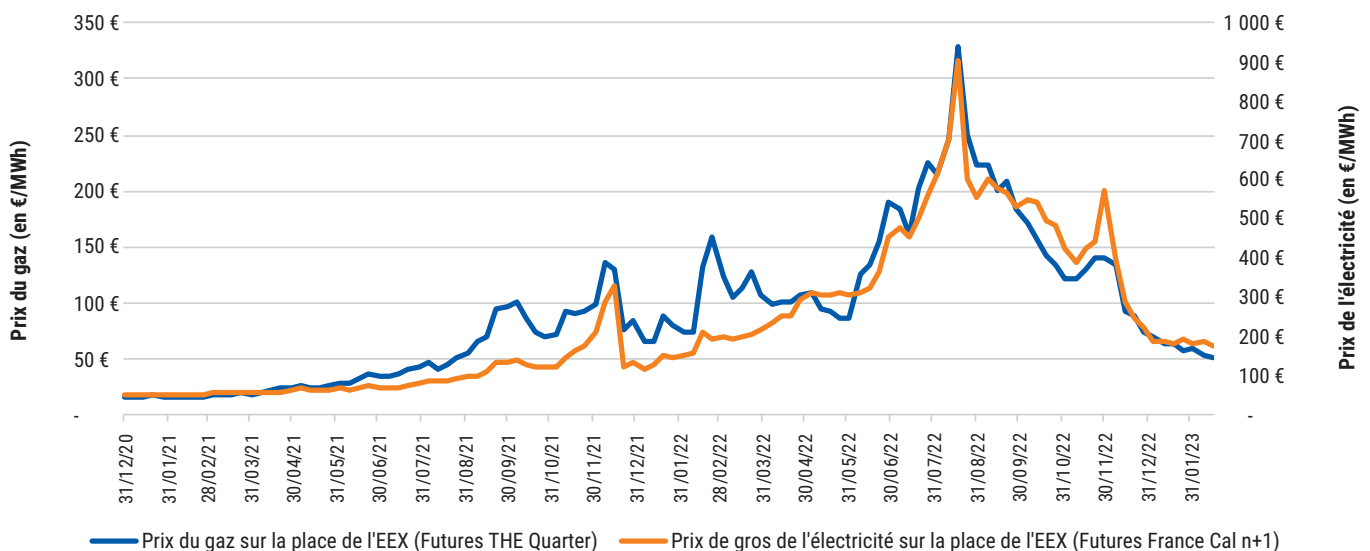
Des mesures d'urgence

L'Europe adopte au fil de la crise un train de mesures d'urgence qui s'échelonnent dans le temps, visant à assurer la sécurité d'approvisionnement et à protéger les consommateurs :

- le 26 juillet 2022, le Conseil adopte un règlement pour une réduction coordonnée de la demande de gaz de - 15 % pour l'hiver 2022-2023 ;
- le 30 septembre 2022, le Conseil adopte un règlement relatif d'une part à une réduction de la demande d'électricité sur 2022 et l'hiver 2023 (un objectif volontaire de -10 % de la demande brute et un objectif contraignant de - 5 % pendant les heures de pointe), et d'autre part à une « captation de la rente infra-marginale », c'est-à-dire un plafonnement à 180 €/MWh des recettes issues du marché pour les producteurs infra-marginaux permettant aux États membres de collecter et rediriger les recettes des producteurs au-delà de ce seuil vers le soutien et la protection des clients finaux d'électricité ;
- le 24 octobre 2022, le Conseil adopte de nouvelles mesures sur le gaz, incitant aux achats conjoints de gaz sur une base volontaire, proposant un nouvel indice de référence complémentaire, ainsi qu'un corridor de prix dynamique temporaire pour les transactions de gaz naturel et enfin des principes de solidarité énergétique en cas de rupture de l'approvisionnement en gaz ;
- enfin, le 19 décembre 2022, le Conseil s'entend sur un plafond du prix du gaz (mise en œuvre à partir du 15 février 2023), avec un système revenant à interdire les transactions en Europe au-delà de 180 €/MWh, sous de nombreuses conditions...

Les réflexions sur le *market design*

Avec la transmission progressive de la crise du gaz aux prix payés par les consommateurs finaux d'électricité, la pression politique monte en 2022, proportionnellement à l'envolée durable des prix de gros de l'électricité, le marché anticipant des ruptures ●●



Évolution des prix du gaz et de l'électricité en Europe depuis le 1^{er} janvier 2021 – Les prix sont en €/MWh (gaz ou électricité) – Source : données EEX.

pendant l'hiver 2022-2023. La rentrée et l'automne 2022 sont chauds sur le front politique, à la fois dans certains États membres et dans la pression que ces États membres exercent sur la Commission pour faire bouger les lignes d'un marché dont la perception extérieure reste compliquée : pourquoi, alors que beaucoup d'États ont investi dans des moyens de production décarbonés sur leur territoire national, les prix de l'électricité restent-ils basés sur les prix de la production d'électricité faite avec du gaz ?

La réflexion sur l'architecture des marchés s'accélère donc pour décorrélérer le prix de l'électricité du prix du gaz. Si la très grande majorité des acteurs s'entendent pour dire que les marchés de l'électricité couplés entre eux permettent une gestion efficace des actifs existants au sein de l'Europe interconnectée, ainsi qu'une bonne sécurité d'approvisionnement, des voix s'élèvent pour pointer deux grandes faiblesses de ce marché :

- ce marché, court-termiste par nature, ne permet pas de déclencher les investissements garantissant la sécurité d'approvisionnement et la décarbonation des mix européens (quasiment tous les projets de production décarbonée se font avec des aides d'État) ;
- ce marché ne transmet pas aux consommateurs un prix relativement stable, reflétant les coûts du mix et incitant à l'électrification des usages.

Ainsi, écartée avant juin 2022, l'évolution structurelle du *market design* est officiellement mise à l'ordre du jour par la Commission européenne, fruit d'une pression politique qui porte avant tout sur la lutte contre l'inflation.

Cette fenêtre d'opportunité pose le débat de la rémunération des investissements et de l'intégration des signaux de long terme. Cependant, à l'échelle européenne, il existe une grande diversité de situations : tant pour l'ampleur de la crise que pour les moyens de réponse mis en œuvre par les États membres. Les intérêts des États membres et des entreprises ne sont pas toujours alignés, de même que le niveau politique de la Commission et ses services.

L'agenda actuel

Le 23 janvier 2023, la Commission européenne a ouvert une consultation sur cette potentielle réforme du *market design*, consultation qui s'est achevée le 13 février. La Commission annonce une démarche en deux temps, avec des premières propositions législatives qui devraient être rendues publiques le 14 mars 2023, pour un examen en Conseil européen fin mars. S'ensuivrait un deuxième train de propositions de réformes, plus en profondeur, pour la mandature suivante, en 2024 et 2025. ●



Le coefficient par défaut de conversion de l'électricité en énergie primaire passe à 1,9

C'était attendu mais c'est fait : le coefficient de l'électricité en énergie primaire a été ramené, par l'acte délégué 16135/22 du 16 décembre 2022 de la Commission européenne, de 2,1 à 1,9. Cette décision s'applique à compter du 20^e jour suivant la publication de l'acte pour une durée de quatre ans.

Rappelons qu'il s'agit du coefficient que les États membres peuvent utiliser par défaut, sans justification particulière, pour l'application de la directive 2012/27/EU sur l'efficacité énergétique (EED). Elle laisse aux États membres la possibilité d'utiliser un autre coefficient, à la condition d'en justifier la détermination auprès de la Commission européenne. En outre, le coefficient ne concerne, stricto sensu, que l'EED et son application dans les autres textes européens n'est pas imposée.



Équilibre des Énergies se félicite de cette évolution du coefficient d'énergie primaire dont elle souhaite qu'il soit ramené dans les meilleurs délais à 1, en abandonnant ainsi le concept d'énergie primaire. Elle rappelle que le coefficient utilisé en France reste fixé à 2,3, ce qui est un obstacle sérieux au développement des usages de l'électricité. ●

De nouvelles synergies entre la route et la production d'énergies renouvelables

Olivier Lagrange,
Équilibre des Énergies

Votée par l'Assemblée nationale et le Sénat début février 2023, mais faisant toutefois l'objet de recours devant le Conseil constitutionnel, la loi relative à l'accélération de la production d'énergies renouvelables vise à combler le retard qu'accuse la France dans le déploiement des moyens de production d'énergies renouvelables et dans la structuration des filières industrielles associées.

La loi vise à répondre à plusieurs problématiques. En premier lieu, le titre I prévoit des mesures d'urgence temporaires justifiées par la crise de l'énergie. La loi met également en place des mesures pour favoriser le développement des moyens de production via le solaire photovoltaïque et thermique (titre II) ainsi que l'éolien en mer (titre III). Enfin, le titre IV traite le financement des énergies renouvelables et le partage de la valeur.

Équiper les parkings en ombrières photovoltaïques

Dans la première version de la loi soumise au Sénat, le Gouvernement avait imposé l'équipement des parkings extérieurs de plus de 2 500 m² en ombrières photovoltaïques sur au moins la moitié de leur surface.

Dans la version finale du texte, les Parlementaires ont été plus ambitieux en abaissant le seuil à 1 500 m². L'obligation de mise en œuvre est comprise entre 1^{er} juillet 2023 et le 1^{er} juillet 2028 selon les typologies de parking.

Équilibre des Énergies considère que l'article 11 sera l'occasion de tirer parti des synergies entre production d'électricité renouvelable, conditionnement des locaux à usage tertiaire et recharge des véhicules électriques.

Développer le photovoltaïque le long des infrastructures linéaires de transport

Les abords des voies rapides et des voies ferrées représentent une réserve foncière, parfois déjà artificialisée, pour installer des moyens de production d'énergies renouvelables.

Dans cette optique, l'article 7 étend la dérogation autorisant la construction aux abords des grands axes routiers prévue par l'article L. 111-7 du code de l'urbanisme, à l'installation de panneaux photovoltaïques.

L'article 7 précise également que l'interdiction, prévue par l'article L. 2231-4 du code des transports, de construire à proximité des voies ferrées ne s'applique pas à l'installation d'outils de « production d'énergies renouvelables intégrés à la

voie ferrée ou installés aux abords de la voie ferrée, dès lors que ces procédés ne compromettent pas la sécurité des circulations ferroviaires, le bon fonctionnement des ouvrages, des systèmes et des équipements de transport ainsi que leur maintenabilité ».

Équilibre des Énergies considère que cet article est de nature à stimuler l'installation de panneaux photovoltaïques sur les 12 000 km d'autoroute en France avec un potentiel évalué, par l'étude Altermind, à 150-200 MW par 1 000 km d'autoroutes.

Toutefois, compte tenu des puissances importantes qui vont être installées le long des autoroutes ou sur les parkings à proximité, Équilibre des Énergies considère qu'il aurait été pertinent d'engager une réflexion pour lier ces nouvelles capacités de production et le déploiement des infrastructures de recharge, notamment pour dimensionner au mieux les puissances des stations et les raccordements.

À ce titre, Équilibre des Énergies plaide pour l'introduction d'un schéma directeur de déploiement des bornes de recharge sur les autoroutes à la maille nationale, sous l'égide de l'État et en collaboration avec les parties prenantes (gestionnaires de réseau, concessionnaires autoroutiers, exploitants d'aires de services et de bornes de recharge) afin de définir une feuille de route jusqu'à l'horizon 2035. ●



La loi adoptée en commission mixte paritaire



Rénovation énergétique : ce qui change en 2023

Des moyens en hausse pour l'Anah

Le budget de l'Agence nationale de l'habitat (Anah), qui met en œuvre le dispositif MaPrimeRénov', augmente. En 2023, il atteint quatre milliards d'euros, soit une hausse de 20 % par rapport à l'exercice précédent.

Ainsi, MaPrimeRénov' et MaPrimeRénov' Sérénité, à destination des ménages modestes, disposent désormais respectivement de 2,4 milliards d'euros et de 596 millions d'euros (+21 %) pour financer les travaux de rénovation énergétique. De plus, l'enveloppe allouée aux copropriétés (MaPrimeRénov' Copropriété) connaît une hausse de 45 % pour atteindre 455 millions d'euros.

Un soutien accru aux rénovations performantes ou globales

Autre inflexion importante, le gouvernement accroît le soutien aux rénovations performantes ou globales :

- plafonds des travaux finançables relevés de 35 000 euros pour les ménages très modestes et 30 000 euros pour les ménages modestes (MaPrimeRénov' Sérénité) ;
- augmentation du forfait « rénovation globale » de MaPrimeRénov', pour les ménages aux revenus intermédiaires

(10 000 €) et supérieurs (5 000 €), qui réalisent des travaux permettant un gain énergétique supérieur à 55 % en énergie primaire.

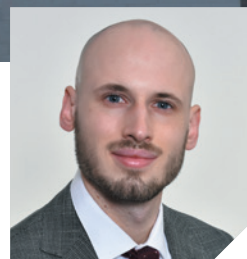
Les copropriétés (MaPrimeRénov' Copropriété) ne sont pas oubliées dans cette revalorisation avec un plafond par logement porté de 25 000 euros contre 15 000 euros auparavant. De plus, les primes individuelles versées aux ménages aux revenus très modestes et modestes sont doublées afin d'atteindre les sommes respectives de 3 000 et 1 500 euros.

Vers une mise en extinction des chaudières fossiles

L'exercice 2023 de MaPrimeRénov' marque également la fin des subventions destinées à l'installation, en monogeste, des chaudières à gaz dans les logements. Cette évolution souligne la volonté des pouvoirs publics de réduire la dépendance aux énergies fossiles dans les bâtiments.

Et une aide renforcée pour certaines typologies de pompes à chaleur

À partir du 1^{er} mars 2023, davantage de certificats CEE, et donc de soutien financier à l'installation de pompes à chaleur de type eau/eau.



Olivier Lagrange,
Équilibre des Énergies



Équilibre des Énergies estime que le renforcement des aides consenties par le canal de MaPrimeRénov' va dans le bon sens. Cependant, elle constate que l'aide accordée aux catégories intermédiaires et supérieures reste très limitée. Par ailleurs, les rénovations performantes et globales nécessitent en règle générale un investissement très important et la priorité que l'on entend leur donner risque de conduire, du fait de la limitation des moyens, à un nombre de réalisations qui restera limité. Équilibre des Énergies regrette par ailleurs l'introduction de seuils d'économie libellés en énergie primaire qui pénalisent les solutions électriques, en particulier les pompes à chaleur, et que les pompes à chaleur air/air restent exclues du dispositif de MaPrimeRénov', alors qu'elles constituent un moyen de rénovation énergétique efficace. ●



L'arrêté du 21 décembre

Mon Accompagnateur Rénov' : un dispositif qui se précise

La mise en place du dispositif Mon Accompagnateur Rénov', en application de l'article 164 de la loi climat-résilience, poursuit son chemin avec les publications du décret du 22 juillet 2022 et de l'arrêté du 21 décembre 2022.

La philosophie de Mon Accompagnateur Rénov'

Mon Accompagnateur Rénov' vise à apporter un soutien aux particuliers qui souhaitent engager des rénovations performantes ou globales, et par conséquent intensives en aides publiques, avec la mobilisation d'un professionnel présent aux différentes étapes du projet.

Le dispositif joue également un rôle social et porte une attention toute particulière aux ménages les plus modestes.

D'un point de vue pratique, un accompagnateur, avec le statut d'assistant à maîtrise d'ouvrage ou d'opérateur agréé par l'État ou désigné par une collectivité locale, doit être mobilisé lorsque :

- un ménage, modeste ou très modeste, souhaite engager des travaux de rénovation énergétique qui font l'objet d'un soutien

de MaPrimeRénov' Sérénité supérieur à 5 000 euros TTC (à partir du 1^{er} janvier 2023) ;

- un ménage souhaite engager des travaux de rénovation énergétique, associant au moins deux gestes, qui font l'objet d'un soutien de MaPrimeRénov', supérieur à 10 000 euros (à partir du 1^{er} septembre 2023).

Équilibre des Énergies est préoccupé par la charge qui va être engendrée par l'obligation de recourir à un accompagnateur de travaux, ce qui va en ralentir le rythme et prélever sur les sommes disponibles pour travaux un montant significatif. ●



Décret du 22 juillet 2022



Arrêté du 21 décembre 2022

Installation des bornes de recharge dans les copropriétés : où en est-on ?

Dans l'optique de favoriser le déploiement des bornes de recharge pour les véhicules électriques dans les copropriétés, l'article 111 de la loi climat-résilience a ouvert la possibilité d'une prise en charge par le gestionnaire du réseau public de distribution d'électricité des frais relatifs à l'installation d'une infrastructure collective de recharge.

Le décret du 21 septembre 2022 apporte plusieurs précisions à la disposition législative. En premier lieu, il définit la notion d'infrastructure de recharge collective, qui doit permettre l'installation ultérieure de points de recharge pour véhicules électriques ou hybrides rechargeables, et les ouvrages qui s'y rattachent.

Le décret précise également le contenu de la convention de raccordement à conclure entre le gestionnaire de réseau et le propriétaire ou le syndicat des copropriétaires, ainsi que les principes de détermination de la contribution, afin de rembourser l'avance des travaux par le gestionnaire du réseau public de distribution d'électricité.

Enfin, il fixe les indemnités dues par le gestionnaire de réseau en cas de dépassement du délai d'installation de l'infrastructure de recharge collective.

Lors de l'examen de la loi climat-résilience, Équilibre des Énergies avait activement plaidé en faveur de l'article 111. Toutefois, notre association déplore le retard pris, presque deux ans après la promulgation de la loi, dans son application concrète. En effet, deux arrêtés, nécessaires à sa mise en œuvre, sont encore à l'écriture alors que le volume de ventes de véhicules électriques ne cesse d'augmenter. ●



Décret du 22 juillet 2022



Article 111 de la loi climat-résilience



Quoi de neuf sur les certificats d'économies d'énergie ?



Un marché des CEE morose, stabilisé par la hausse des obligations de 5^e période

Après une période de baisse continue de 24 mois, le prix des certificats d'économies d'énergie (CEE) est passé de 8,35 €/MWh cumac en novembre 2020 à 6,47 €/MWh cumac en novembre 2022¹. Sur 2018-2019, la production de CEE était restée relativement faible et les prix étaient à la hausse, alors que, sur la période 2020-2021, différentes opérations coups de pouce se sont traduites par une hausse de la production provoquant une baisse des prix et un surplus de 400 TWh cumac en fin de 4^e période.

Face à cette situation, la Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC) a relevé l'obligation de 5^e période de 25 %. Le décret n° 2022-1368 du 27 octobre 2022 a ainsi augmenté de 400 TWh cumac l'obligation d'économies d'énergie à réaliser au bénéfice des ménages en situation de précarité énergétique et de 200 TWh cumac l'obligation d'économies d'énergie classique, portant le niveau total d'obligation de 2 500 TWh cumac à 3 100 TWh cumac. L'anticipation de cette décision a entraîné depuis août 2022 une stabilisation des cotations des CEE, sans

déclencher, pour l'instant, un mouvement de reprise à la hausse.

Les CEE restent une pierre angulaire de la stratégie énergie-climat

Les CEE constituent un outil central de la politique de rénovation énergétique dans les secteurs résidentiel et tertiaire dont les émissions de gaz à effet de serre (GES) sont censées baisser de 49 % à l'horizon 2030 par rapport à leur niveau de 2015, afin d'atteindre la neutralité carbone en 2050.

Une étude de l'ADEME tend à prouver que le dispositif est efficace et qu'en 5^e période (2022-2025), tous secteurs confondus, 45 % des objectifs de réduction des émissions de CO₂ devraient être réalisés avec le soutien des CEE.

Les CEE pourraient-ils être encore plus efficaces ?

Alors que les alarmes sur l'urgence de la réduction des GES sonnent de toute part et que les objectifs de la Stratégie nationale bas carbone peinent à être atteints, des voix plaident à Bruxelles



Pierre Illenberger,
Équilibre des Énergies

et à Paris pour une meilleure prise en compte de la décarbonation dans le dispositif CEE. Au début de la 5^e période, la contribution relative de chaque énergie à l'objectif national CEE a été revue sur la base du volume d'énergie vendu ou mis en consommation, ce qui a entraîné une augmentation de l'obligation pour les énergies fioul et gaz de 50 % par rapport à la 4^e période alors que celle de l'électricité a diminué de 11 %. Le code de l'énergie stipule par ailleurs que « les opérations d'économies d'énergie qui conduisent à une hausse des émissions de gaz à effet de serre ne donnent pas lieu à la délivrance de certificats d'économies d'énergie ».

Mais la Commission européenne veut aller plus loin et propose, dans la nouvelle directive efficacité énergétique, d'exclure des CEE les procédés qui, même plus efficaces énergétiquement, utiliseraient des combustibles fossiles. 33 fiches standardisées pourraient être touchées par cette réforme.

En France, l'article L221-8 du code de l'énergie permet de pondérer le nombre de certificats alloués pour une opération en fonction des émissions de GES évitées mais cette disposition n'a pas encore trouvé de traduction réglementaire.

Équilibre des Énergies s'associe bien entendu à toute mesure qui pourrait permettre d'accélérer la sortie des énergies fossiles et souhaite qu'un dispositif soit élaboré permettant de pondérer, comme la loi le prévoit, le nombre de certificats émis en fonction des émissions évitées par les opérations éligibles. ●

1. MWh cumulés et actualisés – Cotations des CEE classiques en moyenne pondérée publiées sur emmy.fr.



Loi de finances pour 2023 : premier budget du quinquennat

Report de l'entrée en vigueur de la taxe sur les HFC

L'article 72, codifié à l'article 302 Bis F du CGI, reporte à nouveau l'entrée en vigueur de la taxe sur les hydrofluorocarbones (HFC), qui devait entrer en application le 1^{er} janvier 2023, au 1^{er} janvier 2025. L'amendement porté par le député Jean-Luc Fugit, introduisant cette disposition, a ouvert la voie, dans son exposé des motifs, à une abrogation de la taxe si les mises sur le marché de HFC ne dépassent pas les seuils de 7 260 ktCO₂ pour l'année 2023 et de 6 040 ktCO₂ pour 2024.

Équilibre des Énergies salue cette disposition, même si elle aurait souhaité que le législateur honore son engagement initial de 2020 abrogeant la taxe en cas de respect par les industriels de leurs engagements, ce qui a été le cas lors des derniers exercices.

Prorogation du crédit d'impôt pour l'acquisition de bornes de recharge

L'article 31 proroge jusqu'à la fin 2025 le crédit d'impôt pour la transition énergétique (CITE) destiné à soutenir l'acquisition et l'installation de bornes de recharge dans les logements.



Adrien Delpech,
Équilibre des Énergies

De plus, le Gouvernement devra remettre au Parlement, avant le 30 septembre 2025, un rapport d'évaluation du dispositif.

Équilibre des Énergies se réjouit de la prolongation de ce dispositif. Toutefois, elle déplore que le Gouvernement n'ait pas introduit une prime majorée pour les bornes les plus intelligentes comme le proposait le Sénat. En effet, avec un niveau de soutien de 300 euros pour toutes les bornes, le crédit d'impôt n'incite pas les Français à s'orienter vers les équipements permettant de tirer parti du potentiel de flexibilité offert par les batteries équipant les véhicules électriques.

Des évolutions pour la TVA à taux réduit

En premier lieu, l'article 65 renvoie au domaine réglementaire les travaux de rénovation énergétique éligibles à la TVA à 5,5 %. Seront notamment concernés,

les prestations portant « sur la pose, l'installation, l'adaptation ou l'entretien de matériaux, d'équipements, d'appareils ou de systèmes ayant pour objet d'économiser l'énergie ou de recourir à de l'énergie produite à partir de sources renouvelables par l'amélioration :

- a) de l'isolation thermique ;
- b) du chauffage et de la ventilation ;
- c) de la production d'eau chaude sanitaire. »

En second lieu, l'article 65 rend éligible les prestations de pose, d'installation et d'entretien d'infrastructures de recharge pour véhicules électriques qui sont installées dans des locaux à usage d'habitation et destinées aux résidents.

Équilibre des Énergies considère que le choix du renvoi au domaine réglementaire, à l'instar de MaPrimeRénov', est pertinent et permet d'assurer une stabilité dans le temps. Elle invite l'exécutif à introduire dans les solutions éligibles les pompes à chaleur air/air qui ont des performances similaires à celles des pompes à chaleur air/eau. ●



Loi de finances pour 2023



La route à énergie positive : une solution pour décarboner le chauffage

Installation
d'une chaussée
thermoactive dans
la communauté
de communes de
Forez-Est.

© Adrien Cailliau - Photothèque
Eurovia / VINCI Construction

De nombreuses villes se sont engagées dans une stratégie de décarbonation complète à l'horizon 2050. À ce titre, la sortie des énergies fossiles pour la production de chaleur, qui représente la moitié des besoins en énergie finale, est un passage obligé. Pour contribuer à ce mouvement, Eurovia – filiale de VINCI Construction – a inventé fin 2017 Power Road®, une route productrice de chaleur renouvelable.



Sandrine Vergne,
cheffe de projet
Power Road®, direction
technique et recherche -
activités Route France de
VINCI Construction



Emmanuel Djan,
directeur développement
des offres - activités
Route France de
VINCI Construction

La chaleur renouvelable peut provenir de différentes sources dont l'énergie solaire thermique et la géothermie de surface. L'utilisation de l'énergie solaire thermique comme source de chaleur renouvelable présente un très fort potentiel de développement. Parmi les capteurs solaires thermiques, il en existe un disponible sur l'ensemble du territoire, présentant des surfaces colossales de captation et pourtant jusqu'ici totalement inexploité : la couche de roulement des chaussées.

Quel est le principe de fonctionnement ?

Sous l'action du rayonnement solaire, les couches de surface des chaussées peuvent atteindre en été jusqu'à 70°C en surface et 40°C sur leurs dix premiers centimètres. Power Road® permet de capter la chaleur de ce rayonnement solaire, de la stocker puis de la valoriser

pour contribuer au chauffage de bâtiments et d'infrastructures environnantes.

Cette chaleur renouvelable est captée en intégrant dans les couches de surface de la chaussée un échangeur thermique – un réseau de tubes dans lequel circule un fluide caloporteur (eau additionnée de glycol antigel non nocif pour l'environnement) – capable de jouer le rôle de capteur d'énergie solaire thermique.

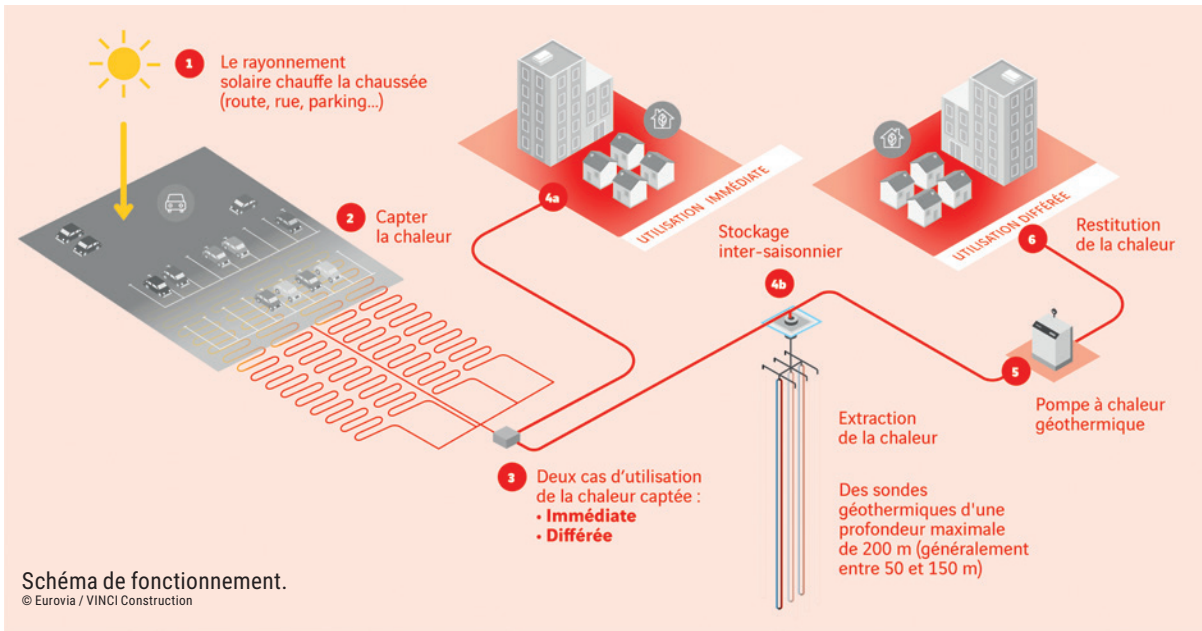
Cette énergie thermique peut être utilisée à la demande suivant deux temporalités :

- immédiate : la chaleur est alors redistribuée aussitôt pour chauffer un bâtiment ou une infrastructure. Elle peut en particulier permettre pendant la période estivale de fournir l'eau chaude sanitaire (ECS) ou de réchauffer l'eau des bassins d'une piscine ;
- différée : lorsque les besoins d'utilisation de la chaleur générée sont décalés

dans le temps par rapport à la période de production. Power Road® est alors associé à un stockage inter-saisonnier de chaleur basse température dans le sol. Ce couplage offre une production d'énergie sur toute l'année, le sous-sol étant un moyen de stockage approprié. Cet usage différé de la chaleur s'applique au chauffage de tous types de bâtiments.

La route à énergie positive permet de réduire de 80 % les émissions de CO₂ générées par rapport à des systèmes fonctionnant aux énergies fossiles.

Le soutien de l'ADEME a permis d'accélérer le développement du procédé et de lever l'ensemble des verrous technologiques : industrialisation, performances énergétiques et mécaniques, etc. Des tierces parties institutionnelles et expertes ont validé les performances de la solution, y compris pour des chaussées recevant du trafic poids lourds.



La route à énergie positive apparaît comme une infrastructure énergétique performante et mature, financièrement rentable, capable de s'intégrer à une pluralité de projets : logements, bureaux, piscines, écoles, mairies, salles de sport, ateliers. Elle s'adresse aussi bien aux villes denses qu'aux communes de petite taille.

Pouvant valoriser tout type de chaussée – routes, rues, parkings, trottoirs –, la route à énergie positive s'adresse aussi bien à l'existant qu'au neuf, adossée ou non à un stockage de chaleur sur champ de sondes géothermiques.

Ce type de projet bénéficie de subventions provenant principalement du fonds chaleur administré par l'ADEME.

Si les parkings chauffaient les immeubles ?

En janvier 2018, à l'occasion du chantier de rénovation thermique d'une résidence de 61 logements à Fleury-sur-Orne, dans le Calvados, Inolya, premier bailleur social du département, a choisi le procédé Power Road® pour couvrir 75 % des besoins d'énergie nécessaires au chauffage et à l'eau chaude sanitaire de quatre des cinq bâtiments que compte la résidence. Pour y parvenir, les équipes de l'agence Eurovia de Caen ont équipé du système Power Road® la moitié (1 420 m² sur 3 000 m² au total) du parking résident lors de la réfection et créé un stockage inter-

saisonnier constitué de douze sondes géothermiques verticales de 140 m de profondeur au sein de la résidence.

Mise en service début octobre 2019, cette installation contribue à l'obtention du label BBC Rénovation et HSS (Habitat Senior Services®) de la résidence, en gagnant une classe sur les étiquettes consommation énergétique et émission de gaz à effet de serre. Elle diminue la facture énergétique (gaz et électricité) annuelle des logements desservis de 30 % à court terme et d'un facteur 2 à moyen terme, par rapport à une solution 100 % gaz. Globalement, les travaux de rénovation du bâti ont généré un gain de 50 tonnes CO₂eq/an et la chaufferie bas carbone un gain supplémentaire de 80 tonnes CO₂eq/an.

Et les piscines ?

Haut-Léon Communauté a choisi en 2021 la technologie d'énergie renouvelable Power Road® dans le cadre de la rénovation énergétique de la piscine communautaire à Saint-Pol-de-Léon (Finistère). Dans le cadre de la charte Transition énergétique du territoire, la collectivité a lancé un programme ambitieux de rénovation énergétique de cet équipement essentiel pour les habitants, mais également premier consommateur d'énergie du parc immobilier communautaire.

La collectivité a engagé des travaux de rénovation de la piscine (récupération d'énergie thermique sur les eaux grises de la piscine, changement des

menuiseries, remplacement de la chaudière gaz, etc.). Par ailleurs, des ombrières photovoltaïques seront installées sur le parking de la piscine. Une surface de 860 m² de Power Road® apportera 43 % d'énergie renouvelable, énergie récupérée sur le parking de la Maison de services immédiatement revalorisée en chauffant l'eau du grand bassin.

Ce bouquet de travaux permet à la communauté d'anticiper l'impact de l'envolée des prix de l'énergie sur cette infrastructure. En bonus, chaque année, ce sont 37 tonnes de gaz à effet de serre en moins dans l'atmosphère grâce à Power Road®. Haut-Léon Communauté est lauréat des Victoires de l'investissement local, trophée décerné par la Fédération nationale des travaux publics (FNTP) mettant en valeur les projets créant de la valeur économique, sociale et environnementale générée par des réalisations impliquant des travaux publics. ●

Aujourd'hui, cinq ans après son lancement, les retours d'expérience démontrent chaque jour la pertinence de Power Road®. Ce sont 13 réalisations en France et à l'étranger et des dizaines de projets à l'étude. Complémentaire aux solutions portées par la filière géothermie de surface qu'il améliore, chaque projet Power Road® rencontre une forte acceptabilité (pas d'impact visuel, aucun bruit, pas de pollution).

Un réchauffeur thermodynamique pour l'eau chaude sanitaire collective : une solution écologique, économique et sanitaire

Gilles Dejardins et Cédric Teuillières,
Ingénieurs de recherche, EDF R&D

La décarbonation des logements nécessite d'agir sur de nombreux leviers ; parmi eux, les consommations d'énergie liées à la production d'eau chaude sanitaire (ECS) qui représentent environ 12 % de la consommation totale et doivent, à terme, être décarbonées. Le réchauffeur thermodynamique est une pompe à chaleur dédiée au maintien en température des boucles de distribution d'eau chaude sanitaire dans les logements collectifs, qui peut contribuer à ce mouvement tout en respectant les exigences sanitaires.

Un environnement réglementaire strict

La boucle d'eau sanitaire, aussi appelée bouclage, est un circuit d'eau maintenu en température entre la production et les points de puisage qui permet d'avoir quasiment instantanément de l'eau chaude dans les logements. Le bouclage est un élément sensible des installations d'eau chaude sanitaire (ECS). Sur le plan énergétique, il peut représenter plus de la moitié de la consommation énergétique totale bouclage + soutirage. Sur le plan sanitaire, le bouclage est une partie de l'installation à risque vis-à-vis du développement des légionnelles. Pour limiter ce risque, l'arrêté du 23 juin 1978 modifié par l'arrêté du 30 novembre 2005 impose une température d'ECS supérieure ou égale à 50 °C en tout point

du bouclage. Le NF DTU 60.11 fixe également des règles de dimensionnement des réseaux pour répondre à cette contrainte sanitaire.

Une solution technique adaptée à tous les modes de production centralisés

En France, près d'un tiers des 13 millions de logements collectifs existants (CEREN 2021) sont équipés d'installations de production d'ECS centralisées, majoritairement bouclées et la plupart alimentées en énergie gaz.

Ces dernières années, plus d'un tiers des nouveaux logements ont continué à être équipés d'une production d'ECS collective, dont la moitié toujours alimentée

en gaz. Toutefois, en 2021, sous l'impulsion des réglementations thermiques (RT2012 puis RE2020), la pompe à chaleur équipait déjà 18 % des logements collectifs neufs pour la production ECS, avec des solutions individuelles (majoritaires) et des solutions centralisées (source OCN-BatiEtudes 2021).

Face à l'enjeu énergétique que représentent ces milliers de réseaux bouclés de distribution d'ECS, aux difficultés techniques rencontrées pour améliorer leur efficacité et au besoin de réduction des émissions de CO₂ du secteur du bâtiment, EDF R&D a décidé de développer en 2018, sous l'impulsion de DALKIA, un prototype de « réchauffeur thermodynamique » adapté à tous les modes de production centralisés (figure 2).

Pour respecter les exigences réglementaires, cette pompe à chaleur air/eau est capable de maintenir, en continu, une température de départ d'eau supérieure à 55 °C. Afin d'optimiser son efficacité énergétique, elle fonctionne idéalement sur l'air ambiant de la chaufferie ou sur celui de locaux techniques situés à proximité.

Du prototype en laboratoire à son installation en chaufferie

EDF R&D s'est appuyé sur son laboratoire Climatron pour bâtir ce prototype de réchauffeur thermodynamique et tester ses performances énergétiques.

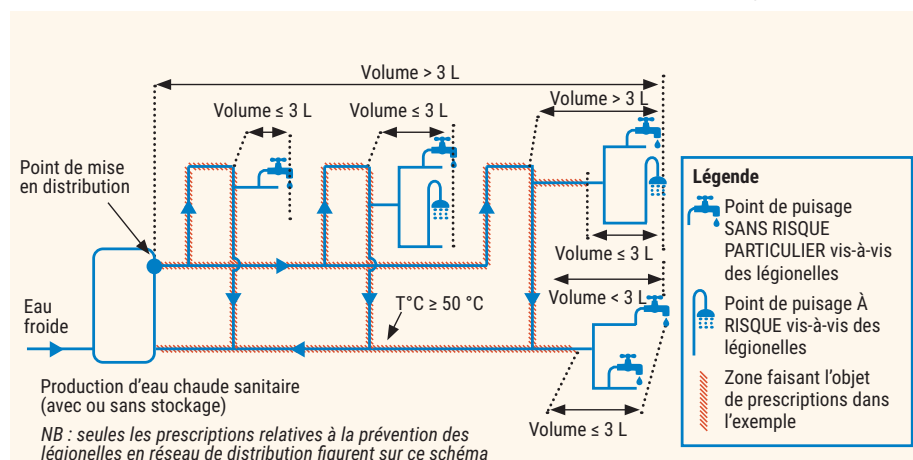


Fig. 1 : Illustration des prescriptions de températures minimales pour limiter le risque légionelle.



Fig. 2 : Le prototype.



Fig. 3 : Le prototype installé dans la chaufferie.

La pompe à chaleur (PAC) est une solution monobloc intérieure, sans stockage thermique. Tous ses composants sont situés dans une seule unité. Elle utilise le fluide frigorigène R134a. Sa puissance thermique, avec un air ambiant à 15 °C et une sortie d'eau à 55 °C, est de 4 kW avec un coefficient de performance (COP) de 3. Cette PAC est parfaitement adaptée aux immeubles ayant moins de 30 logements. On rappelle qu'en France plus de la moitié des immeubles collectifs existants comptent entre 10 et 49 logements.

De juillet 2021 à juillet 2022, ce prototype a été installé dans un immeuble d'un bailleur social composé de 21 logements et situé en Île-de-France. Le chauffage et l'eau chaude sanitaire y sont produits par deux chaudières gaz (prise d'air dans la chaufferie). Le chauffage est assuré par plancher chauffant et l'eau chaude sanitaire est distribuée dans l'ensemble du bâtiment par une seule boucle de recirculation. Ses pertes thermiques moyennes ont été estimées à 2,5 kW.

La PAC est installée en série sur le retour de boucle juste avant l'entrée dans un ballon de stockage. Ce montage permet à la chaudière d'assurer le service en cas de manque de puissance ou de défaillance de la PAC. Il permet également de profiter de toute la puissance disponible de la PAC lorsque celle-ci fournit plus que le besoin du bouclage, afin de couvrir également une partie des besoins liés aux soutirages.

La norme NF EN378 relative à la sécurité et à l'environnement des installations frigorifiques et des pompes à chaleur interdit l'installation d'une PAC en présence d'appareils à combustion si ceux-ci ne sont pas étanches (prise d'air extérieur obligatoire), sans autres

distinctions. En conséquence, une analyse de risques a été menée et le prototype a été installé dans la chaufferie en y associant une chaîne de sécurité déclenchant l'arrêt des chaudières dès la détection d'une fuite de réfrigérant.

Ce suivi-terrain, dans un cadre d'expérimentation, avait pour principal objectif de démontrer les véritables potentiels énergétiques, économiques et environnementaux de la PAC pour le bouclage ECS.

Des résultats très encourageants

Les premières mesures ont mis en évidence une indépendance du débit de bouclage aux soutirages d'ECS. La PAC assure en permanence son rôle de réchauffeur de boucle sans subir de perturbation hydraulique.

Sur cette installation, en accord avec l'exploitant, la consigne d'ECS a été fixée à 57 °C et la PAC assure un retour de boucle toujours supérieur à 51 °C. L'énergie de bouclage de cette chaufferie représente 31 % de la consommation totale d'ECS qui est de 69 MWh.

Sur une année d'exploitation, grâce à son installation en série, la PAC a compensé 100 % des pertes de boucles, soit 21,9 MWh, et fourni 27 % des besoins en soutirage d'ECS, soit 12,9 MWh, avec un COP moyen de 2,8.

Le réchauffeur utilise l'air de la chaufferie. Cette chaufferie, située en rez-de-chaussée de l'immeuble et donnant sur l'extérieur, a été entièrement rénovée en 2016 avec une très bonne isolation thermique des conduites (linéaire et singulière). Malgré des températures extérieures inférieures à 0 °C, la température du local n'est pas descendue en dessous de 10 °C, assurant à la PAC un fonctionnement sans givrage.

Sur les plans économique et écologique, la PAC a permis de réduire de 20 % la facture énergétique en euros et de diviser par 11 les émissions de CO₂ en passant de 8,3 à 0,74 teqCO₂.

Ces résultats ont motivé le bailleur social à poursuivre la collaboration. EDF R&D envisage de continuer l'expérimentation, ayant identifié des perspectives d'amélioration des performances et de l'intégration de la pompe à chaleur. ●



Le Climatron est un laboratoire d'EDF R&D permettant d'évaluer ou de développer les équipements thermiques de demain, pour la maison individuelle et les bâtiments collectifs ou tertiaires. Doté de moyens de prototypage et de plates-formes d'essais en climat naturel ou en chambres climatiques, il accompagne le développement de solutions bas carbone pour le bâtiment, à travers des initiatives propres d'EDF R&D ou des collaborations avec les industriels du confort thermique.

Fig. 5 : Installations techniques du laboratoire Climatron.

© DR



Site des Renardières d'EDF R&D.

© Claire-Lise Havet/TOMA

La stratégie hydrogène du groupe EDF

Déjà présent sur le marché de l'hydrogène à travers sa filiale Hynamics, le groupe EDF a annoncé au premier semestre 2022 son plan hydrogène. Pouvez-vous nous préciser ce qu'est ce plan industriel ?

Catherine Bauby : Avec ce plan, EDF a pour ambition de développer une capacité de 3 GW d'électrolyseurs dans le monde, alimentés par de l'électricité bas carbone d'origine nucléaire ou renouvelable. Il s'agit d'une projection à 2030, qui sera réalisée en partenariat avec d'autres acteurs industriels. Ce plan sera mis en œuvre en Europe, dans les pays cœurs d'implantation d'EDF (France, Allemagne, Royaume-Uni, Italie et Belgique), mais aussi dans des pays bénéficiant de conditions de production d'électricité renouvelable optimales et d'un contexte réglementaire favorable (États-Unis et Amérique latine, Moyen-Orient et Afrique du Nord, etc.).

Pourquoi le groupe EDF s'intéresse-t-il à l'hydrogène ?

C. B. : Pour décarboner notre économie, nous devons changer nos manières de produire, de nous déplacer, de nous loger. Sur tous ces sujets, l'électrification directe est un levier puissant de



Entretien avec Catherine Bauby,
directrice stratégie Groupe EDF

décarbonation, souvent le plus compétitif (voitures à batterie pour la mobilité légère, pompes à chaleur pour le bâtiment, etc.). Dans d'autres secteurs, l'électrification directe n'est pas possible et l'hydrogène est alors un vecteur de décarbonation, principalement dans l'industrie et la mobilité lourde, notamment maritime et aérienne via des carburants de synthèse dérivés de l'hydrogène.

Mais l'hydrogène ne pourra tenir ses promesses que s'il est produit de manière décarbonée, c'est-à-dire par électrolyse alimentée par une électricité bas carbone. Et c'est pour cela qu'EDF a un rôle à jouer : nous pouvons tirer profit de la faible teneur en carbone de

l'électricité du réseau français, pour peu que le cadre réglementaire en cours de structuration le permette, et de notre parc de production au niveau mondial.

La stratégie hydrogène française de septembre 2020 prévoit 6,5 GW d'électrolyseurs d'ici 2030. Dans quels secteurs voyez-vous l'hydrogène se développer le plus rapidement ?

C. B. : En premier lieu, nous devons décarboner la production d'hydrogène, utilisé depuis plusieurs décennies, comme matière première par l'industrie. Il est aujourd'hui produit à plus de 95 % à partir d'énergies fossiles (gaz naturel) provoquant l'émission d'environ 10 kg de CO₂ par kg d'hydrogène.

La France consomme chaque année environ 900 000 tonnes d'hydrogène¹, essentiellement pour la désulfuration de carburants pétroliers (60 %), la synthèse d'ammoniac (utilisé majoritairement pour la fabrication d'engrais) (25 %) et la chimie (10 %). Cette production d'hydrogène représente 3 % des émissions annuelles de CO₂ de la France, soit près de 14 millions de tonnes.

L'hydrogène sera également utilisé dans de nouveaux procédés industriels : la réduction directe du minerai de fer par l'hydrogène permettra de décarboner la sidérurgie dont le processus de fabrication utilise aujourd'hui du coke issu du charbon.

Même si les volumes concernés sont

1. Dans ce total, 400 000 tonnes sont coproduites lors de processus industriels. Ce volume ne peut donc pas être remplacé par l'hydrogène décarboné.

En premier lieu, nous devons décarboner la production d'hydrogène, utilisé depuis plusieurs décennies comme matière première par l'industrie

plus faibles, l'hydrogène pourra également être utilisé pour la mobilité lourde, routière ou ferroviaire dans un moteur thermique ou dans une pile à combustible, pour remplacer les carburants fossiles. La filiale d'EDF Hynamics a mis en service une station de production et de distribution d'hydrogène pour les bus de la ville d'Auxerre et mettra en service d'autres stations du même type, notamment à Belfort dans les prochains mois, puis à Dunkerque, Châtenay-Malabry en Île-de-France et Cannes d'ici fin 2024.

L'hydrogène pourra également être utilisé comme produit intermédiaire pour la fabrication de carburants de synthèse, par exemple, dans le secteur maritime sous forme de méthanol de synthèse ou encore pour la fabrication d'e-kérosène pour l'aviation. C'est un potentiel important au regard de la croissance attendue de ces secteurs dont la décarbonation est un enjeu existentiel.

L'objectif de 6,5 GW en 2030 en France est très ambitieux et doit permettre de cibler ces secteurs prioritaires. Cependant, il est à craindre que la réglementation européenne ne permette pas d'utiliser pleinement le potentiel du mix électrique français, pourtant largement décarboné, au profit du seul développement de l'hydrogène renouvelable. Cette tendance risque de retarder et renchérir le développement de la filière hydrogène en France.

La Commission européenne a annoncé en juillet 2020, après plusieurs mois d'instruction, l'approbation des deux premières vagues de projets pour l'hydrogène avec de nombreux projets français. Comment s'intègrent les projets d'EDF dans cet IPCEI² ?

C. B. : Le changement d'échelle des capacités de production est un enjeu majeur et de nombreux pays ou groupements de pays se mobilisent pour accélérer et



relever le défi industriel qui est devant nous pour faire baisser les coûts.

Qu'il s'agisse de construire la filière industrielle européenne de l'électrolyse, de transformer les processus de production industriels, de construire des bornes de recharge pour le transport routier, l'ensemble de ces adaptations nécessite des investissements de grande ampleur. Nous pouvons saluer l'engagement de la France qui a annoncé avec France 2030 une augmentation de l'enveloppe de financement de la stratégie hydrogène pour la porter à neuf milliards d'euros.

Plusieurs usines de production d'électrolyseurs vont être implantées au cours des prochaines années et la France pourra se positionner comme l'un des leaders de l'électrolyse en Europe. EDF attend à présent l'instruction de ses projets de décarbonation de l'industrie.

Pouvez-vous nous parler de ces projets de décarbonation de l'industrie ?

C. B. : Il s'agit en particulier du projet très innovant mené en partenariat entre Hynamics et la cimenterie Vicat dans l'Isère, la plus grande cimenterie en activité en France. Avec ce projet Hynovi, environ 40 % des émissions du CO₂ produit par la cimenterie seront captés et combinés à l'hydrogène bas carbone produit par Hynamics pour fabriquer du méthanol décarboné. Avec un électrolyseur d'une capacité de 330 MW et le CO₂ capturé, l'installation devrait permettre

de produire plus de 200 000 tonnes de méthanol de synthèse par an, soit un quart de la consommation totale de la France (aujourd'hui totalement importée et produite à 99 % à partir d'énergies fossiles). Le projet Hynovi devrait éviter l'émission d'un demi-million de tonnes de CO₂ chaque année. Hynamics a un projet similaire en Allemagne, de taille beaucoup plus importante.

Nous avons également un projet de 50 MW d'électrolyse pour remplacer 15 % de l'hydrogène fabriqué à partir de gaz naturel et utilisé par l'industriel Boréalisis pour produire des engrais. Hynamics porte également, pour l'industriel Domo Chemicals, un projet d'électrolyseur de 85 MW visant à remplacer 100 % de l'hydrogène fossile actuellement utilisé par le site pour la fabrication de polyamides.

Le plan hydrogène d'EDF vise-t-il aussi l'international ?

C. B. : EDF étudie les opportunités de production d'hydrogène dans les pays d'implantation de ses filiales, pour répondre aux besoins du marché local, notamment aux États-Unis, où un fort soutien sera apporté par l'*Inflation Reduction Act*, mais aussi dans des pays où les conditions de production d'électricité renouvelable permettent d'envisager une production locale d'hydrogène. L'implantation d'EDF et de ses filiales dans une vingtaine de pays du monde est un véritable atout pour réussir ce plan hydrogène. ●

2. Projet important d'intérêt européen commun.

En déployant des stations de recharge sur toutes ses aires de services, VINCI Autoroutes rend possible la mobilité électrique longue distance

Pour lutter contre le changement climatique et réduire les émissions de CO₂, le véhicule électrique est l'une des solutions principales permettant de décarboner le secteur des transports. Afin d'accueillir et de promouvoir le véhicule électrique sur autoroute, VINCI Autoroutes a entamé la transformation de ses aires de services, en déployant des stations de recharge ultrarapide. Alors que près de 70 % des aires étaient équipées de près de 600 points de recharge à fin 2022, plus de 1 500 points de recharge seront installés d'ici 2023 sur la totalité de ses 180 aires de services.



Louis Du Pasquier,
directeur du contrat de concession
ESCOTA - VINCI Autoroutes

Le véhicule électrique, vecteur incontournable de décarbonation des transports

Le secteur des transports représente près du tiers des émissions de gaz à effet de serre de la France, dont 94 % proviennent de la route qui supporte près de 90 % des flux de transport de personnes et de marchandises. C'est le seul secteur dont les émissions n'ont pas baissé depuis 1990. Même en augmentant significativement le report modal, l'utilisation des transports en commun et la part du fret ferroviaire, la route restera le principal mode de transport jusqu'en 2050. Pour atteindre les objectifs climatiques, il est donc indispensable de décarboner les véhicules.

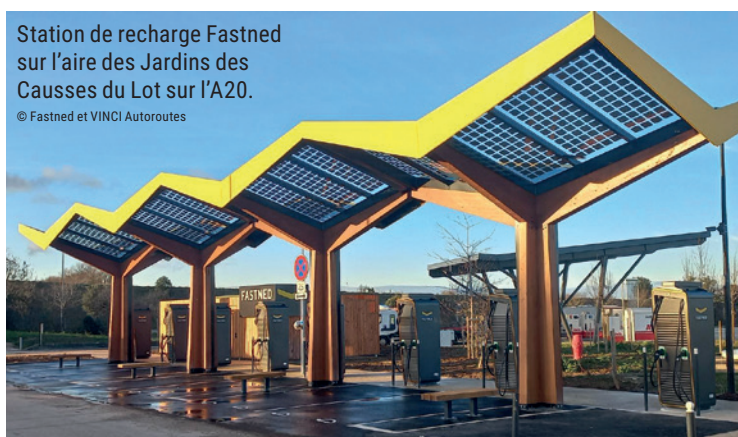
Pour le véhicule léger, la solution qui s'est imposée est le véhicule électrique à batterie. À fin 2022, près de 700 000 véhicules électriques étaient en circulation en France : c'est un des rares domaines où la France est en avance sur les objectifs qu'elle s'est fixés, la PPE prévoyant un objectif de 660 000 véhicules électriques à fin 2023. Les constructeurs prévoient qu'en 2035 près d'une voiture sur deux en circulation sera électrique.

Pour poursuivre cette dynamique et atteindre ces objectifs, avec l'adoption du véhicule électrique comme véhicule principal, les véhicules électriques doivent être en capacité d'effectuer la même gamme de trajets dans des limites temporelles sensiblement similaires aux véhicules thermiques, en particulier sur autoroute pour les longs trajets grâce à une recharge à un tarif compétitif par rapport au coût des carburants classiques. En effet, si 80 à 90 % des recharges se font et se feront via

des bornes lentes, la nuit au domicile ou la journée dans les parkings de bureaux, il est essentiel d'avoir une offre de recharge ultrarapide sur les autoroutes, permettant de récupérer deux heures d'autonomie lors d'une pause de 20 à 30 minutes.

Déploiements de stations de recharge sur toutes les aires de VINCI Autoroutes

VINCI Autoroutes, premier gestionnaire d'autoroutes en France avec 4 443 km et 180 aires de services, déploie des stations de recharge ultrarapide sur ses aires depuis 2018, avec une forte accélération depuis 2020. À fin 2022, 124 aires de services étaient équipées de 580 points de recharge. L'objectif est d'atteindre 100 % des aires équipées en 2023. Ces nouveaux déploiements mettent l'accent sur





Station de recharge IONITY sur l'aire de Mornas Les Adrets sur l'A7.

© IONITY et VINCI Autoroutes

le service client rendu à l'utilisateur : ombrières protégeant les usagers des intempéries, paiement direct en carte bleue comme pour le carburant, service client joignable sept jours sur sept et 24 h sur 24, taux de disponibilité des bornes imposés aux opérateurs, etc. VINCI Autoroutes a également fait le choix de diversifier au maximum les opérateurs présents sur les aires, pour maximiser la concurrence et la qualité du service client. Sont ainsi présents : Allego, Avia Picoty, Be Charge, Certas, Electra, ENGIE, E-Vadea, Fastned, IONITY, Tesla, Shell Recharge ou TotalEnergies. D'ici 2023, il y aura plus de 1 500 points de recharge rapide sur nos 180 aires.

Pour permettre un déploiement aussi rapide et massif, un travail partenarial et innovant a été engagé avec ENEDIS pour le raccordement des aires : sans attendre la sélection des opérateurs après appels d'offres, VINCI Autoroutes a fait le choix d'anticiper les raccordements, en parallèle des appels d'offres, ce qui a permis de gagner en moyenne un an par aire dans le temps de déploiement.

VINCI Autoroutes a également expérimenté à l'été 2022 deux stations de recharge temporaires, avec quatre bornes de 120 kW alimentées par une batterie et des panneaux solaires : ces dispositifs temporaires pourraient permettre de gérer une partie des pointes les jours de grands départs.

Des premiers déploiements qui vont rapidement s'avérer insuffisants : en 2035, une place de stationnement sur deux sera équipée d'une borne de recharge

Ces premiers déploiements vont aboutir à des stations de l'ordre de huit à dix points de charge par aire, les plus importantes comportant près de 30 points de recharge. Ils seront suffisants pour répondre à la demande lors des grands départs dans les prochaines années, mais vont rapidement s'avérer insuffisants. Dans un rapport de juillet 2021¹, ENEDIS et RTE estiment que, à horizon 2035, chaque aire de services du réseau routier national devra être dotée en moyenne d'une capacité de recharge de 4 à

12 MW, avec entre 30 et 90 points de charge de 150 kW uniquement pour les véhicules légers. Pour certaines aires localisées le long des plus grands axes en termes de pointe de trafic longue distance (A7, A9), le rapport montre un besoin de dimensionnement très fort : « Le besoin sur les aires les plus sollicitées pourrait même atteindre jusqu'à 16 MW (soit de l'ordre de 8 points de recharge à 200 kW en moyenne) dans le scénario de référence et jusqu'à 40 MW (soit de l'ordre de 200 points de recharge à 200 kW en moyenne) dans le scénario "haut". » Ces travaux de raccordement prendraient deux ans par aire en moyenne.

Les hypothèses d'ENEDIS et de RTE reposent sur la trajectoire de déploiement des véhicules électriques de la PPE qui est inférieure aux ventes actuelles et aux prévisions des constructeurs et qui date d'avant le package européen *Fit for 55* et l'avancée à 2035 de l'interdiction de vente de véhicules thermiques, ce qui rend probable une forte accélération de ce besoin de dimensionnement, potentiellement dès 2030.

Au niveau de VINCI Autoroutes, qui concentre la plupart des aires avec le plus fort dimensionnement dans le rapport d'ENEDIS, il est estimé en 2035 une puissance moyenne de 9,5 MW par aire de services (de 2 à 24 MW selon les aires) avec environ 70 bornes dont 60 bornes ultrarapides (de 16 à 180 bornes selon les aires).

En moyenne, dans une dizaine d'années, sur une aire de services, une place sur deux sera équipée d'une borne de recharge. Cela signifie donc que les aires de services devront être intégralement repensées dans leur conception (installations de bornes, transformateurs, déploiements d'ombrières photovoltaïques, modifications des schémas de circulation, etc.), avec des investissements massifs pour les véhicules légers, et ce indépendamment du besoin des poids lourds (bornes de recharge, routes électriques ou hydrogène).

Nouveaux déploiements massifs à engager dès à présent, dans un cadre de financement et de planification à définir

Ces investissements seront longs et coûteux (de l'ordre de quatre milliards d'euros de CAPEX pour l'ensemble des autoroutes concédées d'ici 2035), ils soulèvent la question du modèle économique pour les opérateurs. Ils doivent être anticipés et planifiés dès à présent, afin d'une part d'organiser les travaux de manière progressive pour limiter la gêne aux usagers et d'autre part de prévoir des dispositifs de financement et de soutien pour ces déploiements pour garantir un service de qualité en limitant son coût pour l'utilisateur et pour la collectivité. Ces investissements doivent surtout être anticipés pour éviter la saturation des stations de recharge existantes, dont le déploiement est beaucoup plus long que la croissance du parc de véhicules électriques, et qui pourrait survenir dès 2024 ou 2025 sans déploiements complémentaires sur les principaux axes. ●

1. Rapport disponible au lien suivant : <https://www.enedis.fr/sites/default/files/documents/pdf/enedis-etude-les-besoins-electriques-de-la-mobilite-longue-distance-sur-autoroute.pdf>

Comment décarboner la France ?

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



En novembre 2012, Équilibre des Énergies a publié une importante étude sur le rôle que les pompes à chaleur sont appelées à jouer dans la décarbonation du secteur des bâtiments à usage d'habitation. Cette étude conclut à la nécessité de lancer un vaste plan de développement des pompes à chaleur pour lequel Équilibre des Énergies formule 24 recommandations. Nous reproduisons ci-après le résumé de cette étude et de ces propositions suivi d'un gros plan sur le cas particulier des pompes à chaleur hybrides.

La situation énergétique appelle à changer de rythme

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 respecter et, selon les calculs du Haut Comité pour le climat, il faudra que les émissions soient 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 en tête du 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.

10 millions de logements chauffés par pompe à chaleur en 2030

Avec la mobilité électrique, 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 et en permettant au contraire la création de dizaines de milliers d'emplois.

Dans son programme REPowerEU, la Commission européenne montre la voie en se donnant 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 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.

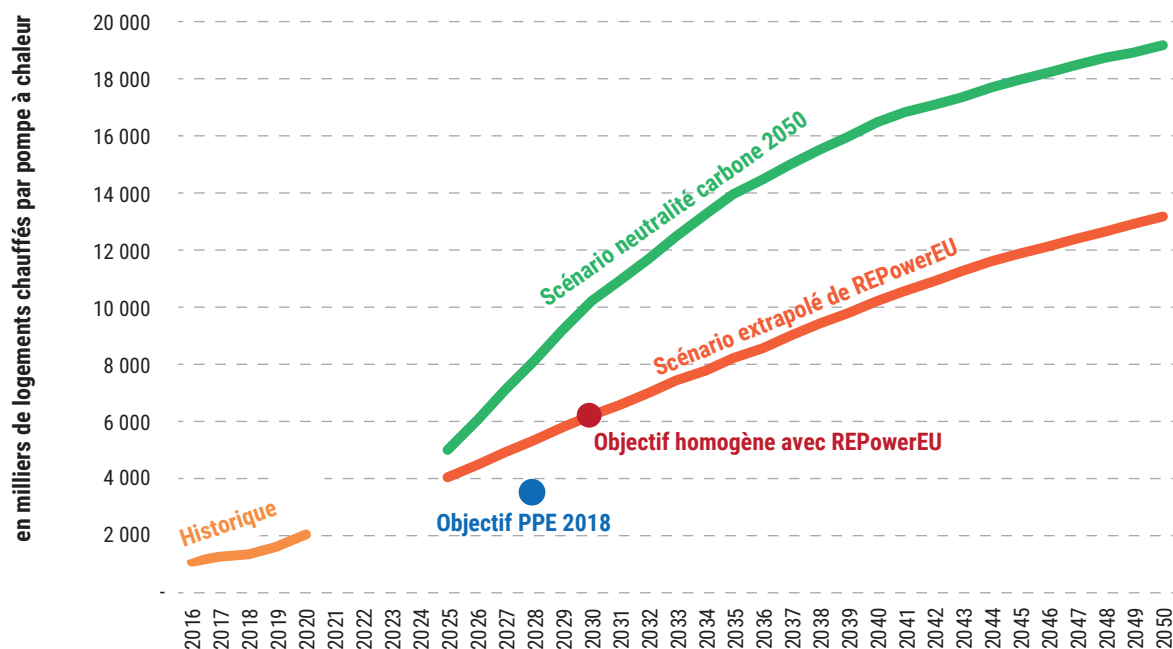
Équilibre des Énergies propose que la prochaine loi de programmation quinquennale sur l'énergie et le climat fixe un objectif de 10 millions de logements chauffés par PAC en 2030 contre 2,5 à 3 millions aujourd'hui (figure 1). Un



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.

...

Fig. 1 : Scénario de développement des logements chauffés par pompe à chaleur proposé par Équilibre des Énergies.



🔗 Développer une stratégie de rénovation visant l'efficacité en s'appuyant sur le DPE

L'étude réalisée par Équilibre des Énergies analyse en détail tous les aspects de ce dossier complexe et formule 24 propositions qui 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, comme c'est le cas aujourd'hui, qu'un nombre restreint d'entre eux.

L'urgence climatique, économique et stratégique commande de retenir une stratégie qui soit porteuse d'un maximum de résultats dans les meilleurs délais possibles : 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 le 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 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.

🔗 Le faux débat sur la pointe électrique

Équilibre des Énergies s'est penché également avec attention sur l'impact que pourra 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.

🔗 Soutenir le déploiement des PAC air/air

Les PAC air/air ne sont pas aujourd'hui éligibles au soutien de MaPrimeRenov' au motif qu'elles ouvrent la voie au développement du rafraîchissement actif en été.

Mais les PAC air/air sont une solution à part entière pour décarboner et améliorer l'efficacité énergétique des logements qui ne sont pas dotés d'un circuit d'eau.

L'étude est téléchargeable sur le site d'Équilibre des Énergies :



L'ensemble de l'étude



Les 24 propositions

En été, face aux canicules de plus en plus fréquentes, elles apportent le confort indispensable aux populations les plus fragiles. Elles évitent de recourir aux climatiseurs mobiles au rendement médiocre et permettent de valoriser sur place l'électricité produite par les panneaux photovoltaïques.

🔗 Quelle place pour les PAC hybrides ?

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 notamment 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. L'article qui suit détaille les conclusions auxquelles est parvenu Équilibre des Énergies sur ce sujet qui fait souvent débat. ●





© S. MOUSSET

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

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, se développe dans certains pays, en Italie et aux Pays-Bas notamment. Quelle place lui réserver en France ? Équilibre des Énergies expose les résultats de son analyse et pose les principes à respecter dans son développement.

Les pompes à chaleur en tête des solutions décarbonées

Le développement des pompes à chaleur (PAC) est une solution d'importance primordiale pour décarboner le secteur des logements. 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 comme 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.

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.

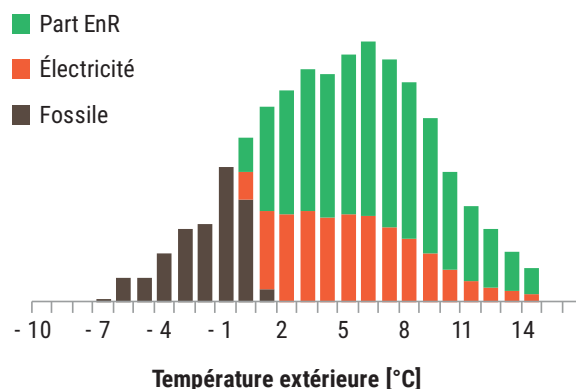


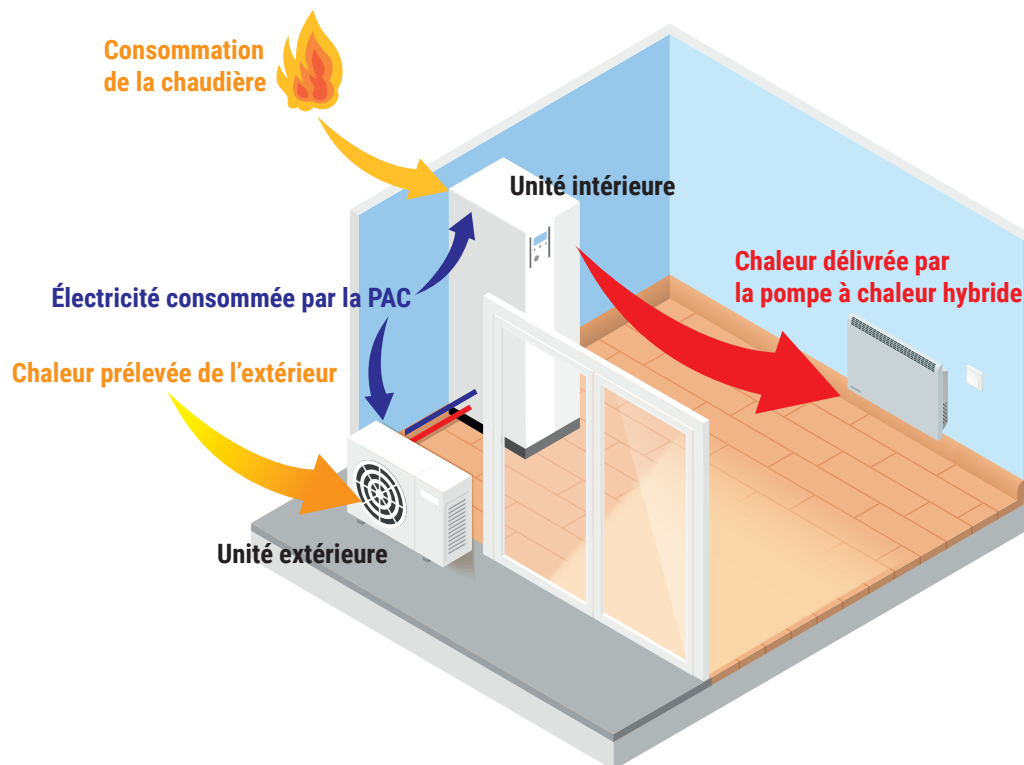
Fig. 2 : Exemple de répartition des apports énergétiques en fonction de la température extérieure.

La figure 1 illustre le schéma de principe d'une PAC hybride. La figure 2 traduit la façon dont le mode de fonctionnement d'une PAC évolue en fonction de la température extérieure

Selon son dimensionnement et le mode de régulation, la pompe à chaleur assure, en moyenne sur la saison, une couverture variable des besoins de chauffage qui est généralement supérieure à 70 % mais 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

Fig. 1 : Principe de fonctionnement d'une pompe à chaleur hybride.





de chaleur nécessaires au logement sont prélevés sur l'air ambiant et 20 % 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

Les PAC hybrides 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 de la PAC 100 % électrique qui ne rencontre pas en maison individuelle d'obstacle à son 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 certains 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.

À 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 équivalente¹.

En logement collectif, la PAC hybride individuelle ne contribue pas à répondre aux problèmes spécifiques de mise en œuvre des PAC. Mais **hybrider la chaufferie collective peut avoir du sens**, pour les mêmes raisons qu'en maison individuelle existante. Les réalisations restent cependant assez limitées pour l'instant.

...

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

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 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 appelé 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 pompes à chaleur hybrides constituent un moyen de flexibilité diffus dont le pilotage doit être coordonné et cohérent avec les stratégies de régulation et de contrôle des PAC.

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 marché 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

2. Au 1^{er} janvier 2021, il existait 37,2 millions de logements en France métropolitaine dont 30,4 millions de résidences principales. Parmi celles-ci, 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.

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 logements².

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 prenne le pas sur la pompe à chaleur 100 % électrique qui, dans la grande majorité des cas, reste la solution à privilégier.

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 encourageant, 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 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 la 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 :

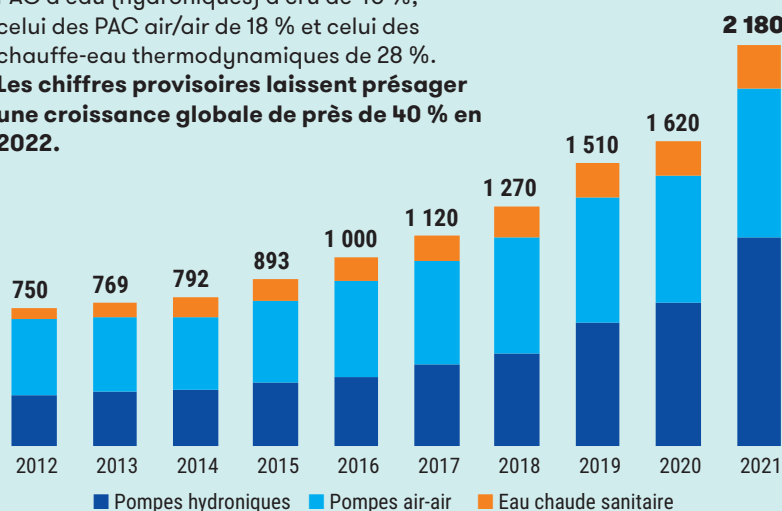
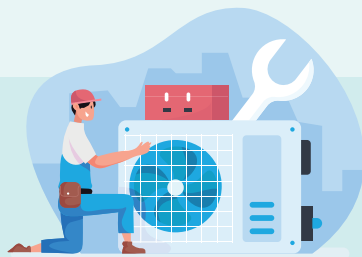
- prendre en compte dans la détermination de la performance des PAC le taux de couverture de l'ensemble des besoins thermiques du logement, y compris les besoins en eau chaude sanitaire ;
- prendre en compte dans le moteur de calcul du DPE le taux de couverture potentiel des PAC hybrides et non plus 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 MaPrimeRénov', 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 dès que possible 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 d'autres solutions décarbonées, bois ou géothermie. ●

Les chiffres du marché des pompes à chaleur en Europe

Une forte croissance du marché des pompes à chaleur en Europe.

En 2021, le marché des pompes à chaleur a connu une croissance record de + 34 % en Europe. Le marché des PAC à eau (hydroniques) a crû de 45 %, celui des PAC air/air de 18 % et celui des chauffe-eau thermodynamiques de 28 %.

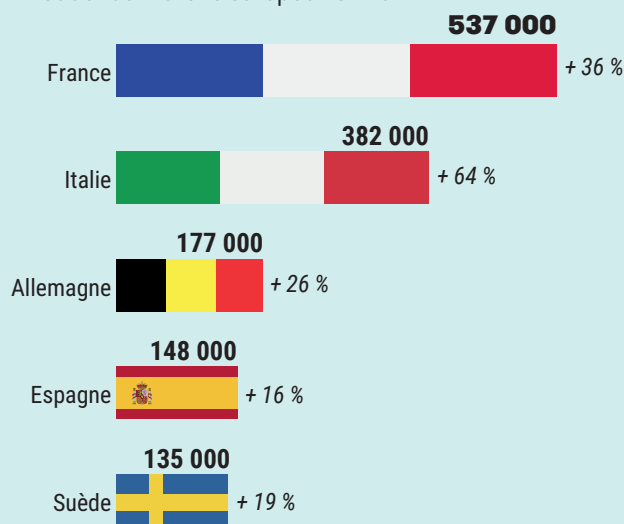
Les chiffres provisoires laissent présager une croissance globale de près de 40 % en 2022.



Évolution du marché des pompes à chaleur en Europe en milliers de pompes commercialisées. Source : Association européenne des pompes à chaleur (EHPA).

La France reste leader du marché en Europe.

Avec 537 000 PAC commercialisées, la France restait leader du marché européen en 2021.

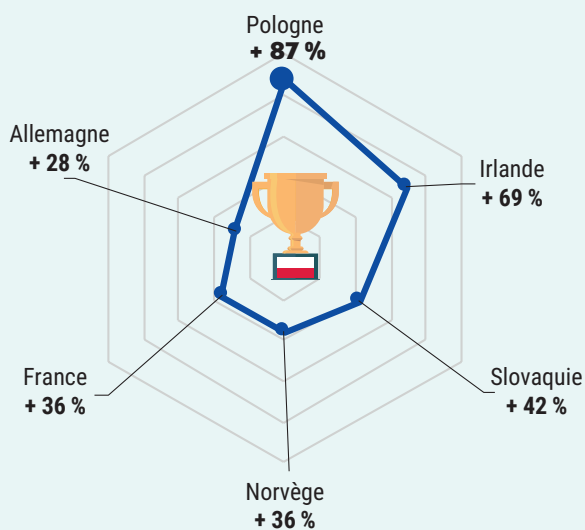


Nombre d'unités commercialisées et taux de croissance 2021-2020

Les cinq pays leaders du marché en Europe en 2021.

Source : Association européenne des pompes à chaleur (EHPA).

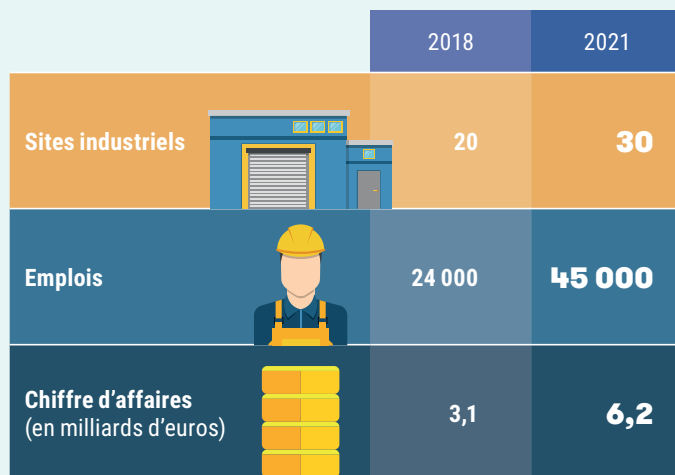
Les marchés les plus dynamiques en 2021.



Source : Association européenne des pompes à chaleur (EHPA).

Le poids industriel de la filière pompe à chaleur en France.

En trois ans, le poids industriel de la filière de la pompe à chaleur a doublé en France.



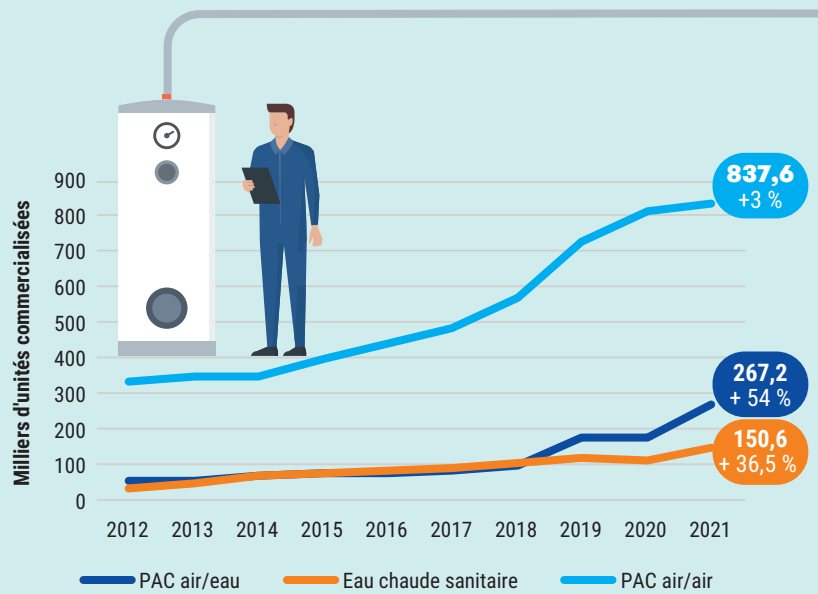
Source : AFPAC



Le marché français des pompes à chaleur.

Les marchés des pompes air/eau et des chauffe-eau thermodynamiques ont été particulièrement dynamiques en 2021. La croissance s'est poursuivie en 2022, mais semble s'être infléchiée. Le marché des PAC air/air est reparti à la hausse, mais de façon plus modérée.

Nota : Uniclima ne comptabilise pas les PAC air/air de la même façon que l'EHPA qui n'en prend qu'une partie pour le chauffage. Sur les 837 000 unités vendues en France en 2021, 488 000 ont été destinées aux maisons individuelles.



Évolution du marché français des PAC et des chauffe-eau thermodynamiques.

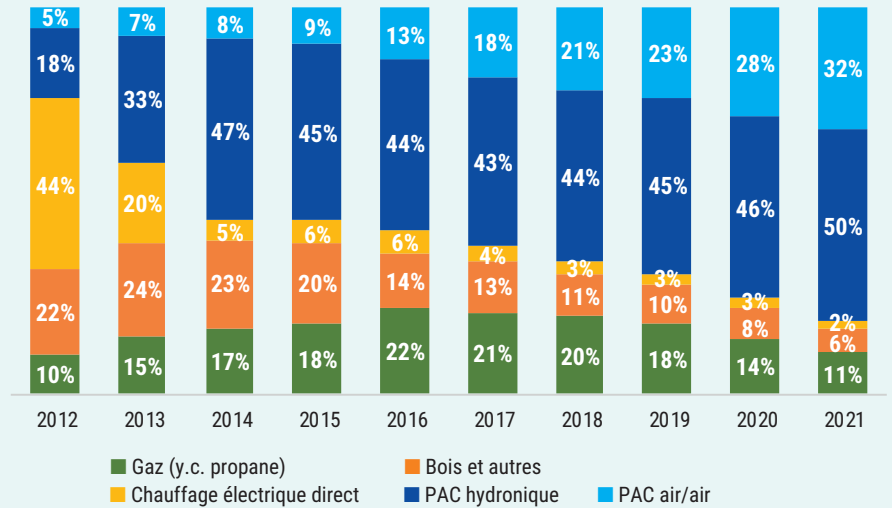
Source : PAC & Clim'Info (via Uniclima)

Évolution des énergies de chauffage dans les logements neufs en France.



Dans les maisons individuelles neuves isolées.

En maison individuelle isolée, les PAC se sont largement imposées au point d'équiper en 2021 82 % des logements contre 23 % en 2015. Le chauffage électrique direct a, en contrepartie, quasiment disparu et le bois, qui avait connu un pic à 24 % en 2013, a fortement reculé depuis.

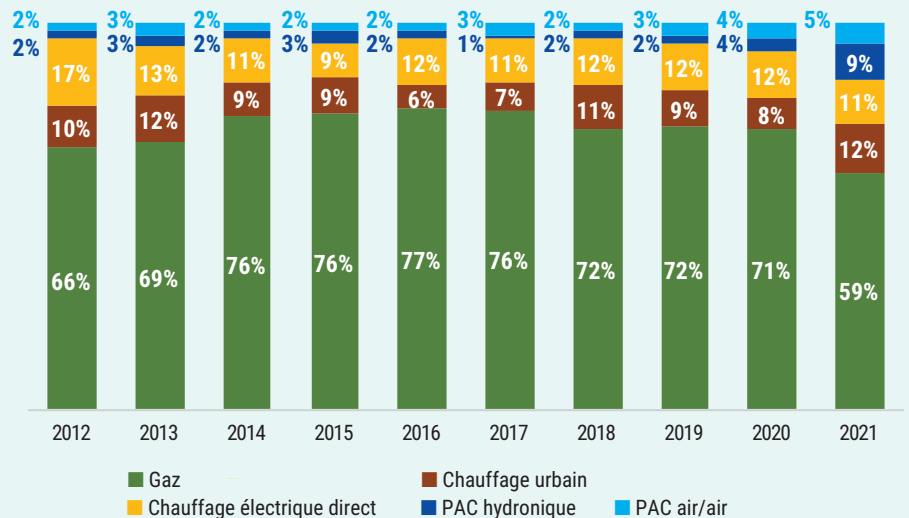
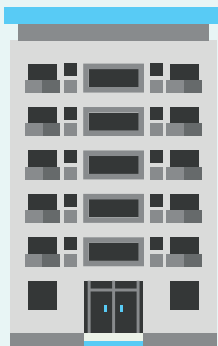


Évolution des énergies de chauffage en maisons individuelles neuves isolées.

Source : Experts équipements marchés HVAC.

En logements collectifs neufs.

La gaz a amorcé son reflux après avoir atteint un pic historique de 77 % en 2016. **Les pompes à chaleur commencent à peser avec un pourcentage de 14 % en 2021** (dont 9 % en pompes hydroniques et 5 % en pompes air/air).



Évolution des énergies de chauffage en logements collectifs neufs.

Source : Données Batiétude.



17

Retrouvez le magazine et toute notre actualité sur
equilibredesenergies.org

Coucher de soleil sur la rivière Liffey, Irlande.