

EdEn+

équilibre des énergies



PUBLICATION HORS-SÉRIE DE L'EDENMAG
AUTOMNE 2026



Le temps de l'électrification®

Teresa Ribeira,
première vice-présidente exécutive
de la Commission européenne

**// Au-delà d'Ormuz : l'avenir
énergétique de l'Europe**

Dominique Bussereau,
ancien ministre, président
d'Équilibre des Énergies

**// L'électrification :
une ardente obligation**

CONTRIBUTEURS

REMERCIEMENTS

Équilibre des Énergies remercie tous les auteurs qui ont apporté leur concours à la réalisation de ce numéro hors-série EdEn+ de l'EdEnmag.

Équilibre des Énergies tient tout particulièrement à remercier les entreprises ayant soutenu ce projet :

AIRBUS



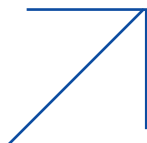
enedis



VOLKSWAGEN
GROUP FRANCE

Équilibre des Énergies remercie également la première vice-présidente exécutive de la Commission européenne pour une Transition propre, juste et compétitive, Teresa Ribera, les députés européens Christophe Grudler et Bruno Tobback et la directrice de l'unité Transition juste, Consommateurs, Efficacité énergétique et Innovation, Direction générale de l'énergie, Commission européenne, Rosalinde van der Vlies pour leur participation à cette publication.

Hors-série réalisé avec le soutien du fonds de dotation France Supply Chain 4 Good, dans le cadre de son plan d'action 2026-2027.



Sous la direction de :

Gilles Rogers-Boutbien
secrétaire général

Jean-Pierre Hauet
président du comité scientifique

Cecil Coulet
responsable des affaires européennes

Anna Mensch
chargée des affaires européennes



Teresa Ribera,
première vice-présidente exécutive de
la Commission européenne pour une
Transition propre, juste et compétitive



Dominique Bussereau,
ancien ministre,
président d'Équilibre des Énergies



Christophe Grudler, député européen - **Bernard Fontana,** président-directeur général d'EDF -
Rosalinde van der Vlies, directrice de l'unité Transition juste, Consommateurs, Efficacité énergétique et
Innovation, Direction générale de l'énergie, Commission européenne - **Patrick Pouyanné,** président directeur
général de TotalEnergies - **Bruno Toubback,** député européen

Sommaire

ÉDITO

6 Au-delà d'Ormuz : l'avenir énergétique de l'Europe

Teresa Ribera, première vice-présidente exécutive de la Commission européenne pour une Transition propre, juste et compétitive

TRIBUNE

8 Électrifier : une ardente obligation

Dominique Bussereau, ancien ministre, président d'Équilibre des Énergies

SYNTHÈSE

10 L'électrification : le grand défi de la politique énergétique

Jean-Pierre Hauet, président du Comité scientifique Équilibre des Énergies

GRAND ENTRETIEN

18 EDF : un programme d'action pour électrifier à grande échelle

Bernard Fontana, président-directeur général d'EDF

22 TotalEnergies : la naissance d'un grand électricien

Patrick Pouyanné, président directeur général de TotalEnergies

26 Le système électrique : un avantage comparatif pour l'Europe

Christophe Grudler, député européen

28 Les réseaux électriques européens : un atout à entretenir et à développer

Bruno Tobback, député européen

30 L'électrification en pratique : des factures d'électricité réduites, un air plus sain et une industrie renforcée

Rosalinde van der Vlies, directrice de l'unité Transition juste, Consommateurs, Efficacité énergétique et Innovation, Direction générale de l'énergie, Commission européenne

POINT DE VUE

34 Transformer l'industrie, sécuriser l'avenir : une opportunité de leadership pour l'Europe

Kristian Ruby, secrétaire général, Eurelectric

36 L'ADEME se mobilise pour soutenir l'électrification des usages

Sylvain Wasserman, président de l'ADEME

INDUSTRIE

38 L'électrification du secteur automobile. Trois mots-clés à respecter : flexibilité, souveraineté, compétitivité

Christophe Aufrère, directeur général de la Plateforme Filière Automobile (PFA)

40 L'électrification de l'industrie, un impératif stratégique

Jean-Luc Laborde, directeur Électrification de l'industrie, EDF

42 L'industrie des pompes à chaleur en Europe à l'avant-garde de l'électrification

Jozefien Vanbecelaere, directrice Politiques publiques, European Heat Pump Association

44 Travaux publics : changer d'échelle face aux défis de l'électrification des usages et de la transition énergétique

Jean-Baptiste Gonnet, directeur général adjoint, NGE

BÂTIMENT RÉSIDENTIEL

46 Électrification du secteur du bâtiment : un enjeu majeur pour l'atteinte de la neutralité carbone de la France

Nicolas Lecomte, chargé de Régulation – Secteur Bâtiment, direction Stratégie et développement, pôle Clients, services et territoires, EDF

48 La pompe à chaleur, une solution efficace et éprouvée

François Deroche, président de l'AFPAC

50 Le chauffage électrique direct dans la stratégie de décarbonation des logements

Eric Baudry, directeur des affaires publiques, Groupe Intuis

BÂTIMENT TERTIAIRE

52 Pompe à chaleur, enfin le momentum ?

Benoît Lecornu, Marketing manager, Panasonic France

54 Électrification des bâtiments : la ventilation mécanique, un pilier essentiel de la qualité de l'air intérieur

Edouard Vidoudez, chef de marché Tertiaire, France Air

TRANSPORT ROUTIER

56 L'électrification dans les transports routiers : un enjeu majeur pour la transition énergétique

Arnaud Protat, chef de département Technical & market intelligence Solutions et Christophe Combre, ingénieur d'Affaire Mobilité - TotalEnergies, Nouvelles Mobilités, Truck Solutions

58 La recharge dynamique à induction : des batteries plus petites pour un meilleur rayon d'action

Pierre Delaigue, directeur Mobilités connectée, automatisée, électrique et Thomas Malagie, responsable Stratégie mobilité électrique - VINCI Autoroutes

60 Mobilité électrique : le groupe Volkswagen propose des actions concrètes d'accélération

Laurent Bonavent, chef des projets stratégiques Électrification & décarbonation, Volkswagen Group France

62 Les infrastructures de recharge des véhicules électriques et leur pilotage

Delphine Beauvir, cheffe du département Mobilité électrique, Enedis

66 La décarbonation du transport de marchandises et son indispensable électrification

Claire Baritaud, directrice du Pôle Politiques durables, Expertise et Innovation, groupe La Poste

70 Le camion électrique prend la route

Marc Lejeune, directeur Business Intelligence, Renault Trucks

72 L'électrification du transport routier de marchandises : défis et perspectives

Virginie Delcroix, directrice du Développement durable et Jean-François Agenor, directeur de la transition durable de la flotte - groupe GEODIS

74 Les synergies entre véhicules électriques et bâtiments : des bénéfices essentiels pour les consommateurs et pour le réseau électrique

Servan Lacire, conseiller scientifique, Équilibre des Énergies

TRANSPORT MARITIME

76 Électrification maritime : une brique stratégique d'une transition multi-solutions

Farid Trad, Vice President Energy & Bunkering, CMA CGM

78 L'électrification, une priorité de la stratégie de Dunkerque-Port

Léopold Moeneclaey, adjoint au directeur de l'Aménagement et de l'Environnement, Dunkerque-Port

TRANSPORT AÉRIEN

80 Transition énergétique du transport aérien : le rôle multiple de l'électricité

Baptiste Voillequin, directeur des Affaires R&D, Espace et Environnement, GIFAS

82 Électrification et hybridation des avions : deux leviers pour la neutralité carbone

Karim Mokaddem, Head of Aircraft of Tomorrow R&T, Airbus

84 ENGINEUS, une avancée de Safran vers la décarbonation de l'aviation

RÉSEAUX ET FLEXIBILITÉS

86 Le Green Heat Module : la chaleur électrifiée et bas-carbone pour l'industrie

Johannes Schrüfer, responsable des solutions de stockage et solaires, Kraftanlagen München GmbH, filiale d'Equans

88 La flexibilité de la demande : un levier sous-exploité de l'électrification européenne

Michael Villa, directeur exécutif de smartEn

90 Constats et enjeux de l'électrification pour RTE

Olivier Houvenagel, directeur Économie du système électrique, RTE

92 Réseaux électriques : un pilier stratégique de l'électrification en Europe

Dominique Ferreira, directeur de la marque Omexom, VINCI Énergies

94 Enedis accompagne le développement des flexibilités distribuées

Timothée Furois, directeur projet Flexibilités, Enedis

96 Stockage d'électricité et innovation : la stratégie de Saft pour réduire ses émissions de CO₂ et améliorer sa compétitivité

Entretien avec Cédric Duclos, directeur général de Saft

99 Pour aller plus loin avec Équilibre des Énergies



Teresa Ribera,
première vice-présidente exécutive de
la Commission européenne pour une
Transition propre, juste et compétitive

Au-delà d'Ormuz : l'avenir énergétique de l'Europe

Le dernier conflit en Iran et au Moyen-Orient frappe une nouvelle fois les ménages et les entreprises européennes là où cela fait mal : les factures d'énergie et la sécurité d'approvisionnement.

L'agression russe contre l'Ukraine il y a seulement quelques années, les chocs pétroliers des années 1970, la crise du canal de Suez dans les années 1950 : les géographies changent, les raisons politiques aussi, mais la vulnérabilité sous-jacente reste la même : c'est toujours l'Europe qui en paie le prix.

// Tout comme la révolution industrielle puis l'ère du pétrole ont transformé les économies et redessiné les équilibres mondiaux, l'ère de l'électricité est aujourd'hui en train de s'imposer.

Les chiffres sont sans équivoques : la moitié de l'énergie consommée en Europe provient de combustibles fossiles importés – un des taux de dépendance les plus élevés au monde. Chaque année, l'Europe importe pour 375 milliards d'euros de combustibles fossiles. Une somme qui pourrait servir à financer l'électrification de son économie, au bénéfice de nos industries, de nos citoyens et de notre avenir. C'est une réalité immuable : l'Europe paiera toujours plus cher les combustibles fossiles qu'elle ne produit pas. Ce n'est pas un hasard, c'est le prix de la dépendance.

Mais le monde change et offre à l'Europe une véritable alternative.

Tout comme la révolution industrielle puis l'ère du pétrole ont transformé les économies et redessiné les équilibres mondiaux, l'ère de l'électricité est aujourd'hui en train de s'imposer. Dans la plupart des régions du monde, les énergies renouvelables constituent désormais la source la moins chère pour produire de l'électricité, avec des coûts du solaire et de l'éolien souvent inférieurs à 40 euros par mégawattheure.

// Depuis plus de dix ans, le taux d'électrification de l'économie européenne stagne autour de 23 %. Nous ne pouvons pas nous permettre de prendre du retard dans les technologies qui définiront la prochaine phase du développement industriel mondial. L'Europe doit passer à l'action.

Aux prix actuels du pétrole, chaque kilomètre parcouru en voiture thermique peut facilement coûter jusqu'à deux fois plus qu'en véhicule électrique. Dans les foyers, les pompes à chaleur permettent de chauffer davantage pour un coût inférieur à celui des chaudières au gaz ou au fioul ; le remplacement de ces dernières par des pompes à chaleur pourrait réduire jusqu'à 60 % les dépenses en énergie finale des logements concernés. Plus propre, moins chère et produite en Europe, l'économie des énergies propres emploie déjà 3,8 millions d'Européens et continue de croître. Il ne s'agit ni d'un sacrifice ni d'une promesse lointaine. C'est l'investissement le plus rationnel que notre continent puisse réaliser.

C'est la raison pour laquelle le *Green Deal* n'a jamais été seulement un programme climatique. C'est aussi un projet de liberté. La liberté face à des prix de l'énergie élevés et volatils dictés par des conflits lointains. La liberté face à des chaînes d'approvisionnement instrumentalisées à des fins politiques. La liberté face aux coercitions et aux dépendances. Le vent et le soleil, eux, ne sont pas bloqués dans le détroit d'Ormuz.

L'Europe est bien mieux placée que beaucoup ne le pensent pour mener cette révolution de l'électrification. Nous disposons du plus grand réseau électrique interconnecté au monde, avec une densité deux fois supérieure à celles des États-Unis et de la Chine. Nous sommes l'économie majeure la plus efficace au monde en matière de consommation d'énergie par unité de richesse produite. Le Japon, qui occupe la deuxième place, consomme 25 % d'énergie de plus pour le même résultat. Nous exportons déjà pour 80 milliards d'euros de produits liés aux technologies propres chaque année. Nous offrons également un environnement stable, prévisible et fiable pour les investisseurs. Ce ne sont pas des atouts.

Mais nous devons accélérer. Depuis plus de dix ans, le taux d'électrification de l'économie européenne stagne autour de 23 %. Nous ne pouvons pas nous permettre de prendre du retard dans les technologies qui définiront la prochaine phase du développement industriel mondial. L'Europe doit passer à l'action.

Cela implique des mesures concrètes : réduire la fiscalité pesant sur l'électricité par rapport aux combustibles fossiles, supprimer progressivement les subventions aux énergies fossiles, mettre en œuvre

le Paquet réseau européen afin de construire les infrastructures et les interconnexions dont nous avons besoin, mobiliser pleinement la Banque de la décarbonation industrielle, dotée de 100 milliards d'euros, afin d'accélérer l'électrification de l'industrie, fixer un objectif européen clair en matière d'électrification, développer le soutien aux technologies comme les véhicules électriques et les pompes à chaleur grâce à des instruments financiers, des dispositifs de leasing social, des incitations fiscales et des mécanismes de marché adaptés et établir des objectifs européens clairs donnant aux industriels et aux investisseurs la visibilité nécessaire pour agir. La Commission européenne a présenté le 17 Juillet son Plan d'action pour l'électrification afin de faire de cette révolution une réalité en Europe.

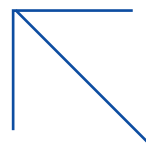
Le choix nous appartient. La fenêtre d'action est ouverte aujourd'hui. Chaque année de retard sera une année supplémentaire de coûts élevés pour les citoyens et les entreprises, une année supplémentaire où nous serons exposés à des crises que nous ne choisirons pas et une année supplémentaire de terrain cédé à des concurrents qui, eux, ne nous attendent pas.

L'électrification est une opportunité. Saisissons-la dès aujourd'hui.



© Sébastien Laval

Dominique Bussereau,
ancien ministre,
président d'Équilibre des Énergies



Électrifier : une ardente obligation

L'électrification apparaît aujourd'hui comme une obligation pour la France et pour l'Europe, car leurs ressources en hydrocarbures sont bien loin de couvrir leurs besoins énergétiques et l'usage du gaz comme du pétrole est à terme incompatible avec la trajectoire de décarbonation dans laquelle elles se sont engagées.

Cette évidence aurait pu s'imposer à nos gouvernements et à l'Union européenne dès que la menace du changement climatique est devenue manifeste et que les équilibres mondiaux ont commencé à se transformer avec l'essor économique spectaculaire de la Chine, la montée de l'instabilité géopolitique et le ralentissement de la croissance européenne.

Pourtant cette prise de conscience n'a pas eu lieu. La sous-estimation des conséquences de nos dépendances à des puissances extérieures – aux intérêts de plus en plus divergents des nôtres – et les espoirs excessifs placés dans certaines techniques ont fait que la France et l'Europe n'ont pas su reconnaître ni exploiter l'atout majeur dont elles disposaient avec un système électrique qui était depuis longtemps, pour l'Europe et encore plus pour la France, un avantage comparatif majeur.

Les effets catastrophiques du réchauffement climatique, les conséquences des guerres en Ukraine et au Moyen-Orient et la concurrence exercée par l'industrie chinoise ont conduit la France et l'Europe à réexaminer leurs stratégies énergétiques. En France, le plan d'électrification présenté par le Gouvernement en avril 2026 et la Stratégie nationale bas-carbone approuvée en juillet visent à faire passer la part de l'électricité dans le bilan en énergie finale de 27 % en 2025 à 52 % en 2050. En Europe, l'*Electrification Action Plan* présenté par la Commission européenne le 17 juillet retient un objectif d'électrification de 46 % dès 2040 au lieu de 23 % en 2025.

L'électrification s'impose donc. Mais le doublement de la part de l'électricité dans la couverture de nos besoins en énergie est devenu un objectif si banal dans les discours officiels qu'on en oublierait l'ambition et la difficulté.

Il représente sur le plan technique, économique et sociétal une véritable révolution. Il implique un engagement politique fort et une adhésion des citoyens auxquels la logique de cet engagement doit être expliquée. L'approche doit être holistique : la production, le transport, la distribution, l'utilisation et à présent les flexibilités et le stockage de l'électricité doivent progresser de façon concertée.

Sur le plan de la production, l'époque n'est plus à confronter la filière nucléaire à celles des renouvelables. Elles ne relèvent pas de la même temporalité et leur complémentarité n'est plus à démontrer. En France, le gouvernement espère pouvoir confirmer, dès la fin 2026, le lancement du programme du Nouveau Nucléaire France (NNF) avec, en première étape, la construction de six nouveaux réacteurs EPR2 représentant quelque 10 GW qui viendront en substitution de centrales actuelles arrivant en fin de vie. Une tranche suivante de huit réacteurs pourra lui succéder. La validation de ce programme, y compris par la Commission européenne compte tenu du soutien public qu'il implique, constituera un signal fort, pour le renouveau de la filière nucléaire et plus largement pour la nouvelle dynamique européenne d'électrification fondée sur une électricité propre, souveraine et compétitive.

Les réseaux électriques sont soumis à de multiples sollicitations, dues à la nécessité de raccorder des centaines de milliers de sources d'énergie distribuées et la volonté de développer les interconnexions avec les pays voisins. Les réseaux sont des actifs structurants qui seront légués aux générations à venir. La priorité doit être de continuer à en assurer la qualité et la stabilité et d'offrir à tous les consommateurs la possibilité de se raccorder rapidement et à la hauteur de leurs besoins.

En parallèle, il faut se pencher sur les moyens d'accélérer l'électrification des usages : la progression de la production d'électricité ne trouve de sens que si elle répond à une demande croissante. C'est dans cet esprit qu'Équilibre des Énergies publie ce hors-série de son magazine *EdEnMag* en rassemblant les analyses et les témoignages de personnalités politiques, de spécialistes, de représentants des institutions européennes, d'entreprises et de fédérations engagées dans l'électrification et la décarbonation.

Ce travail montre clairement que l'électrification est possible : le cas de la Norvège en illustre la démonstration. Des solutions existent dans la plupart des secteurs consommateurs, elles sont bénéfiques sur le plan stratégique, économique et environnemental. Elles sont porteuses de compétitivité pour les entreprises et apportent aux consommateurs confort et regain de pouvoir d'achat. Le succès est en route pour la mobilité électrique et les pompes à chaleur. Mais il faut créer les conditions d'une électrification à grande échelle.

Le signal politique doit être fort : l'électrification, fondée sur une électricité quasiment décarbonée, doit désormais être considérée comme la priorité absolue des politiques énergétiques. Ces politiques doivent être stables et s'inscrire dans la durée : on ne sort pas en quelques années de la dépendance aux hydrocarbures qui ont assuré la prospérité des nations pendant 150 ans.

L'électricité est une solution qui est aujourd'hui prête à être massifiée. D'autres solutions peuvent venir la compléter et doivent faire l'objet d'un effort de développement pour les amener à maturité.

La difficulté première est d'ordre économique : l'électrification permet de se défaire de la rente versée aux pays producteurs d'hydrocarbures mais il faut financer l'investissement correspondant qui est souvent élevé. Les politiques publiques d'aide à l'investissement doivent y contribuer, notamment les systèmes d'échange de quotas carbone européens EU-ETS et ETS2. La fiscalité doit être mise en harmonie avec la politique énergie-climat et les consommateurs doivent avoir la possibilité d'accéder à des mécanismes de prix leur assurant un minimum de stabilité.

Il faut aussi revoir certaines dispositions législatives ou réglementaires qui ont pu, dans un passé encore récent, freiner le développement de l'électricité. Il n'y a pas d'usage répréhensible de l'électricité : l'essentiel est qu'elle permette de sortir, dans des conditions économiques acceptables, de la dépendance aux énergies fossiles.

Évitons cependant de tomber dans un nouveau dogmatisme qui voudrait faire de l'électricité une solution unique. Il y a place pour développer, en parallèle à l'électricité, les chaleurs renouvelables – géothermie, déchets organiques, chaleur solaire – et nous continuerons à avoir besoin de molécules pour répondre aux besoins non énergétiques de l'industrie, atteindre des niveaux de chaleur très élevés, disposer de carburants liquides pour l'aviation et le maritime, alimenter des moyens de pointe dans les systèmes électriques. L'électricité est une solution qui est aujourd'hui prête à être massifiée. D'autres solutions peuvent venir la compléter et doivent faire l'objet d'un effort de développement pour les amener à maturité.

Les nouvelles orientations observées en France comme en Europe, davantage respectueuses de la nécessaire neutralité technologique, doivent être saluées. Elles montrent un réveil de la France et de l'Union européenne qui, en faisant de l'électrification le moteur de leur transition énergétique, permettent d'atteindre leurs objectifs climatiques et de retrouver les conditions d'une compétition à jeu égal avec les autres grandes puissances mondiales.

L'électrification : le grand défi de la politique énergétique

La nécessité de promouvoir fortement les usages de l'électricité est maintenant reconnue dans la plupart des politiques publiques, françaises et européennes. Les témoignages recueillis dans le présent *EdEn+* montrent que l'électrification des usages est possible et souhaitée par la quasi-totalité des secteurs économiques. Toutefois, cette nouvelle révolution électrique n'a pas encore vraiment démarré. La présente synthèse essaie de comprendre les raisons d'un tel retard et de proposer quelques lignes d'action à l'intention des responsables politiques français. Beaucoup d'entre elles sont transposables au niveau européen.



Jean-Pierre Hauet,
président du Comité scientifique
Équilibre des Énergies

L'électricité est aujourd'hui au cœur de toutes les politiques énergétiques. La France retient, dans sa Stratégie nationale bas-carbone, un objectif de doublement en 25 ans de la part de l'électricité dans le bilan en énergie finale de la nation qui dépasserait ainsi le seuil des 50 % en 2050. Aux usages directs de l'électricité, s'ajouteraient les usages indirects associés à la production d'hydrogène et d'e-carburants (figure 1).

L'Union européenne n'est pas en reste, puisqu'elle prévoit, dans sa communication du 17 juillet 2026, un objectif indicatif de 46 % d'électrification en 2040, calculé en énergie finale.

L'Agence internationale de l'énergie (AIE) estime quant à elle que l'électricité est appelée à devenir le principal vecteur énergétique dans le monde, sa part passant de 21 % en 2024 à 40 % environ en 2050, dans un scénario où les engagements climatiques des États seraient pleinement respectés¹ et même 50 % dans son scénario de neutralité carbone *Net Zero* 2050 de mai 2021.

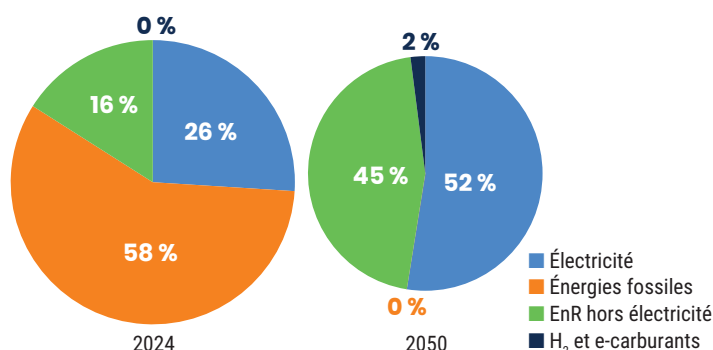


Figure 1 : Mix de consommation d'énergie finale en 2024 (corrigé des variations saisonnières) et en 2050 dans le scénario de référence central de la SNBC 3. Source : Données SNBC 3 (juin 2026).

1. Source : World Energy Outlook 2025.

2. Hormis l'EPR de Flamanville, le dernier réacteur raccordé au réseau a été celui de Civaux, le 24 décembre 1999.

3. Source : RTE, bilan électrique 2025.

4. Source : id. renvoi 3.

Une forme d'énergie qui coche toutes les cases

Cette priorité donnée à l'électrification s'explique par plusieurs facteurs.

Une électricité décarbonée

Incontestablement, la préoccupation climatique a conduit, partout dans le monde, à placer l'électricité dans « le haut de la pile » des programmes de décarbonation. En France, grâce au parc électronucléaire hérité des années 1970/90², le mix électrique est quasiment zéro-carbone. Le contenu moyen en émissions de la production française s'est élevé, sur l'ensemble de l'année 2025, à 19,6 gCO₂eq/kWh³. Ceci place la France au deuxième rang des pays européens dont le mix électrique est le plus décarboné, derrière la Norvège⁴.

En Europe, l'intensité carbone de la production d'électricité a fortement diminué. Elle était évaluée, selon l'AIE, à 172 g CO₂/kWh en 2025, avec une prévision de 88 g en 2030 (figure 2). Au premier trimestre 2026, 46 % de l'électricité produite en Europe était d'origine renouvelable contre 42,7 % pendant la même période en 2025.

Une électricité disponible

La disponibilité de ressources en électricité, souvent qualifiée « d'abondante », est un avantage comparatif fort pour le pays. La France dispose d'un parc de production, nucléaire et renouvelable, qui lui a permis d'exporter 92 TWh d'électricité en 2025 et 51 TWh au 1^{er} semestre 2026, en particulier vers l'Allemagne, la Belgique, l'Italie et la Grande-Bretagne.

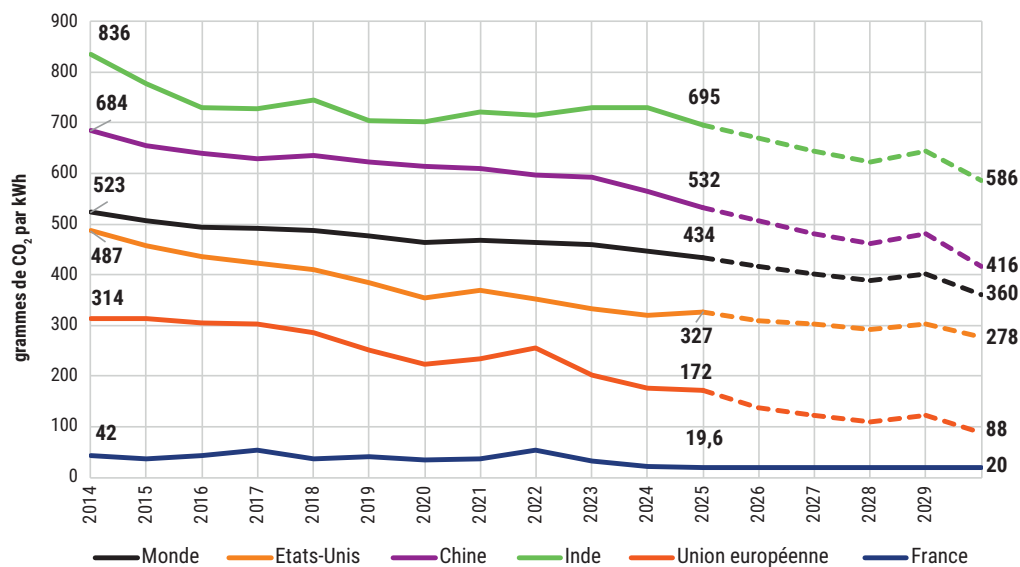


Figure 2 : Évolution de l'intensité carbone de la production d'électricité dans le monde. En gCO₂/kWh. Pour la France, l'intensité carbone est supposée stabilisée à 20 gCO₂/kWh après 2025. Source : données AIE (2026) et bilans électriques RTE.

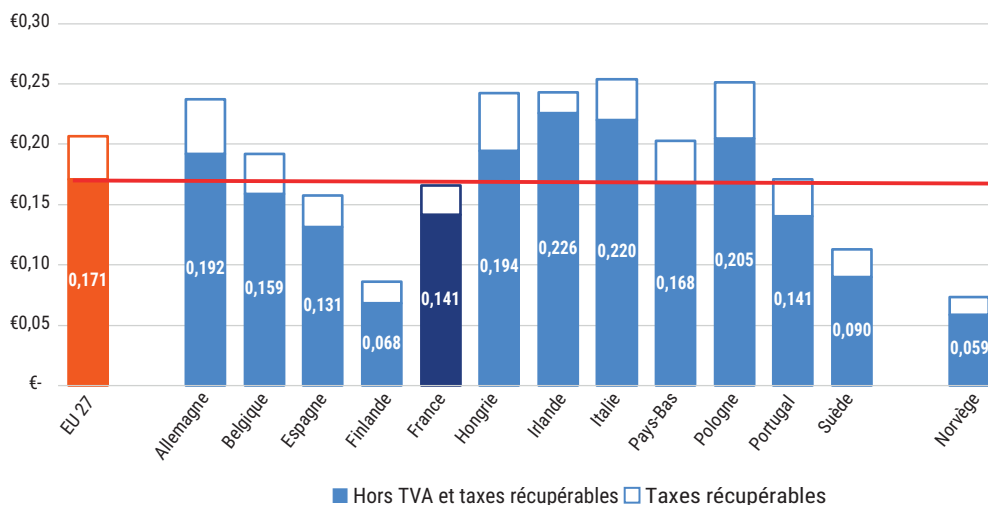


Figure 3 : Prix de l'électricité hors taxes récupérables livrée au 2^e semestre 2025 aux consommateurs non-domestiques dans les principaux pays d'Europe (en €/kWh). Source : Eurostat (online data code: nrg_pc_205)

À ce potentiel de production, sont associés des réseaux de transport et de distribution qui permettent d'accueillir, généralement dans des délais relativement courts, de nouveaux consommateurs.

Une électricité compétitive

La figure 3 permet de comparer les prix de l'électricité livrée aux consommateurs non-domestiques en France et dans les principaux pays européens. Hors TVA et hors taxes récupérables, les prix moyens pratiqués en France ressortaient, au deuxième semestre 2025, à -18 %, par rapport à la moyenne européenne, à -27 %, par rapport à l'Allemagne, et à -36 % par rapport à l'Italie.

L'assurance de bénéficier d'une électricité compétitive est évidemment essentielle pour soutenir la relance de l'activité industrielle, attirer de nouvelles activités et redonner du pouvoir d'achat aux consommateurs, toujours très sensibles à la hausse du prix des hydrocarbures (gaz et produits pétroliers) dont ils sont encore fortement dépendants.

Il est à noter cependant que la comparaison est moins favorable par rapport aux pays nordiques (Suède, Finlande, Norvège) qui disposent de ressources hydrauliques abondantes et constituent des concurrents

redoutables pour l'accueil des centres de données et des nouvelles industries électro-intensives.

Il faut aussi prendre en considération les pays plus éloignés, tels que les États-Unis, l'Inde ou la Chine pour lesquels il est difficile d'obtenir des données précises. Selon l'AIE, les prix de l'électricité livrée aux consommateurs non-domestiques seraient en France à parité avec le Japon, mais supérieurs de 94 % aux prix en Inde et de 34 % aux États-Unis (figure 4). Ces chiffres sont cependant à prendre avec prudence car il n'est pas acquis qu'ils correspondent à la même définition dans tous les pays. Par ailleurs, il existe aux États-Unis de grandes disparités selon les États.

Une électricité souveraine

Lorsqu'il fut décidé, en 1974, après le premier choc pétrolier, de lancer en France un grand programme nucléaire, l'objectif d'indépendance énergétique était primordial : le programme nucléaire devait permettre de porter le taux d'indépendance énergétique de la France de 25 % à 50 % en 10 ans⁵. Au fil des années cette préoccupation s'est fortement éteinte, l'objectif climatique devenant prioritaire dès la ratification du protocole de Kyoto (2005).

Aujourd'hui, avec les guerres d'Ukraine et d'Iran et la déstabilisation mondiale qu'elles ont entraînée, la question de la sécurité d'approvisionnement est revenue au premier plan. Il s'y adjoint celle de la maîtrise industrielle des techniques et des fabrications. **L'électricité redevient pour l'Europe et encore plus pour la France, grâce à sa maîtrise des filières nucléaires et renouvelables, le moyen le plus sûr de sortir de la dépendance aux énergies fossiles et d'assurer sa sécurité d'approvisionnement.**

Les atouts de l'électricité sont forts mais le pari électrique n'est pas encore gagné

Clairement, l'électricité se trouve au centre du triptyque « environnement, compétitivité et souveraineté ». Pour autant, la deuxième révolution électrique n'a pas encore démarré. Les scénarios d'électrification des usages, retenus en France et à présent en Europe, sont des scénarios de rupture par rapport aux évolutions du passé et même par rapport aux tendances récentes. Mais il reste à les concrétiser.

En effet, depuis des années, la progression de l'électricité, surtout dans les pays déjà développés, se fait à un rythme beaucoup plus modéré que celui qui est aujourd'hui souhaité. En France, la part de l'électricité dans le bilan en énergie finale est quasiment stable depuis 15 ans alors qu'il faudrait qu'elle puisse augmenter de 1 % par an pendant 25 ans pour atteindre l'objectif visé pour 2050 (figure 5). Un tel rythme de progression n'a jamais été observé dans le passé. Entre 1970 et 1990, alors que l'électricité était portée par le développement des usages domestiques et tertiaires ainsi que par le programme électronucléaire, la part de l'électricité dans le bilan en énergie finale n'a cru que 8 points en 20 ans.

On peut donc s'interroger sur le réalisme de ces objectifs de pénétration de l'électricité et sur les dispositions à prendre, par les pouvoirs publics français et européens et par les acteurs économiques, pour que les économies françaises et européennes viennent se placer sur des trajectoires conduisant en 25 ans à une part de l'électricité supérieure à 50 % dans la couverture des besoins en énergie des consommateurs.

L'objectif de ce numéro spécial EdEn+ est de croiser les points de vue de décideurs, relevant de secteurs économiques divers, sur la faisabilité de cette politique d'électrification et d'apprécier si un consensus se dégage sur la façon d'y parvenir. En parcourant le présent document, le lecteur conviendra que la convergence des positions exprimées est forte quant à la nécessité et la faisabilité d'une politique d'électrification. Les actions à mener pour la mettre en œuvre nécessitent de combiner vision à long terme – indispensable en particulier pour relever le défi climatique –, et pragmatisme économique, politique et social, dans un contexte d'impécuniosité du budget de l'État, d'incertitudes politiques et d'hypersensibilité des populations à la question des prix de l'énergie.

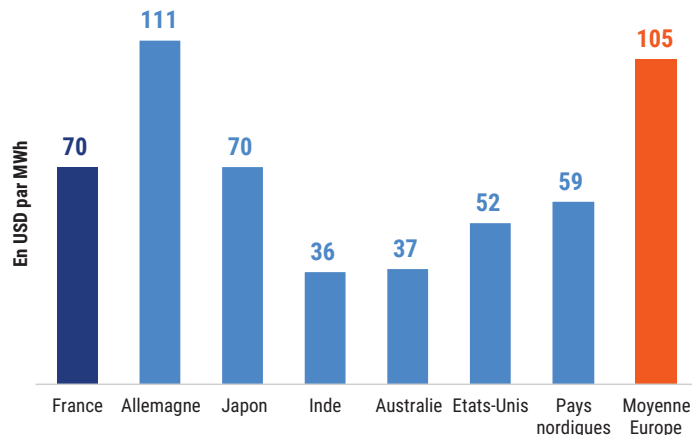


Figure 4 : Prix de l'électricité livrée aux consommateurs non-domestiques dans quelques pays dans le monde selon l'Agence internationale de l'énergie (en USD par MWh). Source : IEA (Electricity 2026).

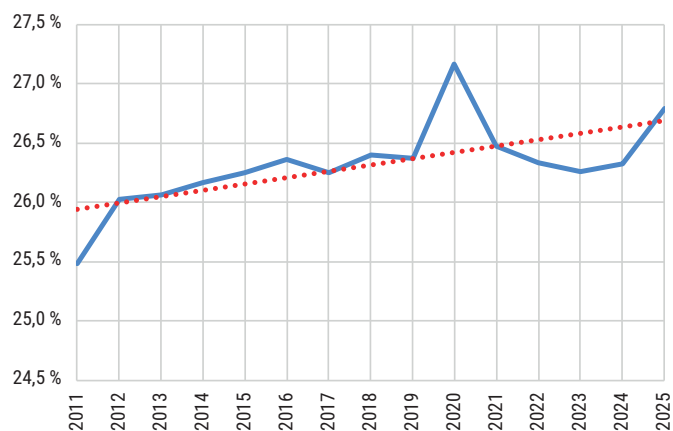


Figure 5 : Évolution de la part de l'électricité dans le bilan énergétique de la France. Source : Données SDES – (consommations énergétiques CVC France).

L'électrification est possible

À la suite de la catastrophe de Tchernobyl, le 6 avril 1986, le doute s'est installé, partout en Europe, sur la légitimité du recours à l'énergie nucléaire pour la production d'électricité. Les énergies renouvelables ont commencé à avoir la faveur du public et l'incident de Fukushima en 2011 est venu, pour beaucoup, clore le dossier. En Allemagne, la chancelière Angela Merkel a décidé la sortie accélérée du nucléaire et la mise en œuvre du grand programme d'*Energiewende*. La Commission européenne a clairement marqué sa préférence pour les énergies renouvelables et l'énergie nucléaire n'est entrée que par la petite porte dans la taxonomie verte européenne de juin 2020.

En France, les mouvements écologistes, alliés pour la circonstance à certains lobbies du gaz, sont parvenus à faire croire que le développement des usages de l'électricité signifiait relance du nucléaire et était par conséquent à proscrire. Des dispositions réglementaires ont été prises en ce sens, en particulier l'introduction du concept d'énergie primaire dans la réglementation thermique des bâtiments.

5. Taux d'indépendance calculé en énergie primaire. Voir SDES : Chiffres clés de l'énergie, éditions 2025.

L'annonce de la RT2012 a immédiatement entraîné une inversion complète de la répartition du marché entre l'électricité et le gaz dans les logements collectifs neufs, portant la part du gaz à plus de 75 % (figure 6). Ainsi a été créée, pour des dizaines d'années, une situation sur laquelle il est difficile de revenir.

D'autres pays ont été plus avisés et se trouvent aujourd'hui en meilleure position, démontrant qu'un large potentiel de développement reste ouvert à l'électricité, y compris dans les pays de niveau de vie déjà élevé. L'exemple de la Norvège est particulièrement illustratif. Bien que richement doté en hydrocarbures – sa production excède 12 fois ses besoins annuels en énergie –, le taux d'électrification de la Norvège atteint déjà 55 % (figure 7). Elle est le seul pays où la barre des 50 % a ainsi été franchie. Et cette tendance va se poursuivre, avec l'électrification du secteur des transports, puisque les voitures électriques à batterie y ont représenté, en 2025, 95,9 % des immatriculations de véhicules neufs⁶.

La Norvège sert ainsi de point de repère pour les pays industrialisés dont le taux d'électrification oscille généralement entre 20 et 30 % (figure 8). On notera cependant la relative bonne position de la France mais aussi, outre les pays nordiques, de la Chine, du Japon et du Vietnam.

Bien entendu, électrification accrue ne signifie pas monopole de l'électricité. Avec un taux d'électrification de 26,5 %, la France en est très loin. Même parvenue à son objectif de 52 % en 2050, il restera une place importante à combler par d'autres énergies décarbonées, malheureusement peu nombreuses et généralement assujetties à des contraintes de coût et de disponibilité.

Analyse sectorielle

Si, au niveau macro-économique un doublement de la part de l'électricité dans le bilan en énergie finale apparaît ainsi comme une hypothèse plausible, il convient de s'assurer qu'un tel objectif est compatible avec les contraintes que l'on peut rencontrer dans chacun des secteurs consommateurs. Les analyses menées dans le cadre de cet *EdEn+* montrent que, d'une façon très générale, des solutions techniques existent dans tous les secteurs mais peuvent avoir, selon les cas d'usage considérés, des niveaux de maturité différents et nécessiter des investissements plus ou moins importants.

Dans les secteurs aujourd'hui consommateurs, où par conséquent la pénétration de l'électricité se fait par substitution à une autre forme d'énergie, on rencontre des cas d'usage où les solutions électriques sont disponibles ou éprouvées, d'autres où elles arrivent tout juste à maturité, d'autres enfin où des développements restent nécessaires pour les rendre pleinement opérationnelles.

Le cas des nouveaux usages est différent : l'alternative ne se limite pas au choix de l'électricité de préférence aux énergies fossiles. Chaque pays cherche à attirer vers lui les implantations nouvelles. La stratégie d'électrification doit être adaptée en fonction des circonstances et les questions économiques sont prépondérantes.

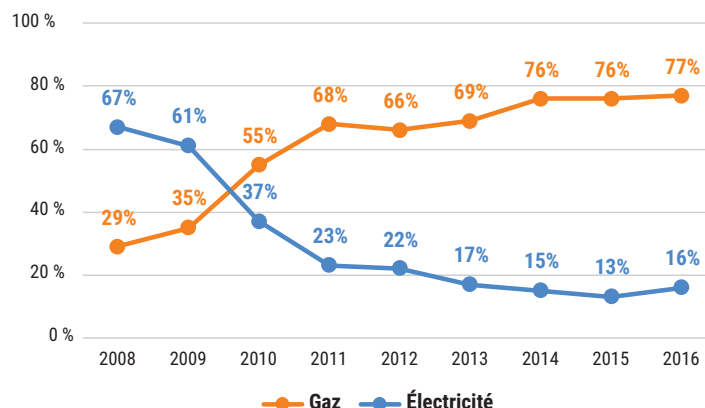


Figure 6 : Évolution des modes de chauffage dans les logements collectifs suite à l'annonce de la RT2012. Source : Données Bâtistudé.

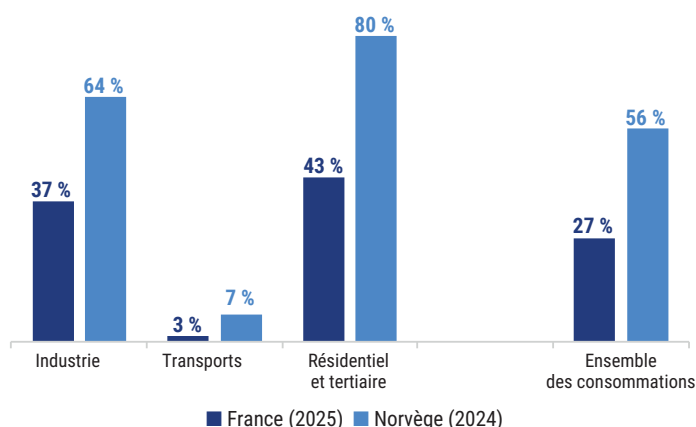


Figure 7 : Comparaison des taux d'électrification, en énergie finale, en France et en Norvège. Sources : pour la France : SDES, bilan énergétique national (2025) ; pour la Norvège : Statistisk sentralbyrå.

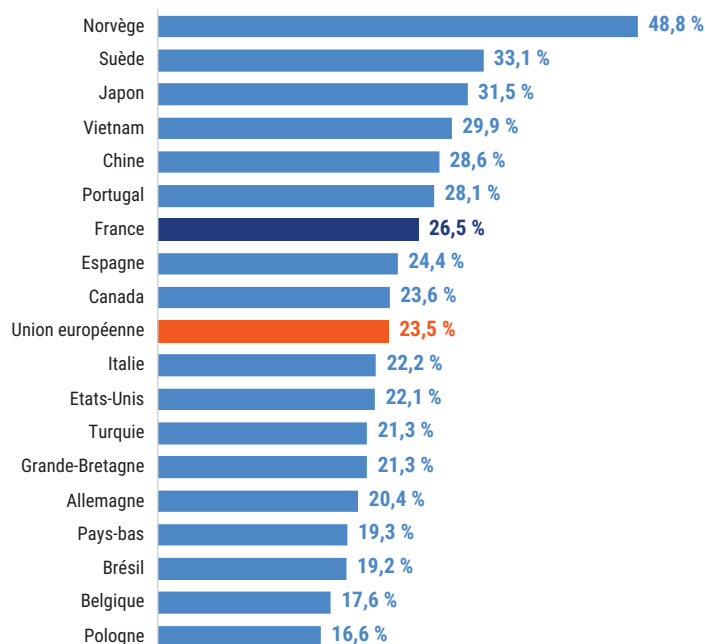


Figure 8 : Part de l'électricité dans la consommation totale finale en énergie. Sources : Enerdata (2025) et Eurostat (pour UE27 – 2024).

6. Source : Commission européenne. *European Alternative Fuels Observatory*.

Dans le secteur du bâtiment

Dans le secteur des logements, la présence des énergies fossiles demeure beaucoup plus marquée, puisque le gaz de réseau et le fioul domestique assurent encore la couverture de 42 % des besoins qui pourraient être couverts par l'électricité ou par des chaleurs renouvelables (figure 9).

Or le gaz de réseau, qui couvre plus de 30 % des besoins, est constitué, aujourd'hui, à 96 % de gaz fossile et à 4 % de biogaz.

Malgré les obstacles réglementaires qui lui ont été opposés, l'électricité est parvenue au cours des 15 dernières années à maintenir une certaine progression, mais à un rythme réduit. La figure 10 en trace l'évolution et fait apparaître une croissance moyenne de la part de l'électricité dans le bilan en énergie finale du secteur résidentiel de 0,5 % par an environ.

Ce rythme de croissance est très insuffisant. Il devrait au minimum doubler pour que l'électricité assure en 2050 quelque 60 à 70 % des besoins. Un tel objectif est atteignable : les techniques existent et sont matures. Elles s'organisent selon quatre filières techniques :

- les pompes à chaleur air/air ou air/eau ;
- les radiateurs électriques pilotables ;
- les chauffe-eau thermodynamiques ;
- les systèmes de climatisation, si possible réversibles, désormais nécessaires pour s'adapter aux grandes chaleurs d'été.

Dans les logements neufs, hormis ceux desservis par des réseaux de chaleur, la quasi-totalité des logements peuvent ainsi être électrifiés. Quelques ajustements réglementaires sont cependant nécessaires, pour permettre notamment de lutter efficacement contre les canicules.

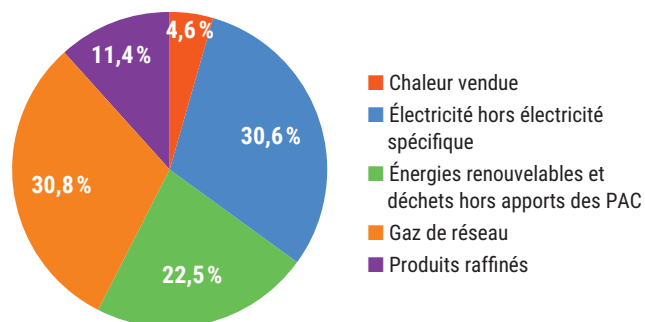


Figure 9 : Répartition entre formes d'énergie des consommations d'énergie finale dans le secteur résidentiel en France en 2025, hors électricité spécifique et apports en chaleur externe des PAC électriques. Données : SDES (Bilan provisoire 2025 – France – CVC).

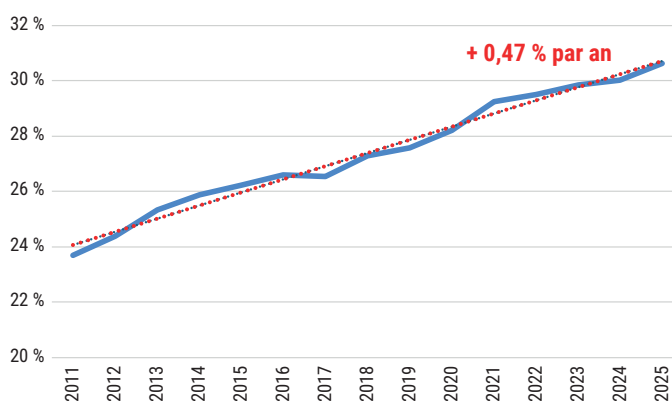


Figure 10 : Évolution depuis 2011 de la part de l'électricité dans le bilan en énergie finale du secteur résidentiel hors électricité spécifique et apports en chaleur externe des PAC électriques. Données : SDES (Bilan provisoire 2025 – France – CVC).



Dans les logements existants, la situation est plus difficile car certains logements, peut-être deux millions, devront probablement rester chauffés au gaz de réseau – devenu en principe 100 % renouvelable – pour des raisons techniques et économiques. Cependant, 70 % des logements existants aujourd'hui pourraient finalement être chauffés à l'électricité en 2050, dont quelque 55 % par PAC et 15 % par radiateurs électriques⁷.

Pour atteindre cet objectif, il faut redonner de la cohérence à l'action publique : adapter la réglementation, prioriser les travaux de conversion à l'électricité dans l'allocation des aides publiques (certificats d'économies d'énergie, ou CEE, et MaPrimeRénov'), définir et mettre en œuvre une politique de repli sur 20 à 25 ans du gaz fossile.

Dans le secteur des bâtiments à usage tertiaire, l'électrification est déjà fortement engagée en France. Elle atteint, en énergie finale, 55 % environ de l'énergie consommée (hors chaleurs de l'environnement apportées par les pompes à chaleur). Ce pourcentage est stable depuis une quinzaine d'années. Il est possible de

7. Source : Équilibre des Énergies « Une stratégie de rénovation efficace pour la décarbonation des logements » (mars 2026).



l'accroître, notamment par une utilisation accrue des pompes à chaleur dans de nombreux sous-secteurs, mais la préoccupation principale du secteur réside aujourd'hui dans la maîtrise des consommations d'énergie par la mise en œuvre du dispositif Eco-Energie Tertiaire⁸ et dans la généralisation des systèmes de gestion de l'énergie avec l'application du décret BACS⁹.

Le secteur des centres de données relève cependant d'une autre logique. C'est un secteur en pleine expansion, très demandeur en électricité pour alimenter les serveurs. Une idée fréquemment émise est de récupérer cette chaleur pour la mettre à disposition de bâtiments voisins. Une piste à privilégier est celle des bâtiments tertiaires publics, notamment les écoles, collèges, lycées et universités dont le chauffage est principalement fossile. Le renouvellement des chaudières pourrait être planifié sur la période nous amenant jusqu'en 2050.

Dans le secteur des transports

Le secteur des transports routiers terrestres connaît aujourd'hui une véritable révolution avec l'arrivée, dynamique et très probablement irréversible, du véhicule électrique.

Après quelques hésitations, les conditions sont à présent réunies pour permettre sa généralisation dans le secteur des véhicules légers. Il faut évidemment poursuivre l'équipement du pays en bornes de recharge, dans les collectivités et le long des voies rapides notamment, afin d'offrir un service encore meilleur que celui offert par les véhicules thermiques mais, hormis le lissage de la trajectoire de décarbonation et l'introduction de certaines flexibilités, il n'y a pas lieu de remettre en cause l'objectif européen de fin de commercialisation

des véhicules neufs à moteur thermique en 2035.

L'électrification des transports lourds de marchandises est une autre opportunité permettant d'obtenir des résultats rapides. L'exemple chinois démontre la maturité de la filière électrique. Le problème est essentiellement un problème de TCO (*Total Cost of Ownership*) pour lequel il est nécessaire de maintenir, pendant quelques années au moins, les aides à l'achat, par le canal des certificats d'économies énergie notamment¹⁰.

L'électrification des poids lourds se fera selon un calendrier décalé par rapport aux voitures particulières, ce qui laisse une certaine place aux solutions de transition, essentiellement les biocarburants dont les débouchés pourront, le moment venu, se reconverter vers l'aérien.

L'électrification des transports en commun est bien engagée. Les bus électriques et les tramways sont des solutions matures. L'électrification des chemins de fer doit se poursuivre, par l'électrification des voies principales et le développement de solutions à batteries en remplacement des locomotives diesel.

L'électrification des transports aériens et maritimes est plus délicate. Les e-carburants sont encore loin de l'équilibre économique et les questions de concurrence internationales sont prégnantes. Dans les prochaines années, l'effort doit porter sur les mesures d'accompagnement : électrification des ports et des aéroports et recours préférentiel aux biocarburants : biokérosène pour l'aviation, gaz naturel liquéfié (GNL) dopé au bio-GNL pour le maritime. Mais les projets pilotes de e-kérosène et de e-carburants, très demandeurs en électricité décarbonée, doivent être poursuivis afin d'acquérir la maîtrise des process correspondants.

8. Application du décret n° 2019-771 du 23 juillet 2019 dit « décret tertiaire ».

9. Décret n° 2020-887 du 20 juillet 2020 relatif au système d'automatisation et de contrôle des bâtiments non résidentiels et à la régulation automatique de la chaleur.

10. Pour plus d'information, se référer à l'étude d'Équilibre des Énergies : « La décarbonation du transport routier de marchandises » (janvier 2026).



L'électrification de l'industrie

L'industrie française est encore relativement faiblement électrifiée. La consommation d'électricité n'y a pas excédé, en 2025, 100 TWh et le taux d'électrification n'y atteignait que 37 % (usage non énergétique inclus), donc très loin des 64 % constatés en Norvège.

Pourtant, des potentialités de substitution très importantes existent, notamment dans le domaine de la chaleur à basse et moyenne température. Des procédés sont disponibles : pompes à chaleur, recompression mécanique de chaleur, chaudières électriques, fours électriques. Selon la Stratégie nationale bas carbone (SNBC 3), il est ainsi possible de porter la part de l'électricité à 47 % en 2030 et 57 % en 2050.

Clairement le problème est bien moins technique qu'économique : le financement des investissements reste un obstacle, la visibilité sur les tarifs est jugée insuffisante et, pour beaucoup, l'espoir subsiste de retrouver des prix du gaz attractifs.

Pour les installations nouvelles, les délais de raccordement peuvent faire difficulté malgré les efforts affichés pour accélérer les procédures.

Que faire pour atteindre les objectifs d'électrification ?

La brève analyse qui précède montre qu'il existe des gisements d'électrification dans tous les secteurs. Mais ces gisements ne sont pas exploités comme ils le devraient, alors que la ressource en électricité est disponible à des prix généralement compétitifs. Cette situation de statu quo n'est pas acceptable. Le gouvernement français en a pris conscience en publiant en avril 2026 un plan

d'électrification « *Électrifions la France : pour une énergie moins chère, plus souveraine et plus durable* ». De son côté, la Commission européenne a publié le 17 juillet 2026, son plan d'action pour l'électrification.

Ces dispositions ne porteront leurs fruits que si un certain nombre de conditions générales sont réunies, sans préjudice des politiques sectorielles précédemment esquissées.

1. L'électrification doit désormais être considérée par tous les responsables politiques comme la priorité absolue des politiques énergétiques.

Pendant 50 ans, l'accent a été mis, en France comme en Europe, sur les économies d'énergie. Celles-ci restent nécessaires mais ne sont pas suffisantes. L'électricité est indispensable à la décarbonation, à la préservation de notre indépendance, au bien-être des populations et à la croissance économique. Il n'y a pas d'usage répréhensible de l'électricité : l'essentiel est qu'elle puisse permettre de sortir de la dépendance aux énergies fossiles.

2. Le tableau de bord de l'électrification annoncé dans la Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE3) doit être publié et le respect de sa trajectoire confié à un organisme dont ce devrait être une responsabilité essentielle.

3. L'électrification doit se faire à un rythme accéléré. En parallèle, il est nécessaire d'organiser le repli des solutions fossiles partout où cela est possible et à un rythme approprié. La seule interdiction de la publicité pour les énergies fossiles prévue par le plan d'avril 2026 ne sera pas suffisante. **C'est un plan pluriannuel**

de sortie des énergies fossiles, et du gaz fossile en particulier, qu'il faut élaborer et mettre en œuvre. Un tel plan de déclassement est prévu par l'article 57 de la directive gaz 2024/1788. Mais son élaboration et sa mise en œuvre sont délicates. Le gaz a un rôle essentiel à jouer dans la décarbonation des pays les plus émetteurs dans le monde, en substitution du charbon. Dans les pays économiquement les plus avancés, le gaz reste nécessaire pour un certain nombre d'usages essentiels (dans l'industrie, dans le maritime, pour la production d'électricité à la pointe). Les consommateurs ne sont pas prêts à admettre et à financer une reconversion brutale de leurs installations. Un plan de sortie du gaz fossile doit donc s'étaler sur une période de 20 à 25 ans, être concerté au niveau des territoires, tenir compte des difficultés techniques et des réalités économiques et assurer l'avenir des personnels qui ont œuvré au développement du gaz naturel à l'époque où les pouvoirs publics l'encourageaient.

4. Il faut mettre en place les moyens de production qui permettront d'assurer, dans les prochaines années aussi bien qu'à très long terme, l'approvisionnement en électricité. Énergie nucléaire et énergies renouvelables ne sont pas en compétition, elles sont complémentaires.

Le nouveau programme nucléaire, fondé sur les EPR2 et subsidiairement les *Small Modular Reactors* (SMR) et les *Advanced Modular Reactors* (AMR), la réalisation du stockage géologique Cigéo et le projet Aval du Futur d'Orano, constituent un programme transgénérationnel qui s'étendra au-delà de l'année 2100. C'est un socle, indispensable à la France mais aussi à l'Europe. Le montage d'un tel programme échappe à l'évidence à la logique usuelle de la concurrence et des marchés. Un message sans ambiguïté doit être adressé en ce sens à la Commission.

5. Il faut préserver l'avantage comparatif que constituent aujourd'hui nos réseaux électriques de transport et de distribution. Les gestionnaires de réseau sont confrontés à des sollicitations de plus en plus massives, notamment pour le raccordement des sources d'énergies distribuées et pour le développement des interconnexions avec les pays voisins.

La priorité doit être de continuer à assurer :

- la qualité et la stabilité du réseau, par le développement des flexibilités et des stockages, en particulier à présent par batteries ;
- la possibilité offerte à tous les consommateurs de se raccorder rapidement et à la hauteur de ce qui leur est nécessaire pour développer leurs activités.

Il pourrait être créé un fonds d'accélération à l'électrification des territoires d'industrie, à l'instar du FACE (Financement des Aides aux Collectivités pour l'Électrification Rurale).

6. Les prix de l'électricité sont bien évidemment au centre du débat sur l'électrification. Plusieurs aspects essentiels sont à retenir :

- **il faut assurer leur stabilité dans le temps** et éviter le retour aux errements connus en 2022 où l'emballement

des prix du gaz, aussi marginal qu'il fut dans le mix électrique, a entraîné sur les marchés de gros une dérive ascensionnelle des prix de l'électricité. Les marchés sont utiles et doivent être préservés mais ils doivent être contenus. La liberté de passer des contrats de gré à gré doit être défendue, le message doit en être porté à Bruxelles ;

- **la fiscalité doit être en harmonie avec la politique énergétique.** La situation budgétaire française n'offre guère de souplesse mais un réajustement progressif des accises au profit de l'électricité reste possible. En particulier, un allègement de l'accise pesant sur les consommateurs industriels d'électricité ne bénéficiant pas d'un tarif réduit, nous semblerait justifié. Un tel ajustement pourrait être compensé par une hausse, à due concurrence de l'accise sur le gaz ;

- **l'entrée en vigueur de l'ETS2, prévue pour le 1^{er} janvier 2038, doit être préparée avec attention.** Elle est l'occasion de renforcer l'avantage compétitif de l'électricité mais en veillant soigneusement à éviter des phénomènes de rejet comme ceux qui ont amené à renoncer à la taxe carbone ou à l'écotaxe ;

- **le tarif d'utilisation des réseaux publics d'électricité (le TURPE)** devrait continuer à évoluer vers une tarification à un niveau plus élevé de l'accès à la puissance garantie en réduisant d'autant la part assise sur les kWh consommés.

7. Les pouvoirs publics doivent poursuivre une politique incitative permettant de surmonter plus facilement le mur d'investissement qu'implique la décarbonation et l'électrification.

Tant que son impact reste acceptable par le consommateur, le système des CEE permet de pallier la carence de moyens budgétaires. Son recentrage vers l'électrification doit être poursuivi, pour en faire des C3E : certificats d'économie d'énergie et d'électrification.

Les pouvoirs publics doivent, dans la mesure de leurs moyens, continuer à apporter leur aide aux investissements, en veillant à ne pas se laisser entraîner, sauf opérations-pilotes, comme ce fut le cas dans le passé, vers des aides à l'exploitation qui obèreraient encore davantage l'équilibre budgétaire des années à venir.

Les sommes collectées au titre des systèmes de quotas carbone européens (ETS1 et ETS2) doivent être, dans une proportion plus importante qu'aujourd'hui, redistribuées au profit d'actions incitatives à l'électrification. Ceci relève d'une responsabilité partagée entre la Commission européenne et les États-membres.

8. Enfin, il faut mettre un terme rapidement aux anomalies réglementaires qui handicapent encore le développement de l'électricité. Il doit ainsi être mis fin à la comptabilité en énergie primaire des consommations d'énergie, dans les dispositifs législatifs et réglementaires, français et européens, notamment dans la directive sur la performance énergétique des bâtiments (DPEB) et dans les réglementations françaises du diagnostic de performance énergétique et des constructions nouvelles (RE2020).

Entretien avec Bernard Fontana,
président-directeur général d'EDF

EDF : un programme d'action pour électrifier à grande échelle



Vue aérienne de la centrale nucléaire de Paluel.
© Eliot Blondet / ABACAPRESS.COM



// À l'occasion de nos 80 ans, nous avons annoncé le déploiement de 240 millions d'euros pour accélérer concrètement l'électrification.

Bernard Fontana, vous êtes le président-directeur général d'EDF. Pensez-vous que l'objectif d'accroître la part de l'électricité dans la consommation d'énergie finale à plus de 50 % en 2050 soit réaliste ? Quels sont les principaux défis pour y parvenir ?

Bernard Fontana : La projection à 2050 des actions à réaliser pour atteindre les objectifs de neutralité carbone est sans équivoque : 60 % de l'énergie finale devra provenir de sources électriques bas-carbone. Cela implique une électrification massive des usages encore dépendants des énergies fossiles, notamment dans les transports, l'industrie et le bâtiment.

C'est pourquoi EDF a décidé de prendre sa part en lançant un projet transverse dédié à l'accélération de l'électrification des usages. De nombreuses actions sont actuellement mises en œuvre pour créer la rupture : auprès des industriels, des transporteurs, des associations de filières, en mettant en place des offres adaptées, en étant à l'initiative pour créer des centres d'expertise dédiés... Beaucoup de ces actions sont partenariales. En effet, la réussite de l'électrification doit être collective : l'engagement de chaque filière, mais aussi l'adaptation du cadre réglementaire et législatif seront nécessaires pour concrétiser l'électrification des usages, dans un contexte de stagnation globale de la consommation.

À l'occasion de nos 80 ans, nous avons annoncé le déploiement de 240 millions d'euros pour accélérer concrètement l'électrification avec trois volets spécifiques : 80 M€ pour aider les ménages modestes à installer une pompe à chaleur grâce à une prime de 1 000 € ; 80 M€ pour le transport lourd avec une prime de 15 000 € environ pour les TPE ou PME qui acquièrent un camion électrique et l'installation de 180 bornes de recharge pour les poids lourds en itinérance ; 80 M€ pour acquérir et équiper des terrains prêts à accueillir rapidement des industriels ou des acteurs du numérique. À ces mesures, nous ajoutons une enveloppe de 30 M€ pour accélérer le déploiement des chaudières électriques dans l'industrie.

Notre politique commerciale repose sur une amélioration de la visibilité et de la stabilité des prix pour nos clients, avec notamment les offres de détail moyen terme, de 4 et 5 ans, et le développement de contrats d'allocation de production nucléaire (CAPN) qui leur permet, moyennant un partage des risques, de garantir leur performance, dans la durée, pour accélérer et rentabiliser les investissements nécessaires à leur électrification.

Pour que cette électrification soit efficiente, rentable

© Laurence Godart



et durable, EDF assume pleinement sa responsabilité industrielle : fournir une énergie compétitive, souveraine, bas carbone et pilotable ; améliorer la performance du parc existant, notamment en prolongeant sa durée de vie et en augmentant la puissance de certains réacteurs (+35 MW sur 13 réacteurs équipés de nouvelles turbines Arabelle Solutions) ; accélérer la mise à disposition de nouvelles capacités, notamment avec le programme EPR2 ; relancer les investissements dans le parc hydraulique français, moderniser les réseaux, en améliorant leur résilience et leur capacité de raccordement ; déployer des flexibilités (stockage, compensateurs synchrones) indispensables à l'équilibre futur d'un système fortement électrique.

Quelles sont les actualités concernant le nucléaire et l'hydraulique pour assurer à la France un approvisionnement en électricité, stable, décarboné et compétitif ?

B. F. : L'électricité produite par EDF en France métropolitaine affiche une intensité carbone très faible, de 3,6 gCO₂/kWh en 2025, ce qui en fait un levier central de la décarbonation. Grâce aux interconnexions européennes, la France a exporté de l'ordre de 90 TWh d'électricité par an ces deux dernières années.

Sur le nucléaire, l'Europe a engagé un net changement de cap, notamment via l'Alliance européenne pour le nucléaire, dont la France est un moteur. EDF intervient sur l'ensemble de la chaîne : développement de réacteurs de grande puissance, projets de SMR et fourniture de composants clés via Framatome et Arabelle Solutions. En France, le groupe agit aussi sur le parc existant avec la prolongation de sa durée de vie, l'augmentation de puissance des réacteurs et la réduction des arrêts de tranches, afin de sécuriser et d'optimiser la production.

Pour l'hydroélectricité, l'accord trouvé avec la Commission européenne permet à EDF de relancer

des investissements structurants : rehaussement de barrages, modernisation d'ouvrages et développement de nouvelles STEP. Ces projets sont essentiels pour le pilotage du système électrique et permettront de sécuriser jusqu'à 150 TWh supplémentaires à l'horizon 2035, tout en soutenant des filières industrielles françaises, des compétences souveraines et des dizaines de milliers d'emplois.

Comment faire en sorte que l'électricité demeure attractive dans ses usages tout en préservant la capacité d'EDF à franchir le mur d'investissement qui se présente devant elle ?

B. F. : Le rôle du groupe EDF est clair : contribuer à la souveraineté économique du pays et accompagner la réindustrialisation grâce à l'électricité. À ce titre, notre responsabilité est double : produire et commercialiser une électricité décarbonée à un niveau de prix attractif tout en assurant la soutenabilité d'un programme d'investissements historique dans la production et les réseaux.

Aujourd'hui, l'électricité française est la moins chère parmi nos grands voisins européens. Elle se situe à un niveau comparable à celui des états les plus compétitifs des États-Unis, tout en offrant une continuité de service et une sécurité d'approvisionnement nettement supérieures. En 2025, nous avons d'ailleurs exporté plus que l'équivalent de la consommation électrique de la Belgique, ce qui montre que notre système est robuste et capable d'accompagner une hausse durable de la demande.

L'étape suivante consiste à réussir à électrifier notre économie pour atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050. L'électricité est disponible, utilisons-la ! C'est

ainsi que nous répondrons aux enjeux de compétitivité, de souveraineté énergétique et de climat. En complément des efforts de sobriété et d'efficacité énergétique, nous devons, à chaque fois que c'est possible, transférer les usages énergétiques fossiles – en particulier le pétrole qui représente plus d'un tiers de la consommation énergétique française¹ –, vers des usages électriques décarbonés. L'exemple du prix du « plein électrique » est sûrement le plus significatif : parcourir 100 kilomètres en voiture électrique, grâce à une recharge à domicile, est cinq fois moins cher que la consommation équivalente en carburant fossile. Qu'il s'agisse d'électrifier les transports, les process industriels ou encore les solutions de chauffage des bâtiments résidentiels et tertiaires, les territoires et les décideurs locaux ont un rôle essentiel à jouer.

Nous allons aussi animer les filières et accompagner les clients particuliers, les entreprises, les collectivités, pour les convaincre de l'intérêt de convertir les usages et accélérer la trajectoire d'électrification.

Quelle est votre politique en matière d'aide à l'électrification de l'industrie ?

B. F. : Depuis fin 2023, nous proposons des contrats de long terme adossés au parc nucléaire historique, les CAPN.

Nous avons décidé d'élargir ce dispositif aux consommateurs finaux consommant plus de 7 GWh/an, aux fournisseurs autorisés et aux producteurs, en mettant à disposition 1 800 MW – soit environ 10,6 TWh par an – livrés en France à partir de 2027, avec un contrat unique basé sur le partage des coûts et des risques. Les acteurs intéressés peuvent déjà se déclarer via notre site, dans le cadre d'un guichet ouvert et transparent.

Mais l'accès à une électricité compétitive ne suffit pas. De nombreux procédés industriels ont en effet été historiquement conçus autour des énergies fossiles, et les compétences disponibles – bureaux d'études, ingénierie – restent majoritairement structurées autour de ces technologies. Pourtant, des solutions technologiques matures existent déjà. Parmi elles, on trouve les pompes à chaleur (PAC), la géothermie profonde ou de surface, les chaudières et fours électriques ou d'autres innovations prometteuses que Dalkia propose à ses clients pour les accompagner dans leur décarbonation. Et plus de 80 % des procédés pourraient déjà être électrifiés grâce aux solutions existantes, tout en améliorant à la fois les performances industrielles et l'efficacité énergétique.

Pour rendre ces technologies plus visibles et accélérer la transition vers l'électrique, nous avons lancé un centre d'expertise dédié à l'électrification de l'industrie, **l'électrifab**. Avec nos partenaires, nous voulons créer un lieu où équipementiers, investisseurs et bureaux d'études pourront travailler ensemble pour identifier, sécuriser et multiplier les projets de passage à l'électrique.

Enfin, certains procédés – notamment les fours pour la sidérurgie, la verrerie ou le ciment – ont encore besoin



© Lucille PELLERIN/REA

1. <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-energie/fr/donnees-cles#images-3>

de premières installations pour gagner en maturité. Nous sommes engagés dans un fonds démonstrateur pour « dérisquer » ces projets grâce à la mise à disposition de notre expertise R&D et au cofinancement de ces démonstrateurs aux côtés des industriels. L'objectif est clair : faire émerger plus vite des solutions répliquables à court terme.

À travers cette combinaison – contrats de long terme, accélération du partage d'expertise au sein de la filière et soutien aux solutions émergentes – nous voulons apporter des réponses concrètes pour accélérer l'électrification.

Dans le secteur résidentiel, les ménages sont incités à migrer vers les pompes à chaleur et les véhicules électriques. Mais ces solutions impliquent des investissements : que peut faire EDF et quelles seraient les mesures nécessaires pour soutenir l'acquisition de ces équipements ?

B. F. : Dans le secteur résidentiel, nous avons deux leviers majeurs de décarbonation : la pompe à chaleur et la mobilité électrique. Deux tiers des Français et des Européens voient l'électrification comme une réponse aux besoins de décarbonation selon l'étude Obs'COP25² (Observatoire international Climat et Opinions Publiques).

Aujourd'hui, passer à l'électrique est non seulement possible mais pertinent économiquement dans la grande majorité des situations.

Comme je l'ai évoqué, les arguments en faveur du véhicule électrique sont solides. À l'usage, il coûte moins cher qu'un véhicule thermique ou hybride : sur cinq ans, l'économie se situe entre 600 et 1 600 euros par an pour un ménage³. Les modèles de véhicules à moins de 25 000 euros sont de plus en plus nombreux et le marché de l'occasion va se développer fortement grâce à l'électrification en cours des flottes d'entreprise. La dynamique confirme cet intérêt : 2025 s'est achevée avec plus de 2,5 millions de véhicules électrifiés en circulation en France et une croissance de plus de 12,5 % des immatriculations de modèles 100 % électriques par rapport à 2024⁴. L'infrastructure progresse également : la recharge s'est généralisée à domicile, sur les lieux de travail et dans l'espace public (plus de 180 000 points de recharge⁵). Les bornes rapides permettent désormais de répondre aux trajets longue distance. Les freins restent surtout liés à certaines idées reçues, nous travaillons à donner plus de visibilité et d'accompagnement sur ces sujets.

La pompe à chaleur est de plus en plus envisagée par les ménages (67 % des Français en connaissent très bien les avantages selon l'étude l'Obs'COP2025). Elle permet



© Franck Tremblay

de réduire jusqu'à 50 % de la facture de chauffage par rapport au gaz ou au fioul⁶, tout en restant performante quels que soient la zone géographique et le niveau d'isolation du bâtiment⁷. EDF propose un parcours complet : diagnostic, conseil, dimensionnement, installation et, surtout, un accompagnement pour accéder aux aides publiques. C'est essentiel pour rendre la démarche simple et financièrement attractive. Ces deux dernières années ont été difficiles pour le marché, sous l'effet combiné de l'instabilité des mécanismes d'aides et de la baisse du pouvoir d'achat. Cela a entraîné un certain attentisme de la part des ménages.

Au niveau européen, la Commission a publié en juillet 2026 un *Electrification Action Plan*. Quelles sont vos attentes quant aux initiatives qui pourraient en résulter ?

B. F. : L'électrification est désormais un pilier de la stratégie énergétique européenne, comme en France avec la PPE3, qui a fait de l'électrification des usages le principal levier de décarbonation. L'objectif est clair : remplacer le gaz et le pétrole par de l'électricité chaque fois que possible.

L'enjeu est stratégique : réduire la dépendance aux énergies fossiles importées, renforcer la compétitivité industrielle et s'appuyer sur une électricité déjà largement décarbonée pour atteindre la neutralité carbone en 2050. EDF y contribue activement, notamment via ses investissements dans le nucléaire, l'hydraulique, les réseaux et les flexibilités.

Nous attendons de ce plan qu'il permette de lever concrètement les freins à l'électrification dans les transports, l'industrie et le bâtiment, en réduisant les taxes sur l'électricité, en accélérant les raccordements, en modernisant les réseaux et en soutenant les flexibilités (stockage, pilotage de la demande). En donnant un cap clair et des signaux économiques stables, l'*Electrification Action Plan* peut créer les conditions d'investissement nécessaires et devenir un levier décisif pour l'ensemble du continent.

2. Étude d'opinion d'ampleur inédite menée pour la 7^e année consécutive par Ipsos BVA dans 30 pays sur les cinq continents, représentant les deux tiers de la population mondiale et parmi lesquels figurent les plus importants émetteurs de CO₂. Plus d'informations : <https://www.edf.fr/groupe-edf/observatoire-international-climat-et-opinions-publiques>.

3. Étude BCG pour Charge France, septembre 2025.

4. Comité des Constructeurs Français d'Automobiles (CCFA).

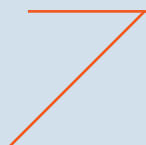
5. À fin avril 2026, la France comptait 194 996 points de recharge ouverts au public, ce qui correspond à une évolution de 16 % en un an. Source : Avere France.

6. Source : EDF R&D.

7. Étude Ademe sur la performance des PAC, octobre 2025.

Entretien avec Patrick Pouyanné
président directeur général de TotalEnergies

TotalEnergies : la naissance d'un grand électricien





© Laurent PASCAL

Si le pétrole a été la grande énergie du siècle dernier, le gaz et l'électricité sont au cœur du système énergétique de demain.

Le 28 mai 2021, Total est devenu TotalEnergies, marquant ainsi sa volonté de devenir un acteur multi-énergies de la transition énergétique. Près de cinq ans plus tard, pouvez-vous nous dire quel bilan vous tirez de cette stratégie de transition et quelle place joue aujourd'hui l'électricité dans votre stratégie ?

Patrick Pouyanné : En 2021, nous nous sommes renommés TotalEnergies pour acter notre stratégie de transition qui combine pétrole et gaz et notamment le GNL, d'une part, électricité et énergies renouvelables, d'autre part. Elle était déjà mise en œuvre depuis quelques années avec deux convictions profondes. La première : l'électricité sera l'énergie du XXI^e siècle, car c'est l'énergie de la décarbonation. Et la seconde : tant que nous n'aurons pas construit le système énergétique mondial de demain – décarboné, disponible et abordable – compte tenu du déclin naturel des champs, nous devons continuer à investir dans le pétrole et le gaz pour apporter à nos clients l'énergie dont ils ont besoin.

Si le pétrole a été la grande énergie du siècle dernier, le gaz et l'électricité sont au cœur du système énergétique de demain. L'électricité a donc une place majeure dans notre stratégie. La

preuve : en partant de presque zéro en 2020, nous avons déjà construit en projets renouvelables l'équivalent de la capacité d'une quinzaine de réacteurs nucléaires.

Vous positionnez donc l'électricité comme un axe majeur de développement mais, dans le même temps, vous affichez des objectifs de croissance de production en hydrocarbures de 3 % jusqu'en 2030. Quelle est votre position sur le gaz naturel dont beaucoup de pays, dont la France, ont encore besoin ?

P. P. : Nous continuons d'investir dans le pétrole et le gaz pour répondre à une demande en croissance. Je rappelle que, comme le souligne l'AIE dans son dernier rapport publié en septembre dernier, la production de pétrole et de gaz déclinerait de 6 et 7 % par an respectivement sans nouveaux investissements. Il est donc encore nécessaire d'investir. Mais nous le faisons en veillant à réduire fortement nos émissions directes et en abaissant l'intensité carbone de notre production pétrolière et gazière opérée. Quant au gaz naturel, c'est une énergie clé pour la transition énergétique. Il émet deux fois moins de gaz à effet de serre que le charbon lorsqu'il est utilisé pour générer de

l'électricité. Cette source énergétique abondante en fait un allié précieux pour aider les pays dépendants du charbon à réduire leurs émissions de gaz à effet de serre. Sous réserve bien sûr de limiter au strict minimum les émissions et les fuites de méthane.

Au sein des marchés du gaz, nous nous positionnons en priorité sur le gaz naturel liquéfié (GNL) qui permet au gaz d'être acheminé partout dans le monde et contribue ainsi à la sécurité énergétique, comme en Europe depuis 2022 avec la très forte baisse de livraison du gaz russe par gazoduc. Avec des positions diversifiées et notamment une place de premier exportateur aux États-Unis – 19 Mt en 2025 – TotalEnergies est le 3^e plus grand acteur mondial du GNL avec 44 Mt vendues en 2025.

Ce qui compte au final, pour la planète, c'est la maîtrise des émissions de gaz à effet de serre. Quels sont vos objectifs de réduction des émissions et quelles actions mettez-vous en œuvre pour les atteindre ?

P. P. : Nos efforts en termes de baisse des émissions sont significatifs et nous les poursuivons. Les émissions de CO₂ de nos actifs *oil & gas* opérés ont baissé de 38 % par rapport à 2015 et nous réaffirmons notre objectif de baisse des émissions sur nos actifs opérés à 2030 de 40 % par rapport à 2015.

Nous mettons également en œuvre un plan ambitieux de réduction de nos émissions de méthane qui est un gaz à effet de serre au pouvoir réchauffant 30 fois plus élevé que le CO₂. Grâce aux efforts engagés, TotalEnergies a pris une avance significative dans la réduction de ses émissions de méthane, atteignant dès 2025 une baisse de -60 % par rapport à 2020, dépassant ainsi son objectif initial de -50 % en 2025. Elle vise désormais une réduction de -70 % en 2026, et -80 % d'ici 2030, dans le cadre de son ambition d'atteindre le *near zero*

methane emission dans ses opérations à horizon 2030, avec une intensité de moins de 0,1 %.

Le projet européen d'électrification est aujourd'hui confronté à la stagnation de la demande en électricité. Pensez-vous que l'on puisse s'attendre à un décollage de cette consommation, à court ou moyen terme et comment TotalEnergies pourrait-elle contribuer à cette dynamique ?

P. P. : Nous pensons que la demande d'électricité en Europe devrait continuer à augmenter grâce à l'électrification des véhicules, qui vont progressivement remplacer les moteurs thermiques. Nous y contribuons très directement en investissant dans des réseaux de bornes de recharge pour que l'automobiliste puisse sans crainte. Ensuite, la montée en puissance des *data centers*, portée par la digitalisation et l'intelligence artificielle, représente un autre vecteur d'accroissement de la demande électrique. Enfin, il faut noter que la sortie progressive des centrales à charbon en Europe doit être remplacée

par d'autres moyens de production. Et pour garantir sa compétitivité et sa souveraineté et absorber la montée en puissance des énergies renouvelables, l'Europe doit investir massivement dans le renforcement des infrastructures de réseau.

TotalEnergies contribue très concrètement à cette dynamique de croissance, en accélérant son développement dans l'électricité, avec une priorité donnée aux renouvelables et aux moyens de production flexibles (centrales à gaz et batteries). Un exemple récent et emblématique est l'acquisition de 50 % dans des centrales électriques flexibles (gaz, biomasse) auprès du groupe EPH, qui permet à TotalEnergies de renforcer sa position sur les marchés européens de l'électricité, en développant la complémentarité de la génération intermittente d'électricité renouvelable et de la génération d'électricité flexible. Elle nous permettra de développer notre activité de trading d'électricité en Europe et d'élargir notre offre d'électricité bas carbone et disponible 24h/24. Nous serons ainsi très bien positionnés pour répondre à la demande croissante des

data centers en Europe par exemple. Cette transaction marque donc une étape importante dans la stratégie de l'entreprise pour devenir un acteur majeur de l'électricité en Europe.

Le secteur des transports est au cœur de la transition électrique. TotalEnergies a fortement investi dans le déploiement des stations de recharge sur le réseau autoroutier, mais des défis demeurent. Quelle est votre stratégie pour y répondre ?

P. P. : Sur le segment des véhicules électriques, nous adoptons une approche pragmatique, en ajustant le rythme de notre déploiement et de nos investissements à l'évolution du marché. Nos priorités se concentrent sur le développement des bornes de recharge rapide. TotalEnergies est aujourd'hui leader de la recharge rapide sur autoroutes : dans toutes nos stations autoroutières en France, les automobilistes peuvent recharger jusqu'à 80 % de leur batterie en environ 20 minutes. Et bien sûr nous viserons moins de 10, voire 5 mn au fur et à mesure que les nouvelles technologies apparaîtront.

Pour la recharge lente, notamment auprès des collectivités et des agglomérations, nous nous appuyons sur des partenariats stratégiques. En France, nous avons récemment conclu un partenariat avec la Banque des Territoires, qui nous permet de développer, exploiter et maintenir un réseau d'infrastructures publiques de recharge. Cette initiative contribue à densifier le maillage territorial et à diversifier les lieux d'implantation des infrastructures électriques.

Concernant les poids lourds, TotalEnergies a lancé en Europe une offre dédiée aux transporteurs, répondant à leurs besoins en dépôt et en itinérance. Nous prévoyons également de déployer un réseau de points de charge le long des principaux corridors européens, afin d'accompagner la décarbonation du transport routier.

Hydrogène, biocarburants, carburants d'aviation durables (CAD ou SAF en anglais) : ces filières sont au cœur de la stratégie de décarbonation, notamment au niveau européen. Quelles filières vous semblent

L'enjeu est d'adapter la transition vers ces énergies à la réalité de la demande des clients et à l'évolution de la réglementation.



Parc éolien offshore Seagreen en Écosse.
© Andy Buchanan

aujourd'hui porteuses dans le cadre de votre stratégie de décarbonation ?

P. P. : L'enjeu est d'adapter la transition vers ces énergies à la réalité de la demande des clients et à l'évolution de la réglementation. Pour TotalEnergies, une approche pragmatique de nos investissements pour rester flexibles et compétitifs.

Sur les biocarburants, nous disposons d'une capacité industrielle solide. Nous avons choisi de convertir deux de nos raffineries existantes en bioraffineries, à La Mède et bientôt à Grandpuits. Mais pour investir au bon rythme dans la production de ces carburants durables, nous avons besoin d'un cadre européen stable : par exemple, l'objectif de passer de 6 % à 20 % d'incorporation de carburants aériens durables de 2030 à 2035 est ambitieux et n'a de sens que si la demande suit, faute de quoi le risque de surcapacité augmente. Ainsi nous devons adapter notre production et c'est ce que nous proposons avec le *co-processing* qui consiste à produire du SAF dans nos raffineries existantes en intégrant des matières premières biosourcées. Cette solution est compétitive et répond au souhait de nos clients d'une énergie moins carbonée et abordable.

Concernant l'hydrogène, nous le voyons d'abord comme un moyen de décarboner nos raffineries en Europe. En remplaçant le gaz naturel consommé par nos raffineries en Europe par l'hydrogène vert ou bas carbone nous réduisons considérablement leurs émissions de CO₂. TotalEnergies est aujourd'hui le premier acheteur mondial d'hydrogène vert. Mais l'hétérogénéité des politiques nationales freine les investissements : il faut une boussole européenne raisonnable et des incitations claires.

En matière de production d'électricité, vous visez plus de 100 TWh de production en 2030. Comment comptez-vous atteindre cet objectif ? Les renouvelables sont-ils toujours votre priorité ? Envisagez-vous d'explorer d'autres filières comme celle des petits réacteurs nucléaires qui font aujourd'hui beaucoup parler d'eux ?

P. P. : Nous sommes en bonne voie pour atteindre notre objectif de plus de 100 TWh de production d'électricité à horizon 2030. Nous sommes à 50 TWh



Bornes de recharge haute puissance, Aire de Limours Briis-sous-Forges.
© TotalEnergies

en 2025, soit une croissance de 10 TWh/an au cours des cinq dernières années puisque nous partions de quasiment rien, nous dépasserons 60 TWh en 2026... Donc oui, nous sommes sur le bon rythme pour atteindre les 100 TWh en 2030 avec un mix d'énergies renouvelables (solaire, éolien) et de centrales flexibles à gaz et batteries. Pour cela, TotalEnergies investit chaque année environ 3 milliards d'euros dans son activité d'électricité, en ciblant des géographies clés telles que l'Europe, les États-Unis, le Brésil, ainsi que des pays à fort potentiel renouvelable comme l'Inde ou l'Afrique du Sud, et ceux dans lesquels nous sommes déjà présents via nos activités pétrolières et gazières comme le Moyen-Orient par exemple. Je vous confirme que les renouvelables sont bien au cœur de notre projet de construire un électricien du XXI^e siècle.

Nous n'envisageons pas de nous développer dans le nucléaire, nous laissons cette filière aux spécialistes du secteur et préférons nous concentrer sur les énergies renouvelables, qui sont au cœur de notre stratégie de transition.

Êtes-vous actifs dans le domaine du transport et de la distribution d'électricité ?

P. P. : Le transport et la distribution de l'électricité ne font pas partie du cœur de métier de TotalEnergies, les réseaux de transport sont d'ailleurs généralement détenus et gérés par des sociétés étatiques ou publiques. Au niveau européen, la tendance est similaire : la

plupart des réseaux de transport sont exploités par des gestionnaires publics ou à participation publique majoritaire, conformément aux règles européennes visant à assurer l'indépendance et la sécurité d'approvisionnement.

En revanche, TotalEnergies soutient activement la stabilité du réseau grâce à ses actifs de production flexible, tels que les centrales à gaz et les batteries, qui permettent de répondre aux besoins des gestionnaires de réseau lors des pics de consommation et d'accompagner l'intégration des énergies renouvelables.

Pour terminer, quelles sont en Europe les réalisations qui, pour vous, symbolisent le mieux la stratégie de transition multi-énergies de TotalEnergies ?

P. P. : Le dernier exemple emblématique en date est le fait que TotalEnergies ait été choisi pour réaliser le plus vaste projet d'énergie renouvelable jamais entrepris en France, situé au large des côtes normandes. Ce projet éolien offshore fournira de l'électricité verte à plus d'un million de foyers et représente un investissement total d'environ 4,5 milliards d'euros, soit le projet le plus important mené par TotalEnergies en France depuis trente ans. Nous en sommes fiers. Comme nous sommes fiers de l'accélération que constitue la nouvelle JV que nous allons créer avec EPH, deux acteurs européens, qui nous permet de mettre en œuvre concrètement notre stratégie intégrée dans l'électricité.

Christophe Grudler
député européen

Le système électrique : un avantage comparatif pour l'Europe

L'Europe est à la recherche d'avantages comparatifs dans le contexte international actuel. Pensez-vous que le système électrique européen constitue l'un de ces avantages et que faut-il faire pour le renforcer ?

Christophe Grudler : Oui, le système électrique européen est un véritable avantage comparatif mais encore trop peu exploité. L'Europe importe près de 60 % de son énergie, ce qui alimente des dépendances coûteuses : plus de 350 milliards d'euros quittent chaque année notre économie. À l'inverse, l'électricité est un domaine où l'Europe dispose d'atouts solides : infrastructures développées, réseau fortement interconnecté, savoir-faire industriel et main-d'œuvre qualifiée.

Accélérer l'électrification des usages permettrait de transformer cette faiblesse en force, en réduisant notre dépendance aux fossiles importés tout en valorisant une électricité de plus en plus décarbonée et produite localement.

L'Union conserve aussi un avantage comparatif dans certaines filières, notamment le nucléaire, dont elle maîtrise largement la chaîne de valeur, à condition de la soutenir.

Pour renforcer cet atout, il faut mobiliser tous les leviers réglementaires et financiers en faveur des technologies propres européennes, approfondir l'intégration

des réseaux, moderniser les infrastructures et investir massivement dans la flexibilité, le stockage et les réseaux intelligents.

La Commission européenne place désormais l'électrification au cœur de sa stratégie. Pensez-vous qu'il y a là un réel infléchissement stratégique et une réorientation des priorités ?

C. G. Oui, il y a une inflexion réelle, mais elle ne part pas de zéro. L'électrification est au cœur du Pacte vert depuis le départ : directive sur les énergies renouvelables avec des cibles sectorielles, fin des ventes de véhicules thermiques en 2035, exigences renforcées pour les bâtiments et le solaire. Le problème n'est donc pas le cap, mais le manque de moyens pour l'atteindre. Dans le même temps, l'électrification stagne en Europe depuis 10 à 15 ans, alors que nos industries paient leur énergie deux à trois fois plus cher que leurs concurrentes américaines ou chinoises. Dans ces conditions, elle ne peut pas décoller. Avec le rapport Draghi, une prise de conscience émerge : sans incitations fortes et signaux économiques cohérents, la compétitivité européenne continuera de décrocher. Électrifier, ce n'est pas seulement produire plus, c'est aussi créer les conditions de la consommation : réseaux, flexibilité, prix et usages

industriels. L'inflexion est réelle, son succès dépendra de sa mise en œuvre.

Que pensez-vous de l'Electrification Action Plan rendu public par la Commission le 17 juillet dernier ? Répond-il à votre attente ?

C. G. L'Electrification Action Plan fixe un cap positif en reconnaissant l'électrification comme un pilier de la décarbonation et de la compétitivité européennes, avec un objectif indicatif de 46 % en 2040. Cette ambition doit désormais se traduire concrètement dans les prochaines politiques européennes et nationales afin d'envoyer un signal clair aux industriels et aux investisseurs.

Il faut maintenant créer les conditions économiques et mettre en place les dispositifs d'accompagnement permettant de rendre l'électricité attractive face aux énergies fossiles dans les secteurs de l'industrie, des transports et du bâtiment.

La reconnaissance du rôle du nucléaire pour l'électrification et la décarbonation est également à saluer. Il faudra toutefois veiller à ce que cette orientation soit pleinement intégrée dans les propositions législatives attendues à la fin de l'année sur les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique.

La mise en place d'un cadre législatif et financier de nature à accélérer l'électrification des usages est-elle compatible avec les priorités du Fit for 55 ?

C. G. Oui, pleinement. Accélérer l'électrification des usages est compatible avec le Fit for 55, c'en est même la suite logique, bien qu'elle arrive tardivement. Ce paquet a surtout structuré l'offre bas-carbone, sans préparer suffisamment la demande. Or, l'électrification des usages est le chaînon manquant.

Le Fit for 55 constitue une base solide, mais certaines règles doivent évoluer pour mieux refléter la réalité des émissions. Dans les transports, par exemple, les bénéfices climatiques de l'électrification sont évalués uniquement selon la part d'électricité renouvelable du mix national, sans tenir compte de son niveau réel de décarbonation. Cela crée des distorsions entre États membres et pénalise des mix pourtant très bas carbone. Ce plan devra donc réintroduire cohérence et pragmatisme, en s'appuyant sur toutes les technologies qui réduisent les émissions.

La dynamique d'électrification du secteur automobile se heurte aujourd'hui à de fortes résistances. Faut-il ne rien faire, revoir la législation ou introduire des flexibilités ?

C. G. Le contexte est délicat pour l'industrie automobile européenne, mais son avenir est clairement électrique. Des flexibilités peuvent être utiles pour atteindre nos objectifs, à condition qu'elles soient ciblées et conditionnelles. C'est l'esprit du paquet automobile,

notamment pour soutenir le développement de petits véhicules électriques abordables produits en Europe.

Mais toute flexibilité doit s'accompagner d'engagements industriels concrets en matière de production, d'investissements et d'emplois en Europe. La transition vers l'électrique est une opportunité industrielle majeure. En assumant une préférence européenne et en mobilisant les bons leviers – financement, innovation et infrastructures – nous pouvons renforcer la compétitivité de notre industrie automobile et structurer un écosystème européen solide de la mobilité électrique. L'Accélérateur industriel devra mettre cela en place.

Toute flexibilité doit s'accompagner d'engagements industriels concrets en matière de production, d'investissements et d'emplois en Europe.

L'électrification est un sujet clé pour la France. Pourquoi n'a-t-elle pas à ce jour démarré comme on l'espérait ? Que peut attendre la France de l'action européenne et que peut-elle inversement apporter à l'Europe ?

C. G. C'est un paradoxe : notre avantage comparatif repose sur cette électricité bas carbone, mais nous la valorisons encore trop peu. L'électrification des usages progresse lentement, en raison de signaux économiques insuffisamment incitatifs pour les consommateurs et d'un cadre encore trop fragmenté. L'action européenne peut apporter beaucoup, en accélérant les interconnexions, l'intégration des marchés et les investissements dans les réseaux et la flexibilité. En retour, la France contribue déjà fortement au système européen grâce à une production bas carbone largement pilotable, notamment nucléaire, essentielle à l'équilibre du réseau à l'échelle continentale.

La France dispose-t-elle aujourd'hui des alliances nécessaires pour porter efficacement ses positions à Bruxelles ?

C. G. La question se pose clairement. L'instabilité politique récente a affaibli la capacité de la France à peser à Bruxelles, en particulier sur les dossiers énergétiques où la constance et la lisibilité sont essentielles. Pour autant, la France conserve des leviers d'influence importants, à condition de les mobiliser de manière stratégique et collective.

Le couple franco-allemand reste un pilier incontournable. Des signaux positifs existent, notamment sur les enjeux de défense ; l'enjeu sera de dépasser certains clivages historiques pour élargir cette dynamique aux questions énergétiques et industrielles, que ce soit sur la prise en compte du nucléaire ou la préférence européenne. Par ailleurs, l'alliance des États membres favorables au nucléaire ne cesse de s'élargir et constitue un relais essentiel pour la France, en particulier dans la perspective des débats à venir sur la gouvernance de l'Union de l'énergie et le cadre post-2030. L'influence française dépendra de sa capacité à fédérer au-delà de ses positions nationales.

Les réseaux électriques européens : un atout à entretenir et à développer



Bruno Tobback,
député européen

L'électricité produite en Europe est appelée à devenir le principal vecteur énergétique de l'économie européenne et un moteur central de la compétitivité.

En tant que membre de la commission ITRE du Parlement européen et rapporteur fictif du rapport « Les réseaux électriques : l'épine dorsale du système énergétique de l'UE », estimez-vous que les réseaux électriques européens sont aujourd'hui suffisamment développés pour soutenir la croissance économique et la compétitivité de l'Union européenne ?

Bruno Tobback : Les réseaux électriques européens ont été développés au XX^e siècle pour un système énergétique centralisé reposant sur un nombre limité de grandes installations de production. Cette infrastructure ne correspond plus aux réalités du système énergétique actuel.

Le système électrique européen est de plus en plus décentralisé, tant du côté de la production, avec le déploiement des énergies renouvelables, que du côté de la demande, avec l'électrification croissante de l'industrie, des transports et des bâtiments. Par ailleurs, dans le contexte géopolitique actuel, la compétitivité de l'Europe dépend de son indépendance vis-à-vis des États pétroliers prêts à utiliser l'énergie comme une arme. C'est pour cette raison que l'électricité produite en Europe est appelée à devenir le principal vecteur énergétique de l'économie européenne et un moteur central de compétitivité.

Dans ce contexte, les réseaux électriques européens ne sont pas suffisamment développés pour soutenir pleinement la croissance économique et la compétitivité de l'Union. Les ménages et les industriels investissent de plus en plus dans l'électrification afin de réduire leur exposition à la volatilité des prix des combustibles fossiles. Mais à l'échelle de l'UE, les réseaux sont confrontés à une congestion croissante, limitant leur capacité de réponse à cette nouvelle demande.

Un renforcement, une modernisation et une extension des réseaux, en particulier au niveau de la distribution, sont nécessaires pour intégrer efficacement les énergies renouvelables, gérer une demande grandissante et éviter les congestions.

De nombreux acteurs industriels européens estiment que les délais d'autorisation et de raccordement freinent la compétitivité et le potentiel industriel de l'Union. Comment l'UE pourrait-elle rendre ces procédures plus fluides et plus rapides dans le cadre du Clean Industrial Deal ?

B. T. : La congestion des réseaux augmente le coût de l'énergie et, lorsqu'elle entraîne des limitations de production, elle réduit les marges des producteurs d'énergie et nuit à la compétitivité. Accélérer les procédures d'autorisation et de construction des nouvelles capacités de raccordement grâce à des processus de permis plus efficaces est une priorité.

Dans le même temps, il ne faut pas perdre de vue l'importance de l'acceptabilité publique. Aucun projet d'infrastructure de cette ampleur n'est possible sans elle.

Par ailleurs, les procédures d'autorisation ne sont pas le seul goulot d'étranglement. L'UE peut améliorer la coordination et la planification des infrastructures transfrontalières, mais leur mise en œuvre dépend des États membres, qui doivent renforcer et moderniser leurs réseaux.

De même, la Commission européenne a récemment proposé des orientations pour mieux gérer les files d'attente de raccordement afin de réduire la pression sur le système. Leur application concrète relèvera des gouvernements nationaux.

L'extension et la modernisation des réseaux électriques – tant au niveau du transport que de la distribution – nécessiteront des investissements importants. Quels instruments peuvent permettre de mobiliser et d'amplifier ces investissements ?

B. T. : L'extension et la modernisation des réseaux électriques européens nécessiteront un engagement fort des pouvoirs publics et une mobilisation massive de capitaux privés. Les instruments de financement publics, comme le mécanisme pour l'interconnexion en Europe (*Connecting Europe Facility*), peuvent jouer un rôle catalyseur, non pas en couvrant tous les coûts, mais en réduisant les risques des projets et en améliorant leur viabilité financière. Cela est particulièrement important pour les infrastructures transfrontalières, les technologies innovantes et les projets nécessitant des investissements initiaux élevés mais générant des bénéfices systémiques importants.

Dans le même temps, les cadres réglementaires doivent offrir une visibilité à long terme et des rendements stables aux investisseurs. Une planification claire au niveau européen, des régimes de rémunération prévisibles et des incitations valorisant l'efficacité, la flexibilité et la digitalisation sont essentiels pour attirer les investissements privés.

Certains instruments financiers tels que les garanties et les mécanismes de partage des risques peuvent également attirer les investisseurs institutionnels et réduire le coût du capital. En parallèle, les fonds associés aux politiques de cohésion peuvent soutenir les investissements dans les réseaux de distribution, notamment dans les régions ayant des besoins plus importants.

Enfin, une meilleure répartition des coûts pour les projets transfrontaliers est nécessaire afin de refléter les bénéfices asymétriques et de permettre le développement d'infrastructures à forte valeur européenne.

Les interconnexions sont au cœur de débats intenses entre les États membres. Jusqu'où faut-il les développer ? Et quels critères devraient être utilisés pour évaluer leur pertinence ?

B. T. : Les interconnexions sont un pilier d'une Union de l'énergie plus intégrée. Elles permettent d'acheminer l'électricité là où elle est le plus nécessaire, qu'il s'agisse de transporter l'énergie renouvelable de la mer du Nord vers les zones industrielles du sud de l'Allemagne ou de faciliter les échanges d'électricité entre l'Italie et la Roumanie.

L'Europe est un leader mondial dans de nombreuses technologies de réseaux, des transformateurs haute tension aux solutions de réseaux intelligents. Nous devons renforcer ce leadership, en soutenant l'innovation et l'accélération de la production en Europe.

Les interconnexions doivent être déployées lorsqu'elles apportent une réelle valeur ajoutée. Elles doivent générer des bénéfices économiques tangibles, renforcer la sécurité énergétique et soutenir la décarbonation à l'échelle européenne.

Sans interconnexions suffisantes, la transition énergétique risque de créer une électrification en Europe à plusieurs vitesses, avec des écarts de prix persistants entre les régions. Des interconnexions renforcées sont donc essentielles pour maintenir des prix abordables et garantir une transition équitable entre les États membres.

Cela dit, elles doivent être développées lorsqu'elles apportent une réelle valeur ajoutée. Elles doivent générer des bénéfices économiques tangibles, renforcer la sécurité énergétique et soutenir la décarbonation à l'échelle européenne. À cet égard, le récent Paquet réseaux de la Commission constitue une avancée importante, en établissant des critères communs pour les études de faisabilité et les analyses coûts-bénéfices.

Enfin, l'objectif européen de 15 % d'interconnexion reste une référence pertinente. Il représente le niveau minimal nécessaire pour garantir la sécurité d'approvisionnement et permettre une véritable intégration du marché de l'énergie.

Renforcer l'autonomie stratégique de l'UE est un objectif clé de la Commission européenne. Pourtant, en matière de fabrication d'équipements de réseaux, l'UE reste encore loin d'une véritable autonomie. Quelles mesures pourraient permettre de stimuler et de développer la production européenne dans ce secteur ?

B. T. : La fabrication d'équipements de réseau constitue en réalité l'un des points forts de l'UE. L'Europe est déjà un leader mondial dans de nombreuses technologies, des transformateurs haute tension aux câbles avancés en passant par les solutions de réseaux intelligents. Nous devons capitaliser sur ce leadership.

Pour cela, il est nécessaire de soutenir la production européenne à grande échelle, en assurant une demande prévisible, des financements adaptés et des incitations permettant aux entreprises d'augmenter leurs capacités. La collaboration tout au long de la chaîne de valeur – entre gestionnaires de réseaux, fabricants d'équipements et institutions de recherche – permettra d'accélérer le développement de solutions de qualité.

L'interopérabilité est également essentielle. Trop souvent, des équipements conçus sur mesure créent des goulets d'étranglement. En favorisant un certain niveau de standardisation et de modularité, les fabricants peuvent produire plus rapidement, à moindre coût et à grande échelle, tandis que les opérateurs bénéficient d'une meilleure fiabilité et de délais de mise en service réduits.

L'électrification en pratique : des factures d'électricité réduites, un air plus sain et une industrie renforcée



Entretien avec Rosalinde van der Vlies

directrice de l'unité Transition juste, Consommateurs, Efficacité énergétique et Innovation, Direction générale de l'énergie, Commission européenne

La Commission européenne a annoncé plusieurs initiatives visant à accélérer l'électrification, notamment le plan d'action pour l'électrification, la stratégie sur le chauffage et le refroidissement et le paquet réseaux. Rosalinde van der Vlies a répondu à nos questions en mettant en avant les bénéfices attendus de l'électrification pour les consommateurs, ainsi que les leviers de politique publique nécessaires pour les accompagner dans cette transition.

Lors de ce mandat, la Commission a fait de l'électrification une priorité pour l'Union européenne. Comment peut-elle être utilisée pour soutenir la transition juste, l'innovation industrielle et l'amélioration du bien-être des consommateurs ?

Rosalinde van der Vlies : L'électrification est une priorité car elle permet vraiment de concilier transition juste, innovation industrielle et bénéfices pour les consommateurs. C'est la logique derrière le plan d'action pour l'électrification (*Electrification Action Plan*) que nous publierons prochainement, visant à faciliter l'électrification, notamment dans les secteurs du bâtiment, des transports et de l'industrie.

Du point de vue de la transition juste, l'électrification réduit la dépendance de l'UE aux importations de combustibles fossiles et à l'exposition à la volatilité des prix de l'énergie. Elle permet d'améliorer le confort et la qualité de l'air et, grâce à une meilleure efficacité, de réduire les coûts énergétiques sur la durée de vie des équipements et des véhicules. Pour que ces bénéfices profitent à tous, certaines conditions doivent être réunies : un juste équilibre entre les prix de l'électricité et du gaz, un meilleur accès des ménages et des PME aux solutions de financement, des réseaux renforcés et plus intelligents, des marchés adaptés et une protection solide des consommateurs, en particulier des plus vulnérables.

Dans le même temps, l'électrification stimule l'efficacité et l'innovation industrielles. Elle permet à l'industrie de se décarboner et de se moderniser de manière plus rentable, en particulier pour la production de chaleur à basse et moyenne température. En électrifiant, nous modernisons et numérisons plus rapidement notre système énergétique, nous renforçons la robustesse de nos chaînes de valeur, nous améliorons la compétitivité de notre industrie sur la scène mondiale et nous créons des emplois qualifiés dans le secteur des énergies propres.



Afin de garantir la stabilité du système électrique et de permettre aux consommateurs de réduire leurs factures d'électricité, il est essentiel de développer la flexibilité de la demande. Pourtant, la plupart des consommateurs ignorent ce potentiel ou ne disposent pas des outils pour l'exploiter efficacement. Comment les futures initiatives législatives européennes permettront-elles de progresser sur ce sujet ?

R. v. der V. : La flexibilité de la demande est essentielle pour intégrer davantage d'énergies renouvelables, maintenir la stabilité du système électrique et réduire les coûts, ce qui se traduit in fine par une baisse des factures pour les consommateurs. Mais pour que les consommateurs en bénéficient pleinement, ils doivent disposer des bons équipements et des bons contrats, d'une information claire et fiable, d'un accès sécurisé aux données, ainsi que d'incitations transparentes permettant d'ajuster la consommation d'énergie en réponse aux prix et des contraintes de réseaux.

Les règles européennes récentes et à venir visent précisément cet objectif :

● **accès aux données et compteurs intelligents :** les compteurs intelligents sont le point d'entrée de la flexibilité et sont déjà disponibles pour environ 60 % des consommateurs dans l'UE. Finaliser leur déploiement – et même dépasser l'objectif de 80 % des points de comptage – reste une priorité. Parallèlement, les règles européennes sont conçues pour garantir un accès sécurisé et standardisé aux données de comptage et de consommation, afin que les consommateurs, ainsi que des tiers de confiance agissant en leur nom, puissent adapter leur comportement en conséquence.

Prises ensemble, ces initiatives visent à faire de la flexibilité un avantage accessible au plus grand nombre plutôt qu'un concept de niche.

- **offres de fournitures de détail plus flexibles** : les règles européennes encouragent le développement de contrats d'électricité dynamiques et flexibles, permettant aux consommateurs de tirer parti de l'ajustement de leur consommation, directement ou automatiquement au quotidien. La Commission publiera des orientations pour rendre ces offres plus transparentes, comparables et avantageuses, notamment en allégeant les factures.

- **équipements intelligents et information des consommateurs** : la Commission élabore un code de conduite volontaire visant à rendre les équipements *plug-and-play* plus flexibles et interopérables. Afin de renforcer la confiance des consommateurs, nous explorons comment l'étiquetage énergétique peut permettre de valoriser les fonctionnalités de réponse à la demande, comme la capacité à décaler sa consommation vers les heures où les prix sont plus bas ou à réagir automatiquement aux signaux du réseau. Prises ensemble, ces initiatives visent à faire de la flexibilité un avantage accessible au plus grand nombre plutôt qu'un concept de niche.

La transition vers des solutions électriques implique, pour les consommateurs, des investissements initiaux importants, notamment dans les pompes à chaleur, les véhicules électriques et le stockage. Dans quelle mesure ces coûts pourraient-ils diminuer dans les prochaines années ?

R. v. der V. : La transition vers des solutions électriques implique effectivement des investissements initiaux plus élevés, en particulier dans les pompes à chaleur, les véhicules électriques et, dans certains cas, le stockage d'électricité. Toutefois, ces technologies sont souvent moins coûteuses à l'usage sur l'ensemble de leur durée de vie, grâce à une efficacité nettement supérieure et à des besoins de maintenance réduits.

À l'avenir, ces coûts initiaux devraient continuer de diminuer à mesure que les technologies gagneront en maturité, que la production se développera à grande échelle et que la concurrence s'intensifiera tout au long de la chaîne de valeur. Pour les véhicules électriques, la baisse du coût des batteries et l'augmentation des volumes de production constituent des facteurs clés de réduction des prix d'achat, tandis qu'un meilleur maillage des infrastructures de recharge, l'interopérabilité des services et une plus grande transparence des prix contribuent à réduire les « coûts cachés » de possession et, ce faisant, à renforcer la confiance des consommateurs. S'agissant des pompes à chaleur, la baisse des coûts dépend à la fois des équipements eux-mêmes, de

la montée en capacité des installateurs et de la standardisation des solutions, afin de permettre des projets plus rapides, plus prévisibles et moins coûteux à mettre en œuvre.

Les politiques européennes peuvent renforcer cette dynamique de baisse des coûts à travers trois leviers concrets :

- premièrement, les mesures industrielles – telles que le soutien aux capacités de production européennes, à l'innovation et à la montée en puissance des filières batteries, pompes à chaleur et autres technologies propres – peuvent renforcer les chaînes de valeur européennes, en particulier pour les batteries et les technologies propres. Celles-ci permettent d'accélérer l'électrification des usages, la concurrence contribuant ainsi à réduire les coûts unitaires ;

- deuxièmement, les mesures relatives aux marchés et aux infrastructures – telles que la transparence et la comparabilité des prix de recharge, l'interopérabilité des services et le développement de la recharge intelligente – permettent aux consommateurs de mieux utiliser les solutions électriques et d'éviter des coûts inutiles ;

- troisièmement, les dispositifs de financement et d'accompagnement des consommateurs – tels que des soutiens publics capables de mobiliser des capitaux privés, des solutions de financement innovantes réduisant les coûts initiaux, ainsi que des mesures de transparence permettant de comparer le coût total de possession sur la durée de vie des technologies – peuvent rendre ces investissements accessibles, tant pour les ménages que pour les PME.

Le Fonds social pour le climat vise à accompagner les consommateurs dans la transition énergétique et les investissements associés. Comment ce soutien sera-t-il mis en œuvre concrètement, pour quels publics et selon quel calendrier ?

R. v. der V. : Les États membres sont tenus de soumettre des plans sociaux pour le climat, auxquels l'Union européenne apportera un soutien. Chaque État membre élabore un ensemble de mesures, en concertation avec les parties prenantes, puis le soumet à la Commission pour évaluation et approbation. Une fois approuvé, le financement est aligné sur ce plan afin de garantir un soutien ciblé et mesurable.

Le Fonds s'adresse en priorité aux ménages les plus exposés aux coûts de la transition énergétique, tels que les ménages vulnérables en situation de pauvreté énergétique, les usagers vulnérables confrontés à la précarité de mobilité, ainsi que les microentreprises vulnérables affectées par l'extension du prix du carbone aux bâtiments et au transport routier (le deuxième système d'échange de quotas d'émission – ETS2). Concrètement, l'Union européenne financera principalement des investissements structurels visant à réduire les factures et à améliorer les conditions de vie. Cela inclut la rénovation énergétique, les solutions de chauffage et de refroidissement propres, l'accès à des logements sociaux

abordables et performants sur le plan énergétique, ainsi que des solutions de mobilité propre, comme les transports publics, en complément de services d'information et d'accompagnement.

En termes de calendrier, le Fonds social pour le climat couvrira la période 2026–2032. L'objectif est que les mesures prévues dans les plans nationaux commencent à être déployées avant l'entrée en vigueur de l'ETS2 en 2028.

Certains acteurs proposent de créer des services permettant de mutualiser la demande des consommateurs pour des équipements électriques et de négocier avec les banques des conditions de prêt et des taux d'intérêt plus avantageux. Cela pourrait-il devenir un levier pour améliorer l'accès au financement et accélérer l'électrification ?

R. v. der V. : Oui, cela peut aider, mais il faut l'envisager comme un levier complémentaire, et non comme une solution miracle.

La mutualisation de la demande des consommateurs permet de réduire les coûts de transaction et de renforcer le pouvoir de négociation vis-à-vis des installateurs, des fabricants et des banques. En standardisant des projets, comme des offres packagées de pompes à chaleur, et en regroupant de nombreux petits prêts en un portefeuille plus large et plus prévisible, ces dispositifs peuvent réduire le risque perçu et faciliter l'accès à des financements privés à des taux d'intérêt plus faibles. Cela bénéficie particulièrement aux ménages solvables mais confrontés à des contraintes de financement pour des technologies à coûts initiaux élevés.

Ces mécanismes ne résolvent pas la question de l'accessibilité financière pour les ménages les plus vulnérables, lorsque le problème tient à un manque de revenus ou à la charge élevée des dépenses énergétiques. Dans ces cas, il est essentiel de prévoir des dispositifs de soutien public ciblés ainsi que de solides mécanismes de protection des consommateurs.

Les équipements domestiques fonctionnant au gaz compromettent les objectifs climatiques et le développement de l'électrification. Quelle position la Commission adoptera-t-elle concernant le rôle futur du gaz dans le secteur du bâtiment, notamment dans la future stratégie sur le chauffage et le refroidissement et les textes associés ?

R. v. der V. : L'approche de la Commission s'appuie sur la directive révisée relative à la performance énergétique des bâtiments (EPBD), qui fixe une orientation claire vers un parc immobilier à zéro émission d'ici 2050, ainsi qu'une sortie progressive des combustibles fossiles dans les bâtiments. À partir de 2030, tous les nouveaux bâtiments devront être à zéro émission, c'est-à-dire qu'ils ne pourront pas recourir à la combustion de fossiles sur site. Pour le parc existant, les États membres doivent mettre en place des mesures visant à réduire progressivement,



À partir de 2030, tous les nouveaux bâtiments devront être à zéro émission, c'est-à-dire qu'ils ne pourront pas recourir à la combustion de fossiles sur site.

puis à éliminer, les chaudières à combustibles fossiles.

Une première étape clé est déjà en cours. Depuis 2025, les chaudières fossiles autonomes ne bénéficient plus d'aides financières. À l'avenir, les plans nationaux de rénovation des bâtiments, élaborés par les États membres, devront inclure des mesures visant à éliminer complètement ces chaudières, avec un objectif indicatif fixé à 2040. Une certaine flexibilité est laissée au niveau national, incluant la possibilité – sans obligation – d'instaurer une interdiction nationale de ces équipements.

La Commission prend également en compte les implications plus larges. Avec la baisse de la demande de gaz dans les bâtiments, le cadre européen révisé du marché du gaz vise une planification coordonnée des réseaux de gaz, y compris leur démantèlement lorsque la demande diminue de manière structurelle. Parallèlement, la planification locale du chauffage et du refroidissement permet de mieux coordonner la rénovation des bâtiments, les choix de systèmes de chauffage et le développement des réseaux, en articulant les stratégies de rénovation avec les options locales d'approvisionnement en chaleur et la planification des investissements dans les infrastructures.

Nous préparons actuellement une stratégie européenne sur le chauffage et le refroidissement qui, entre autres, analyse ces enjeux et met en avant la nécessité de renforcer la planification locale et leur articulation avec la décarbonation et l'électrification des bâtiments.

Transformer l'industrie, sécuriser l'avenir : une opportunité de leadership pour l'Europe

L'Europe est à un tournant décisif. Son avenir repose sur sa capacité à concilier croissance, durabilité et autonomie stratégique. Innovation, compétitivité, indépendance énergétique : autant de leviers clés de sa transformation industrielle. Le défi est majeur : cette transformation génère des coûts, des risques et des incertitudes. Cependant, maintenir le statu quo n'est plus une option...



© David Pias Photography

Kristian Ruby,

secrétaire général, Eurelectric

À la croisée des chemins : retrouver notre indépendance énergétique

Notre dépendance excessive vis-à-vis des importations de gaz russe nous a appris une dure leçon. L'Europe doit reprendre la maîtrise de sa production énergétique et accélérer le déploiement de capacités de production domestique d'énergie décarbonée. La stratégie RePowerEU a déjà permis des avancées remarquables : environ 270 GW de capacités solaires et éoliennes ont été installés depuis l'invasion de l'Ukraine par la Russie. C'est impressionnant, mais encore insuffisant pour permettre au système électrique de se passer totalement des énergies fossiles. Entre 2020 et 2030, les capacités installées devront plus que doubler afin de remplacer la production fossile et d'étendre le système.

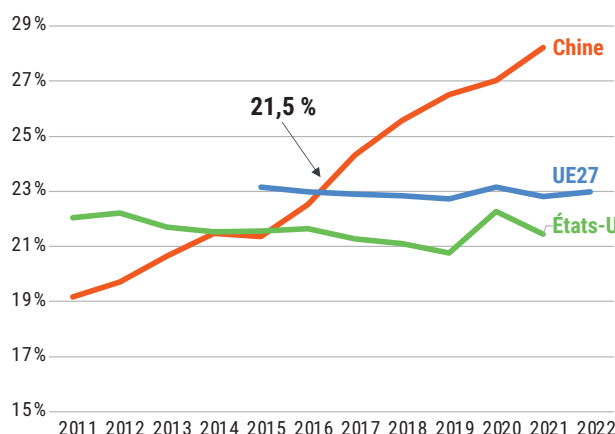
Une demande incertaine qui compromet l'investissement

Dans le même temps, la demande en électricité a stagné, voire reculé, avec une baisse de 7,5 % entre 2021 et 2023. Les fermetures industrielles et les crises successives ont supprimé plus de 100 TWh de consommation, affaiblissant les signaux économiques sur lesquels s'appuient les investisseurs. Sans demande, les investissements ralentissent, retardant le

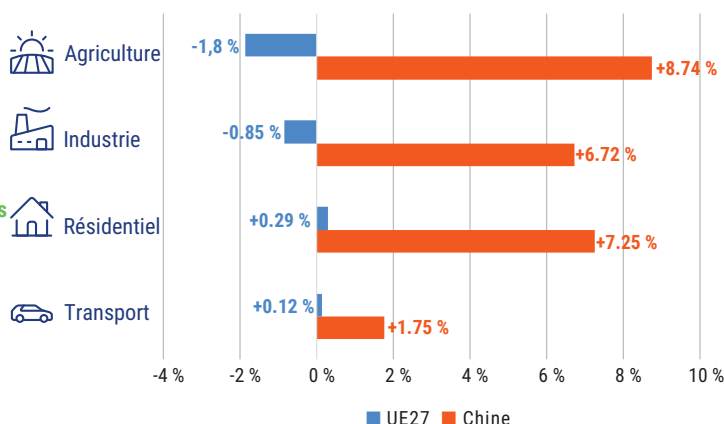
déploiement des technologies nécessaires à l'indépendance énergétique de l'Europe. Pour rompre ce cercle vicieux, l'Europe doit offrir des cadres clairs et prévisibles, capables de renforcer la confiance dans la rentabilité à long terme des projets d'énergie propre. La visibilité sur les investissements n'est pas un luxe : c'est une condition indispensable pour financer la production, moderniser les réseaux et mener la transformation industrielle sans compromettre ni la compétitivité ni la sécurité énergétique.

En parallèle, l'expérience de la Chine illustre ce qu'une politique volontariste peut accomplir. Grâce à des incitations fortes, une planification centralisée et un soutien ciblé, l'électrification industrielle – notamment pour les procédés à basse et moyenne températures – a fortement progressé, tout en maintenant des prix de l'électricité relativement bas. L'Europe peut s'en inspirer, en adaptant ses politiques afin de stimuler l'investissement, réduire les coûts d'exploitation et accélérer le déploiement.

Toutefois, l'Europe est confrontée à une désindustrialisation persistante liée aux pressions sur la compétitivité. De nombreuses industries à forte intensité énergétique – acier,



Évolution du taux d'électrification selon les pays.
Source : AIE, Eurostat



Évolution du taux d'électrification en Chine et dans l'UE27 entre 2015 et 2021. Source : AIE, Eurostat

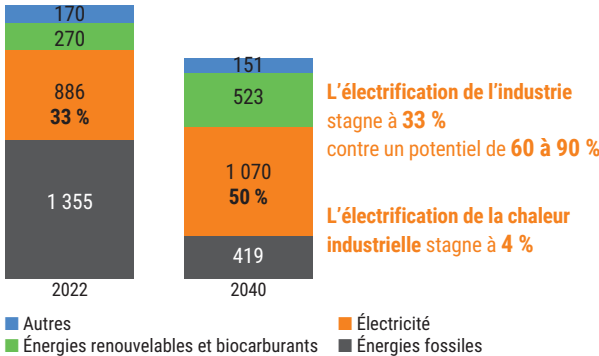
chimie, ciment – se sont délocalisées vers des pays offrant des subventions importantes et une électricité à bas coût. Dans le même temps, de nombreux acteurs industriels sous-estiment encore le potentiel de l'électrification. Si seule une faible part de la chaleur industrielle est aujourd'hui électrifiée, le potentiel inexploité est considérable et accessible. Une grande partie des besoins en chaleur industrielle concerne des températures compatibles avec des solutions électriques déjà matures, compétitives et fabriquées en Europe. Des chaudières électriques aux pompes à chaleur industrielles, en passant par les fours à arc et les solutions de chauffage avancées, les entreprises européennes sont à la pointe de ces innovations. Leur déploiement à grande échelle représente une opportunité industrielle stratégique.

Alors, quels sont aujourd'hui les facteurs qui nous freinent ? Ce n'est pas la technologie, mais l'économie. Les solutions électriques impliquent souvent des coûts initiaux plus élevés que les alternatives fossiles et l'électricité elle-même reste structurellement désavantagée au niveau du prix du mégawattheure. Ces facteurs créent un écart de compétitivité, mais il n'est ni permanent ni insurmontable. Avec des politiques ambitieuses, des cadres d'investissement adaptés et un soutien industriel ciblé, l'Europe peut rendre l'électrification compétitive d'ici 2030.

Électrification industrielle :
des opportunités immédiates
aux défis les plus exigeants

Dans certains secteurs industriels, l'électrification s'impose déjà comme une évidence. Lorsqu'elle permet des gains d'efficacité importants, elle est à la fois pertinente sur le plan environnemental et économiquement attractive. Certains secteurs, comme celui de la production de batteries, dont les besoins en chaleur peuvent être couverts efficacement grâce à des technologies comme les pompes à chaleur, bénéficient déjà d'une réduction importante de leur consommation énergétique par rapport aux procédés industriels fondés sur les énergies fossiles. Plus les systèmes électriques deviendront respectueux de l'environnement et compétitifs, plus ces avantages feront de l'électricité la solution la plus pertinente, tant sur le plan industriel que sur le plan climatique.

Pour d'autres secteurs, comme l'agroalimentaire – notamment la production de poudre de lait –, le défi est différent.



Consommation finale d'énergie dans l'UE (TWh).
Source : Eurelectric Power Barometer 2024 (diapositive 62)

Les procédés fonctionnent à des températures relativement basses, compatibles avec des pompes à chaleur, mais les coûts énergétiques représentent une part importante des dépenses d'exploitation. Dans ces cas, la compétitivité dépend moins de la disponibilité technologique que de la réduction de la consommation d'énergie et de l'accès à une électricité abordable. Si de bonnes conditions sont réunies, l'électrification deviendra une solution viable et compétitive dans l'ensemble des secteurs d'ici la fin de la décennie.

Les secteurs industriels les plus énergivores font face aux défis les plus importants. Les activités reposant sur des procédés à très haute température – comme la chimie, le ciment, le verre ou l'acier – nécessiteront des transformations structurelles plus profondes avant que l'électrification puisse s'imposer à grande échelle. Dans ces secteurs, les coûts d'investissement initiaux comme les coûts d'exploitation restent supérieurs à ceux des solutions fondées sur les combustibles fossiles. Combler cet écart exigera des efforts soutenus en matière d'innovation, des économies d'échelle et un cadre politique favorisant activement les acteurs pionniers. L'électrification de ces procédés ne sera ni rapide ni facile, mais elle est indispensable.

Grâce à l'électrification et à l'innovation industrielle, l'Europe a l'opportunité de s'imposer comme un leader à l'échelle mondiale. En modernisant son industrie, en accélérant l'électrification et en renforçant la coopération, nous pouvons bâtir une économie durable, compétitive et résiliente – capable de soutenir la croissance, d'attirer les investissements, de renforcer les échanges et de se préparer aux risques futurs.

	CHIMIE		AGROALIMENTAIRE		BATTERIES	
PRODUITS (UNITÉ)	Ethylène (EUR/t)		Poudre de lait (EUR/t)		Batteries (EUR/MWh)	
INTENSITÉ ÉNERGÉTIQUE	c.30%		5-10%		c. 3-7% (dans le scope)	
PAYS	Allemagne	Espagne	France	Danemark	Hongrie	Suède
2024	COMBUSTIBLES FOSSILES		COMBUSTIBLES FOSSILES		COMBUSTIBLES FOSSILES	
	575	470	160	280	3 560	4 130
	ÉLECTRIFIÉ		ÉLECTRIFIÉ		ÉLECTRIFIÉ	
	1 090	830	190	285	2 490	1 925
2030 Combustibles fossiles	BASE		BASE		BASE	
	765	665	210	310	3 735	4 405
2030 Électrifié	BAU		BAU		BAU	
	995	750	180	260	2 250	1 770
	BASE		BASE		BASE	
	835	680	170	225	2 095	1 640
	BEST		BEST		BEST	
	720	580	130	190	1 860	1 475

Leviers de compétitivité à l'horizon 2030.
Source : The New Industrial Age (2025), Eurelectric et Accenture (diapositive 30)

L'ADEME se mobilise pour soutenir l'électrification des usages

La France dispose d'un avantage concurrentiel déterminant : son électricité est totalement décarbonée grâce aux énergies renouvelables et au nucléaire. Deux questions se posent, au-delà des enjeux climatiques, à nos entreprises : comment s'affranchir de la dépendance et donc de la vulnérabilité aux énergies fossiles et comment faire d'une électricité décarbonée un avantage concurrentiel ? Il faut agir vite car, aujourd'hui, l'urgence économique a rejoint l'urgence climatique.



Sylvain Wasserman,
président de l'ADEME

Bâtiment, transports, industrie concentrent à eux seuls 67 % des émissions de gaz à effet de serre en France, avec une dépendance aux énergies fossiles qui a coûté 67 milliards d'euros en 2025. Cela représente 2 000 euros de facture de gaz et d'essence pour un foyer moyen. Il faut regarder le monde tel qu'il est, avec lucidité. Chaque crise géopolitique nous rappelle notre dépendance et chaque tension internationale fragilise notre économie : le conflit actuel au Moyen-Orient en est une nouvelle illustration, tout comme la crise de 2022, où les prix du gaz avaient été multipliés par dix.

Ainsi, la dernière Programmation pluriannuelle de l'énergie donne le cap pour réduire nos émissions, renforcer notre souveraineté et nous protéger de ce monde trop incertain. Celle-ci, tout comme les travaux de prospective de l'ADEME, rappelle que l'électricité devrait couvrir environ 50 % de nos consommations énergétiques à horizon 2050, soit presque le double par rapport à aujourd'hui. Ce chiffre traduit une réalité physique et économique : les technologies électriques sont, à usages comparables, bien plus efficaces que les énergies fossiles.

Face à cette réalité, l'électrification des usages s'impose comme un des leviers de la décarbonation, et aussi de souveraineté.

L'électrification des usages, un levier décisif de la transition énergétique

Les échanges menés lors d'un Tour de France du monde économique que j'ai entrepris en 2025 l'ont confirmé : le monde économique n'est ni dans le déni, ni dans l'attente. 1 350 entreprises, PME et ETI de nos territoires, l'ont parfaitement montré. Les dirigeants sont conscients de notre vulnérabilité aux énergies fossiles et de la nécessité de se décarboner en optimisant leur consommation d'énergie, en électrifiant leurs processus ou en adoptant des énergies

Les dirigeants sont conscients de notre vulnérabilité aux énergies fossiles et de la nécessité de se décarboner...

renouvelables thermiques, d'une part, mais aussi de la nécessité de construire des plans d'adaptation solides pour protéger leur activité, leurs approvisionnements et leurs chaînes de valeur d'autre part. C'est un enjeu stratégique voire, comme me l'a dit un chef d'entreprise, existentiel. Le soutien au parcours de décarbonation des entreprises avec notre méthodologie ACT, adoptée par la Banque de France, est ainsi essentiel. Cette méthodologie accompagne les entreprises dans les étapes de leur décarbonation : fixation d'objectifs chiffrés, élaboration d'un plan de décarbonation robuste, identification des solutions adaptées à leurs procédés, alignement de leurs investissements à court terme avec ces objectifs de long terme et évaluation de la crédibilité de leur démarche de décarbonation pour s'en prévaloir auprès d'un client ou d'un investisseur.

Chaque réseau de chaleur qui irrigue un territoire en substituant des énergies renouvelables thermiques au gaz fossile, chaque processus de production électrifié, chaque diminution de la part d'énergie fossile dans notre mix énergétique (qui pèse aujourd'hui près de 60 % contre seulement 26 % pour l'électricité !) est donc un pas de plus pour protéger notre climat bien sûr, mais aussi nos entreprises et donc nos emplois, et notre pouvoir d'achat contre les variations incontrôlables des prix des énergies fossiles. C'est aussi un atout pour nos territoires qui sont au cœur des solutions concrètes de la transition écologique.



Le plan « 1 million de PAC » vise à faire de la France un pays moteur dans la production de pompes à chaleur et dans leur déploiement.

L'ADEME, en tant qu'opérateur de l'État, est aux côtés de tous ceux qui se mobilisent et pilotent des projets de transition écologique, qu'ils soient élus ou dirigeants d'entreprise :

- avec de grands programmes de décarbonation opérés pour le compte de l'État : bon nombre des quelque 500 projets de décarbonation de l'industrie soutenus depuis 2020 incluent un volet électrification ;
- avec le déploiement du leasing social, qui a permis d'aider 50 000 foyers modestes à passer au véhicule électrique ;
- avec le Fonds Chaleur, maintenu à 800 millions d'euros en 2026, qui a déjà permis de financer plus de 10 000 installations de production de chaleur renouvelable en France (chaque année, ce fonds évite d'importer 2,5 milliards d'euros d'énergies fossiles) ;
- avec aussi des appels à projets sur l'innovation ;
- et surtout avec l'expertise de 600 ingénieurs sur le terrain, partout en France.

Par ailleurs, le plan « 1 million de PAC » vise à faire de la France un pays moteur dans la production de pompes à chaleur et dans leur déploiement. Une récente étude de l'ADEME sur le sujet¹ montre que les pompes à chaleur sont au rendez-vous de leurs promesses : leurs performances réelles moyennes sont très bonnes (rendement trois fois supérieur à une chaudière gaz) et cela malgré le fait que pour près d'un tiers d'entre elles, leur installation ou leur paramétrage pourraient être optimisés. Cette étude nous rappelle qu'associer les pompes à chaleur à

une bonne isolation, c'est réunir efficacité, sobriété et confort – mais qu'une pompe à chaleur a du sens même avant que l'isolation soit effectuée.

Cette dynamique d'électrification s'étend également aux transports, levier majeur de la décarbonation. L'électrification des mobilités doit y être pensée de manière globale, en la combinant avec la maîtrise de la demande de mobilité, le report modal, l'optimisation logistique et l'amélioration des taux de remplissage des véhicules. Le projet d'innovation collective eXtrême Défi piloté par l'ADEME illustre cette approche. En trois ans, il a permis l'émergence de véhicules dix fois moins impactants, totalement modulables et réparables. Il aboutira à la mise sur le marché de plusieurs modèles en 2026 ainsi qu'à une dynamique à laquelle s'associent désormais de grands constructeurs français.

Enfin, l'électrification doit s'accompagner de flexibilités. Les optimisations technologiques, avec l'IA ou les progrès du stockage notamment, permettent un meilleur pilotage en temps réel de l'adéquation entre consommation et production. Déplacer certains usages vers les périodes où l'électricité est abondante, développer l'effacement diffus en cas de pointe de demande, développer l'interopérabilité entre les systèmes de gestion énergétique des bâtiments et les commercialisateurs d'énergie : autant d'évolutions qui rendent encore obsolète un combat que certains voudraient encore orchestrer entre le nucléaire et les énergies renouvelables. Les gestionnaires du réseau électrique gèrent la complexité des systèmes électriques. Nous avons besoin à la fois du nucléaire et des énergies renouvelables pour produire une électricité décarbonée abondante que nous avons exportée à hauteur de 5 milliards d'euros l'an passé (deux fois plus que les exportations de Cognac !).

L'électrification des usages est un levier essentiel pour contribuer à l'atteinte de la neutralité carbone d'ici 2050, tout comme l'efficacité énergétique et la massification des réseaux de chaleur renouvelables fondés notamment sur la récupération de chaleur industrielle, la géothermie ou la biomasse. C'est la meilleure façon de capitaliser sur le fait que l'électricité française est presque totalement décarbonée et de transformer cet atout en un avantage concurrentiel pour nos entreprises.

Accélérer l'électrification, efficace et flexible, c'est donc renforcer à la fois notre souveraineté énergétique, notre compétitivité et notre capacité à tenir nos engagements climatiques.

1. Avis sur les performances réelles des pompes à chaleur – ADEME – Octobre 2025 : <https://bibliothèque.ademe.fr/batiment/8634-avis-sur-les-performances-reelles-des-pompes-a-chaleur.html>

L'électrification du secteur automobile

Trois mots-clés à respecter :
flexibilité, souveraineté,
compétitivité



Christophe Aufrère,
directeur général de la Plateforme
Filière Automobile (PFA)

Équilibre des Énergies : Comment la crise que traverse l'industrie automobile européenne se traduit-elle pour la filière française ?

Christophe Aufrère : La France n'échappe pas à ce qui apparaît d'abord comme une crise des volumes. Depuis 2020, le marché européen a dévissé de 20 %, le marché français s'est réduit de plus d'un quart. Cela correspond à la perte de 500 000 véhicules vendus en France chaque année !

Or, on ne produit que ce que l'on vend : avec 1,46 million de véhicules légers produits en 2025, la France a perdu, depuis 2020, près d'un million d'unités produites.

L'impact sur les entreprises et sur l'emploi est immédiat. Sur la même période, on comptabilise 40 000 emplois perdus au cœur de la filière française. Et, suivant les projections de l'étude que nous avons conduite avec le cabinet XERFI dans le cadre de l'EDEC Auto, 75 000 emplois sont menacés d'ici à 2035, si rien ne change.

Il s'agit donc d'une crise qui, loin de se réduire à un bas de cycle, pose la question de la pérennité même d'une

industrie automobile en France et en Europe. De manière d'autant plus prégnante, que cette chute des volumes s'accompagne parallèlement d'une concurrence chinoise qui ne cesse de s'amplifier.

Les droits compensateurs mis en place par l'Union européenne sur l'importation des véhicules électriques chinois n'ont-ils pas permis de stopper la pénétration chinoise en Europe ?

C. A. : Certes, pour la première fois, en 2024, sous l'effet de la mise en place des droits compensateurs, les importations chinoises de véhicules 100 % électriques en Europe ont baissé de 15 % ; mais, dans le même temps, les importations de véhicules thermiques et hybrides en provenance de Chine ont augmenté de 35 %.

En 2025, les importations « made in China » ont progressé d'un tiers (33 %), dépassant le million d'unités : les volumes de véhicules 100 % électriques sont stables, tandis que les importations de véhicules thermiques augmentent d'un quart, les importations d'hybrides ont doublé et les importations d'hybrides rechargeables ont quadruplé.

En 2000, l'industrie chinoise ne représentait que 3,4 % de la production mondiale ; aujourd'hui, c'est 34 %. La question est de savoir si on laisse la Chine, désormais premier producteur mondial, devenir l'usine automobile du monde.

Alors que la Commission européenne a décidé d'anticiper l'examen de la clause de révision du règlement CO₂, où en est-on de la trajectoire d'électrification ?

C. A. : Deux ans après la décision d'interdire, à compter de 2035, la mise sur le marché des véhicules thermiques, force est de constater que l'adoption du véhicule électrique par la classe moyenne reste très en deçà de la trajectoire définie par la réglementation européenne.

Fin 2025, la part de marché des véhicules 100 % électriques se situe autour de 20 % en France, de 17 % au sein de l'Union européenne... loin des 22 - 25 % que suppose l'atteinte des objectifs 2035.

Cette situation risque de compromettre à la fois l'atteinte des objectifs climatiques et la pérennité de la



Chaîne de production de pare-chocs. @ OPmobility

filrière automobile européenne qui se trouve confrontée à une triple peine :

- avoir consenti des investissements massifs dans l'électrification ;
- ne pas atteindre les volumes nécessaires à leur rentabilité ;
- courir le risque de devoir s'acquitter de lourdes amendes au moment où les industriels ont le plus besoin d'investir.

Dans ce contexte critique, la clause de révision du règlement CO₂ constitue une fenêtre d'opportunité qui doit nous permettre, en urgence, de réaligner, ambition climatique, compétitivité industrielle et réalités du marché.

Précisément, quelle position la filière française défend-elle dans le cadre du *Dialogue stratégique sur l'avenir de l'industrie automobile* lancé à l'initiative de la présidente de la Commission, Ursula von der Leyen ?

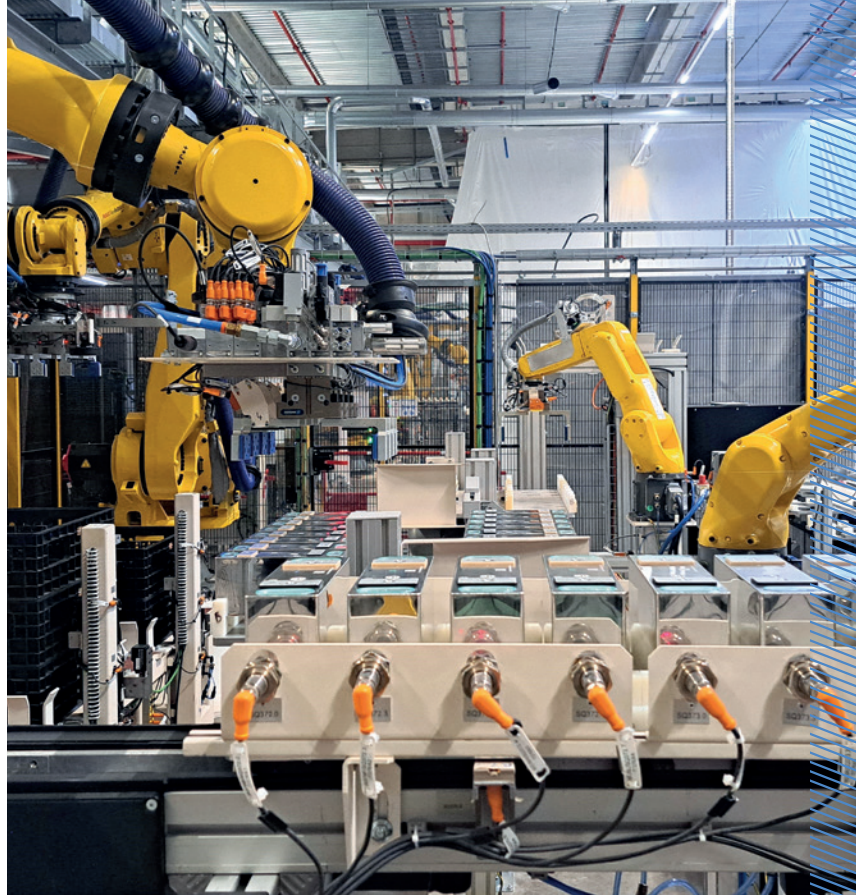
C. A. : La Plateforme Filière Automobile (PFA) défend au niveau européen une position qui rassemble de manière unanime l'ensemble de la filière, constructeurs, équipementiers et fournisseurs. Cette position a d'ailleurs fait l'objet, par ailleurs, d'une déclaration commune avec les organisations syndicales (CFE-CGC, FO, CFTC). On peut la résumer autour de trois mots-clés : flexibilité, souveraineté, compétitivité. Ce sont les trois conditions indispensables à la survie de l'industrie automobile, en France comme en Europe.

Le rapport Draghi doit immédiatement servir de feuille de route à l'Union européenne.

Le consommateur n'est manifestement pas au rendez-vous de la logique du tout-électrique et, avec seulement 17 % de parts de marché pour le véhicule électrique aujourd'hui, une réalité s'impose : l'Europe ne sera pas au rendez-vous de 2035. Dans ce contexte, il apparaît indispensable de rendre aux industriels la liberté d'innovation et aux consommateurs la liberté de choix, en introduisant des flexibilités et de la diversité technologique dans la réglementation. C'est, au fond, ce que nous demandent les consommateurs.

Dans le même temps, l'adoption par l'Union européenne, après tant d'autres régions du monde, de mesures de contenu local, apparaît comme un enjeu de souveraineté et une impérieuse exigence. Définir un contenu européen minimum est devenue une condition indispensable à la survie d'un tissu industriel en Europe.

Enfin, le rapport Draghi a suffisamment souligné l'urgence d'une véritable politique européenne de renforcement de la compétitivité. Il doit constituer, sans tarder, une feuille de route pour l'Union Européenne.



Ligne d'assemblage de modules de batteries à la giga factory ACC de Billy-Berclau Douvrin. © ACC.

Au regard de telles attentes, comment jugez-vous les propositions présentées par la Commission fin 2025 ?

C. A. : Ces propositions traduisent une prise de conscience, mais le diable se cache dans les détails...

La Commission s'efforce, en particulier, d'introduire une liberté technologique. Pour autant, loin de constituer une réponse à la hauteur de la crise des volumes, les mécanismes proposés par la Commission sont en réalité limités et apparaissent insuffisants, en l'état, pour sécuriser la trajectoire d'ici à 2035.

De plus, la filière française est particulièrement pré-occupée par l'absence de tout mécanisme de lissage des objectifs sur 2025-2029 pour les véhicules utilitaires légers (VUL). Il s'agit pourtant d'une urgente priorité de la filière française : le quart de la production européenne de VUL au sein de quatre usines en France.

Sur le contenu local, la Commission fait un premier pas avec l'introduction d'une notion de préférence européenne. Mais son champ d'application est trop fortement limité, aux seuls petits véhicules électriques, pour avoir une portée industrielle à la hauteur des enjeux de souveraineté, de compétitivité et d'emploi qui sont les nôtres aujourd'hui.

Enfin, concevoir le contenu local, comme le propose l'*Industrial Accelerator Act* (IAA) dévoilé le 4 mars, sur un périmètre géographique étendu à l'ensemble des partenaires commerciaux de l'UE, bien au-delà des vingt-sept, c'est dissoudre la notion même de préférence européenne.

C'est dire si les discussions qui se poursuivent, avec notamment l'examen de ces propositions au sein du Conseil et du parlement européens, seront déterminantes pour l'avenir du secteur.

L'électrification de l'industrie, un impératif stratégique

Alors que l'industrie représente 18 % des émissions de CO₂ en France, la décarbonation du secteur marque le pas : après une baisse de plus de 10 % des émissions de gaz à effet de serre en 2023, la baisse n'a été que de 1,4 % en 2024, selon le Haut Conseil pour le climat. L'industrie française est à l'heure des choix...



Jean-Luc Laborde,
directeur Électrification
de l'industrie, EDF

Certains secteurs, comme la métallurgie, ont vu leurs émissions augmenter malgré un recul d'activité. Pourtant, la solution existe : remplacer massivement les énergies fossiles par l'électricité dans les procédés industriels.

Aujourd'hui, seuls 30 % de l'énergie utilisée dans l'industrie est électrique mais ce taux devrait dépasser 50 % d'ici à 2050, selon la Stratégie nationale bas-carbone (SNBC3). Substituer l'électricité aux usages pétroliers, c'est à la fois le moyen de réduire drastiquement l'empreinte carbone (l'électricité française est à 95 % non-émettrice), de renforcer l'indépendance énergétique française et de réduire l'importante facture annuelle d'importation de combustibles fossiles (64 milliards d'euros en 2024).

Aujourd'hui, les prix de l'électricité restent bas, l'électricité est disponible – la France a exporté 89 TWh en 2024 et 92 TWh en 2025. À partir du 1^{er} janvier 2026, la fin du dispositif « accès régulé à l'électricité nucléaire historique » (Arenh) ouvre la voie à des offres de moyen et long terme pour les industriels, leur garantissant une visibilité sur 5 à 15 ans, voire davantage. Cette évolution constitue un levier pour s'affranchir des aléas du marché et un avantage compétitif rare à l'échelle internationale.

Parallèlement, le soutien public à l'industrie atteint un niveau inédit : initié avec « France Relance », renforcé par « France 2030 », il est complété en 2026 par la « Banque européenne de la décarbonation ». Le dispositif des certificats d'économies d'énergie (CEE)

commence à intégrer les solutions d'électrification. Dans un contexte où une partie de l'outil productif français, vieillissant, devra être renouvelée d'ici 2030, ce levier offre une opportunité de repositionnement de l'électricité.

Des trajectoires industrielles qui ne se ressemblent pas

Les trajectoires d'électrification diffèrent sensiblement d'une filière à l'autre. Certaines industries, comme celles des matériaux, ont déjà largement engagé leur transition, tandis que d'autres, à l'image de l'aéronautique, avancent à un rythme plus mesuré¹. Ces écarts s'expliquent par la nature même des procédés, leur intensité énergétique et les contraintes d'infrastructures associées. Certaines filières disposent d'un historique d'usages électriques ;

d'autres doivent transformer en profondeur leurs chaînes thermiques pour franchir une étape décisive.

Malgré ces contrastes, une tendance nette se confirme : l'électricité progresse dans l'ensemble du tissu industriel et devient, pour des secteurs comme le papier carton, un véritable levier stratégique de décarbonation.

Des technologies européennes performantes

Électrifier un site industriel implique souvent d'adapter des infrastructures conçues pour le charbon ou le gaz et de repenser la chaîne de production. C'est

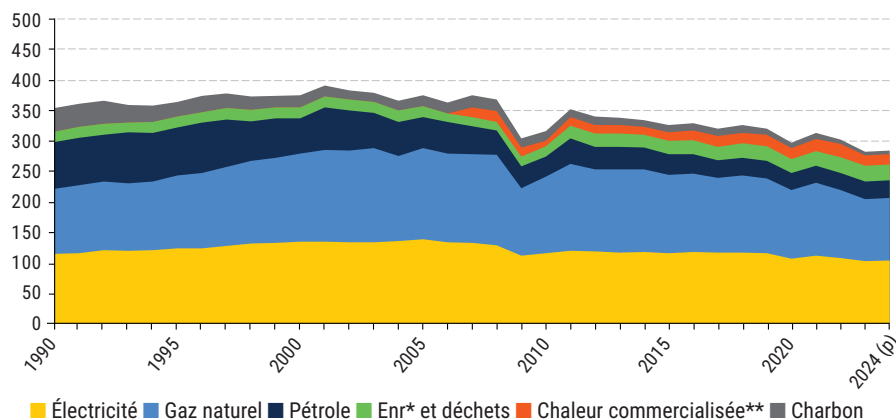


Figure 1 : industrie : 285 TWh en 2024 (donnée corrigée des variations climatiques).
Source : SDES, Bilan énergétique de la France

1. L'étude menée par L'Usine Nouvelle et EDF au printemps 2025.

Le premier four électrique de Verallia a été inauguré sur le site de Cognac (Charente) en septembre 2024.
Source : verallia.com/communique-de-presse/inauguration-four-electrique-cognac/



pourquoi l'industrie est un secteur plus complexe à décarboner que le bâtiment ou les transports et requiert des solutions sur mesure.

Les process liés à la production de chaleur, encore majoritairement dépendants des énergies fossiles, sont responsables des deux-tiers des émissions du secteur. Ils représentent donc le plus important gisement de transformation, d'autant plus que les technologies sont disponibles pour électrifier ces procédés. Trois grandes familles d'équipements couvrent l'ensemble des besoins de chauffage, séchage, cuisson ou fusion : les pompes à chaleur (PAC) haute température, couplées ou non à de la compression mécanique vapeur (CMV), les chaudières et les fours électriques. Les chaînes d'approvisionnement de l'ensemble de ces équipements sont largement établies en Europe. En 2024, le marché européen de l'électrification industrielle a représenté 3 à 4 milliards d'euros, dont plus de 80 % de la valeur était d'origine européenne, soutenant 45 000 emplois non délocalisables. Le déploiement massif de ces technologies permettrait d'électrifier jusqu'à 85 % des usages thermiques fossiles de l'industrie d'ici à 2035.

Des freins économiques à lever

Bien que largement disponibles, les technologies d'électrification des process industriels, voient encore leur déploiement freiné par des obstacles d'ordre économique.

Les industriels doivent composer avec un double défi : des investissements élevés (Capex) pour convertir leurs installations et des coûts de fonctionnement (Opex) dépendants d'un

prix de l'électricité fluctuant. Toutefois les nouveaux contrats pluriannuels d'électricité changent la donne, en offrant une stabilité tarifaire sur cinq ans, voire dix ans et plus pour les CAPN (contrats d'allocation de production nucléaire) – une visibilité inédite sur leurs coûts énergétiques pour les industriels.

Sur le plan technique, les bénéfices opérationnels des solutions électriques sont tangibles : efficacité énergétique, contrôle précis des températures, maintenance moins lourde... Autant d'atouts qui raccourcissent les temps de retour sur investissement. Les opportunités d'électrification diffèrent cependant selon les filières, avec pour critère central la température des procédés. En dessous de 150 °C, les solutions sont matures et compétitives, notamment lorsque la chaleur fatale peut être valorisée. PAC et compression mécanique de vapeur sont déjà largement déployés dans les filières du papier carton, de l'agroalimentaire et de la chimie légère. Entre 150 °C et 500 °C, la plupart des équipements – fours de cuisson, chaudières électriques – sont disponibles mais nécessitent encore des soutiens financiers pour atteindre la rentabilité. Les PAC très haute température et produisant de la vapeur commencent à faire leurs preuves. Leur essor dépendra du cadre réglementaire et d'aides

ciblées, notamment tant que les prix du CO₂ ne suffiront pas à combler l'écart entre gaz et électricité. Au-delà de 500 °C, la complexité augmente : les procédés très haute température de la sidérurgie ou de la verrerie requièrent des fours électriques à induction ou à résistance qui, pour être déployés, nécessitent un cadre réglementaire incitatif et un soutien financier.

Un défi de connaissance et de compétences

Historiquement, les procédés industriels ont été conçus autour des énergies fossiles (gaz, fioul) et les bureaux d'études accompagnant les entreprises restent en majorité formés à ces technologies, ce qui freine la transition.

Nombre d'industriels peinent donc à identifier les solutions d'électrification adaptées à leurs procédés et à comprendre comment les intégrer dans leurs installations. Cette méconnaissance constitue un frein majeur : certaines technologies pertinentes, parfois disponibles depuis longtemps, restent sous-utilisées faute d'être suffisamment connues ou valorisées. D'où la nécessité d'un effort renforcé de diffusion, de pédagogie et de promotion des solutions électriques, afin de rendre visibles les options existantes et de faciliter leur appropriation par les entreprises.

Les industriels qui s'engagent dans l'électrification ont compris que l'enjeu va bien au-delà de l'efficacité énergétique. Cette transformation profonde modernise les procédés, sécurise l'activité et réduit durablement l'exposition aux aléas géopolitiques et réglementaires. Elle constitue, plus que jamais, un choix stratégique pour préparer l'industrie aux exigences de demain.

Technologies	Gains d'efficacité énergétique	Réduction d'émissions de CO ₂
Pompes à chaleur*	Jusqu'à + 300 %	> 90 %
Chaudières électriques	+ 10 %	> 75 %
Fours à résistance	+ 10 à 20 %	80 %
Fours à induction	+ 20 à 40 %	85 %

* Très haute température et vapeur

Figure 2 : les gains des solutions électriques par rapport aux technologies gaz.
Source : R&D EDF.

L'industrie des pompes à chaleur en Europe à l'avant-garde de l'électrification

En Belgique, une usine transforme des betteraves en sucre. Au Danemark, un hôpital maintient les patients au chaud et les médicaments au frais. En France, la pâte à papier est séchée puis transformée en papier. Du nord au sud de l'Europe, d'est en ouest, citoyens et travailleurs bénéficient d'un confort thermique, même en plein hiver. À l'arrivée de l'été, beaucoup pourront également rester au frais. Tout cela, grâce aux pompes à chaleur...

Les pompes à chaleur au cœur du développement durable et de la souveraineté

À travers l'Europe, des pompes à chaleur de différents types et tailles sont utilisées pour une grande variété d'applications afin d'atteindre les températures requises ou souhaitées. Contrairement aux chaudières autonomes, les pompes à chaleur ne brûlent pas de combustibles fossiles. Elles utilisent une faible quantité d'électricité pour transformer la chaleur naturelle de l'air, du sol ou de l'eau – ou la chaleur issue de procédés industriels – à un niveau de température plus élevé, afin de chauffer des bâtiments ou d'alimenter des procédés industriels.

Ce recours à l'énergie thermique naturelle rend les pompes à chaleur extrêmement efficaces, jusqu'à cinq fois plus qu'une chaudière à combustibles fossiles. À titre d'exemple, les pompes à chaleur résidentielles en Europe – environ 26 millions installées aujourd'hui – permettent d'économiser plus de 290 TWh d'énergie par rapport aux chaudières. En ce qui concerne les pompes à chaleur industrielles, celles-ci peuvent atteindre des températures allant jusqu'à 200 °C, ce qui pourrait couvrir 39 % des besoins de chaleur industrielle en Europe.

L'électrification de l'économie est reconnue par l'Union européenne et la plupart des gouvernements européens comme la clé d'un avenir efficace énergétiquement, durable et compétitif.

Continuer à dépendre des importations de gaz et de pétrole en provenance de pays comme la Russie nous place dans une position précaire et vulnérable. L'électricité peut quant à elle être produite localement à partir de sources d'énergie durables telles que le vent et le Soleil. L'Union européenne a récemment lancé des initiatives visant à accélérer les procédures d'autorisation pour ces projets d'énergies renouvelables et à renforcer les interconnexions des réseaux électriques européens.

Un marché à très fort potentiel

Le secteur des pompes à chaleur européen est particulièrement solide à l'échelle mondiale. On compte environ 300 sites de production en Europe et la filière représente près de 433 000 emplois directs et indirects.

Malgré tous ces avantages, l'Europe devrait accuser un retard d'environ 25 % par rapport à l'objectif européen de 60 millions de pompes à chaleur installées d'ici 2030. Les ventes ont connu un ralentissement après l'année record de 2022, marquée par l'invasion de l'Ukraine par la Russie qui avait entraîné une hausse des subventions et un déploiement accru des pompes à chaleur. Si la situation semble s'être quelque peu stabilisée en 2025, avec une augmentation moyenne de 10 % dans 16 pays, le potentiel de croissance reste considérable.



Jozefien Vanbecelaere,
directrice Politiques publiques,
European Heat Pump Association

Un cadre politique stable et une électricité abordable : des leviers essentiels

L'Union européenne et les gouvernements nationaux peuvent contribuer à exploiter ce potentiel en mettant en place des politiques stables et des dispositifs de soutien adaptés. La réduction ou le durcissement des aides aux consommateurs dans plusieurs pays a contribué au ralentissement du marché ces dernières années. L'un des moyens d'atteindre les ambitions climatiques de l'Union consiste à accompagner les utilisateurs finaux dans leur transition vers des solutions de chauffage électrifiées.

Un autre obstacle à l'adoption des pompes à chaleur par les ménages et les entreprises réside dans le niveau élevé des prix de l'électricité. Dans de nombreux pays, le gaz est encore beaucoup moins taxé que l'électricité, ce qui est corrélé à un déploiement plus lent des pompes à chaleur.

Les initiatives européennes peuvent accélérer le déploiement des pompes à chaleur

En 2025, l'Union européenne a permis des avancées dans ces domaines, notamment avec la publication du *Clean Industrial Deal* et du *Affordable Energy Action Plan*. L'année s'est également conclue, du point de vue des politiques



Château de Merode (Belgique) : pompe à chaleur aquathermique. © EXTRAQT



Pompe vapeur Calefa. © Calefa

européennes, avec la publication du *Affordable Housing Plan* en décembre. Ce plan élargit la notion « d'accessibilité » du logement aux coûts énergétiques, insiste sur le fait qu'elle ne doit pas se faire au détriment de la durabilité et appelle de nouveau à agir sur les factures et la fiscalité de l'énergie.

D'autres initiatives européennes sont en cours de discussion en 2026 pour soutenir la compétitivité industrielle bas carbone, l'électrification et la décarbonation du chauffage et du refroidissement. Il s'agit notamment du *Electrification Action Plan*, de la *Heating and Cooling Strategy* et de l'*Industrial Accelerator Act*.

Un autre levier pour renforcer la compétitivité des pompes à chaleur consiste à donner un prix aux émissions de carbone. Le système *EU Emissions Trading System* (ETS) devait être étendu aux bâtiments et au transport routier, rendant les pompes à chaleur plus compétitives par rapport aux solutions de chauffage fossiles. Les gouvernements européens ont toutefois décidé de reporter à 2028 la mise en place de ce second ETS ; il est essentiel qu'ils cessent de repousser cette échéance et appliquent les règles adoptées.

S'agissant des pompes à chaleur industrielles, l'UE encourage leur déploiement à travers des politiques visant à promouvoir l'électrification de l'industrie, notamment via l'*Industrial Accelerator Act* et le futur *Electrification Action Plan*. L'*Industrial Accelerator Act* définit des orientations pour aider les industries européennes à rester compétitives et vise à renforcer la production *Made in Europe*.

Par ailleurs, l'UE mobilise des financements via la nouvelle enchère du Fonds pour l'Innovation dédiée aux projets de décarbonation de la chaleur industrielle.



Pompes à chaleur alimentant une usine en Pologne. © NIBE

Cet instrument sera déterminant pour accompagner l'industrie dans la transition vers des alternatives propres, telles que les pompes à chaleur.

Les pompes à chaleur, un atout pour la stabilité des réseaux électriques

Les pompes à chaleur peuvent fonctionner lorsque la demande d'électricité est faible et être mises à l'arrêt lors des périodes de pointe. Cela permet d'équilibrer la demande et de réduire les coûts, tant pour le système énergétique européen que pour les consommateurs.

Pour que ce potentiel se concrétise, les consommateurs doivent toutefois bénéficier d'incitations adaptées, telles que des tarifs d'électricité modulés.

Par ailleurs, les gestionnaires de réseaux doivent mieux intégrer le potentiel de flexibilité offert par les pompes à chaleur dans la planification des infrastructures électriques.

En décembre 2025, la Commission européenne a publié le *Grids Package* visant à moderniser les réseaux électriques européens et à renforcer les

interconnexions. Cette initiative facilitera l'intégration d'une part accrue d'électricité renouvelable et contribuera à réduire les prix de l'énergie, deux éléments clés pour accélérer le déploiement des pompes à chaleur.

Enfin, l'investissement dans les compétences est indispensable pour répondre aux besoins croissants en ingénieurs et installateurs de pompes à chaleur. La question des compétences fait partie des travaux menés dans le cadre de la *Heat Pump Accelerator Platform* que la Commission européenne coordonne avec l'EHPA et qui réunit les acteurs du secteur.

En conclusion, le secteur des pompes à chaleur offre des opportunités considérables, mais des efforts sont encore nécessaires pour qu'elles soient pleinement exploitées. L'Union européenne met en place des initiatives qui permettront d'y parvenir, à condition qu'elles intègrent les bons leviers et soient mises en œuvre efficacement et en temps voulu. C'est précisément le rôle de l'EHPA et de nos membres de contribuer activement à cette dynamique.



Travaux publics : changer d'échelle face aux défis de l'électrification des usages et de la transition énergétique

L'électrification massive des usages et l'accélération de la transition énergétique rebattent profondément les cartes dans le secteur du bâtiment et des travaux publics. Les entreprises doivent non seulement répondre à une demande en forte croissance – infrastructures électriques, réseaux de télécommunication, équipements de pilotage et de supervision – mais aussi intégrer des exigences nouvelles : montée en compétences rapide, maîtrise des technologies numériques, capacités d'ingénierie accrues et conformité renforcée face à des donneurs d'ordre toujours plus exigeants.



Jean-Baptiste Gonnet,
directeur général adjoint,
NGE

Ce mouvement structurel transforme en profondeur les métiers historiques du bâtiment et des travaux publics. Longtemps focalisés sur les métiers dits « traditionnels » (terrassament, génie civil, réseaux humides, fondations...), les acteurs doivent désormais maîtriser des compétences liées aux courants forts, aux systèmes connectés, à la supervision énergétique et aux énergies renouvelables. La transition énergétique crée un besoin d'infrastructures sans précédent : raccordement de parcs photovoltaïques, postes électriques, bornes de recharge IRVE, *smart grids*, *data centers* ou encore réseaux numériques sécurisés.

Dans ce contexte, les groupes capables de changer d'échelle et de proposer des offres intégrées, combinant métiers des travaux publics, énergie et numérique, sont les mieux placés pour répondre à cette mutation.

Parallèlement à cette transformation, la troisième Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE3) marque une réorientation profonde de la stratégie énergétique en France pour répondre à une demande électrique en forte croissance et à la nécessité d'accélérer la décarbonation. Cette nouvelle feuille de route

visait à accélérer l'électrification de l'économie, réduire la dépendance aux énergies fossiles (40 % à l'horizon 2030) et atteindre la neutralité carbone d'ici 2050.

Elle marque le retour affirmé du nucléaire qui redevient un pilier stratégique de souveraineté avec la construction de six EPR2, la consolidation et la prolongation des réacteurs actuels et la construction d'un premier réacteur modulaire (SMR) au début de la décennie 2030.

Là encore, la contribution des entreprises de construction est un facteur décisif de réussite du plan d'électrification tant dans les infrastructures du nucléaire que celles des énergies renouvelables.

La carte à jouer pour les acteurs des travaux publics

Face à ce double mouvement : électrification massive des usages et accélération de la transition énergétique, les acteurs de la construction ont une carte à jouer.

D'une part, la relance du nucléaire, le développement

des énergies renouvelables et la consolidation des réseaux existants placent les entreprises de travaux publics au cœur du dispositif pour construire, rénover et maintenir les ouvrages.

D'autre part, l'électrification des usages – qui nécessite de déployer des infrastructures complexes (bornes de recharge pour véhicules légers, poids lourds et bus, adaptation des bâtiments, électrification de procédés industriels...) et des systèmes intelligents de pilotage de ces infrastructures – suppose que le secteur de la construction soit au rendez-vous.

Montée en compétences et nouveaux métiers

C'est dans cette dynamique que NGE a créé NGE Energies Solutions, une nouvelle filiale issue du regroupement de deux activités : le déploiement des réseaux très haut débit et la connectivité des infrastructures. Cette réorganisation stratégique permet au groupe de réunir 1 200 collaborateurs au service du secteur énergie-numérique.

L'objectif : bâtir la filiale énergie de NGE, capable de maîtriser un marché en transformation rapide et d'apporter davantage de lisibilité aux clients.

Cette organisation permet aussi de mutualiser les investissements, les process et les standards de qualité, un point déterminant à l'heure où les donneurs d'ordre – collectivités, industriels, grands opérateurs – exigent des preuves systématiques de certification, de maîtrise des risques et de conformité environnementale.

Un autre enjeu majeur du secteur tient au recrutement de personnes qualifiées. D'où la création d'une filière de formation interne afin d'assurer la montée en compétences et d'anticiper les besoins à venir.



Pour le programme de construction des EPR2, les compétences devront aussi être au rendez-vous pour assurer une totale maîtrise industrielle.

Le choix a été fait d'associer au plus tôt les fournisseurs au projet, à travers le lancement anticipé d'appels d'offres, de façon notamment à « mettre à l'épreuve » la conception envisagée du nouveau modèle de réacteur.

L'objectif de créer un collectif et de développer une approche partenariale et collaborative autour du projet est nouveau. Elle oblige les constructeurs à mobiliser toute leur expertise pour aboutir aux meilleures solutions.

Ensuite, la période de construction qui s'étend de la phase dite de premier béton à la mise en service sera analysée de près et là encore, les entreprises devront élever leur niveau de compétences pour assurer des ouvrages irréprochables.

TROIS QUESTIONS À JEAN-BAPTISTE GONNET

Pourquoi avoir regroupé vos activités énergie et numérique au sein d'une seule entité ?

C'est à la fois un besoin d'expertise et un besoin d'efficacité. Le marché de l'énergie croît très vite et devient de plus en plus exigeant. Nos clients veulent des équipes formées, certifiées, capables de travailler à la croisée du courant fort, du courant faible et du numérique. Avec la création de NGE Energies Solutions, nous gagnons en lisibilité, nous mutualisons nos moyens et nous montons en compétence plus vite. L'union fait réellement la force : en formation, en matériel, en qualité, en sécurité.

En quoi ce regroupement vous permet-il de mieux répondre aux enjeux de la transition énergétique ?

Nous avons la capacité de mobiliser plusieurs métiers du groupe – terrassement, génie civil, fondations – en plus de nos expertises électriques et numériques. Pour un parc photovoltaïque, une station de recharge ou une installation de stockage, nous pouvons proposer une offre intégrée, du

sol jusqu'au raccordement et à la supervision. La transition énergétique crée des projets multi-métiers : en se structurant, nous changeons d'échelle et nous pouvons opérer en transversalité. C'est aussi ce que recherchent les donneurs d'ordre.

Quels sont vos axes de croissance pour les prochaines années ?

Ils sont doubles. D'abord, la montée en puissance des énergies renouvelables : chaque fois qu'un câble sort de terre, nous sommes concernés. Ensuite, l'interconnexion des équipements : éclairage pilotable, bornes IRVE, vidéoprotection... L'énergie devient numérique. Et cette convergence ouvre de nouvelles opportunités. Enfin, la décarbonation des usages est une formidable occasion de croissance. Notre ambition est claire : devenir un acteur de référence de l'électrification des territoires et accompagner le déploiement des énergies renouvelables à grande échelle.

Électrification du secteur du bâtiment : un enjeu majeur pour l'atteinte de la neutralité carbone de la France

La feuille de route du bâtiment vise une décarbonation complète à l'horizon 2050, avec l'objectif d'en réaliser l'essentiel dès 2035. L'enjeu est d'accélérer l'électrification des usages tout en renforçant la sobriété et l'efficacité énergétique.

Premier poste de consommation d'énergie finale en France (près de 650 TWh, soit plus de 40 % du total), le secteur du bâtiment dépend encore pour plus d'un tiers des énergies fossiles, principalement pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire.

Alors que la baisse des émissions ralentit et que l'électrification reste insuffisante, les objectifs de neutralité carbone demeurent atteignables à condition d'intensifier les efforts. Tous les leviers doivent être mobilisés : efficacité énergétique, sobriété, remplacement des énergies fossiles par des solutions électriques et bas carbone, notamment les pompes à chaleur, amélioration de l'isolation, déploiement du pilotage intelligent et des systèmes de gestion de l'énergie.

La décarbonation est engagée dans la construction neuve

La Réglementation Environnementale 2020 (RE2020) a fait des systèmes de production de chaleur décarbonés, et en particulier électriques, la solution de référence pour les bâtiments neufs. En 2025 cette orientation s'est nettement confirmée :

- dans la maison individuelle, 98 % des autorisations de construction concernent des projets pour lesquels l'énergie principale pour la production de chaleur est l'électricité, le bois ou les réseaux de chaleur ;
- dans le logement collectif, la part du gaz est passée de 75 % en 2016 à 14 % en 2025, sous l'effet du renforcement des exigences de la RE2020.

Le plan d'électrification publié le 23 avril prévoit l'interdiction de l'installation de chaudières gaz dans les constructions neuves : dès 2027 dans le résidentiel, 2028 dans les bâtiments publics et 2030 pour l'ensemble du neuf, y compris les systèmes hybrides. Cette avancée majeure devra s'accompagner d'une réglementation robuste afin d'éviter les contournements, notamment par le recours aux garanties d'origine biogaz. Miser sur un approvisionnement futur en 100 % biogaz pour justifier le maintien des chaudières gaz dans le neuf reviendrait à repousser les choix de décarbonation.

Plus largement, il est indispensable de faire du critère carbone le pivot des politiques du bâtiment, et de l'intégrer dans l'ensemble des législations et réglementations du secteur, afin de valoriser pleinement l'électricité bas-carbone comme solution de référence.

Décarboner la production de chaleur dans le bâtiment en accélérant le déploiement des pompes à chaleur

Le remplacement d'une chaudière fossile par une pompe à chaleur (air-eau, air-air ou eau-eau) permet de décarboner le chauffage avec zéro émission sur site.

Trois à quatre fois plus performante qu'une chaudière, elle émet jusqu'à 10 à 15 fois moins de CO₂ et permet en moyenne de diviser par deux la facture de chauffage. S'appuyant sur l'électricité bas-carbone française et



Nicolas Lecomte,
chargé de Régulation – Secteur
Bâtiment, direction Stratégie et
développement, pôle Clients,
services et territoires, EDF

la chaleur renouvelable de l'air, du sol ou de l'eau, la PAC constitue un levier immédiat pour le pouvoir d'achat et la lutte contre la précarité énergétique, tout en restant adaptée à la grande majorité des bâtiments.

Son déploiement en remplacement des chaudières fossiles doit être soutenu en priorité. Dans la rénovation, la PAC air/eau occupe une place centrale et représente 30 % des primes MaPrimeRénov' monogeste accordées en 2025. Elle constitue le geste de rénovation le plus efficace en matière de réduction des consommations d'énergie et des émissions de CO₂ par euro investi et ce bien avant tout autre geste d'isolation¹ ou remplacement d'énergie de chauffage. L'allocation des aides publiques doit donc s'appuyer sur des critères objectifs et des analyses quantitatives régulières.

Faire évoluer le DPE pour mieux cibler la sortie des énergies fossiles

Aujourd'hui, le DPE continue de pénaliser l'électricité en reposant sur l'énergie primaire plutôt que sur

1. <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/media/6700/download?inline>

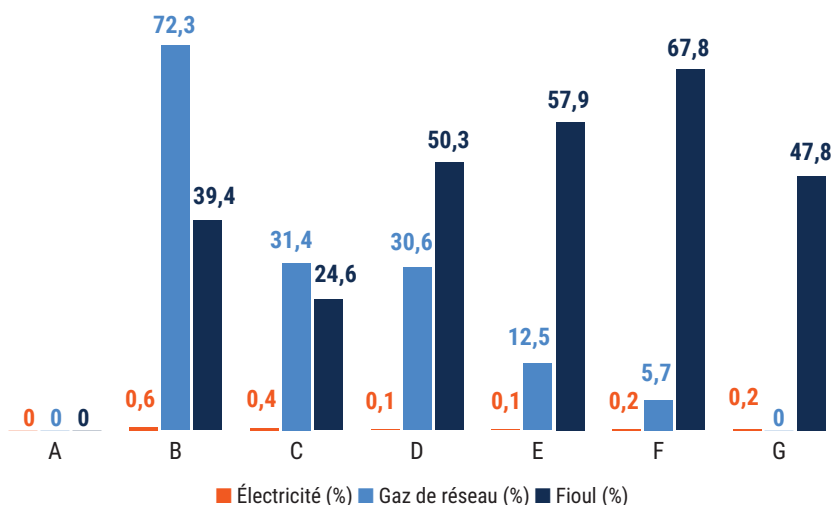


Figure 1 : Pourcentage de logements contraints par les seuils de l'échelle Climat dans chaque classe du DPE.

Source : étude EDF R&D sur la base de la base ADEME DPE v2 (période octobre 2023 – mars 2024).

l'énergie finale. Cette approche ne permet pas de cibler efficacement les politiques de rénovation vers les logements chauffés aux énergies fossiles, pourtant prioritaires : seuls 4 % des logements gaz classés comme passoires énergétiques le sont en raison de leurs émissions, limitant ainsi l'incitation à remplacer les équipements fossiles.

Sans attendre une refonte globale du DPE, avec un passage à l'énergie finale, plusieurs évolutions doivent être engagées à court terme :

- conditionner les aides à la rénovation à la dépose des chaudières fossiles en logement collectif avec chauffage individuel, à l'image des évolutions apportées aux fiches CEE rénovation d'ampleur en maison individuelle, qui ne soutiennent désormais plus les opérations qui maintiennent des consommations d'énergies fossiles pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire à l'issue des travaux ;
- exclure les équipements consommant du méthane des aides au chauffage individuel (fiches CEE et Ma Prime Rénov' pour les PAC hybrides...) ;
- encadrer strictement le dimensionnement et le soutien des chaufferies hybrides afin de maximiser la couverture des besoins de chauffage par les PAC (une cible "100 % PAC") ;
- enfin, faire évoluer MaPrimeRénov' Copropriété en remplaçant les critères de gains en énergie primaire par des

gains en énergie finale (deux niveaux d'aides, avec deux niveaux de baisse de consommation, de respectivement 30 et 50 %), afin de mieux valoriser les solutions électriques décarbonées.

Ces politiques publiques visent une sortie progressive du gaz dans les bâtiments : interdiction immédiate du gaz dans le neuf, interdiction de renouvellement de chaudières dans l'existant d'ici 2035, pour atteindre un parc de bâtiment « zéro chaudières fossiles » pour 2050 voire 2040, selon la Commission européenne. Au-delà du soutien à l'électrification, elles nécessitent un cadre juridique économique contraignant pour le gaz et les chaudières fossiles, ainsi qu'une réglementation stricte des usages. Le plan d'électrification prévoit notamment qu'à compter du 1^{er} janvier 2027, les coûts de raccordement au réseau de gaz soient supportés par les bâtiments demandeurs, renforçant ainsi la compétitivité de l'électrification et des réseaux de chaleur.

De nouvelles mesures pour faire de l'électrification le levier clé

Après plusieurs années de forte croissance, le marché de la PAC air/eau s'est contracté sous l'effet de la crise énergétique, de la baisse du pouvoir d'achat et de l'instabilité des aides. Cette situation a créé un climat

d'attente, alors que le reste à charge reste déterminant pour les ménages, en particulier les plus modestes.

Pourtant, grâce au cumul des dispositifs CEE et MaPrimeRénov', le retour sur investissement d'une PAC en remplacement d'une chaudière gaz en fin de vie peut être inférieur à un an pour les ménages les plus modestes.

Pour relancer durablement son déploiement, plusieurs mesures sont nécessaires :

- stabiliser les dispositifs d'aide (MPR et CEE) afin d'éviter les effets de « stop & go »,
- garantir un cadre réglementaire lisible tout en simplifiant les démarches et en renforçant la lutte contre la fraude,
- instaurer un « droit à la PAC » en copropriété via une évolution des règles de vote des travaux de rénovation énergétique,
- lever progressivement les freins à son intégration architecturale (règles d'urbanisme contraignantes, secteurs sauvegardés, avis des Architectes des Bâtiments de France).

L'électrification des bâtiments est un levier majeur de la transition énergétique. Son succès repose sur la mobilisation de l'État, des collectivités locales, des industriels, des professionnels et ménages. Avec des règles adaptées, stables et lisibles, la France a tous les leviers pour accélérer la décarbonation du parc bâti. Loin d'être une contrainte, elle contribuera pleinement au renforcement du pouvoir d'achat des ménages, à la santé publique et à l'adaptation au réchauffement climatique, à la souveraineté, à l'emploi et à la réindustrialisation.



La pompe à chaleur, une solution efficace et éprouvée

la filière PAC maintient le cap vers les objectifs 2030-2050. Pour décarboner le secteur du bâtiment, l'électrification des usages par la pompe à chaleur (PAC) s'impose comme l'une des solutions les plus efficaces et les plus rentables. Après un doublement des ventes entre 2020 et 2022, le marché connaît depuis fin 2023 un ralentissement qui interroge la trajectoire nationale. Pour autant, l'ambition de la filière reste intacte : atteindre 1,5 million de pompes à chaleur installées par an pour le chauffage à l'horizon 2030. Dans un contexte de signaux encourageants pour 2026, l'AFPAC mobilise l'ensemble des acteurs pour atteindre ces objectifs.



François Deroche,
président de l'AFPAC
(Association française
pour les pompes à chaleur)

Un marché en ajustement après une dynamique forte

Le marché français des pompes à chaleur, qui avait doublé ses ventes entre 2020 et 2022, connaît depuis l'automne 2023 une décélération marquée. Plusieurs facteurs expliquent cette situation. La baisse du pouvoir d'achat consécutive au conflit ukrainien a conduit certains ménages à reporter leurs projets de réhabilitation énergétique. La crise du bâtiment et la baisse des constructions neuves ont limité les opportunités d'installation, alors que 90 % des maisons individuelles neuves sont déjà équipées de PAC suite à la mise en place de la RE 2020¹. L'instabilité réglementaire et les fréquents « stop and go » des aides ont également pesé lourdement sur la dynamique du marché, complexifiant le

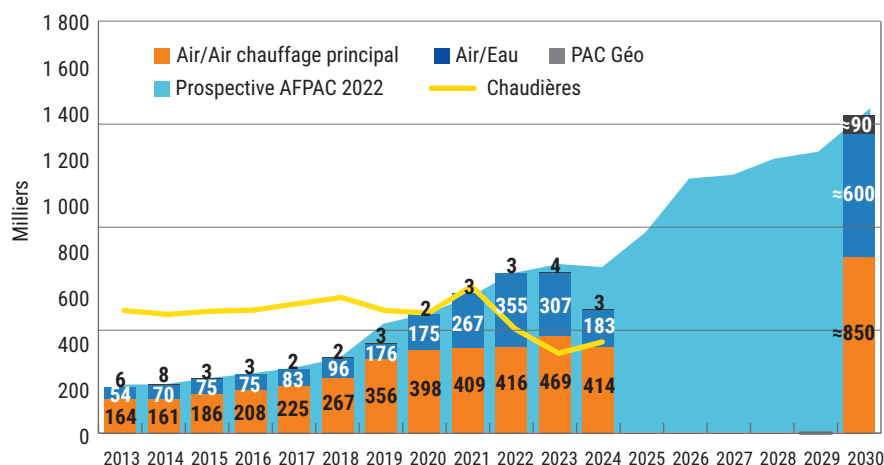
parcours pour les installateurs comme pour les particuliers et freinant l'attractivité des dispositifs.

En retard sur la trajectoire souhaitée, la filière PAC a dû s'adapter : les industriels ont ajusté leurs investissements, les entreprises ont limité les recrutements de techniciens qualifiés quand certaines ont même annoncé du chômage technique. Après deux années de crise, le marché entre en phase de consolidation, laissant entrevoir une année 2026 plus favorable, portée par des signaux encourageants.

Le premier est l'entrée en vigueur de

// ... Après deux années de crise, le marché entre en phase de consolidation...

l'ajustement du coefficient de conversion de l'électricité en énergie primaire (Cep) à 1,9. Ce qui améliore le classement DPE de deux classes pour 90 % des PAC air/eau et eau/eau installées en remplacement d'un générateur utilisant une énergie fossile (contre 36 % auparavant) et permet la sortie du statut de passoire thermique dans 100 % des cas. Ce dispositif contribue également à l'amélioration d'au moins deux étiquettes pour les PAC air/air². Ces gains se traduisent par une « valeur verte » accrue pour les logements, reflétant l'augmentation de leur valeur patrimoniale grâce à leurs meilleures performances énergétiques et environnementales³.



Dynamique du marché de la PAC.

1. Source : Panorama RE 2020.

2. Source : AFPAC.

3. Source : Notaires de France.

S'y ajoute la mise à jour des fiches opérations CEE (certificats d'économie d'énergie) pour l'installation de PAC en logement collectif et en maison individuelle qui vient réduire fortement le reste à charge porté par les ménages.

Ces mesures vont dans le bon sens. Pour consolider cette reprise, l'AFPAC appelle à une stabilité réglementaire durable, à la simplification des parcours d'aide et à une communication renforcée sur la performance et la rentabilité démontrées des pompes à chaleur (cf. étude ADEME, oct. 2025).

Cap 2030-2050 : la PAC comme vecteur principal de l'électrification du chauffage

Malgré une électrification déjà engagée, celle-ci reste aujourd'hui limitée à 46 %⁴ du parc résidentiel. La PAC a un rôle majeur à jouer dans l'accélération de cette mutation énergétique, dont les contours se précisent désormais à travers le cap fixé pour 2030 et 2050.

À l'horizon 2030, la Stratégie nationale bas carbone (SNBC3) définit des objectifs ambitieux pour transformer en profondeur les systèmes de chauffage. L'État vise 850 000 installations de pompes à chaleur par an en moyenne, portant le parc à 8,8 millions de PAC dans le résidentiel, ce qui constitue un doublement du parc chauffage en 5 ans.

Dans le neuf, la dynamique est déjà largement engagée. Selon le panorama RE 2020, les PAC représentent plus de 90 % du marché dans le logement individuel et plus de 50 % dans le collectif, confirmant le rôle central de l'électrification dans les standards constructifs. Cette prédominance reflète non seulement les performances intrinsèques de la technologie, mais aussi son adéquation avec les exigences réglementaires et environnementales du bâtiment neuf.

À l'horizon 2050, la transformation du parc résidentiel doit poursuivre sa trajectoire pour atteindre une électrification de 64 %. Cette trajectoire s'accompagne d'une baisse de 24 % de la consommation d'énergie finale des bâtiments (tous usages).



Une PAC pour tous : les enjeux de la massification

L'AFPAC mobilisée sur les sujets prioritaires

Le déploiement massif de la PAC implique plusieurs enjeux, auxquels l'AFPAC répond avec le soutien des pouvoirs publics.

Le premier concerne l'intégration des PAC dans le bâti existant qui constituera l'essentiel du parc en 2050. Il s'agit de concilier la préservation du patrimoine architectural et l'installation de systèmes performants. Pour y répondre, l'AFPAC, en partenariat avec l'ADEME, prépare le lancement du CEPAC (Centre d'expertise pour les pompes à chaleur) qui soutiendra les acteurs de la filière en diffusant de bonnes pratiques pour un déploiement de qualité des pompes à chaleur.

Le deuxième enjeu concerne l'attractivité, la formation et le renouvellement des compétences. Former et attirer de nouveaux talents est indispensable pour accompagner le développement de la filière.

Enfin, le règlement européen F-Gas, qui impose la sortie progressive des fluides à fort potentiel de réchauffement global (PRG), impacte fortement certaines technologies. La transition déjà engagée vers des fluides alternatifs implique des efforts de R&D significatifs, des adaptations techniques, une vigilance

sur les coûts et une montée en compétences des installateurs. Les contraintes pesant sur la PAC air/air dès la fin 2029 pourraient remettre en question la capacité de cette technologie à répondre aux enjeux d'électrification du bâtiment.

Un plan d'électrification pour accélérer le déploiement

Face à ces défis, l'AFPAC a communiqué aux pouvoirs publics ses huit leviers d'action, visant à garantir l'accès à la PAC pour tous les ménages et tous les logements. Ce plan propose, par exemple, une fiscalité pro-électricité, la simplification des démarches avec un programme unique et stable de gestion des aides, des garanties de qualité, ainsi que le développement d'offres tarifaires dédiées pour la fourniture d'électricité.

Cette approche coordonnée pour démocratiser la PAC est portée par une industrie française et européenne garante de performance et d'accessibilité. Sur le terrain, la pompe à chaleur a prouvé son efficacité : 97 % des ménages équipés sont satisfaits et constatent une baisse significative de leur facture énergétique⁵. Ces résultats confirment que la PAC est le geste de rénovation énergétique le plus performant pour réduire les émissions de CO₂ par euro investi, offrant à la filière tous les atouts pour accélérer l'électrification du bâtiment et atteindre les objectifs climatiques 2030-2050.

4. Source : PPE – Ministère de la Transition écologique (concertation).

5. Source Étude Occitanie UFE-AFPAC.



Le chauffage électrique direct dans la stratégie de décarbonation des logements



Eric Baudry,
directeur des affaires publiques,
Groupe Intuis

La réussite de la stratégie française de décarbonation repose sur la massification rapide des usages de l'électricité. Le chauffage électrique pilotable est un levier immédiatement activable qui permet, à moindre coût de s'exonérer de la dépendance aux énergies fossiles pour le chauffage des logements. Pourtant, il reste l'un des moins reconnus par les politiques publiques.

Une stratégie d'électrification à consolider, en France comme en Europe

La France et l'Europe ont engagé une stratégie ambitieuse de décarbonation de leur mix énergétique, reposant en grande partie sur la massification de l'électricité dans les usages, conformément aux trajectoires climatiques nationales et européennes. L'électricité française se distingue par un facteur carbone particulièrement bas, grâce notamment à la prédominance du nucléaire et à la montée en puissance des énergies renouvelables.

Cependant, cette stratégie d'électrification des usages ne progresse pas pour l'instant au rythme escompté. Une des raisons de ce retard réside dans le montant des investissements exigés. Qu'il s'agisse de véhicule électrique ou de pompes à chaleur, la dépense pesant sur les ménages excède leur capacité de financement et, pendant de nombreuses années, l'État ou les collectivités territoriales seront incapables d'apporter l'aide qui serait nécessaire.

« Le mieux est l'ennemi du bien » entend-on souvent. Ce principe a sa place dans la transition énergétique : alors qu'il y a urgence à sortir de la dépendance aux énergies fossiles, les pouvoirs publics, à Paris comme à Bruxelles, restent trop attachés à des principes d'excellence, en matière d'efficacité énergétique notamment, alors que s'impose dans tous les pays le principe de réalité.

Ainsi, certaines solutions – pourtant immédiatement mobilisables et alignées avec les objectifs climatiques – demeurent insuffisamment valorisées. C'est

particulièrement le cas du chauffage électrique direct, dans ses versions modernes, connectées, pilotables et performantes.

Une solution en cohérence avec les enjeux actuels

Aujourd'hui, près d'un tiers des résidences principales françaises est équipé d'appareils de chauffage électrique direct. Ce parc représente plus de 10,5 millions de logements, pour moitié dans l'habitat collectif, le logement social, les résidences étudiantes et l'autre moitié en maisons individuelles. Il s'agit d'un patrimoine installé considérable, qui ne peut être ignoré dans une trajectoire crédible de rénovation, d'électrification et de décarbonation.

Le chauffage électrique de dernière génération a toute sa place dans la stratégie nationale bas-carbone, dans la mesure où il ne génère aucune combustion sur site, présente de faibles émissions indirectes grâce au mix électrique français faiblement carboné et répond pleinement aux politiques de réduction des émissions des bâtiments. Mais il possède en plus des caractéristiques spécifiques qui méritent d'être rappelées.

Des équipements qui permettent de s'adapter de façon fine à la demande

Les équipements électriques à effet joule de dernière génération, radiateurs ou chaudières électriques, bénéficient de systèmes de régulation très fins, de programmations intelligentes, de capteurs permettant un pilotage dynamique ainsi que d'interfaces connectées facilitant l'optimisation en continu.

Ces caractéristiques permettent d'atteindre une réduction significative des consommations, notamment dans le logement existant où la rénovation thermique peut être progressive.

Une contribution à la flexibilité et à l'effacement

Les appareils électriques connectés présentent également des atouts en matière de flexibilité en permettant notamment l'intégration dans des programmes d'effacement, la modulation de la demande en temps réel selon les contraintes du réseau et en fonction de tarifications dynamiques, l'accompagnement des pics de consommation ainsi qu'une meilleure insertion des énergies renouvelables intermittentes.

Une souplesse d'installation, même dans les cas difficiles

Le chauffage électrique direct est une solution simple de mise en œuvre. Elle est, moyennant une isolation convenable des logements, susceptible d'être mise en œuvre dans la quasi-totalité des cas d'usage, dans le neuf comme dans l'existant. Le chauffage électrique apporte en particulier une solution décarbonée là où la pompe à chaleur se heurte à des difficultés techniques, en logements collectifs et dans les petits logements notamment.

Une aptitude à se combiner avec d'autres solutions

La souplesse d'utilisation du chauffage électrique direct lui permet d'être associé avec d'autres solutions, électriques ou non, telles que les pompes à chaleur air/air, les chaudières à bois, les chauffe-eau thermodynamiques, au sein de solutions composites décarbonées conçues en fonction de la configuration des lieux et du rythme de vie des occupants. Associé à une pompe à chaleur réversible, le chauffage électrique permet de construire des solutions apportant une réponse au besoin urgent de climatisation face aux canicules que nous connaissons à présent.

Une solution concourant à la modération du coût de la construction

Parmi les solutions décarbonées, le chauffage électrique est sans aucun doute la solution la plus économique en investissements. Elle est à la portée de la plupart des ménages. Les coûts de construction ont été au fil des années obérés par l'accumulation de règlements et d'exigences diverses. Le ralentissement qui s'en est suivi est patent. Le chauffage électrique permet de revenir à des coûts de construction plus accessibles, c'est un moyen à la disposition des pouvoirs publics pour relancer le rythme de la construction neuve et des rénovations en vue de respecter les objectifs de décarbonation que la France s'est donnée.

Des équipements pour l'essentiel fabriqués en Europe

Une part importante des radiateurs électriques vendus en Europe est majoritairement fabriquée en France, même si une partie de la production a été délocalisée



Installation en cascade de pompes à chaleur HRC 80 kW double service.
@ Groupe Intuis

vers l'Europe de l'Est et l'Asie pour les certains modèles d'entrée de gamme et les appareils mobiles.

Ce sont, selon les estimations, 16 000 à 19 000¹ emplois directs qui sont concernés pour un chiffre d'affaires de la filière de plus de 4,7 milliards d'euros, susceptible de croître de 3,5 % par an au cours de la décennie 2025-2034².

Conclusion

Le chauffage électrique à effet Joule, performant et connecté, n'est pas une solution marginale. Il représente une solution stratégique pour la massification de l'électrification des usages en France et probablement aussi en Europe, en ligne avec les objectifs de sobriété, de décarbonation et de flexibilité des réseaux.

Il n'est pas concurrent des pompes à chaleur, dont le Groupe Intuis est l'un des leaders sur le marché français. C'est une solution qui a sa place, à la condition qu'il soit bien conçu, construit sur la base d'équipements de qualité et accompagné de l'isolation nécessaire.

Les critères d'économie d'énergie primaire qui lui ont été opposés au cours des années passées ont eu pour effet d'orienter les choix vers des solutions à énergie fossile. Les priorités aujourd'hui données à la décarbonation et à la sortie des énergies fossiles, traduites en objectifs précis dans la directive européenne sur la performance énergétique des bâtiments (DEPB) du 24 avril 2014, doivent conduire les pouvoirs publics à faire du chauffage électrique direct, l'une des composantes structurelles de l'électrification des logements, aux côtés des pompes à chaleur et des chauffe-eau thermodynamiques.

1. Étude ASTERES par le Gifam.

2. Source : GMI (Global Market insights). Marché européen des radiateurs électriques. Taille et partage 2025 – 2034.

Pompe à chaleur, enfin le momentum ?

Le récent plan d'électrification annoncé par le gouvernement français réaffirme la place du bâtiment dans l'atteinte des objectifs nationaux et européens et le rôle des pompes à chaleur dans la décarbonation du secteur et la réduction de notre dépendance aux énergies fossiles.

Un temps considérées comme réservées aux maisons individuelles, les pompes à chaleur ont longtemps été mises à l'écart de l'habitat collectif et d'une partie du secteur tertiaire, chasses gardées des solutions de chauffage et d'eau chaude sanitaire fonctionnant au gaz. Si le gouvernement français a clairement retenu la PAC comme levier central de son plan d'électrification, c'est parce que celle-ci a su, au fil des années, montrer sa capacité à répondre à un marché plus vaste, à des projets plus ambitieux et, espérons-le, à une demande exponentielle.

Enjeu de souveraineté

Le choix de la pompe à chaleur ne vient pas seulement de sa capacité à décarboner mais également de son symbole de souveraineté et de sa maturité technologique. Si le plan d'électrification se place actuellement sur le devant de la scène par son actualité, il s'inscrit avant tout dans un ensemble, une continuité d'annonces et d'actions qui se sont accélérées ses derniers mois, telles que la révision et la diversification des programmes CEE ou encore l'agrément en matière de qualité et de résilience industrielle. L'objectif de souveraineté est double. D'un côté, se passer des énergies fossiles venant en majorité de pays extérieurs à l'Union européenne. De l'autre, se réapproprier le savoir-faire technologique et la production locale de systèmes thermodynamiques avec à la clé la création de nouveaux emplois, la redynamisation des territoires et une réduction globale de la pression économique sur l'énergie, aussi bien pour les particuliers que pour les entreprises.

L'ensemble de la filière se mobilise depuis de nombreuses années pour ce momentum. Car, oui nous sommes à un tournant, celui qui doit voir les pompes à chaleur s'imposer comme solution numéro un, leader du marché, des systèmes de chauffage. Les industriels sont prêts. Les capacités de production sont là, la formation monte en puissance, l'offre de produits et de services permet d'adresser tous les publics. Les investissements réalisés par le passé ont permis de

construire une offre basée sur la qualité et la diversité. Si le marché n'est pas encore mature, les solutions proposées le sont quant à elles et de plus en plus.

Maturité technologique

Sur le plan technologique, la pompe à chaleur a su se rendre versatile et permet aujourd'hui de répondre à une quasi-majorité des projets. En passant d'une logique individuelle, qui offrait déjà nombre de possibilités avec les systèmes de chauffage, seul ou avec eau chaude sanitaire (ECS) intégrée, à une logique de besoins, **la PAC a su s'ouvrir les marchés à haut potentiel que sont le résidentiel collectif et le secteur tertiaire.** Avec l'arrivée de PAC de forte de puissance, des systèmes de cascade et leur capacité d'hybridation sur des installations existantes, les pompes à chaleur s'imposent désormais comme sérieuses concurrentes aux chaufferies équipées de chaudières. Sur le plan de l'innovation, nous pouvons également citer les technologies de maintien de puissance, avec des systèmes capables d'atteindre des températures de départ d'eau de 75 °C, même à basse température extérieure, permettent également de faciliter le dimensionnement par les installateurs et d'apporter encore plus d'économies aux occupants.

Les systèmes sans unité extérieure, qu'ils soient air-eau ou air-air, répondent à un vrai besoin, jusque-là ignoré, de la disponibilité d'un espace extérieur, notamment en logement collectif et dans les centres-villes. Sur ce sujet, de nombreux efforts sont réalisés par les industriels pour offrir des solutions compactes, flexibles et modulaires, avec un niveau de pression sonore réduit permettant de répondre aux réglementations dans ces environnements concentrés en population.



Benoît Lecornu,
Marketing manager,
Panasonic France

Dans le secteur tertiaire, la pompe à chaleur air-air a su s'imposer avec les systèmes multisplits et DRV (Débit de Réfrigérant Variable) qui, en plus du chauffage, permettent d'avoir une capacité efficace de rafraîchissement en été. La PAC air-eau devrait quant à elle s'imposer de plus en plus sur ce secteur par sa capacité à s'intégrer, à s'adapter à différentes configurations et à fournir un double service chauffage et eau chaude sanitaire, renforcé par les propriétés des réfrigérants tels que le R290 (propane) qui permet un volume disponible plus important. Elle répond donc à la nécessité de remplacer des systèmes vétustes et énergivores utilisant des énergies fossiles mais également aux besoins des sites ayant des besoins ECS importants tels que les hôtels, centres sportifs ou hôpitaux.

Avec ce nouveau plan d'électrification, le gouvernement confirme ce que toute la filière attendait, une direction claire et des engagements forts en faveur de la pompe à chaleur. Le cadre apporté par les différentes mesures doit permettre de sécuriser les investissements passés et à venir et d'apporter plus de confiance à un secteur chahuté qui a connu de nombreuses promesses sans avoir pu, jusqu'à maintenant, exprimer son plein potentiel et démontrer sa capacité à répondre aux enjeux européens et aux attentes des Français.

QUELQUES EXEMPLES DE RÉALISATIONS



PAC air-eau collectives Aquarea Série M. © Panasonic.

Remplacement d'une chaudière gaz par deux pompes à chaleur Panasonic Big Aquarea T-CAP Série M de chacune 20 kW, hybridées avec une chaudière gaz de 70 kW pour l'école et les locaux de la mairie. Grand Parigny (50).



Mairie de Grand Parigny. © Panasonic.



Cascade Big Aquarea Série M R290. © Panasonic.

Décarbonation du siège régional de la Safer Nouvelle-Aquitaine (1 500 m²) par le remplacement de deux chaudières fioul par trois pompes à chaleur Big Aquarea T-CAP Série M de 30 kW chacune, soit un total de 90 kW. Avec ce remplacement, le bâtiment a gagné deux classes énergétiques. Niort (79).

Électrification des bâtiments : la ventilation mécanique, un pilier essentiel de la qualité de l'air intérieur

La qualité de l'air intérieur est un impératif de santé publique. Le développement de l'électrification des bâtiments tertiaires permet, grâce à des équipements de ventilation supervisés et pilotés, de concilier performance énergétique et qualité de l'air.

Un secteur tertiaire en pleine transformation

Le parc tertiaire connaît une transformation majeure, portée par la décarbonation et la montée des enjeux sanitaires, avec un débat autour de la qualité de l'air intérieur (QAI). Ces deux priorités sont pourtant souvent opposées : le marché considère encore que la sobriété énergétique se ferait au détriment de la QAI.

Le décret BACS remet en cause cette vision. En imposant progressivement la surveillance et l'automatisation des systèmes techniques, il établit le lien qui manquait entre efficacité énergétique et qualité de l'air. Grâce au suivi en continu des installations, les bâtiments se révèlent être d'importants gisements d'économies d'énergie, notamment dans l'existant, alors que de nombreux dysfonctionnements restent invisibles, faute de mesures. Dans le même temps, cette surveillance permet d'assurer les débits d'air au moment opportun, en fonction des usages réels, garantissant ainsi une QAI maîtrisée sans ventilation inutile.

Les cadres réglementaires (RE2020, décret tertiaire, obligations QAI et décret BACS) convergent ainsi vers une approche intégrée des systèmes de chauffage, de ventilation et de traitement d'air. Le bâtiment a déjà réduit ses consommations de 22 % entre 2019 et 2022 – soit près de la moitié de l'objectif fixé pour 2030 – principalement grâce au remplacement des équipements carbonés par des pompes à chaleur. Avec le développement de l'électrification du bâtiment, la nouvelle étape consiste à rendre ces équipements intelligents, supervisés et pilotés, afin d'optimiser simultanément la performance énergétique et la qualité de l'air.

Qualité de l'air intérieur : un enjeu sanitaire devenu stratégique

Nous passons environ 80 % de notre temps dans des espaces clos où l'air peut-être jusqu'à huit fois plus pollué que l'air extérieur. La QAI est influencée par de



Edouard Vidoudez,
chef de marché Tertiaire,
France Air

nombreux facteurs : concentrations de CO₂, composés organiques volatils (COV), particules fines, humidité relative, renouvellement d'air insuffisant, présence d'allergènes ou de contaminations microbiologiques. Une mauvaise qualité de l'air intérieur peut avoir des effets néfastes sur les occupants des bâtiments : maux de têtes, baisse de concentration, maladies infectieuses et virales, pathologies respiratoires. Tout cela a un impact sur le confort, le bien-être et la productivité.

Surveiller la qualité de l'air intérieur

La surveillance de la qualité de l'air intérieur (QAI) est donc un enjeu sanitaire majeur, encadré par deux décrets imposant un suivi continu pour atteindre et maintenir des valeurs repères de concentration de CO₂ et précisant les modalités de mise en œuvre de cette surveillance dans les bâtiments.

Pour accompagner cette obligation, France Air propose Règlement'Air, un module intégré à France Air



Compact Box® : solution de ventilation double flux compacte et performante, conçue pour répondre aux défis de la rénovation des bâtiments tertiaires. © France Air



La surveillance de la qualité de l'air intérieur (QAI) est un enjeu sanitaire majeur.

Connect qui automatise la conformité réglementaire.

Grâce à ses capteurs CO₂ connectés et à sa plateforme d'analyse, France Air Connect offre une solution clés en main pour mesurer, superviser et piloter la QAI en toute simplicité.

Électrification et QAI : une convergence indispensable

La ventilation mécanique joue un rôle central : sans renouvellement d'air adapté et sans traitement aérodynamique fiable, aucune stratégie de QAI ne peut être réellement efficace. C'est ici que convergent les enjeux énergétiques et sanitaires : une ventilation performante exige des systèmes de chauffage et de refroidissement cohérents, modulants et correctement pilotés, ce que permet l'électrification.

La qualité de l'air repose sur un renouvellement maîtrisé : la ventilation maintient des niveaux de CO₂ acceptables et dilue les polluants comme les COV. Pour allier santé et performance énergétique, les systèmes actuels modulent les débits grâce à des sondes CO₂ qui ajustent l'air neuf selon l'occupation, tout en assurant un débit minimal permanent préservant l'hygiène sans surconsommation.

Développement des solutions à récupération d'énergie

La récupération d'énergie permet de réduire les consommations tout en préservant confort et qualité d'air. Dans cette logique, la ventilation double flux s'impose comme la solution la plus performante : elle assure un renouvellement d'air maîtrisé tout en limitant fortement les pertes thermiques. Grâce à un échangeur récupérant jusqu'à 95 % de l'énergie de l'air extrait, elle combine air neuf filtré, extraction efficace et sobriété énergétique. France Air a développé la plus large gamme de ventilation haute performance avec récupération d'énergie avec un très large choix d'appoints : centrales de traitement de l'air avec batteries eau chaude, électriques, détente directe, *change over*, qui embarquent

des régulations permettant de gérer la programmation horaire, le pilotage du *free-cooling*, ou la sur-ventilation nocturne.

En adaptant les débits selon l'occupation réelle, une seule centrale peut ventiler plusieurs locaux au juste besoin, évitant les surconsommations. Une salle de réunion, par exemple, n'est ventilée qu'en fonction de sa fréquentation.

Le rôle du décret BACS : une efficacité renforcée par le pilotage intelligent

La performance énergétique de la ventilation ne dépend plus seulement du matériel, mais également de sa capacité à être contrôlé, supervisé et maintenu en continu. C'est précisément l'objectif du décret BACS, qui impose l'installation de systèmes d'automatisation et de contrôle pour les bâtiments tertiaires, afin d'améliorer leur performance énergétique.

Les équipements France Air s'inscrivent dans cette démarche : ses centrales, registres et solutions de traitement d'air sont nativement connectables (Modbus RTU, BACnet, KNX...) et peuvent s'intégrer facilement à des outils de supervision ou à des dispositifs connectés de suivi machine. Cette compatibilité permet de remonter en temps réel les informations clés (état des filtres, niveaux de CO₂, défauts ventilateurs, anomalies de fonctionnement, etc.), garantissant une exploitation maîtrisée et une performance durable des installations de ventilation.

La convergence entre électrification, pilotage intelligent et qualité de l'air marque une étape clé dans la transformation du parc tertiaire. La ventilation mécanique demeure un pilier stratégique pour des bâtiments sobres, sains et résilients. Récupération d'énergie, modulation des débits et supervision avancée font de la ventilation un acteur central de la performance globale. Le décret BACS renforce cette dynamique en rendant l'automatisation et le contrôle continu indispensables pour l'efficacité, la conformité et la fiabilité des installations.

L'électrification dans les transports routiers : un enjeu majeur pour la transition énergétique



Arnaud Protat,
chef de département Technical & market intelligence,
TotalEnergies, Nouvelles Mobilités, Truck Solutions



Christophe Combre,
ingénieur d'Affaire Mobilité,
TotalEnergies, Nouvelles Mobilités, Truck Solutions

Le transport routier est un pilier de l'économie mondiale. En Europe, les poids lourds ne représentent que 2 % du parc routier, mais près de 30 % des émissions de CO₂. Le secteur du transport routier de marchandises est aujourd'hui sous pression croissante pour réduire ses émissions, alors que la demande de transport continue d'augmenter et que d'autres secteurs réduisent plus vite leurs émissions.

Partenaire historique et privilégié des transporteurs depuis plus de 70 ans TotalEnergies accompagne la décarbonation du transport routier à travers une approche multi-énergies, conciliant performance environnementale, contraintes opérationnelles et compétitivité économique.

Dans un contexte réglementaire européen de plus en plus exigeant, l'électricité s'impose comme l'une des solutions les plus efficaces pour réduire les émissions de CO₂, en particulier en France où le mix électrique est faiblement carboné. Les biocarburants (HVO100, bioGNV) jouent un rôle important durant la phase de transition, mais leur disponibilité est aujourd'hui limitée et leur demande entrera progressivement

en concurrence avec d'autres secteurs (maritime, aviation).

La vision du transport de marchandises dans le TotalEnergies Outlook (France)

Afin de contribuer au débat public sur la transition énergétique, la 7^e édition du TotalEnergies Energy Outlook a été publiée le 4 novembre 2025. Elle présente un état des lieux du système énergétique ainsi que des scénarios d'évolution de celui-ci à l'horizon 2050.

Le scénario Trends reflète la trajectoire actuelle des différents pays à horizon 2030 et suppose que les politiques publiques existantes, notamment en

Chine et en Europe, tout comme les développements technologiques se poursuivront afin de garder le cap de cette trajectoire. Il prend en compte l'accélération récente de la pénétration des technologies bas-carbone matures (ex : véhicules électriques, pompes à chaleur...) ainsi que les contraintes d'infrastructure, en particulier les réseaux électriques, les tensions géopolitiques et les freins liés aux coûts de ces technologies. Dans ce scénario, la demande en énergie primaire associée au charbon dans le mix énergétique mondial décroît graduellement et se rapproche en 2050 du niveau qu'elle avait en 2000.

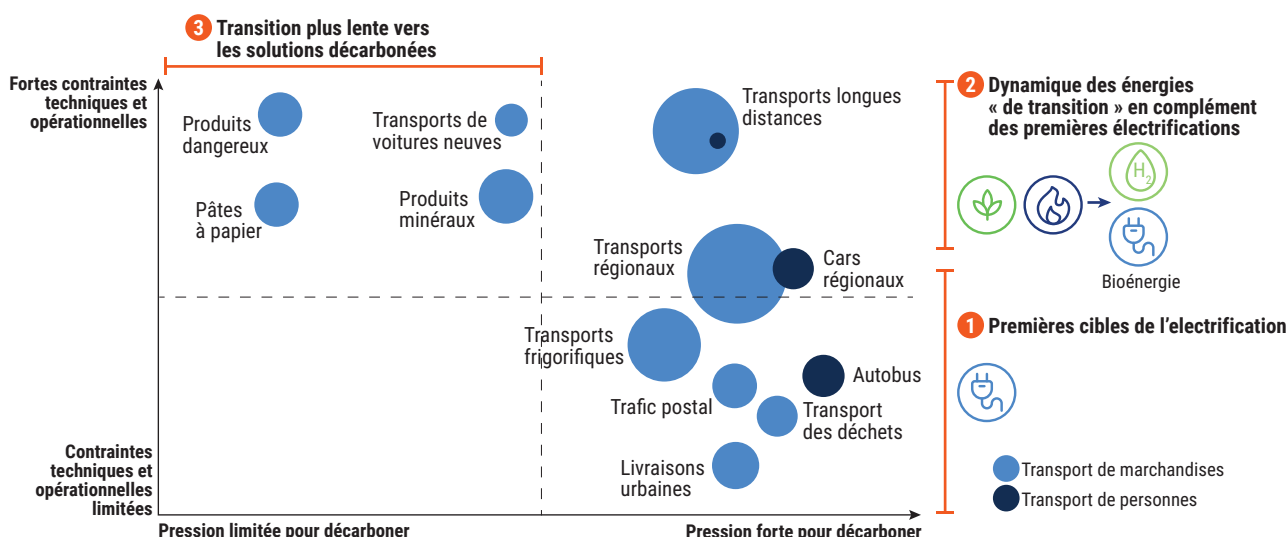


Figure 1 : Trois trajectoires de décarbonation selon la pression exercée et les contraintes opérationnelles à respecter.

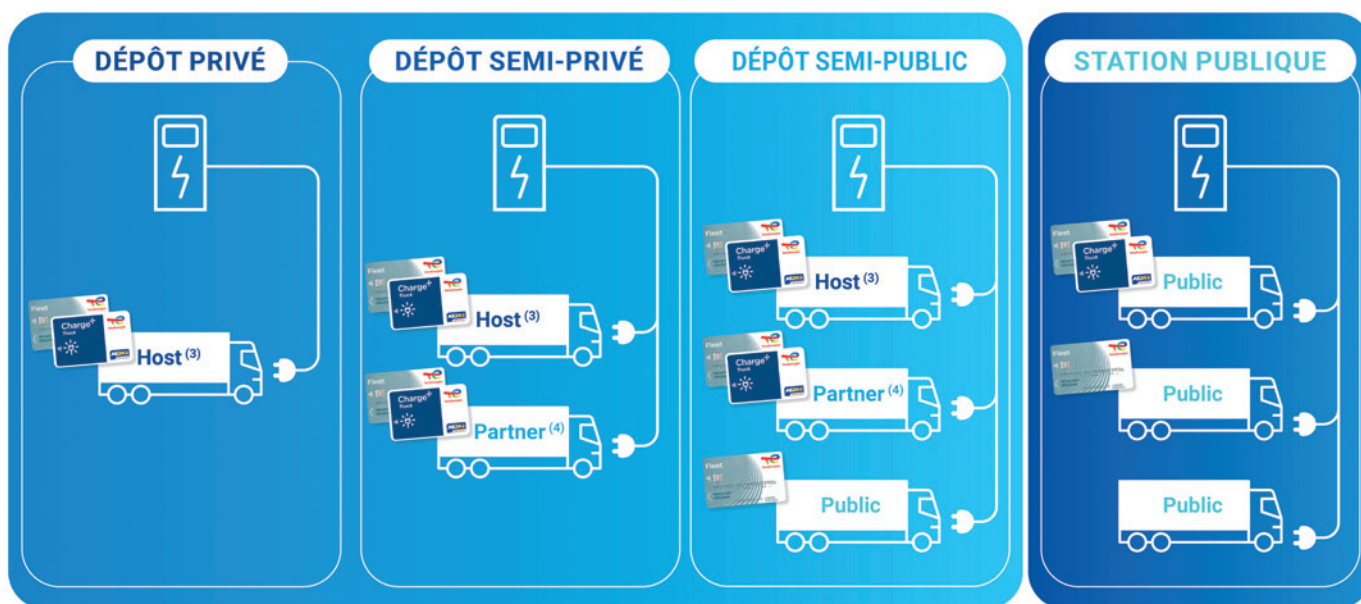


Figure 2 : Quatre modèles pour la recharge électrique des poids lourds.

La demande mondiale en produits pétroliers augmente et se stabilise jusqu'en 2040 avant d'entamer une lente décline. La demande en gaz poursuit sa croissance jusqu'en 2040, avant de se stabiliser. Ce scénario conduit à une augmentation de la température estimée entre +2,6 °C et +2,8 °C d'ici à 2100.

Le scénario Momentum est une approche prospective plus volontariste que les tendances actuelles. Il suppose que les pays de l'OCDE s'approchent de la neutralité carbone en 2050 et la Chine en 2060. Il implique : (i) une électrification accrue de la demande finale dans les pays OCDE et la Chine, (ii) le quasi-abandon du charbon dans les pays OCDE, une forte réduction de son usage en Chine et une légère croissance de sa consommation en Inde, (iii) l'utilisation du gaz naturel comme énergie de transition pour l'électricité et l'industrie dans tous les pays, et (iv) le déploiement des nouvelles énergies dans les secteurs non électrifiables (exemple : hydrogène décarboné dans l'industrie, les carburants durables dans l'aviation et le maritime) dans les pays OCDE et en Chine. Dans ce scénario, les énergies fossiles couvrent encore la moitié de la croissance de la demande en énergie dans l'Inde et le reste du monde en raison de l'insuffisance des investissements bas-carbone. Ce scénario conduit à une augmentation de la température estimée entre +2,2 °C et +2,4 °C d'ici à 2100.

Une énergie adaptée à chaque cas d'usage

Il est possible d'identifier trois trajectoires de décarbonation (figure 1) selon

les segments considérés, la pression à la décarbonation (chargeurs, réglementations, politiques urbaines) et les contraintes opérationnelles :

- électrification rapide pour les usages urbains et à forte pression réglementaire (logistique urbaine, bus, livraison de colis) ;
- électrification plus progressive combinée temporairement à des biocarburants, pour le transport régional et longue distance ;
- transition plus complexe et plus lente pour les usages les plus contraints, nécessitant l'ensemble des énergies alternatives disponibles.

Maîtriser le TCO (coût total de possession) : un enjeu clé de rentabilité

Le coût d'acquisition des véhicules électriques reste un frein majeur. Toutefois, des études internes publiées début 2025, montrent que la parité TCO entre un camion électrique et un camion thermique roulant au diesel peut être atteinte dès 2025 sur les premiers cas d'usage, sous réserve d'optimiser la durée de détention, le kilométrage et la recharge.

Il convient également d'utiliser toutes les aides publiques disponibles. TotalEnergies est un partenaire du secteur du transport sur les aides CEE et accompagne les transporteurs à l'obtention de prime Advenir. Il faut de plus pouvoir profiter de tarifs de recharge électrique compétitifs.

L'expertise de TotalEnergies permet d'accompagner les transporteurs :

- réduire les investissements grâce à

l'accès aux aides Advenir et CEE ;

- fournir une énergie plus compétitive et une gestion optimisée de la recharge (solution de *Smart Charging*).

Quatre modèles pour la recharge électrique des poids lourds

Nous estimons que la recharge électrique des poids lourds se fera à près de 80 % en dépôt et 20 % en itinérance.

TotalEnergies a identifié quatre modèles de recharge possibles permettant de mutualiser plusieurs usages sur le même site (figure 2).

Ces nouveaux modèles innovants permettront d'optimiser les installations des transporteurs et de générer de nouveaux revenus.

Le premier dépôt semi-public de TotalEnergies en partenariat avec Daimler Truck France illustre l'adaptation des offres aux besoins des acteurs du marché. Ce site mutualise l'infrastructure de recharge entre plusieurs usages : privé pour les ateliers de Daimler Trucks, public en journée pour la recharge en itinérance avec des bornes d'une puissance de 400 kW et public la nuit avec un parking en location longue durée sur lequel les véhicules peuvent se recharger avec des bornes de 22 et 100 kW.

Cette initiative s'inscrit dans une stratégie plus large, visant à accélérer le déploiement de solutions de recharge partout en France.



La recharge dynamique à induction : des batteries plus petites pour un meilleur rayon d'action

En testant, en exclusivité mondiale, la recharge dynamique à induction sur une section pilote de l'autoroute A10, VINCI Autoroutes démontre le potentiel de cette technologie.



Pierre Delaigue,
directeur Mobilités connectée,
automatisée, électrique,
VINCI Autoroutes



Thomas Malagie,
responsable Stratégie
mobilité électrique,
VINCI Autoroutes

L'électrification du transport routier est cruciale pour lutter contre le changement climatique et réduire les émissions de CO₂. Cependant, les batteries de forte capacité pour les poids lourds présentent plusieurs enjeux : poids excessif réduisant la charge utile, immobilisation prolongée pour la recharge, coût élevé et forte empreinte environnementale.

En complément des bornes statiques, les systèmes de route électrique (*Electric Road Systems* ou ERS) offrent une alternative stratégique : recharger les véhicules en roulant pour réduire la taille des batteries embarquées. Le projet *Charge As You Drive* confirme le potentiel de cette solution pour décarboner la mobilité routière lourde.

Une électrification du transport routier à marche forcée

L'Union européenne impose une trajectoire de décarbonation stricte pour les poids lourds, avec des objectifs de réduction des émissions de CO₂ des véhicules neufs mis sur le marché de -45 % dès 2030, -65 % en 2035 et -90 % en 2040 par rapport à 2019. Pour soutenir cette transition, le règlement AFIR prévoit le déploiement de stations de recharge haute puissance tous les 60 à 100 km sur les principaux axes européens. En France, l'étude de référence menée par TotalEnergies, Enedis et VINCI Autoroutes en 2024 souligne l'ampleur du chantier : elle estime qu'environ 12 000 points de charge seront nécessaires, sur le réseau routier national, pour le transport de marchandises longue distance à l'horizon 2035.

Côté véhicules, malgré une progression technologique réelle, les volumes de ventes de poids lourds électriques, autour de 2 % des immatriculations en 2025, restent, en France, largement insuffisants pour atteindre les objectifs de 2030. Les constructeurs, malgré des investissements colossaux, se retrouvent pris en étau entre des objectifs réglementaires stricts et une demande réelle qui peine à se développer au-delà de quelques marchés pionniers.

Au-delà des bornes statiques : la route électrique, levier d'une mobilité lourde optimisée et souveraine

Pour les transporteurs, le déploiement d'un réseau de route électrique transformerait radicalement l'équation économique de l'électrification de leurs flottes. En permettant la recharge en roulant, cette solution réduirait drastiquement la taille des batteries embarquées, allégeant ainsi le véhicule pour restaurer sa charge utile et améliorer sa consommation tout en abaissant son prix d'achat. L'ERS agirait comme un prolongateur d'autonomie universel, éliminant les arrêts prolongés et optimisant le temps d'exploitation des flottes.

Pour les constructeurs, l'interopérabilité entre la recharge dynamique et les bornes statiques serait stratégique : elle éviterait tout enfermement technologique dans des choix industriels risqués et incompatibles. Les récepteurs ERS ne seraient qu'une « prise de plus » sur un véhicule électrique doté d'une batterie réduite mais restant capable de se recharger sur une borne, notamment au dépôt.

Pour les opérateurs de réseaux électriques, cette approche limiterait la pression sur les réseaux de distribution, en lissant les appels de puissance au-delà des pauses réglementaires des conducteurs de poids lourds, sur l'ensemble du linéaire autoroutier plutôt qu'en les concentrant sur les aires de services.

L'adoption de l'ERS répondrait également à des **enjeux macroéconomiques majeurs** en permettant un investissement dans nos infrastructures routières nationales en lieu et place de l'importation massive de batteries (27 milliards d'euros de batteries importées par l'Europe en 2023¹). Réduire la taille des batteries limiterait

1. <https://www.entreprises.gouv.fr/files/files/Publications/2024/themas/2024-themas-N23-batterie.pdf>



la dépendance aux métaux stratégiques et aux cellules étrangères, renforçant ainsi la souveraineté industrielle européenne, générant des emplois non délocalisables et une filière technologique locale de pointe.

Des premiers pilotes qui confirment le potentiel de la recharge dynamique par induction

Le projet *Charge As You Drive*, mené par VINCI Autoroutes avec le soutien de France 2030, en collaboration avec Electreon, Hutchinson, VINCI Construction et l'Université Gustave Eiffel, confirme, sur une section pilote de l'A10 en Île-de-France, la viabilité de la recharge dynamique par induction en conditions réelles de circulation sur l'autoroute.

Les résultats prouvent qu'il est possible de transférer de l'énergie sans contact, à des puissances élevées, vers des véhicules circulant à vitesse autoroutière.

L'expérimentation démontre également la durabilité mécanique du dispositif face aux sollicitations du trafic lourd, l'absence de risques sanitaires liés aux émissions électromagnétiques et la compatibilité de cette infrastructure ERS avec les opérations de maintenance routières habituelles. En levant ces verrous critiques, *Charge As You Drive* confirme que la route électrique est une solution sécurisée, prête à être intégrée au réseau routier national.

Défis à surmonter : techniques, économiques et réglementaires

Le passage d'un pilote au déploiement de premières sections commerciales présente des enjeux majeurs.

- **Enjeu technique** : la standardisation des systèmes à induction pour garantir une interopérabilité entre les différentes technologies de récepteurs embarqués et les infrastructures de recharge au sol. L'enjeu est de définir des protocoles de communication et de transfert d'énergie universels, évitant ainsi la fragmentation technologique qui pénaliserait les déploiements à l'échelle.

- **Défi économique** : l'équipement complet du réseau autoroutier concédé représente un investissement massif, estimé à plusieurs dizaines de milliards d'euros. Le modèle économique reste à stabiliser : il s'agit de définir une tarification de l'énergie et de l'accès au service qui soit acceptable pour les transporteurs tout en assurant la rentabilité de l'infrastructure pour les gestionnaires.
- **Défi de gouvernance** : le déploiement de corridors ou réseaux de routes électriques posera un défi de gouvernance inédit, exigeant une coordination étroite entre l'État, les gestionnaires de réseaux, les constructeurs automobiles, les équipementiers, les transporteurs et les concessionnaires. Cette impulsion publique est indispensable pour déclencher les premiers investissements massifs et garantir une planification sécurisée sur les grands corridors. Sans une harmonisation politique, y compris à l'échelle européenne, le risque de fragmentation technologique freinerait l'adhésion des transporteurs.

Recommandations et actions à destination des pouvoirs publics

Pour transformer l'essai au-delà des projets en cours comme *Charge As You Drive*, des actions concrètes sont nécessaires.

- **Financement des premiers corridors** : mettre en place des dispositifs de financement pour soutenir les projets visant à déployer les premières sections commerciales.
- **Planification intégrée** : intégrer l'ERS dans les schémas directeurs de l'énergie, tels que la PPE en France et les cadres réglementaires, tels que les règlements AFIR en Europe, pour que l'ensemble des parties prenantes puissent planifier les investissements associés.
- **Pilotage stratégique** : garantissant la cohérence entre le déploiement d'infrastructures ERS et l'équipement des flottes, en soutenant activement l'intégration des récepteurs ERS sur les véhicules neufs ainsi que les solutions deetrofit pour une adoption rapide du parc existant.



© Volkswagen AG

Mobilité électrique :

le groupe Volkswagen propose des actions concrètes d'accélération

Le groupe Volkswagen s'est prononcé très tôt en faveur de la mobilité électrique. Il a développé une gamme complète de véhicules et participé à la mise en place d'infrastructures de recharge. Mais, aujourd'hui, un nouvel élan est nécessaire et Volkswagen Group France fait des propositions

Le groupe Volkswagen, comme nombre de constructeurs automobiles en Europe, est fortement investi dans la mobilité électrique, au travers de ses modèles existants et à venir, mais aussi en déployant une stratégie d'accompagnement de ses clients et de ses réseaux.

Nous pouvons constater des résultats rapides et tangibles dans cette marche vers l'électrification, mais de nombreux défis sont encore devant nous, qu'ils soient techniques, économiques, voire de remise en question par des lobbys ayant de bonnes raisons pour ralentir nos progrès communs.

Des actions fortes sont fort heureusement possibles aux niveaux français et européen, certaines déjà engagées, d'autres en débat.

Des résultats visibles de tous

En dépit des investissements massifs nécessaires et des choix technologiques complexes, Volkswagen Group continue à renforcer sa gamme de véhicules électrifiés, 100 % électriques ou hybrides rechargeables. C'est ainsi que plus de 50

modèles sont aujourd'hui sur le marché français. Et 2026 verra l'introduction des petites citadines 100 % électriques au sein des marques Volkswagen, Skoda et Cupra. Ces modèles renforceront l'attractivité prix puisque annoncés vers 25 000 € en entrée de gamme.

Le prix des véhicules électriques, longtemps annoncé comme un frein à l'achat au regard du véhicule thermique, n'est plus le seul critère puisque 80 % des ventes se font au travers d'un contrat de location pour les particuliers, et quasiment 100 % pour les entreprises. Or de gros efforts de positionnement permettent de proposer des loyers à parité avec des modèles thermiques équivalents. Sur certains modèles, tels le Skoda Elroq, le loyer proposé est même 10 € moins cher par mois que le modèle thermique équivalent (Karoq) proposé à 409 € par mois.

Dans le monde du transport, même si



Laurent Bonavent,
chef des projets stratégiques
Électrification & décarbonation,
Volkswagen Group France

les enjeux de charge et de distance sont plus forts, les véhicules utilitaires et les camions de fort tonnage commencent à arriver en masse sur le marché. Par exemple, les poids lourds Scania embarquent des batteries allant jusqu'à 560 kWh nets (624 kWh bruts), avec une autonomie annoncée allant jusqu'à 560 kms selon les versions.

Ceci nous amène à aborder le sujet de la recharge puisque le parc de véhicules électrifiés en France dépasse maintenant les 2 millions de véhicules. Là-aussi de multiples efforts ont été réalisés, grâce au soutien du gouvernement

// ... les véhicules utilitaires et les camions de fort tonnage commencent à arriver en masse sur le marché.

mais aussi aux investissements des différents acteurs de la mobilité électrique, ce qui permet à la France d'être championne d'Europe avec plus de 190 000 points de charge ouverts au public et un objectif de 400 000 en 2030.

Volkswagen Group France participe à ces efforts en ayant créé ELECTRIFY France, fort du regroupement de ses distributeurs, qui représente à ce jour 100 stations et 230 points de charge HPC de 150 kWh et plus. Mais le groupe est également actif au niveau européen au travers du consortium IONITY et ses 168 stations en France, ouvertes à tout véhicule 24/7 et fortes de plus de 1 000 superchargeurs de 350 kW début 2025.

Ces bornes deviennent de plus en plus utilisées mais aussi plus fiables, avec un taux de disponibilité de 93 % selon le baromètre Gireve. Le nombre croissant de chargeurs rapides y compris HPC – plus de 23 000 – a permis d'assurer les grands trajets sur autoroute sans peur, hormis, peut-être, les quelques jours de grande transhumance.

Des défis restent devant nous

Les enjeux restent cependant nombreux autant pour la clientèle particulière qu'en entreprise. L'incertitude sur la pérennisation des aides financières de l'état, régulièrement orientées à la baisse depuis 2 ans, capables de changer plusieurs fois dans l'année, et leur très grande complexité rendent les clients perplexes, pour ne pas dire perdus, quant à leur décision d'achat. On peut d'ailleurs constater ce phénomène d'attentisme sur le volume du marché français attendu à 1,6 millions d'immatriculations contre 2 millions avant Covid.

Dans le même temps les informations sur les taxes douanières américaines et les échanges entre l'Union européenne et les constructeurs automobiles sur les réglementations 2035 créent un sentiment de confusion.

Les défis économiques sont dès lors toujours prégnants. Quelle technologie privilégier, à quelle vitesse, et comment gérer les investissements aux niveaux européen et mondial ?

Le groupe Volkswagen investit chaque année des dizaines de milliards dans ses nouveaux produits, mais doit

aussi développer des nouvelles technologies de plates-formes, de batteries et de digitalisation. Ces investissements doivent pouvoir être réalisés dans un environnement réglementaire, fiscal et politique stable pour être assurés de leur retour. Le groupe Volkswagen a confirmé son engagement sur l'arrêt des ventes de véhicules thermiques en 2035, ce qui ne l'empêche pas de travailler sur des technologies alternatives, telles que les carburants de synthèse, et de maintenir un dialogue constructif avec Bruxelles.

Les investissements doivent être rentabilisés sur des temps longs, et donc

l'enjeu est que chaque euro investi corresponde à une demande du marché. Dans le cas contraire, cela amène à des blocages financiers, tel celui que vient de connaître l'usine de batteries développée par Northvolt.

On voit bien que de nombreuses problématiques restent présentes, mais il est aussi de notre ressort en tant qu'acteur de la mobilité électrique de tout faire pour réussir, d'être clair dans nos communications et de combattre les *fake news* sur les véhicules électriques qui ont tendance à résister, même dans les médias les plus traditionnels.



Centre de réparation de batteries. © Volkswagen

QUELLES ACTIONS ?

Tout d'abord nous sommes conscients au sein de Volkswagen Group France que tout n'est pas encore acquis pour cette période complexe de transition écologique. Nos actions doivent être fortes et pérennes.

La pédagogie doit perdurer, sur le pourquoi des véhicules électriques, la connexion avec la maison pour la recharge, la gestion de son autonomie et la réduction de son empreinte carbone qui, tout en étant démontrée par de nombreuses études, est encore parfois questionnée. C'est ce que nous faisons en communication, sur nos sites internet et dans nos réseaux de distribution.

Il nous faut agir également pour faire sauter les derniers blocages : un accès en copropriété encore complexe, une interopérabilité dans les parkings équipés financièrement ardue.

Les nouvelles constructions devraient mieux préparer l'arrivée des véhicules électriques avec des fourreaux et des armoires dédiées, et pas simplement un chemin de câbles incomplet.

Les 23 000 chargeurs haute puissance sont aujourd'hui suffisants, mais il nous faut prévoir sur le long terme une croissance des besoins. Une expérimentation en cours d'installation sur les aires de repos sur les autoroutes est prometteuse. Les poids lourds nécessiteront des investissements importants mais indispensables pour organiser la recharge MCS (Megawatt Charging System) mais aussi adapter les parkings existants.

Enfin, et même si cela semble difficile, continuer à faire porter nos messages auprès de l'administration française.

Les infrastructures de recharge des véhicules électriques et leur pilotage



Delphine Beauvir,
cheffe du département
Mobilité électrique,
Enedis

Le développement de la mobilité électrique repose sur la disponibilité et la qualité des infrastructures de recharge. Tous les points de charge étant connectés au réseau de distribution, Enedis joue un rôle central dans leur déploiement. Fin 2025, on dénombre 2,8 millions de points de charge représentant plus de 22 GW de puissance installée à domicile, en entreprise ou sur voirie.

Pour atteindre la neutralité carbone à l’horizon 2050, l’électrification du secteur du transport est un vecteur essentiel. Elle pourrait représenter une hausse de 100 TWh de la consommation électrique annuelle d’ici 2050¹ et l’énergie transitera très majoritairement par le réseau géré par Enedis. Fin 2025, la France compte déjà 2,5 millions de véhicules électrifiés, avec une part de marché mensuelle à la hausse de plus de 23 % en moyenne en 2025 dans les ventes de véhicules neufs. D’ici 2035, plus de 13 millions de véhicules électriques ou hybrides rechargeables pourraient être en circulation.

Le pilotage de la charge est une condition nécessaire à cette intégration à grande échelle de la mobilité électrique. C’est un axe majeur d’optimisation du coût de la mobilité électrique pour le client et pour le système électrique, dont le réseau. En déplaçant la consommation d’énergie en dehors des heures de pointe il permet aussi de réduire les émissions de CO₂ en réduisant la sollicitation des centrales thermiques à gaz ou au fuel.

Temps de charge par type de charge (ordre de grandeur)

Type de recharge	Puissance de recharge	Où se situent les points de charge ?	Temps de recharge 100 km	Temps de recharge 300 km
	2,3 kW Prise classique	Domicile	8 h	25 h
	3,7 kW Prise renforcée		4 h	12 h
Recharge normale P ≤ 7,4 kW	7,4 kW Borne mono	Domicile ou Voirie Parkings entreprises	2 h	6 h
Recharge accélérée P ≤ 22 kW	22 kW Borne tri	Voirie Parkings entreprises	40 min	2 h
Recharge rapide P < 150 kW	50 kW Borne DC	Stations-services Parkings commerces	20 min	1 h
	100 kW Borne DC		10 min	30 min
Recharge haute puissance P ≥ 150 kW	150 kW HPC	Stations autoroutes	6 min	20 min

Figure 1 : Principaux types d’infrastructures de recharge et ordres de grandeur des temps de recharge associés.

1. Par rapport à 2019. Source : Enedis - Observatoire français de la transition écologique.

Les différentes infrastructures de recharge par catégorie de clients²

La recharge à domicile : 67 % des logements sont dotés d'un parking

À domicile, les conducteurs peuvent recharger leur véhicule via une prise classique (2,3 kW max), une prise renforcée (3,7 kW) ou une borne dédiée (7,4 kW et plus).

Une enquête Enedis révèle que la prise classique est le moyen le plus utilisé par les possesseurs de véhicules hybrides rechargeables (figure 2)³. Or, elle ne permet pas le pilotage de la charge.

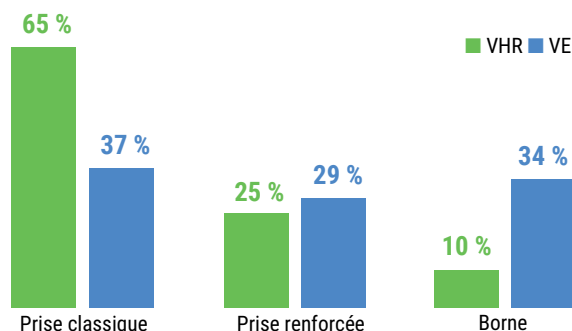


Figure 2 : Répartition des infrastructures de recharge à domicile.

Par ailleurs, si les deux tiers des possesseurs de véhicules 100 % électriques se rechargent à l'aide d'une prise renforcée ou d'une borne dédiée, le pilotage automatisé nécessite une connexion au compteur ou à internet.

Pour accompagner les Français dans l'installation de dispositifs de recharge performants, plusieurs aides publiques ont été mises en place :

- la prime Advenir, pour les personnes habitants en résidentiel collectif, qui permet d'obtenir, sans condition de revenus, une prise en charge de 50 % des coûts d'achat et d'installation d'une borne de recharge individuelle, dans la limite de 600 € HT ;
- la réduction du taux de TVA à 5,5 %, au lieu des 20 % couramment en vigueur pour les prestations regroupant la fourniture et l'installation d'une borne de recharge électrique ;
- en parallèle de ces aides financières disponibles dans l'ensemble du pays, certains territoires mettent en œuvre des dispositifs d'aides spécifiques pour leurs résidents qui sont cumulables avec les dispositifs cités ci-dessus.

En entreprise : pour la recharge des véhicules de société et parfois ceux des salariés

Les entreprises jouent un rôle moteur dans l'électrification du parc automobile, sous l'effet de la loi d'orientation des mobilités (LOM) et de motivations économiques et environnementales. En 2025, les véhicules de société représentent 60 % des ventes de véhicules électriques neufs. Ils constitueront, dans les années à venir, le

principal vecteur d'alimentation du marché de l'occasion. Les infrastructures de recharge en entreprise se répartissent comme suit⁴ :

Prise simple	Prise renforcée	Bornes
28 %	32 %	28 %

45 % des entreprises possédant des infrastructures de recharge autorisent leurs salariés à recharger leur véhicule personnel sur le parking professionnel. C'est devenu le lieu de recharge principal pour 8 % des conducteurs de véhicules électriques.

Bornes ouvertes au public et points de charge rapide

Le nombre de points de charge accessibles au public a franchi un cap en 2025, atteignant 185 500 à fin 2025, soit une progression de 21 % par rapport à 2024. Cette dynamique s'inscrit dans l'objectif national de 400 000 points de charge d'ici 2030. L'objectif est de compléter les solutions de charge pour les conducteurs qui ne disposent pas de parking équipé ou pour répondre aux besoins pour les trajets longs, en itinérance.

Les points de charge rapide connaissent une croissance particulièrement soutenue, facilitant les trajets longue distance en véhicule électrique. À ce jour, la France se positionne comme le deuxième pays européen en matière de recharge rapide, derrière les Pays-Bas.

Le pilotage de la recharge : un levier essentiel pour le système électrique

Avec l'arrivée progressive de millions de véhicules électriques connectés au réseau, le pilotage de la recharge devient un enjeu stratégique pour le système électrique français. Il s'agit d'orienter la consommation des usages vers les périodes où l'électricité est la plus disponible – et souvent la moins chère – afin de concilier intérêts économiques pour les clients et équilibre du réseau.

Dans ce contexte, la mise en œuvre de solutions de pilotage doit s'accélérer. Elle implique une coordination étroite entre les acteurs du transport, de l'énergie, les fournisseurs d'électricité et les fabricants de bornes et véhicules, afin de couvrir l'ensemble des cas d'usage et proposer des offres incitatives adaptées aux acteurs finaux.

Pourquoi piloter la recharge des véhicules électriques ?

Pour les clients

Le pilotage permet de réduire la facture d'électricité, en ciblant la recharge sur les heures les moins chères, avec des économies de l'ordre de 15 % sur la part liée à la recharge du véhicule. Il contribue également à lisser la consommation, évitant ainsi au client d'avoir à augmenter sa puissance souscrite – et donc le coût de son abonnement – ou à réaliser des travaux de raccordement. ...

2. Source : Le pilotage de la charge des véhicules électriques - Rapport Enedis (avril 2024).

3. Source Enedis - enquête comportementale auprès des possesseurs de véhicules électriques 2025.

4. Source Enedis - enquête utilisation et recharge des véhicules en entreprises 2025.



© Enedis

Pour le système électrique

Dans un mix énergétique intégrant de plus en plus d'énergies renouvelables et intermittentes, le système a besoin de flexibilités pour maintenir l'équilibre entre production et consommation. Le pilotage de la recharge jouera un rôle clé à partir de 2030, notamment pour :

- éviter d'augmenter les pointes de consommation positionnées aux alentours de 19 h ;
- maximiser la recharge en période méridienne et estivale, lorsque la production solaire est à son pic⁵.

Pour le réseau public de distribution

Le lissage des consommations permet à Enedis de répartir dans le temps les travaux de renforcement du réseau. Cette approche contribue à une planification plus efficace des investissements nécessaires à l'électrification progressive des usages, en évitant des pics de consommation simultanés qui exigeraient des renforcements immédiats et coûteux.

Tous les cas d'usage de la mobilité électrique ne se prêtent cependant pas au pilotage. La recharge en itinérance ou sur bornes publiques, avec des besoins immédiats, est difficilement pilotable. Le pilotage est particulièrement pertinent pour :

- la recharge à domicile ;
- la recharge en entreprise (flottes et véhicules personnels) ;
- la mobilité lourde en dépôt lors des pauses longues.

Pilotage statique ou dynamique ?

Le pilotage statique se base sur un référentiel fixe et prévisible : par exemple, la programmation horaire récurrente de la charge ou la modulation de puissance pour respecter la puissance souscrite.

Lorsque le client asservit la charge de son VE à une grille tarifaire heures pleines/heures creuses, cela lui permet de réduire les coûts de sa facture d'énergie. Cette incitation est bénéfique au système électrique car elle permet de modérer – pour le parc de production comme pour les réseaux – les appels de puissance durant les périodes de forte consommation. À l'avenir, l'évolution des heures creuses permettra la charge l'été en début d'après-midi ou l'énergie solaire est abondante.

Le pilotage dynamique prend en compte des données dynamiques en provenance de différentes sources externes (besoins de mobilité du client, tarif dynamique, synchronisation avec de la production photovoltaïque locale...) afin de :

- optimiser la facture énergétique : consommer lorsque l'énergie est moins chère, voire injecter lorsqu'elle est plus chère ;
- synchroniser la recharge avec une énergie ENR de proximité ;
- répondre à un besoin de flexibilité du système électrique ou du réseau.

Le pilotage dynamique n'a pas la même maturité que le pilotage statique, mais des solutions et des acteurs se développent.

Généraliser le pilotage de la recharge à domicile

Enedis encourage à systématiser le pilotage tarifaire statique à domicile en heures creuses.

Les pratiques à domicile restent hétérogènes :

- 35 % des conducteurs déclarent piloter systématiquement leur recharge ;
- 10 % pilotent ponctuellement ;
- 55 % déclarent ne pas piloter du tout.

Le pilotage est aujourd'hui principalement réalisé via les interfaces proposées par les constructeurs automobiles (59 %), tandis que les bornes (5 %) ou les systèmes directement liés au compteur Linky restent peu utilisés (figure 3). Pour être adopté à grande échelle, le pilotage doit être simple, accessible et peu coûteux. Et pour être efficace vis-à-vis du système électrique, il doit être automatisé.

Favoriser le pilotage en entreprise

Enedis encourage le pilotage tarifaire des infrastructures collectives de recharge. En 2025 :

- 36 % des entreprises pilotent la recharge ;
- parmi elles, 41 % utilisent un système de management énergétique global du bâtiment⁶.

D'ici 2030, 50 % des bâtiments tertiaires devraient être équipés de systèmes BACS⁷ (contre 15 % aujourd'hui), offrant une opportunité forte pour intégrer le pilotage des dispositifs de recharge.

5. Source RTE, Rapport Futurs Energétiques 2050.

6. Source Enedis -enquête comportementale auprès des possesseurs de véhicules électriques 2025.

7. Le décret BACS (Building Automated Controlled System) du 7 avril 2023 impose à tout bâtiment tertiaire, neuf ou existant, de puissance utile supérieure à 70 kW (correspondant aux bâtiments de plus de 1 000 m²) de s'équiper d'ici au 1er janvier 2027 d'un dispositif de pilotage centralisé et automatisé pour le contrôle des usages Chauffage, Ventilation, Climatisation à minima. Cette date a été reportée au 1^{er} janvier 2030 pour les bâtiments dont la puissance se situe entre 70 et 290 kW afin d'aligner la France sur les règles européennes.

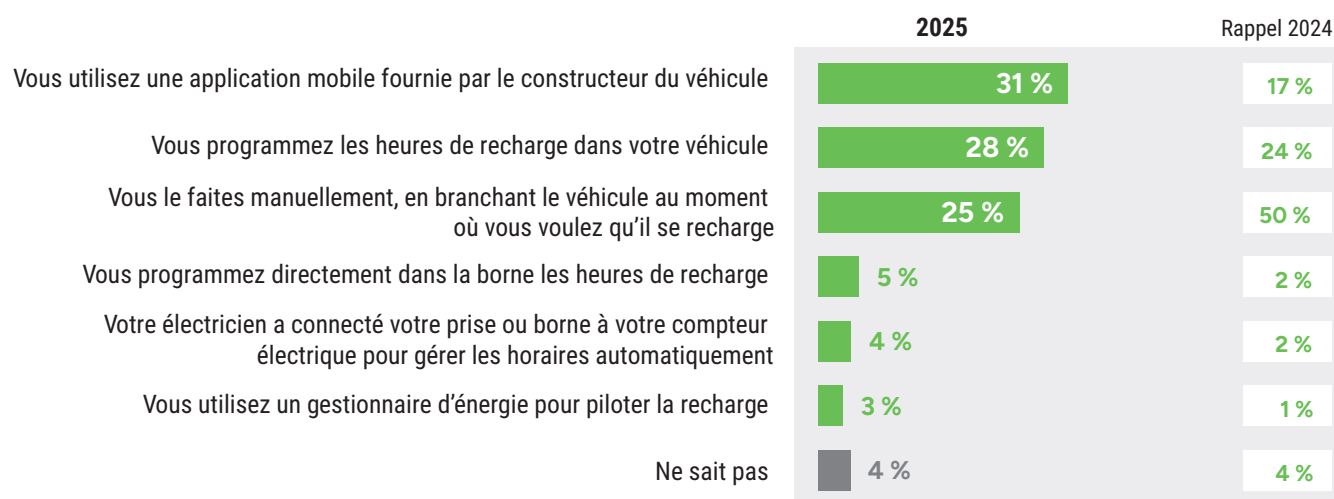


Figure 3 : Moyens de programmation ou de décalage de la recharge utilisés pour la recharge à domicile (sur la base d'un échantillon de 394 usagers déclarant piloter la recharge).

La recharge nocturne des flottes sur les heures creuses est un objectif souvent atteignable. Par ailleurs, avec la montée en puissance de la recharge des véhicules personnels sur le lieu de travail, le pilotage en période méridienne devient un levier pertinent pour valoriser la production solaire.

Valoriser le pilotage de la recharge de la mobilité lourde

Les poids lourds électriques commencent à se déployer dans le transport routier de marchandises. Enedis a mené une étude simulant les effets du pilotage sur les pauses longues en dépôt, principalement nocturnes. Ce pilotage présente un intérêt économique fort pour les transporteurs, dont les marges sont faibles. Chaque optimisation de coût est donc précieuse. Pour le système électrique, l'impact sur la pointe de consommation reste plus limité que pour les véhicules légers, en raison du volume plus restreint et des contraintes spécifiques du secteur logistique.

Quatre recommandations

Dans son rapport sur le pilotage de la charge des véhicules électriques publié en avril 2024, Enedis a formulé quatre recommandations à destination de l'écosystème de la mobilité électrique.

1. Systématiser le pilotage tarifaire

80 % de la recharge des particuliers s'effectuant à domicile, le segment résidentiel est un enjeu clé. L'installation de systèmes de charge pilotables, connectés au compteur du gestionnaire de réseau ou à internet permet d'automatiser le positionnement de la charge sur les périodes les plus favorables.

2. Inciter le pilotage tarifaire pour les infrastructures collectives de recharge

Pour les parcs de recharge en entreprises, dans le secteur tertiaire ou en résidentiel collectif opéré, il est recommandé de renforcer les incitations (réglementaires, financières) pour encourager à généraliser les systèmes de pilotage en puissance et en énergie.

3. Informer le client sur les bénéfices du pilotage

Seuls 35 % des possesseurs de véhicules électriques déclarent piloter leur recharge. Il est donc nécessaire que des actions de communication soient menées par les différents acteurs (pouvoirs publics, constructeurs, fournisseurs) afin d'informer les utilisateurs de l'intérêt de choisir un contrat de fourniture adapté et un équipement permettant de piloter la charge de leur véhicule.

4. Inciter les clients à l'optimisation de leur puissance de raccordement

Le pilotage de la recharge permet d'optimiser conjointement la puissance appelée pour la recharge et pour les autres usages, et ainsi de maîtriser la puissance totale. Il est donc recommandé qu'une information juste soit donnée aux clients souhaitant raccorder ou renforcer une installation pour les inciter à ajuster leur puissance de raccordement en considérant les bénéfices d'un système de pilotage.

Début 2026, malgré des avancées encourageantes, la généralisation du pilotage de la recharge reste un objectif à atteindre. Dans les années à venir, il doit devenir un réflexe collectif, intégré dans les pratiques quotidiennes des particuliers, des entreprises et des professionnels du transport.



La décarbonation du transport de marchandises et son indispensable électrification

À l'heure où le transport de marchandises fait face aux défis majeurs de réduction des émissions de gaz à effet de serre et de réduction des polluants atmosphériques, le choix de l'électrification des flottes s'impose. Ce n'est pas le seul levier de décarbonation, mais il sera indispensable pour répondre aux enjeux climatiques. La Poste, pionnière en la matière, grande praticienne, partage son expérience.

Le transport de marchandises encore très carboné

L'un des défis majeurs de ce XXI^e siècle est de lutter contre le réchauffement climatique en atteignant le zéro émission net. La France, qui se réchauffe plus vite que le reste du monde, se prépare à une hausse du thermomètre de 2 °C en 2030, 2,7 °C en 2050 et 4 °C en 2100, par rapport à l'ère préindustrielle, en cas de poursuite des politiques climatiques actuelles des pays du monde. Dix fois plus de jours de vagues de chaleur et de nuits tropicales, des risques accrus de feux de forêts sur tout le territoire, jusqu'à deux mois supplémentaires de sols secs, davantage de pluies intenses et moins de neige en montagne, c'est la photographie de la France si l'Accord de Paris n'est pas respecté.

En France, le secteur des transports est la première source émettrice de gaz à effet de serre, avec un transport de marchandises qui a décuplé pendant les Trente Glorieuses pour répondre à une demande croissante en biens de consommation (multiplication par 3,4 tonnes.km entre 1960 et 1990). C'est le transport routier responsable de 94 % des émissions du secteur des transports qui en est la principale origine du fait de l'utilisation des énergies fossiles.

Les émissions dépendantes de cinq facteurs

L'équation de Kaya qui relie les émissions anthropiques de dioxyde de carbone à des paramètres du transport de marchandises a été reprise par Aurélien Bigo en 2020 dans sa thèse « Les transports face au défi de la transition



Claire Baritaud,
directrice du Pôle Politiques
durables, Expertise et Innovation,
groupe La Poste

énergétique ». Elle retient cinq types de leviers de décarbonation avec pour chacun plusieurs solutions activables (figure 1) :

- la demande de transport (optimisation des tournées, circuits courts, mixité fonctionnelle) ;
- le report modal vers des modes décarbonés (mobilités actives, fret ferroviaire, fret fluvial, tram-fret) ;
- le taux de remplissage (augmenter la compacité, vrac rangé) ;
- l'efficacité énergétique des véhicules ; l'intensité carbone (électrique, B100, HVO, bioGNC, hydrogène).

Étudions la faisabilité de chaque paramètre.

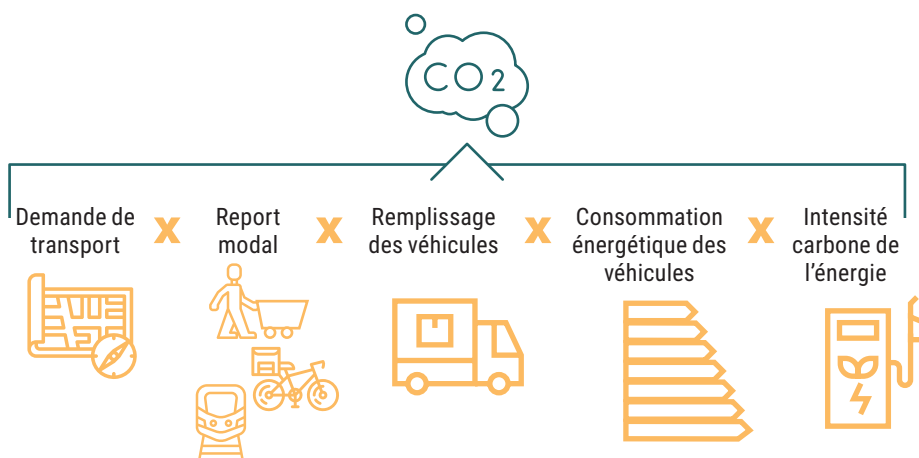


Figure 1 : Les cinq leviers de la décarbonation dans le secteur du transport de marchandises.

Taux de remplissage

Augmenter la quantité de marchandises transportées par engin conduit bien évidemment à une économie d'émissions carbone. Dans le monde du transport de personnes, cela s'illustre par des politiques d'incitation au covoiturage. Dans le monde du transport de marchandises, c'est par un chargement des véhicules avec des bacs ou caisses mobiles permettant un rangement optimisé que l'on peut arriver à augmenter de 10 à 30 % le taux de remplissage.

Demande de transport

Le transport routier de marchandises, tout comme le transport de voyageurs, est un système sobre à partir du moment où il est mutualisé pour limiter le nombre de kilomètres parcourus.

Grâce à un schéma industriel qui réalise la collecte, la concentration, le tri, la dispersion et la distribution, il est dès lors possible de diminuer les kilomètres parcourus moyens par marchandise et d'avoir un système de transport des marchandises optimisé avec un taux de remplissage maximal.

Report modal

Les modes de transport longue distance, du moins intensif en carbone au plus intensif, se classent selon l'ordre suivant : ferroviaire, fluvial/maritime, routier, aérien. Dès lors, il est assez évident que le report modal de l'aérien et du routier vers le ferroviaire est à privilégier. Toutefois, rappelons la réalité des infrastructures en France. Alors que le réseau routier¹ a augmenté de 11 %, ce qui a permis un niveau de flux capacitaire plus important, le réseau ferroviaire et le réseau fluvial se sont

contractés de 12 % en l'espace de 15 ans entre 2005 et 2020 avec comme bénéficiaires premiers les voyageurs pour le ferroviaire.

Pour la livraison du premier et du dernier kilomètre, plusieurs expérimentations de tram-fret ont été testées, avec comme limite principale à ce jour les ruptures de charge, c'est-à-dire les temps et moyens de chargement et de déchargement pour permettre l'intermodalité. D'autres modes de transport sont aussi possibles sur les petites distances, notamment la cyclo-logistique, qui par des politiques volontaristes de développement de nouvelles infrastructures cyclables s'est rapidement développée dans les centres urbains. Environ 200 entreprises de cyclo-logistique sont aujourd'hui référencées en France métropolitaine dans 74 villes.

L'efficacité énergétique

Ce dernier type de levier de décarbonation est entre les mains des motoristes

et dans la recherche et le développement technologique de moteurs à meilleure performance énergétique. Le moteur thermique, limité par le principe de Carnot, mais avec des chambres de combustion améliorées, des systèmes de récupération et post-injection permettant une combustion totale des carburants est en soi un bijou technologique, fruit de 40 ans d'amélioration de l'industrie automobile, à la suite notamment du choc pétrolier des années 1973-1974. Les dernières générations de moteur thermique permettent d'atteindre des rendements allant jusqu'à 50 %. Le moteur électrique, du fait d'un système énergétique de conduction, n'a pas de perte par dissipation de chaleur, ce qui lui permet d'atteindre des rendements bien supérieurs, autour de 80-90 %.

Les motorisations électriques sont ainsi, d'un point de vue efficacité énergétique et intensité carbone, une solution incontournable pour limiter le réchauffement climatique.

L'intensité carbone

Le pétrole est devenu, à partir des années 1950, la première source d'énergie dans le monde. Il satisfait plus de 30 % des besoins énergétiques. C'est la principale matière première des carburants qui alimentent les transports (voitures, camions, avions). En 2009, 98 % des énergies de transport sont issues du pétrole avec une intensité carbone au km très élevée, sans compter la pollution locale atmosphérique générée liée à la combustion des moteurs. ...



© Epho Dam - Eindhoven @Eric Huynh

1. Infrastructures de transport - Chiffres clés transports 2022 : <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-transports/fr/>

Les motorisations électriques sont, d'un point de vue intensité carbone, une solution imbattable pour la décarbonation des transports légers de marchandises. Par un effort de recherche et développement accru, notamment sur les technologies de batterie, les motorisations électriques sont devenues très performantes pour les véhicules légers au cours de la dernière décennie.

Pour les véhicules lourds, comme l'intensité carbone des moteurs thermiques est quasiment trois fois supérieure à celles des véhicules légers, d'autres énergies deviennent intéressantes, comme les huiles végétales hydrotraitées (HVO = *hydrotreated vegetable oil*) produites à partir de déchets, d'huiles résiduelles et de graisses, ou encore les bio-GNC (gaz naturel comprimé)/ biométhane issu de la méthanisation de déchets organiques comme les boues de stations d'épuration ou des déchets de marc de raisin à titre d'illustration. En France, on compte dorénavant plus de 1 900 unités de méthanisation fournissant 12 TWh de gaz et d'électricité alors qu'en 2010 il y en avait moins d'une centaine.

Pour passer le cap des engagements 2030 pris par de nombreuses entreprises, la diversification des carburants dans le transport routier est nécessaire et permettra de lutter efficacement contre les émissions de CO₂. Pour les engagements de *net zero* en 2050, les motorisations électriques devraient prendre le pas, avec des technologies de batteries permettant de réaliser de longues distances supérieures à 400 km d'autonomie.

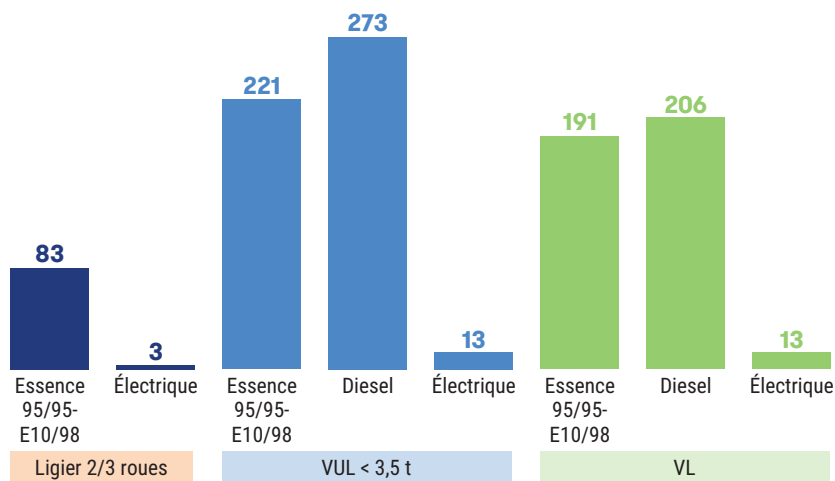


Figure 2 : Intensité carbone du puits à la roue de véhicules usuels (en gCO₂eq/km).

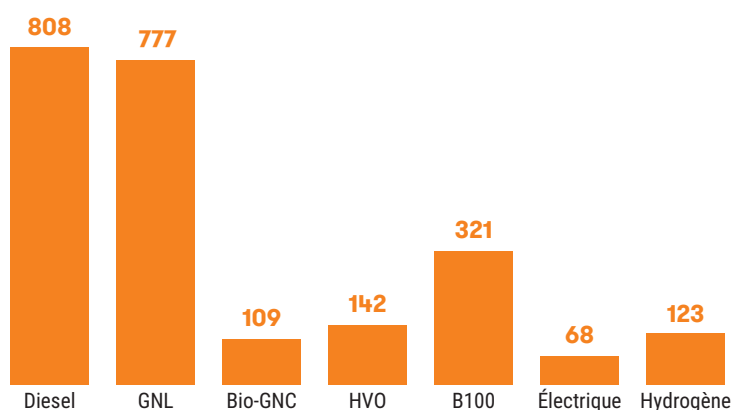


Figure 3 : Intensité carbone du puits à la roue des poids lourds (tracteurs).

Il reste toutefois de nombreux défis à relever. Le principal point limitant au développement des poids lourds électriques est le coût et notamment le prix des batteries. Actuellement, le TCO d'un poids lourd électrique reste deux fois plus élevé que celui d'un poids lourd thermique. Il est aussi nécessaire de déployer des infrastructures de recharge qui sont différentes de celles pour les

véhicules légers. Enfin, une dernière limite au modèle du tout électrique pour le routier est la puissance électrique nécessaire : il faudrait l'équivalent d'un poste de puissance équivalent à 50-60 MW sur chaque aire d'autoroute et au global de l'ordre de 5 GW, soit l'équivalent de quatre centrales nucléaires.

Application postale

La Poste a toujours été un transporteur de marchandises. Son histoire est très liée à celle des modes de transport – d'abord à cheval avec La Poste aux chevaux, puis par le chemin de fer au milieu du XIX^e siècle, suivi des modes automobiles et aériens (l'aéropostale) au XX^e siècle.

En 2024, le groupe La Poste transporte près de 5 milliards de courriers et plus de 2,5 milliards de colis, c'est le premier réseau de livraison de colis de moins de 30 kg en Europe notamment grâce à sa filiale Geopost (marque DPD) et sa marque Colissimo en France.

Le groupe La Poste réalise 2,3 milliards de kilomètres sur les premiers et





La décarbonation des transports de marchandises est une partie de la solution, car une partie du problème.

d'un co-développement de moteurs Valeo avec boîte automatique, marche arrière, traction pour des pentes de 30°. De plus, la Poste est un bêta-testeur de premier plan pour les collectivités en tant qu'usager intensif des pistes cyclables. Ainsi, l'entreprise est souvent consultée lors de la définition des schémas directeurs des pistes cyclables.

Les hubs logistiques multimodaux

La Poste, c'est 3 100 plates-formes logistiques, dont les plus importantes peuvent traiter 1 million de colis par jour. Afin d'intégrer les nouveaux modes de mobilité, les schémas industriels logistiques ont dû s'adapter ainsi que la configuration de hubs logistiques devenus multi-modaux.

Par exemple, l'ouverture de la plateforme multi-flux de 5 000 m² en août 2024 à Saint-Pierre-lès-Nemours, labellisé Haute Qualité Environnementale, intègre Kangoo électriques, vélos-cargos et vélos à assistance électrique.

Conclusion

Il est temps d'agir. La lutte contre le dérèglement climatique est le principal défi pour l'humanité au XXI^e siècle, et chaque fraction de degré d'élévation de la température mondiale évitée est précieuse. La décarbonation des transports de marchandises est une partie de la solution (car une partie du problème). C'est par la connaissance fine du système de transport, y compris du système d'offre et de demande, et par l'investissement dans la recherche et l'innovation que nous ferons du zéro émission net une réalité.

derniers kilomètres et 1,4 milliard de kilomètres pour du *linehaul*, soit l'équivalent de 10 fois le tour de la Terre... par heure !

Le défi de la décarbonation est donc majeur pour le groupe La Poste, qui est pleinement engagé depuis plus de 15 ans, et s'est engagé à atteindre le *net zero emission* avant 2050².

L'histoire de l'électrification postale

Quand on est une entreprise qui collecte le diffus et redistribue au diffus, dans des délais imposés par les e-commerçants, cela nécessite une organisation cadencée comme du papier à musique, sans risques de retard. Dès lors, le mode routier est le seul majoritairement acceptable au vu des contraintes précitées et de la disponibilité des infrastructures.

Les archives que notre historien Sébastien Richez a pu consulter relatent l'investissement de La Poste dans le programme véhicules électriques de 2008 issu du Grenelle de l'environnement. Lors des États généraux de l'automobile en 2009, le porte-parole du gouvernement, Luc Chatel, révèle la mission confiée à La Poste de passer des commandes de véhicules électriques afin d'arriver à une masse critique permettant de faire naître une filière.

Ainsi, après 15 ans d'effort et de travail avec les constructeurs automobiles, plusieurs générations de véhicules

électriques, notamment véhicules utilitaires légers, ont vu le jour. C'est fort d'une flotte de près de 26 000 véhicules électriques légers en 2025 que les facteurs sillonnent les villes et les campagnes pour la livraison des courriers et des colis. Le TCO est dorénavant très intéressant en comparaison de celui du véhicule thermique, et le groupe poursuit l'électrification de sa flotte Vehipostes pour atteindre plus de 80 % du parc électrifié en 2030.

Sur le champ des véhicules lourds électriques, l'histoire commence à peine : les deux premiers camions Volvo électriques circulent en Auvergne depuis octobre dernier et quelques poids lourds électriques sont testés par notre filiale DPD Switzerland. Il reste toutefois de nombreuses questions en suspens, dont le modèle de performance économique. Dans cet univers, les motorisations bio-gaz, biocarburants et hydrogène auront peut-être une place. D'après le *Global decarbonization summit* qui s'est tenu au siège de La Poste les 18 et 19 mars 2025, avec les principaux constructeurs de poids lourds électriques et de batteries, il semble que tout se jouera dans les 10 prochaines années.

Les mobilités douces

La logistique urbaine responsable de La Poste se pense aussi avec des modes doux. Vélos-cargos et vélos à assistance électrique constituent une flotte de 15 000 engins. Ces véhicules sont le fruit

2. Son plan de transition est désormais accessible au public : [afC18cBOoF08xXdY_Climate_Transition_Plan_La_Poste_Group_April_2026.pdf](#)



Le camion électrique prend la route

© Renault Trucks

Face à l'urgence climatique, Renault Trucks s'est engagé à totalement décarboner ses produits avant 2040. L'analyse des options possibles montre que les biocarburants (biodiesel, biométhane) vont rester rares et chers et que l'électrique à batteries offre le meilleur compromis environnemental et économique. Il faut maintenant renforcer les conditions qui accélèrent son décollage.

Notre trajectoire vers une décarbonation totale de nos ventes de camions en 2040 est contrôlée par l'initiative indépendante *Science Based Targets*. Elle prévoit qu'en 2030, les camions vendus par Renault Trucks émettront 40 % de CO₂ en moins, du puits à la roue, par rapport à 2019. Pour y parvenir, nous devons remplacer le diesel fossile par une énergie décarbonée : électricité, hydrogène ou biocarburants.

Or, ces énergies ne seront pas toutes disponibles à la même échelle et au même moment pour le transport routier de marchandises. Pour bien appréhender les ordres de grandeur en jeu, nous avons bâti un modèle énergétique européen simplifié, incluant les besoins des autres secteurs de l'économie, de façon à boucler l'offre et la demande en Europe entre 2025 et 2050.

Le biodiesel va quitter le transport routier pour l'aviation et le maritime

Le biodiesel et le biokérosène représentent aujourd'hui 5 % de l'énergie consommée dans le transport en Europe et sont utilisés à 90 % pour le transport routier, principalement sous forme d'esters méthyliques d'acide gras (le B100) mélangés au diesel. Les producteurs ambitionnent de doubler

le volume de production annuelle d'ici à 2050, principalement sous forme d'huiles hydrogénées (HVO et HEFA), même s'il y a des doutes sur la disponibilité réelle des matières premières en Europe.

Le règlement ReFuelEU Aviation prévoit une hausse graduelle des carburants non fossiles (les CAD ou SAF) à hauteur de 6 % en 2030 et 70 % en 2050, ce qui se fera d'abord par du bio-SAF, moins cher que le e-SAF. De même, la réglementation internationale sur le maritime prévoit une décarbonation qui nécessitera un volume croissant de biodiesel. En conséquence, nous anticipons que le prix du biodiesel va monter et que le biodiesel quittera progressivement le transport routier pour aller vers l'aviation et le maritime. En 2035, nous anticipons que l'aviation consommera déjà 38 % des carburants de type biodiesel, plus 20 % pour le maritime et, en 2050, le transport routier ne consommera plus que 5 % des carburants de type biodiesel produits.

Le biogaz est requis pour remplacer une partie des usages actuels du gaz fossile

Le biogaz et sa forme raffinée, le biométhane, représentent aujourd'hui 6 % du gaz consommé en Europe, et



Marc Lejeune,
directeur Business Intelligence
Renault Trucks

sont utilisés à 72 % pour la production d'électricité. L'Europe ambitionne de multiplier par trois sa production d'ici à 2050, avec là aussi des interrogations sur la disponibilité réelle des matières premières, ce qui amènerait le biogaz à couvrir 20 % des usages actuels du gaz fossile. Pour les 80 % d'usages actuels du gaz fossile non couverts par le biogaz en 2050, il faudra en priorité électrifier, ou à défaut d'utiliser la solution plus économe et coûteuse de l'hydrogène.

On peut donc conclure que les biocarburants (biodiesel, biométhane), déjà peu disponibles, le seront de moins en moins pour le transport routier. À terme, nous estimons qu'au plus 5 % du parc de camions circulant pourront les utiliser.

L'électrique à batteries offre le meilleur compromis environnemental

Si on compare l'électrique à batteries, l'hydrogène et les biocarburants sur la base de critères environnementaux, l'électrique à batteries est le meilleur choix (figure 1). Il y a certes un point de vigilance sur l'appauvrissement en

ressources minérales. Les réserves de minéraux sont suffisantes pour accompagner la transition de l'économie mondiale vers l'électrique, mais leur disponibilité sur le marché dépend de la dynamique des investissements miniers. Heureusement, le recyclage de la totalité des batteries, contrainte légale sur les constructeurs, permettra d'ici 2050 de fonctionner de plus en plus en boucle fermée, avec de moins en moins d'apport minier.

Enfin, rappelons que les véhicules électriques contribuent à la souveraineté économique : en prenant en exemple un camion porteur de 16 tonnes roulant 40 000 km par an sur 16 ans, la version diesel occasionne l'import de 60 000 € de pétrole vers l'Europe (brulé donc perdu) tandis que la version électrique occasionne l'import de 7 200 € de minéraux pour le camion, qui seront recyclés à plus de 80 %, et de 5 400 € de charbon, gaz, uranium et cuivre pour la production et la distribution d'électricité. Le camion électrique permet ainsi de diviser par cinq la valeur des importations de matières premières vers l'Europe.

L'électrique à batteries requiert parfois une adaptation des schémas logistiques

Passons maintenant aux critères opérationnels. Le camion électrique est plébiscité par les conducteurs pour son brio et son silence. Sa charge utile est très proche de celle des camions diesel, grâce à l'augmentation autorisée de deux tonnes du poids des convois en électrique, et, si nécessaire, l'ajout d'un essieu, comme sur notre tracteur T 780. Pour ce qui est du coût au kilomètre, nous anticipons que l'électrique à batteries sera, avant 2030, la solution de décarbonation la plus rentable, si nous réussissons à monter en volume de vente comme prévu. Pour cela, plus d'aides à l'amorçage sont nécessaires, en complément des certificats d'économie d'énergie (CEE) actuels, en particulier l'application de la directive européenne sur les taxes routières (directive Eurovignette), qui permet un péage routier réduit pour les camions électriques, et la prise en compte, dans le calcul de la TIRUERT, de l'électricité chargée dans les dépôts.

	Diesel B7	Électrique à batteries	Hydrogène bas carbone			Biodiesel		Biogaz
			Électrique (Piles à combustion)	H ₂	E-diesel	B100	HVO	
Disponibilité de l'énergie	●	●	●	●	●	●	●	●
Critères environnementaux								
Potentiel de réchauffement	●	●	●	●	●	●	●	●
Consommation d'énergie	●	●	●	●	●	●	●	●
Consommation d'eau	●	●	●	●	●	●	●	●
Émissions de NOx	●	●	●	●	●	●	●	●
Émissions sonores	●	●	●	●	●	●	●	●
Ressources minérales	●	●	●	●	●	●	●	●
Critères opérationnels								
Coût par km	●	●	●	●	●	●	●	●
Rétention conducteur	●	●	●	●	●	●	●	●
Charge utile	●	●	●	●	●	●	●	●
Rayon d'action sans ravitaillement	●	●	●	●	●	●	●	●
Réseau d'avitaillement	●	●	●	●	●	●	●	●
Durée d'avitaillement	●	●	●	●	●	●	●	●

Figure 1 : Comparaison des énergies pour un tracteur routier en 2030, du berceau à la tombe (800 000 km).

Reste la question de l'autonomie et du temps de charge. Nos camions urbains et de chantiers actuels ont dans la plupart des cas suffisamment d'autonomie pour se contenter d'une recharge lente en dépôt la nuit avec leur chargeur embarqué. Pour la route, notre nouveau tracteur T 780, doté de 660 km d'autonomie et d'une charge journalière de 45 min jusqu'à 720 kW (avec le standard MCS ou *Megawatt Charging System*) couvre plus de 90 % des missions quotidiennes des tracteurs diesel actuels. Bien sûr, cela nécessite qu'une infrastructure de recharge publique se déploie suffisamment rapidement, au moins au rythme prévu par la réglementation européenne AFIR. Nous maintenons sur notre site internet une carte à jour des stations ouvertes et à venir. Le fonctionnement en « relais de poste », où les tracteurs électriques se rechargent et échangent leurs remorques, permet d'accélérer ce déploiement. C'est ce que nous faisons depuis l'automne 2025 pour le transport en camions électriques entre nos usines de Caen et Lyon sur 700 km.

L'hydrogène en complément potentiel dans la prochaine décennie

L'hydrogène décarboné, bleu ou vert, ne sera disponible à grande échelle que dans la prochaine décennie. De plus, le passage à l'hydrogène est inefficace énergétiquement : un camion à hydrogène

vert consomme environ trois fois plus d'électricité par kilomètre qu'un camion à batteries, et a en conséquence une empreinte carbone et un coût d'usage supérieurs. La stratégie de Renault Trucks est donc d'attendre la prochaine décennie pour commercialiser des camions hydrogène (moteur ou pile à combustible) et de les réserver aux régions et usages les plus difficiles à décarboner avec des camions électriques à batteries.

Enfin, le e-diesel, fabriqué à partir d'hydrogène vert, ne sera probablement pas disponible en quantité importante sur le marché avant 2040 et son coût d'utilisation sera très supérieur à celui des camions électriques à batteries.

L'électrique à batterie au cœur de la stratégie de décarbonation

En conclusion, cette comparaison multicritère explique le rôle croissant de l'électrique à batteries au cœur de la stratégie de décarbonation du fret routier. Nous proposons aujourd'hui une gamme complète de camions électriques, tous fabriqués en France. Ils représentent actuellement 3 % de nos ventes et leur part devra croître pour être entre 20 % et 30 % en 2030 pour respecter la réglementation européenne. Cette montée en cadence des constructeurs suppose que, en aval, les donneurs d'ordre commandent une part croissante du transport en électrique, conformément à leur volonté de décarboner.



L'électrification du transport routier de marchandises : défis et perspectives

Le transport routier de marchandises (TRM) demeure l'un des piliers de l'économie. En Europe, ce secteur compte près de 570 000 entreprises, dont une majorité de très petites entreprises exploitant, en moyenne, moins de sept poids lourds chacune. Ce sont plus de 4,1 millions de camions qui consomment annuellement plus de 60 milliards de litres de diesel pour déplacer 13 milliards de tonnes de fret. Le TRM représente à lui seul 12 % des émissions de CO₂ en Europe, un chiffre qui peine à diminuer malgré les progrès techniques réalisés depuis les années 1990.

Le camion électrique pour répondre à la demande des acteurs du TRM

Pour le secteur, la réduction des émissions représente un enjeu double : répondre à la demande croissante de mobilité tout en poursuivant sa trajectoire de décarbonation.

Pour les transporteurs, au-delà de la contribution aux engagements climat de l'Europe et de la France, les attentes sont aussi portées par les clients. Chez GEODIS, 75 % des grands comptes internationaux ont pris des engagements alignés sur l'accord de Paris et les PME/TPE françaises ne sont pas en reste. Pour les transporteurs, l'inaction climatique représente bien un risque commercial.

Pour répondre à cette demande, GEODIS travaille avec ses clients sur tous les leviers exploitables : optimisation des trajets et des chargements, mise en place de solutions combinées rail-route ou fluvial et mise en œuvre de solutions basses émissions.

Le camion électrique fait partie de ces solutions.



Virginie Delcroix,
directrice du
Développement durable,
groupe GEODIS



Jean-François Agenor,
directeur de la transition
durable de la flotte,
groupe GEODIS

Au-delà de la décarbonation, ses atouts sont multiples : réduction du bruit et des vibrations, ergonomie accrue, meilleure sécurité, attractivité du métier pour de nouveaux profils et acceptabilité renforcée en zone urbaine.

Toutefois, la massification du déploiement reste aujourd'hui freinée par des considérations techniques (autonomie, offre encore incomplète, infrastructures de recharge), opérationnelles (organisation des tournées, immobilisation pour recharge, charge utile réduite) et économiques (coût d'achat des camions plus de deux fois supérieur au diesel, financement des infrastructures). La rentabilité, la productivité et l'accès équitable à l'innovation sont autant de défis à relever.

2045 : le TRM dans le scénario d'une transition réussie

Prenons l'hypothèse que l'Europe ait pleinement réussi sa transition énergétique à l'horizon 2045. La production électrique bas carbone, grâce à la montée en puissance des renouvelables et à la relance du nucléaire,

permet d'absorber les nouveaux besoins liés à la mobilité, notamment du TRM. En France, le programme EPR2 puis les réacteurs de 4e génération assureront une capacité annuelle de 750 TWh, avec un coût du MWh stable et compétitif. L'Europe bénéficie alors d'une autonomie énergétique et d'une sécurité d'approvisionnement sans précédent.

Les progrès dans les technologies de batteries et le déploiement de stations de recharge à très haute puissance, ainsi que la recharge dynamique sur les grands axes autoroutiers, ont levé les principaux freins techniques : autonomie, temps de recharge, poids des batteries. Ces innovations préservent la productivité du secteur, réduisent l'attente en station et limitent l'artificialisation des sols. Le confort des conducteurs s'améliore sensiblement.

Le TRM, autrefois « mauvais élève » de la décarbonation, atteint la neutralité carbone tout en remplissant sa mission essentielle au service de l'économie et des citoyens, avec une efficacité accrue. La relocalisation de l'économie réelle, impulsée par la décarbonation, stimule la demande de transport, tandis que la complémentarité entre filières électriques et biocarburants accompagne la transition des parcs thermiques résiduels.

Les défis à relever dès 2027 : impacts sur le métier, freins à lever et accompagnements nécessaires

Cette projection en 2045 peut aujourd'hui paraître hasardeuse tant la liste induite des arbitrages par les acteurs économiques comme politiques est importante. Les consensus peinent à s'établir et nous sommes encore loin de la concrétisation des solutions à grande échelle. En Europe, les pays prennent des mesures diverses compte tenu de leurs contextes, priorités, ressources et enjeux, notamment liés à leurs mix énergétiques et infrastructures existantes.

Dans ce panorama, le secteur du TRM est censé se projeter et s'engager dans la transformation massive de sa flotte en commandant environ 40 % de camions électriques neufs dès 2030 pour satisfaire la directive VECTO (*Vehicle Energy Consumption Calculation Tool*).

Pour le secteur, cette transition modifie en profondeur les métiers du transport : nouveaux savoir-faire autour du pilotage énergétique, gestion des recharges, optimisation des plans de transport et adaptation à des technologies évolutives.

Pour qu'une telle transformation advienne, plusieurs conditions restent à créer ou maintenir :

- **techniques** : extension de l'offre électrique à tous les usages, maillage du territoire suffisant avec des infrastructures de recharge en dépôt et en itinérance et capacité du réseau à acheminer l'électricité aux portes des entreprises de transport ;
- **réglementaires** : adaptation des normes européennes Poids & Dimensions pour une charge utile équivalente à celle du diesel, harmonisation des directives pour

garantir une concurrence internationale loyale, intégration des temps de recharge dans la réglementation sociale ;

- **économiques** : poursuite de la réduction du coût d'achat des véhicules, pérennisation des dispositifs d'incitation (CEE, suramortissement, aides ADVENIR pour les infrastructures), partage équitable des coûts sur la chaîne de valeur, accès à une énergie électrique à coût abordable ;

- **accompagnement** : soutien à l'investissement pour les PME/TPE, formation aux nouveaux métiers, pilotage concerté des évolutions pour anticiper les besoins ;

- **combinatoire énergétique** : développement des filières de bio-raffinage afin d'accompagner la décarbonation du parc routier thermique qui continuera de co-exister pour répondre à la demande durant les vingt prochaines années. Ces capacités de production pourront, après un pic attendu vers 2030-2035, être progressivement reportées vers les secteurs aériens et maritimes.

L'électrification du TRM n'est plus une option mais une nécessité. Elle requiert un pilotage concerté, des investissements ciblés, un cadre réglementaire stable et un accompagnement durable, adapté à la diversité des acteurs. Les gestionnaires d'énergie, les constructeurs de véhicules, les transporteurs, les chargeurs et l'administration publique sont au cœur de cette transformation, garants de la compétitivité et de l'attractivité du secteur, au service de l'économie et des citoyens. La France, grâce à son avance en matière de production bas carbone, peut jouer un rôle de leader européen.



Les synergies entre véhicules électriques et bâtiments : des bénéfices essentiels pour les consommateurs et pour le réseau électrique

Afin de chiffrer les bénéfices pouvant être tirés du pilotage de la recharge des véhicules électriques et de leur intégration dans le système énergétique des bâtiments auxquels ils sont rattachés, Équilibre des Énergies a réalisé une importante étude dont les résultats sont ici résumés.



Servan Lacire,
conseiller scientifique,
Équilibre des Énergies

Le véhicule électrique (VE) s'impose en France comme en Europe. Son déploiement s'est trouvé accéléré par les événements de 2026 au Moyen-Orient et a frôlé, en France, au premier semestre 2026, 30 % des ventes de véhicules neufs.

La recharge sur la voie publique s'est développée avec des infrastructures largement accessibles en ville et sur les grands axes routiers. Cependant, elle s'effectue prioritairement toujours à domicile ou, à défaut, sur le lieu de travail, pour des raisons économiques et pratiques.

Aujourd'hui, les infrastructures de recharge et les bâtiments interagissent peu. Pourtant, leur intégration offre des synergies potentielles importantes, tant pour le consommateur que pour le réseau électrique.

Les bâtiments connaissent deux évolutions majeures :

- une électrification du chauffage, essentiellement grâce aux pompes à chaleur, accompagnée d'un effort de rénovation énergétique ;
- un développement des installations photovoltaïques (PV) qui produisent des quantités de plus en plus excédentaires d'électricité en milieu de journée.

La consommation des véhicules électriques en 2050, environ 67 TWh, dépassera, dans les logements, celle due au chauffage, à la ventilation et à la production d'eau chaude sanitaire. Elle permettra d'économiser quelque 21 Mt de produits pétroliers et de réduire notre déficit commercial de plus de 10 milliards d'euros. Mais, en l'absence

de pilotage de la recharge, l'appel de puissance qui en résulterait, se situerait entre 15 et 30 GW en 2050 (figure 1). Un enjeu majeur est donc de permettre, à travers un pilotage approprié de la recharge, la croissance du parc de VE, tout en limitant son impact sur le réseau et en faisant bénéficier les utilisateurs des tarifs de l'électricité les plus avantageux.

Le pilotage de la recharge

Le pilotage de la recharge des VE consiste à adapter son rythme en fonction de la situation du réseau reflétée par les prix de l'électricité, de la consommation liée aux autres usages du bâtiment et de la production éventuelle d'électricité d'origine solaire. Plusieurs modes de pilotage sont usuellement identifiés.

La recharge monodirectionnelle

Le pilotage tarifaire statique consiste à recharger le VE pendant les périodes où l'électricité est la moins chère (heures creuses). C'est très simple à réaliser, mais seulement 32 % des usagers déclaraient

le faire en France en 2024.

Le pilotage dynamique (V1G), consiste à piloter la recharge en fonction de paramètres évolutifs tels que la tarification instantanée, si une tarification dynamique est proposée au consommateur, ou d'autres consommations dans le bâtiment. Il est aujourd'hui très peu répandu.

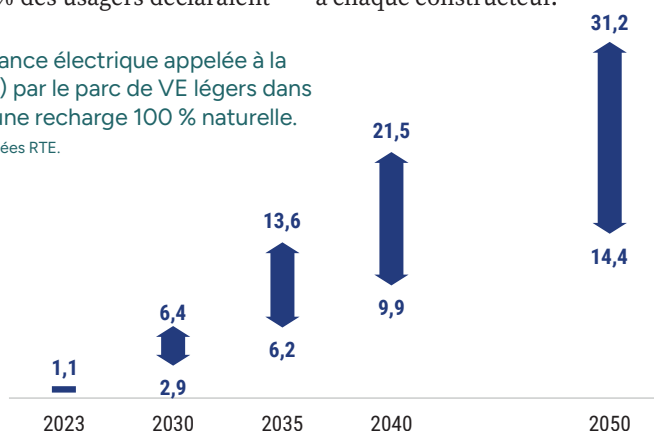
La recharge bidirectionnelle

La recharge bidirectionnelle consiste à utiliser l'énergie stockée dans la batterie du véhicule pour la réinjecter lorsque nécessaire dans le système électrique local du bâtiment (V2B/ V2H : *Vehicle to Building* ou *Vehicle to Home*) ou dans le réseau (V2G : *Vehicle to Grid*).

Des offres de V2H et V2G émergent sur le marché (Renault, Volkswagen) mais dans des environnements propres à chaque constructeur.

Figure 1 : Puissance électrique appelée à la pointe (en GW) par le parc de VE légers dans l'hypothèse d'une recharge 100 % naturelle.

Source : d'après données RTE.



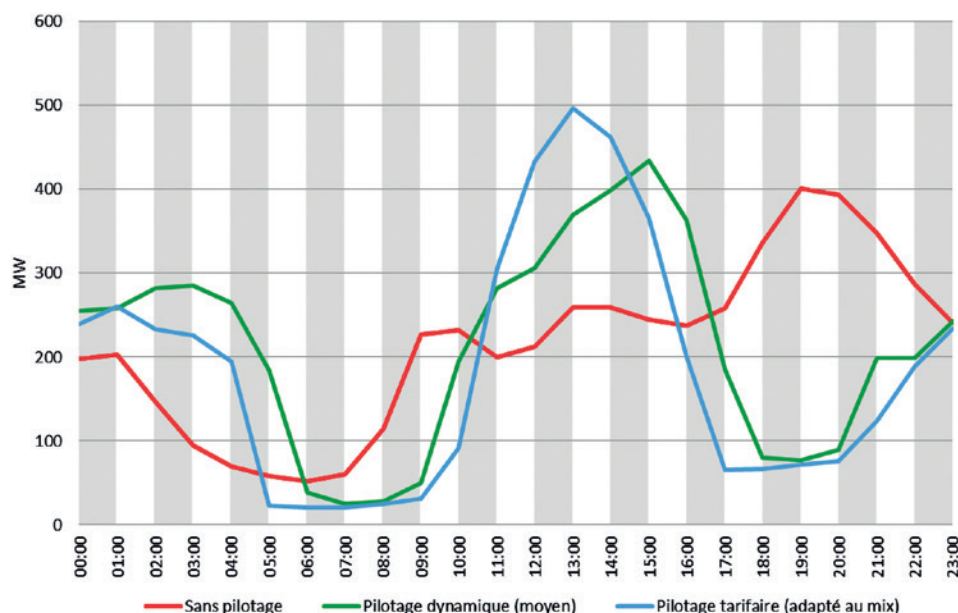


Figure 2 : Courbes de charge pour un million de VE (dans le scénario Crescendo médian de RTE 2019) selon le type de pilotage. Le pilotage de la recharge permet de déplacer la puissance appelée vers les périodes de la journée où le réseau électrique est le moins chargé ou la contribution de l'énergie solaire maximale. Source : Données RTE.

Des avantages dépendant des cas d'usage

Pour chiffrer les bénéfices apportés par le pilotage de la recharge, trois scénarios d'évolution des prix de l'électricité en France ont été considérés :

- un scénario référence 2024 basé sur les prix observés dans le cadre du tarif réglementé régulé par les pouvoirs publics ;
- un scénario post 2026 dérivé des prix 2024 mais avec une horo-saisonnalisation des tarifs (modulation en fonction de la saison et de l'heure dans la journée) ;
- un scénario à tarification dynamique avec une variation au pas horaire du tarif de l'électricité, comme il en existe dans les pays nordiques.

Des bilans économiques ont été faits dans quatre cas d'usage en supposant les stratégies de recharge adaptées à chaque scénario de prix.

La maison individuelle

Le pilotage tarifaire statique est suffisant pour tirer parti des heures creuses telles qu'elles existent dans le scénario 2024 et réduire ainsi la facture d'environ 171 € par an. L'horo-saisonnalisation des heures creuses permet de porter ce gain à 206 €, soit le tiers de la charge induite par le VE en l'absence de pilotage (618 € incluant un supplément d'abonnement).

Le pilotage tarifaire dynamique permet, s'il est proposé, de dégager un gain à 319 €.

Le V2H peut permettre d'accroître encore davantage (542 €) le bénéfice pour le consommateur car l'optimisation porte alors sur la totalité des consommations du logement. Associé à un pilotage de la production photovoltaïque, il peut compenser plus de 100 % des dépenses induites par le VE.

Les bâtiments collectifs à usage résidentiel dotés d'un parking

Que l'infrastructure de recharge constitue une extension du réseau public ou qu'elle soit exploitée par un opérateur privé, avec ou sans PV, le simple pilotage statique de la recharge permet de réduire significativement la facture et de retarder au mieux le moment où il faudra renforcer le réseau.

Les bâtiments d'entreprise multi-occupants

Si les bénéfices sont réduits avec la tarification de base, La recharge statique ou mieux dynamique permet de tirer parti de la présence des véhicules pendant les heures creuses diurnes et réduire le coût de la recharge. Mais l'avantage pour les utilisateurs dépend de la politique tarifaire suivie par l'opérateur de recharge qui cherche, de son côté, à minimiser ses coûts.

Les bâtiments d'entreprise mono-occupants

Ce cas recouvre des situations variées : petit tertiaire en centre-ville, établissements industriels, avec une mixité de véhicules de fonction, de véhicules de service ou de collaborateurs. Dans tous les cas, l'entreprise assure la responsabilité directe de l'infrastructure de recharge, du contrat souscrit et de la gestion des véhicules.

Cette situation offre d'importants bénéfices :

- la recharge des véhicules de service la nuit ne coûte que le prix de l'énergie car les bornes et l'abonnement sont amortis par les usages pendant la journée ;
- la production PV peut être intégralement absorbée par la recharge des véhicules ;
- le pilotage permet d'absorber un parc important de VE sans avoir à augmenter la puissance souscrite.

En conclusion

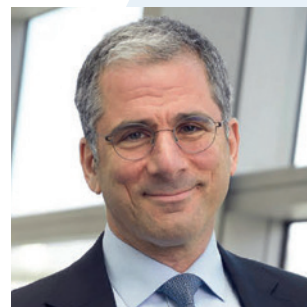
Les synergies entre véhicules électriques et bâtiments apportent de nombreux bénéfices qui vont à la fois permettre d'absorber la croissance du parc et de générer des économies pour les utilisateurs jusqu'à pouvoir compenser intégralement les dépenses d'électricité additionnelles liées au véhicule.

Pour mobiliser ces synergies, il convient de suivre plusieurs recommandations :

- faire du pilotage tarifaire statique le mode de pilotage par défaut. À lui seul il apporte la majorité des bénéfices ;
- développer l'horo-saisonnalité des heures creuses ;
- encourager la mise en place de tarifications dynamiques en veillant à ce qu'elles conduisent à un partage équitable de l'avantage entre système électrique et consommateur ;
- favoriser l'essor du V2H et du V2G : définition de codes techniques ; levée des restrictions à la réinjection de l'électricité stockée ;
- encourager la recharge sur le lieu de travail en reconduisant l'exonération de charges au titre des avantages en nature.

Électrification maritime : une brique stratégique d'une transition multi-solutions

Le groupe CMA CGM est souvent associé aux carburants bas-carbone pour le long cours – bioGNL, biométhanol – indispensables à la décarbonation des grandes routes maritimes. Pourtant, l'électrification est aujourd'hui une thématique centrale de la feuille de route décarbonation et figure parmi les priorités du groupe, dans le cadre de l'engagement *Net Zéro* à l'horizon 2050 pris par CMA CGM.



Farid Trad,
Vice President Energy & Bunkering,
CMA CGM

Ce positionnement reflète une conviction : la transition maritime ne sera ni mono-technologique, ni idéologique. Elle sera multi-solutions, industrielle et pragmatique.

L'électrification en constitue une brique essentielle, déjà mature sur certains segments et appelée à élargir progressivement son champ d'application.

Les travaux de R&D conduits par CMA CGM sur les batteries, l'hybridation des architectures propulsives et l'électrification des infrastructures terrestres contribuent activement à accélérer cette montée en maturité technologique.

L'enjeu politique et réglementaire est clair : permettre le déploiement de la bonne solution au bon usage, sans oppositions technologiques dogmatiques, et en accompagnant l'évolution rapide des capacités industrielles européennes.

Des usages en expansion rapide

L'électrification est aujourd'hui particulièrement pertinente pour :

- les barges, les corridors fluviaux ;
- les usages portuaires et infrastructures terrestres à l'interface (terminaux) ;
- les lignes régulières à distance maîtrisée.

Les progrès réalisés dans les batteries – densité énergétique accrue, meilleure durée de vie, modularité, recharge haute tension, pilotage numérique – ont profondément élargi le champ des possibles. Ce qui relevait hier de l'expérimentation devient industriellement viable.

Les bénéfices sont immédiats : réduction directe des émissions de CO₂, suppression des émissions locales dans les zones portuaires, baisse du bruit, meilleure efficacité énergétique et maintenance simplifiée.

À mesure que les performances progressent, de nouveaux cas d'usage deviennent économiquement et techniquement pertinents. L'électrification n'est pas une technologie figée : elle s'étend.

Pour le long cours, la propulsion reposera sur des carburants bas-carbone. Mais l'hybridation pourrait devenir

une perspective crédible : carburant bas carbone pour la propulsion principale, batteries pour la production électrique à bord et les manœuvres portuaires. L'architecture et développement de CMA CGM explore ces configurations hybrides afin d'optimiser la performance énergétique globale des navires de long cours et d'anticiper les standards industriels de demain.

La transition maritime ne sera pas 100 % électrique en *deep sea* ; elle pourra être partiellement électrifiée, de manière intelligente et complémentaire.





Première barge à conteneurs 100 % électrique, une solution logistique zéro émission adoptée par NIKE au Vietnam.

© CMA CGM

CMA CGM : des projets déjà opérationnels

L'électrification maritime n'est plus théorique. Elle est déjà déployée :

- au Vietnam, CMA CGM mettra en service au deuxième trimestre 2026 une barge fluviale 100 % électrique sur un corridor de 180 km entre Binh Duong et Cai Mep. Alimentée par une ferme solaire dédiée (1 GWh/an), elle permettra d'éviter 800 tonnes de CO₂ par an tout en transportant 50 000 EVP (équivalents vingt pieds) ;
- en France, une barge électrique, annoncée par Rodolphe Saadé le 5 février dernier, soit un an après l'obtention de la sous-concession du port de Lyon par un consortium porté par CMA CGM, opérera d'ici 2028 entre Fos-Marseille et Lyon. Longue de 185 mètres et d'une capacité de 156 EVP, elle retirera 156 camions de la route à chaque rotation et réduira de 80 % les émissions par rapport au transport routier.
- pionnière du branchement électrique portuaire, la Mériidionale fête les 10 ans de connexion de ses navires au réseau électrique à quai sur le port de Marseille. Cette innovation technique supprime les émissions de particules et d'oxyde d'azote. Elle améliore également les conditions de travail des personnels à bord et présents sur le port, ainsi que des riverains.

Ces projets démontrent qu'avec des corridors adaptés et des infrastructures cohérentes, l'électrification est une solution performante, reproductible et compétitive.

L'électrification des ports : le maillon décisif

La transition maritime ne se joue pas uniquement en mer. Elle se joue à quai. Le branchement électrique des navires, l'électrification des grues et des équipements de manutention et la décarbonation des flottes logistiques internes sont des leviers majeurs pour réduire immédiatement les émissions locales dans les zones portuaires.

Le développement des solutions maritimes électriques doit impérativement s'accompagner d'un développement symétrique des infrastructures terrestres (terminaux). Cela suppose :

- le renforcement des réseaux électriques portuaires ;
- des investissements dans les postes haute tension ;
- un dimensionnement adapté aux usages futurs et à l'intensification progressive des besoins.

Navires et réseaux doivent évoluer en miroir. Sous-dimensionner aujourd'hui reviendrait à freiner la transition demain.

Créer les conditions du passage à l'échelle

Pour que l'électrification maritime et portuaire change d'échelle en Europe, deux conditions essentielles doivent être réunies.

Un cadre réglementaire cohérent et prévisible

La réglementation européenne doit reconnaître pleinement l'avantage environnemental des solutions électriques, garantir leur compétitivité face aux énergies fossiles et harmoniser les standards techniques portuaires. La visibilité de long terme est une condition de l'investissement industriel.

Un accompagnement financier structurant

Les infrastructures électriques portuaires représentent des investissements stratégiques. Un soutien public ciblé est nécessaire pour accélérer le déploiement du branchement à quai, moderniser les réseaux et assurer un dimensionnement adapté aux usages futurs.

Il s'agit d'un enjeu climatique, mais aussi industriel et de souveraineté énergétique.

L'électrification maritime et portuaire n'est pas une solution isolée. Elle est un accélérateur de transformation. Elle permet de réduire immédiatement les émissions locales, de renforcer la compétitivité des ports européens et de structurer des filières industrielles d'avenir.

L'électrification est déjà pour la transition maritime une composante opérationnelle, appelée à jouer un rôle croissant dans les années à venir.

Chez CMA CGM, nous portons une transition maritime multi-solutions : l'électrification n'y est ni exclusive ni symbolique, mais stratégique, déployée là où elle est pertinente, combinée là où elle optimise et soutenue là où elle accélère la décarbonation.

L'électrification, une priorité de la stratégie de Dunkerque-Port

Vue du terminal ferry transmanche et Irlande.

©Yannick Delva/Dunkerque-Port.



Léopold Moeneclaey,
adjoint au directeur
de l'Aménagement et de
l'Environnement, Dunkerque-Port

Une décarbonation qui passe par l'électrification des usages

Le bilan de RTE publié le 9 décembre 2025 ainsi que la Stratégie nationale bas carbone publiée le 18 juillet 2026 soulignent la priorité à donner à l'électrification des usages. Sur ce sujet, Dunkerque-Port joue le rôle de facilitateur entre producteurs, industriels consommateurs et gestionnaires d'infrastructures de distribution et de transport. Quelques chiffres suffisent à exposer les enjeux du territoire. Les 7 000 ha de foncier portuaire incluent déjà le plus grand consommateur industriel d'électricité français (Aluminium Dunkerque) ainsi qu'un site de production nucléaire qui deviendra, après la construction de deux nouveaux réacteurs EPR, le plus grand site de production d'électricité nucléaire au monde, avec près de 9 GW de puissance installée. Filière structurante pour Dunkerque, la sidérurgie verra une hausse de sa consommation électrique dans le but de se décarboner. En février 2026, ArcelorMittal confirme son investissement de 1,3 milliard d'euros dans son premier four électrique sur le site dunkerquois.

De son côté, RTE projette 1,5 milliard d'euros d'investissements sur le territoire d'ici à 2030. Même si une large partie de ces investissements est impulsée par

La décarbonation est un axe majeur du projet stratégique 2025-2029 de Dunkerque-Port. Elle concerne aussi bien le secteur industriel que logistique. Une infrastructure portuaire est en effet une zone d'aménagement à destination d'industries et de zones logistiques et une interface entre le maritime, le ferroviaire, le fluvial et le routier.

les projets industriels, le transport de marchandises a engagé sa transition, notamment vers l'électrique, dans le respect des objectifs nationaux et européens. Le règlement européen AFIR (*Alternative Fuel Infrastructure Regulation*) a pour objectif de généraliser à certaines catégories de navires (dont les porte-conteneurs et les rouliers) le branchement à quai. Cette réglementation implique un engagement concerté de l'ensemble des parties prenantes et donc des investissements synchronisés des armateurs comme des autorités portuaires.

Dunkerque-Port, avant-gardiste dans les solutions de branchement à quai des navires

Dès 2020, Dunkerque-Port a investi dans un branchement électrique à quai, ou *cold ironing*, permettant aux porte-conteneurs en escale de couper leurs moteurs auxiliaires, tout en couvrant leurs besoins électriques, notamment le maintien de la température dans les conteneurs réfrigérés (*reefers*). Cette action poursuit deux objectifs : d'une part l'amélioration de la qualité de l'air et de l'autre la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Le terminal des Flandres voit ainsi une progression continue du nombre de branchements à quai. Les émissions évitées pour une escale de 24 h sont de plusieurs dizaines de tonnes de CO₂, bénéfice direct pour la décarbonation du transport maritime.

Dunkerque-Port étudie le développement de nouveaux postes, notamment à destination des navires rouliers. La liaison avec l'Irlande présente des durées d'escale allant

Les émissions évitées pour une escale de 24 h sont de plusieurs dizaines de tonnes de CO₂.

jusqu'à 20 heures, durée pertinente pour la mise en place du cold ironing. Dès 2027, les passerelles roulières actuelles et futures seront progressivement équipées, en cohérence avec le développement de nouvelles lignes avec le Nord-Europe. Ces postes de branchement représentent une puissance unitaire d'environ 3 MW et l'un d'entre eux bénéficiera d'un financement européen de 1,9 million d'euros.

En sus, le Dunkerque-Port étudie la faisabilité d'infrastructures de branchement sur la partie Est du port, en proximité avec les zones urbaines, même si les navires concernés, techniquement hétérogènes, ne sont pas soumis à l'obligation de se brancher à quai.

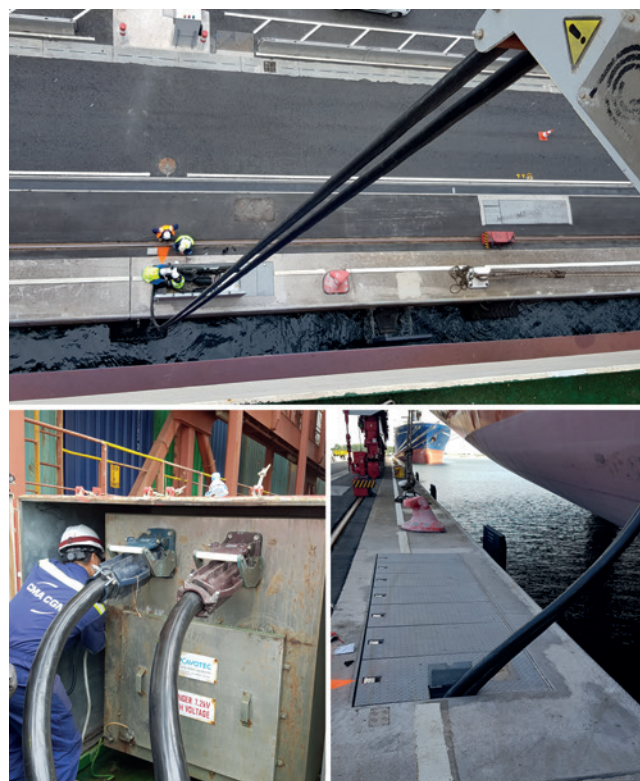
Green corridor : l'ambition du transmanche à l'horizon 2030

Au sein des navires rouliers, la liaison transmanche avec Douvres présente des caractéristiques particulières. Les escales ne durent que 45 minutes et les trajets deux heures, l'intérêt d'un branchement de type *cold ironing* est limité. Pour autant, le concept de *green corridor* est en développement avec une propulsion électrique des navires. Les premiers navires hybrides ont été mis en service par la compagnie P&O en lien avec le port de Calais. La compagnie maritime danoise DFDS étudie pour sa part une propulsion entièrement électrique à l'horizon 2030. Pour ce faire, Dunkerque-Port déploiera 40 MW de capacité de recharge au plus proche des passerelles roulières transmanches.

Des infrastructures de transport et de distribution électrique à anticiper

Afin de fournir la puissance suffisante, la planification d'infrastructures électriques robustes s'impose. En 2021, un nouveau poste source électrique, co-financé par RTE, Enedis, Dunkerque-Port et la Communauté urbaine de Dunkerque, a été inauguré. Il permet la distribution de l'électricité apportée par les lignes HTB de RTE et a été conçu en anticipation des besoins futurs. Il illustre la démarche proactive du territoire en faveur de l'industrie et de la décarbonation. Cet atout majeur est aujourd'hui souvent mis en avant dans le choix d'implantation par les industriels et inspire d'autres territoires portuaires.

En amont, RTE développe un programme ambitieux de renforcement du réseau dans le Dunkerquois, avec la construction du poste Flandre Maritime, l'un des plus importants de France, et des investissements de l'ordre de 1,5 milliard d'euros d'ici à 2030 pour moderniser et adapter l'infrastructure électrique locale aux besoins croissants en puissance, à la décarbonation des usages et aux nouveaux projets industriels. Deux nouvelles lignes traverseront ainsi le territoire à un niveau de tension de 400 kV.



Branchement à quai des navires. © Yannick Delva/Dunkerque-Port

Fortes de la réussite du premier poste source et des besoins futurs, notamment liés au branchement des navires, les études dédiées à la construction d'un second poste ont été lancées en vue d'une mise en service à l'horizon 2030, avec une puissance d'environ 100 MW. Ce poste accompagnera la stratégie d'aménagement du port, avec la future zone industrielle ZIA et le branchement des nouveaux navires porte-conteneurs permis par le projet d'extension CAP 2020, consistant en la création d'un second terminal portuaire à conteneurs. Ces infrastructures en cours de construction anticipent déjà les équipements de branchement des navires.

Une nécessaire électrification de la logistique terrestre

La puissance mise à disposition sert en premier lieu à la communauté portuaire. Des transporteurs de la place portuaire ont ainsi engagé l'installation de bornes pour la recharge de leurs tracteurs. Le groupe Bogaert, implanté en proximité immédiate du terminal des Flandres souhaite basculer 60 % de sa flotte poids lourds vers l'électrique d'ici 2028.

En tant que gestionnaire foncier, Dunkerque-Port accueille différentes aires de stockage et services pour poids lourds. L'avenir est à la systématisation des ombrières photovoltaïques ainsi que des bornes de recharge électrique dédiées aux poids lourds sur ces zones. Leur densification est de nature à rendre attractive la transition énergétique et la décarbonation du parc de véhicules lourds.

Enfin, il est important de rappeler que le premier levier de décarbonation et d'électrification du fret est le report modal vers le ferroviaire. Le développement en cours d'un terminal de feroutage au sein de Dunkerque-Port est de nature à permettre à terme le report modal de 50 000 unités de transport intermodal (UTI) par an et l'évitement de 70 000 tonnes de CO₂.



Transition énergétique du transport aérien : le rôle multiple de l'électricité

Le secteur aérien ne ménage pas ses efforts pour répondre à l'objectif de baisse de ses émissions de CO₂. S'il ne faut pas s'attendre à voir dès demain un avion commercial moyen-courrier à propulsion électrique décoller, l'électrification du transport aérien est un pilier majeur de la décarbonation du secteur.



Baptiste Voillequin,
directeur des Affaires R&D,
Espace et Environnement, GIFAS

Le secteur aérien pionnier dans ses engagements pour la décarbonation

Le transport aérien a été pionnier dans son engagement pour la décarbonation qui s'est traduit par deux initiatives structurantes :

- l'objectif global adopté dans le cadre de l'ONU au travers de l'OACI avec le *Long Term Aspirational Goal* (LTAG) signé plus de 190 pays en 2022 vers une neutralité carbone en 2050 ;
- en France, la réponse à l'article 301 de la loi Climat et Résilience, pour laquelle l'aéronautique a été la première filière industrielle à rendre sa copie en février 2023 et à établir une feuille de route de baisse des émissions du secteur au niveau national. Cette feuille de route a été bâtie de manière concertée avec l'ensemble des acteurs : les fédérations aériennes (FNAM), des aéroports (UAF), les énergéticiens via l'UFIP-EM, l'UFE et France Hydrogène et, bien sûr, la filière de la construction aéronautique à travers le GIFAS.

L'objectif de décarbonation du transport aérien fait consensus aujourd'hui parmi tous les acteurs de la filière. La feuille de route de décarbonation du transport aérien français, telle que remise au Gouvernement en février 2023, repose sur plusieurs leviers, les mêmes que ceux adoptés au niveau mondial par l'OACI :

- (i) renouvellement des flottes avec des avions de dernière génération et mise sur le marché d'une nouvelle génération d'avions à forte performance énergétique et nouveaux vecteurs d'énergie ;

- (ii) optimisation des opérations aériennes ;
- (iii) déploiement des carburants d'aviation durables (CAD) ;
- (iv) mécanismes de marché pour compenser les émissions résiduelles.

Dans le cadre des exercices multi-secteurs tels que la Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) ou la Stratégie nationale bas carbone (SNBC), les besoins du transport aérien sont associés aux mobilités dites « lourdes », difficiles à décarboner. Pour réussir la transition énergétique de l'aviation, l'ensemble des leviers devront être mobilisés.

En matière d'électrification, trois grands domaines sont concernés pour le transport aérien :

- (i) l'électrification des avions ;
- (ii) l'électrification des opérations au sol ;
- (iii) les besoins en puissance électrique installée pour la fabrication de nouveaux carburants.

L'innovation au cœur de l'électrification des avions

En ce qui concerne l'électrification des avions, il s'agit d'électrifier les chaînes énergétiques dans leur ensemble. En termes de propulsion électrique, 2025 a vu la certification par Safran du tout premier moteur électrique d'avion, ENGINEUS qui représente une étape clé pour le développement des avions régionaux, d'aviation générale et de mobilité aérienne urbaine. La campagne

de vols d'essais du démonstrateur CORAC EcoPulse a permis de capitaliser autour de Daher, Airbus et Safran sur 100 h de vol en propulsion électrique distribuée.

Si la densité massique de puissance et d'énergie des batteries ne permet pas d'envisager un avion commercial en propulsion tout électrique aujourd'hui, le recours à l'énergie électrique en soutien à la fonction propulsive est une option développée avec des solutions combinant un turboréacteur avec une chaîne de propulsion électrique utilisant les batteries. L'objectif réside dans le développement de chaînes propulsives hybrides, notamment pour les phases de vol spécifiques (montée, croisière, descente) pour lesquelles l'hybridation aura le plus fort impact en termes de réduction de la consommation et donc d'émissions de carbone. C'est le cas également dans le secteur des hélicoptères avec des développements d'appareils à propulsion hybridée.

Enfin l'électrification des énergies non propulsives, à bord des appareils, est le troisième volet : les avions commerciaux des prochaines générations seront plus électriques, c'est une certitude. On peut citer de nombreux exemples de systèmes embarqués dont le développement est envisagé en électrique : trains d'atterrissage, conditionnement d'air, systèmes de freinage, actionneurs de vol, systèmes de dégivrage, unités auxiliaires de puissance ou systèmes de roulage au sol... L'effet est double : en concevant une architecture faisant appel au maximum à l'énergie électrique, c'est toute l'efficacité énergétique de l'avion qui s'en trouve optimisée.

Production d'électricité renouvelable et électrification des opérations au sol : les aéroports comme hubs d'électrification

En ce qui concerne l'électrification des opérations au sol, l'ensemble des aéroports ont déjà d'ores et déjà engagé des plans de décarbonation pour lesquels l'électrification est un pilier central. Outre la décarbonation des bâtiments et des infrastructures, et la valorisation foncière des empreintes au sol par l'installation de panneaux solaires, les aéroports se sont engagés dans la connexion au réseau électrique des avions stationnés aux portes d'embarquement ou sur le tarmac, en s'appuyant sur des groupes auxiliaires de puissance électriques et sur l'utilisation de véhicules électriques pour l'ensemble des opérations de l'aéroport.

Les nouveaux carburants d'aviation comme poste clé de la consommation électrique

Le déploiement des carburants d'aviation durables (CAD), dont on attend la réduction de plus de la moitié des émissions de gaz à effet de serre à horizon 2050, est engagé en Europe sur la base du règlement ReFuelEU. Ce règlement fournit de la visibilité sur le long terme au travers d'une augmentation progressive des taux d'incorporation obligatoire de CAD, sous forme de mandats



d'incorporation, avec un sous-mandat sur les e-CAD, les carburants d'aviation durables de synthèse fabriqués à partir des précurseurs H_2 et CO_2 . Si les avions actuels sont certifiés pour des mélanges avec du carburant traditionnel (kérosène JetFuel A1) jusqu'à 50 % de CAD, les prochaines générations seront certifiées jusqu'à 100 %.

Différentes voies de fabrication de carburants d'aviation durables sont en cours de déploiement, à différents niveaux de maturité. Compte tenu des contraintes de bouclage en biomasse et en électricité bas-carbone, et au regard des volumes requis pour la décarbonation de l'aviation au niveau mondial, toutes les filières de CAD, complémentaires entre elles en intrants comme en maturité, seront à déployer pour atteindre l'objectif : *co-processing*, esters et acides gras hydrotraités (HEFA), *Alcohol to Jet*, et également les e-CAD (*Power To Liquid*, PTL et *Biomass To Liquid*, BTL).

L'ensemble de ces voies fait appel à des besoins électriques importants, dans les différentes étapes des procédés de fabrication, y compris pour l'électrolyse de l'eau pour la fabrication de l'hydrogène (H_2) et pour la capture du CO_2 dans le cas des carburants d'aviation durables de synthèse. Ainsi, à horizon 2035, les besoins en électricité bas carbone identifiés par le secteur se chiffrent à 15 TWh en France. En fonction des contraintes réglementaires et des dernières prévisions de la filière, ils sont estimés entre 60 à 90 TWh à horizon 2050, en fonction des scénarios d'usage et de la proportion de carburants d'aviation durables produits sur le sol français. C'est dans cette optique que la filière aéronautique a partagé ses prévisions de besoins électriques dans le cadre des travaux prospectifs conduits par RTE. Dans ce contexte, c'est une formidable opportunité que de pouvoir inscrire dès aujourd'hui les besoins relatifs aux e-CAD dans le plan d'électrification comme un usage stratégique, avec une approche de production essentiellement nationale.

Ainsi, le futur du transport aérien, durable, décarboné, s'écrit aussi à travers une électrification massive des technologies, des opérations et de la fabrication des carburants.

Électrification et hybridation des avions : deux leviers pour la neutralité carbone

La décarbonation du transport aérien, en particulier pour la prochaine génération d'avions monocouloirs, est un impératif majeur. Chez Airbus, nous sommes convaincus qu'une combinaison de solutions disruptives est nécessaire, plutôt qu'une technologie unique. Cette approche inclut plusieurs leviers : utilisation de nouveaux carburants d'aviation durables (CAD, en anglais : SAF), développement de nouvelles technologies de propulsion, intégration de matériaux composites pour réduire la masse et amélioration des performances aérodynamiques. Au cœur de cette stratégie se trouve l'électrification.



Karim Mokaddem,
Head of Aircraft of Tomorrow R&T,
Airbus

L'électrification massive du marché automobile offre aujourd'hui une base technologique, industrielle et humaine inestimable pour permettre à l'aéronautique d'aller vers une transition plus électrique, même si les enjeux de masse et de certification sont importants.

Du carburant fossile à l'électron : notre chemin vers une aviation décarbonée

L'hybridation, c'est-à-dire la combinaison de carburant – conventionnel ou SAF – et d'électricité, est une voie prometteuse pour optimiser l'efficacité énergétique et réduire la consommation de carburant fossile jusqu'à 5 % pour les avions et 10 % pour les hélicoptères. Cette technologie s'appuie sur une utilisation frugale de l'électricité lors de phases de vols spécifiques, apportant un soutien au moteur thermique lorsque sa performance énergétique est faible. De plus, elle permet de réduire le prélèvement d'énergie du moteur pour l'alimentation de systèmes comme la pressurisation et la climatisation. Il est important de souligner qu'il ne s'agit cependant pas d'un avion 100 % électrique.

L'électrification représente un défi majeur pour nos futurs avions monocouloirs, étant donné la rapidité des avancées technologiques, notamment dans le domaine des batteries. Il est donc impératif de concevoir une

plateforme avion modulaire et évolutive pour capitaliser sur ces évolutions tout au long de la durée de vie opérationnelle de nos appareils.

La feuille de route d'Airbus : démonstrateurs, synergies et collaborations

Notre stratégie d'hybridation est bâtie sur l'exploration de plusieurs options technologiques testées sur différentes plateformes d'essai. Son succès repose sur l'exploitation des synergies entre nos différentes entités (hélicoptères, défense et espace, aviation commerciale), autour de composants communs : un réseau de tension commun,

des solutions de stockage d'énergie et des machines électriques standardisées autour d'un bloc de construction de 300/500 kW pour toutes nos applications. Cette approche par « brique technologique » est essentielle pour maximiser les synergies et accélérer le développement (Figure 1). Pour avancer, nous développons plusieurs démonstrateurs :

- **Hélicoptères** : le FlightLab a testé un système de secours moteur (EBS) électrique (100 kW pendant 30 secondes). Le DisruptiveLab teste un système de propulsion hybride entièrement parallèle permettant de recharger la batterie en vol.

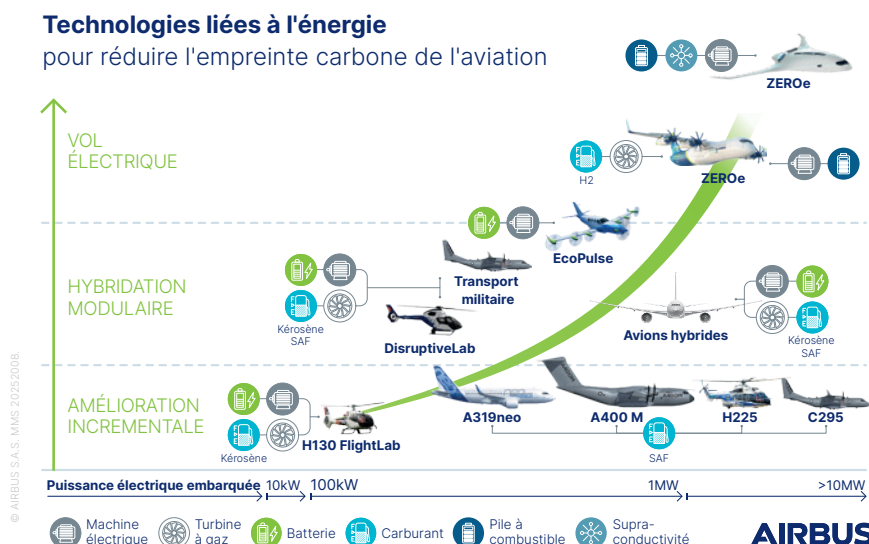


Figure 1 : Feuille de route d'Airbus pour la transformation énergétique.



● **EcoPulse** : en collaboration avec Daher et Safran, le premier vol de ce démonstrateur de propulsion hybride-électrique à haute tension a eu lieu en décembre 2023.

● **Avion à hydrogène** : l'électrification et l'hydrogène sont entièrement compatibles, les électrons pouvant provenir d'une batterie ou d'une pile à combustible combinée à de l'hydrogène. Notre feuille de route inclut des synergies avec le projet ZEROe.

● **SWITCH** : développé avec Pratt Whitney, Collins et MTU, ce démonstrateur hybride électrique est conçu pour valider les performances d'une architecture hybride compatible avec les exigences des prochains monocouloirs.

En parallèle, Airbus a lancé des collaborations avec d'autres secteurs, par exemple avec Renault sur les défis communs des batteries et avec STMicroelectronics sur l'électronique de puissance. Airbus travaille également en étroite collaboration avec nos motoristes pour développer une nouvelle classe de moteurs plus performants incluant une part d'énergie électrique.

Enfin, le développement d'avions hybrides de moins de 20 places, notamment pour le marché régional avec ATR, représente une étape stratégique cruciale. C'est un incubateur technologique et réglementaire pour la maturation des technologies, le développement des écosystèmes de recharge et la mise en place d'un cadre de certification.

Batteries, infrastructures et course à l'innovation

Si nos progrès sont significatifs, des défis techniques et stratégiques subsistent.

Le stockage d'énergie est un verrou technologique. La batterie est un réacteur chimique avec ses propres enjeux

de sécurité. La performance, la durabilité, l'intégration et la certification sont des éléments dimensionnants. Bien que le lithium-ion représente un progrès, la batterie solide est un objectif ultime pour ses performances, sa densité énergétique, sa capacité de recharge et sa certification. Tous nos appareils modernes utilisent déjà des batteries et notre objectif est d'augmenter leur nombre, taille et puissance en toute sécurité, en s'appuyant sur l'amélioration de l'identification et du confinement des emballages thermiques.

Nous faisons également face à des défis d'infrastructure et d'approvisionnement. La chaîne d'approvisionnement en batteries doit être résiliente. Sur ce point, l'aviation bénéficie d'un avantage comparatif : les volumes requis (quelques centaines de MWh par an d'ici 2035) sont très faibles par rapport à l'industrie automobile (centaines de GWh).

Enfin, il est crucial que l'écosystème de recharge soit alimenté par une énergie décarbonée. En France, l'utilisation de l'énergie nucléaire est un atout majeur de résilience, non seulement pour les batteries, mais aussi pour la production de carburants d'aviation durables de synthèse (e-fuels) et d'hydrogène décarboné.

Les défis à relever

Accélérer la maturation technologique : la collaboration avec des acteurs du transport automobile comme Renault illustre comment l'aéronautique peut tirer parti des marchés matures pour accélérer son développement.

Mutualisation et synergies : l'approche par synergies est essentielle pour faire mûrir les technologies et garantir notre préparation à la mise en commun de nos besoins et de nos volumes en systèmes de stockage d'énergie et de pièces électriques.

Tests et validation : le passage à un avion radicalement plus électrique implique un changement de paradigme (gestion de l'énergie à bord, sécurité de la haute tension et compatibilité électromagnétique). Cela nécessite de nous réinventer en termes de moyens d'essais, en passant des essais physiques classiques à davantage de simulation et de jumeaux numériques.

Stimuler l'innovation : les soutiens publics et privés, aussi bien au niveau national (France, Allemagne, Espagne, Royaume-Uni) qu'europpéen (Clean Aviation), sont essentiels pour valider des ruptures technologiques, permettant à l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement européenne de développer des solutions hybrides électriques souveraines et compétitives pour les futurs avions commerciaux.

Le marathon de la décarbonation, une transition à préparer

Le futur de l'industrie aéronautique sera indubitablement plus électrifié. L'hybridation va redéfinir les frontières traditionnelles entre les systèmes de propulsion et les systèmes non propulsifs, et représente une étape cruciale vers la gestion de fortes puissances et l'émergence d'une source européenne d'approvisionnement en composants électriques aéronautiques. Il est impératif d'agir dès aujourd'hui pour éviter une dépendance critique vis-à-vis des technologies électriques non européennes. Nous devons penser en termes de plateforme évolutive plutôt que de nous limiter à une approche par produit. Dans cette course à la décarbonation, soyons les pionniers et les innovateurs qui mèneront tous les acteurs vers la ligne d'arrivée !

ENGINEUS, une avancée de Safran vers la décarbonation de l'aviation

L'ambition du secteur aérien est d'atteindre une aviation civile zéro émission nette d'ici 2050. Ce défi majeur mobilise l'ensemble de la filière autour des objectifs fixés par l'Air Transport Action Group et la feuille de route européenne. Dans cette dynamique, Safran structure sa stratégie de décarbonation autour de trois grands axes : la mise au point de moteurs ultra efficaces, l'électrification de la propulsion et des avions et le développement de carburants durables.

Moteur électrique
ENGINEUS.
©Adrien Daste-Safran

C'est dans ce contexte que Safran Electrical & Power a obtenu, début 2025, la certification par l'EASA¹ de son moteur électrique ENGINEUS™ 100 : une première mondiale qui ouvre un nouveau chapitre dans la propulsion aéronautique.

« La certification de l'ENGINEUS™ 100 constitue un moment clé dans l'histoire de l'aéronautique et une première mondiale. Cette certification concrétise neuf années d'innovation et d'engagement », souligne Bruno Bellanger, président de Safran Electrical & Power. Le programme a nécessité plus de 1 500 heures d'essais de certification et 300 heures de vol à ce jour, posant les bases de l'émergence de standards internationaux dans l'aviation électrique et hybride.

Une technologie mature, certifiée et prête pour l'industrialisation européenne

Conçu pour allier performance et intégration optimale, ce moteur électrique intègre un ensemble rotor-stator, une électronique de puissance et de contrôle embarquée, ainsi qu'un système de refroidissement par air. Compact et léger, il offre un rapport poids/puissance inédit.

ENGINEUS™ constitue ainsi une véritable alternative aux moteurs thermiques dans l'aviation générale et régionale : plus simple à intégrer sur des avions de petite taille, il facilite l'accès à la certification tout en offrant des niveaux de fiabilité et de sécurité supérieurs aux solutions à piston ou à turbine à gaz.

Sa production en série, prévue dès 2026 sur quatre lignes industrielles automatisées à Niort (France) et Pitstone (Royaume-Uni), est en cours de déploiement, avec le soutien de partenaires publics de référence tels que l'Aerospace Technology Institute (ATI) au Royaume-Uni et la Direction générale de l'aviation civile (DGAC) en France. L'objectif est également de bâtir une *supply chain* européenne



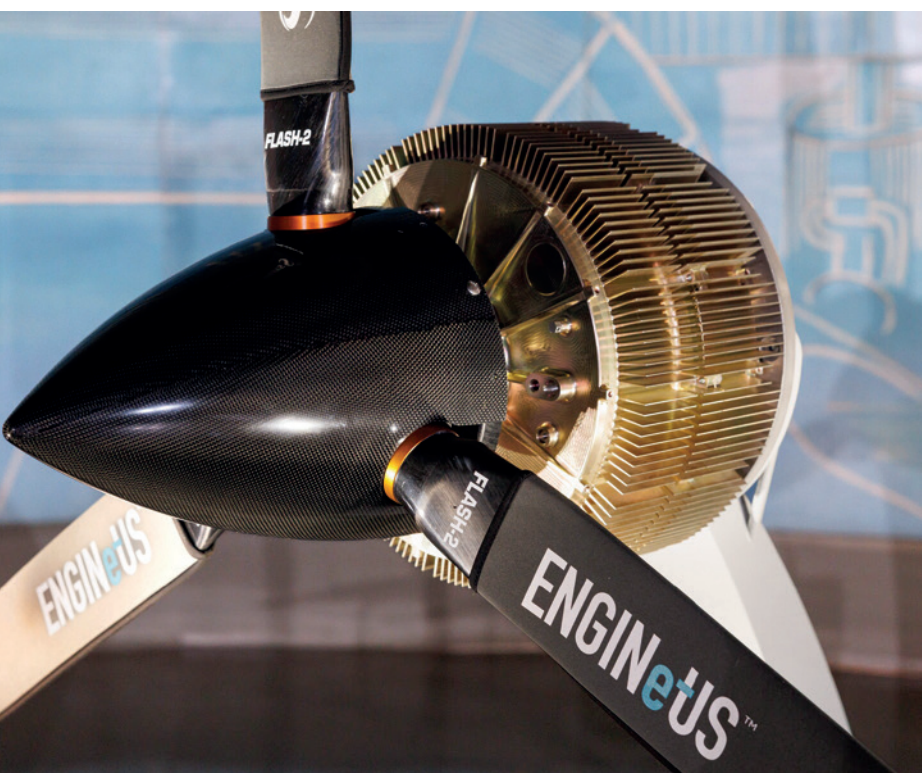
L'Europe dispose aujourd'hui des compétences et du potentiel en terres rares nécessaires pour bâtir une filière électrique aéronautique autonome et compétitive.

Jean-François Rideau, directeur Stratégie et Partenariats de la division Power de Safran Electrical & Power

intégrée, couvrant l'ensemble des technologies : de la production de composants primaires (aimants permanents, composants électroniques), à la fabrication et l'assemblage des éléments critiques tels que le rotor et le stator.

« L'Europe dispose aujourd'hui des compétences et du potentiel en terres rares nécessaires pour bâtir une filière électrique aéronautique autonome et compétitive », assure Jean-François Rideau, directeur Stratégie et Partenariats de la division Power de Safran Electrical

1. EASA : Agence de l'Union européenne pour la sécurité aérienne (European Union Aviation Safety Agency).



ENGINEUS lors de la cérémonie de certification.
© Claire-Lise Havet - Safran

& Power. Cette dynamique s'appuie aussi bien sur ses capacités directes que sur la mise en place de chaînes de recyclage performantes. Consciente de ses fragilités, l'Europe s'organise : l'adoption de textes structurants comme le *Critical Raw Materials Act* et la création de fonds de souveraineté, à l'image du Fonds européen de compétitivité, témoignent d'une dynamique prometteuse.

Engagé dans cette ambition, Safran se positionne comme un partenaire clé des institutions européennes, avec la volonté de contribuer activement à la constitution d'une supply chain souveraine, qui limitera la dépendance vis-à-vis de la Chine et des États-Unis et renforcera la souveraineté technologique du continent.

De l'aviation légère à l'avion hybride régional

ENGINEUS100™ cible dans un premier temps l'aviation légère, notamment les avions d'entraînement et l'aviation privée, dans sa version 130 kW – équivalente au moteur Lycoming O-360 – permettant dès à présent des vols entièrement électriques. Son haut niveau de performance et sa certification CS-E selon la CS-23 (niveaux 1 et 2) ont déjà convaincu plusieurs acteurs, parmi lesquels Diamond Aircraft (eDA40), AURA AERO (Integral E), Bye Aerospace (eFlyer) et TCab Tech (E20).

« Grâce à sa modularité, ENGINEUS™ s'adapte à toutes les architectures, du petit avion à la future génération de transport régional, pour répondre aux

Les solutions que nous développons ouvrent la voie à une aviation plus propre, plus sûre, et à la hauteur des enjeux de demain.

Bruno Bellanger, président de Safran Electrical & Power

ambitions de chaque constructeur », explique Agnès Pronost-Gilles, directrice de la division Power de Safran Electrical & Power.

Cette modularité permet à la famille ENGINEUS™ de proposer d'ores et déjà une large gamme de moteurs électriques, de 100 à 750 kW, couvrant ainsi un vaste marché : de l'aviation générale, en passant par les drones et drones cargo, aux avions commutés (jusqu'à 19 passagers), et jusqu'au transport régional, en alternative aux solutions thermiques actuelles, moteurs à pistons et turbines à gaz.

Vers une aviation décarbonée : perspectives pour 2050

Au-delà du moteur ENGINEUS, Safran structure son offre globale grâce à sa gamme ePower, qui intègre l'ensemble des équipements d'un système électrique embarqué conforme aux standards les plus récents. Safran propose ainsi une gamme complète : moteurs et générateurs électriques, solutions de distribution et de protection des réseaux électriques, gestion de l'énergie, stockage (en partenariat avec Saft, seul fabricant européen de batteries aéronautiques) et harnais, pour répondre à tous les besoins électriques de l'aviation civile.

Cette approche globale et modulaire accompagne l'évolution des architectures avion, qu'il s'agisse d'avions légers, régionaux ou commerciaux, 100 % électriques ou hybrides, afin d'offrir à chaque avionneur des solutions adaptées. Elle cible, en particulier, la prochaine génération d'avions monocouloirs commerciaux, dont l'ultra-frugalité passera par l'hybridation moteur et l'électrification accrue à bord.

Ces solutions, adossées à une *supply chain* européenne en pleine évolution et déployées sur un large spectre d'avions, permettront une réduction progressive des émissions carbone tout en répondant aux exigences d'intégration industrielle et réglementaire. « Les solutions que nous développons ouvrent la voie à une aviation plus propre, plus sûre, et à la hauteur des enjeux de demain », conclut Bruno Bellanger, président de Safran Electrical & Power.

Propos recueillis par Cecil Coulet

Le Green Heat Module : la chaleur électrifiée et bas-carbone pour l'industrie



Johannes Schrüfer,
responsable des solutions
de stockage et solaires,
Kraftanlagen München GmbH,
filiale d'Equans

Avec le *Clean Industrial Deal*, les priorités de la législation européenne évoluent. Elles ne se concentrent plus uniquement sur la décarbonation des procédés industriels, mais également sur la sécurité d'approvisionnement et la compétitivité. Dans ce contexte, la nécessité de diversifier l'approvisionnement de l'industrie en chaleur est devenue urgente, imposant un basculement vers de nouvelles solutions, telles que la chaleur produite à partir d'électricité renouvelable ou bas-carbone.

Électricité renouvelable : une opportunité accompagnée de certains défis

La production d'électricité issue de sources renouvelables augmente de manière significative mais cette offre importante se heurte parfois à une demande trop faible pour l'absorber. Cette demande réduite entraîne une chute importante des prix de l'électricité et une saturation des réseaux de distribution car, bien que certaines solutions existent, la demande ne peut pas être adaptée de manière immédiate à l'offre d'électricité, notamment dans le secteur industriel.

Aujourd'hui, il n'existe pas encore de stratégie permettant de coupler le secteur de l'électricité avec celui de la chaleur, alors même que le potentiel de couplage est considérable.

L'émergence du stockage d'énergie thermique

L'étude « Net-zero heat » de McKinsey, publiée en ligne en 2022¹, comparant différentes options de décarbonation, conclut que les systèmes de pompes à chaleur permettent d'atteindre le coût actualisé de la chaleur le plus faible. Toutefois, les pompes à chaleur sont aujourd'hui limitées à des températures allant jusqu'à 150 à 200 °C.

Pour des températures entre 200 °C et 1 000 °C, les chauffages électriques combinés à un système de stockage d'énergie thermique (*Thermal Energy Storage*, TES) présentent des coûts de production similaires, voire inférieurs, à ceux du « gaz propre » susceptible d'être utilisé dans les chaudières à gaz.

Si les chaudières convertissant l'électricité en chaleur sont déjà largement

utilisées par nos clients, le marché du *power-to-heat*, associé à un stockage d'énergie thermique (TES), est tout juste en train d'émerger avec le développement des premières installations pilotes dans l'Union européenne.

Le Green Heat Module : une solution pour exploiter le potentiel du stockage *power-to-heat*

Le système Green Heat Module (GHM) tire parti de ces nouvelles opportunités. Il se compose d'un système de chauffage électrique aéraulique associé à une unité de stockage thermique constituée de briques en céramique disposées en nid d'abeilles.

Lorsque les prix de l'électricité passent sous ceux du gaz vert (par exemple 50 €/MWh), les systèmes de chauffage électrique aérauliques sont activés afin de produire de la chaleur à un coût moins élevé qu'en ayant recours au gaz naturel et de charger le module de stockage². La figure 1 illustre

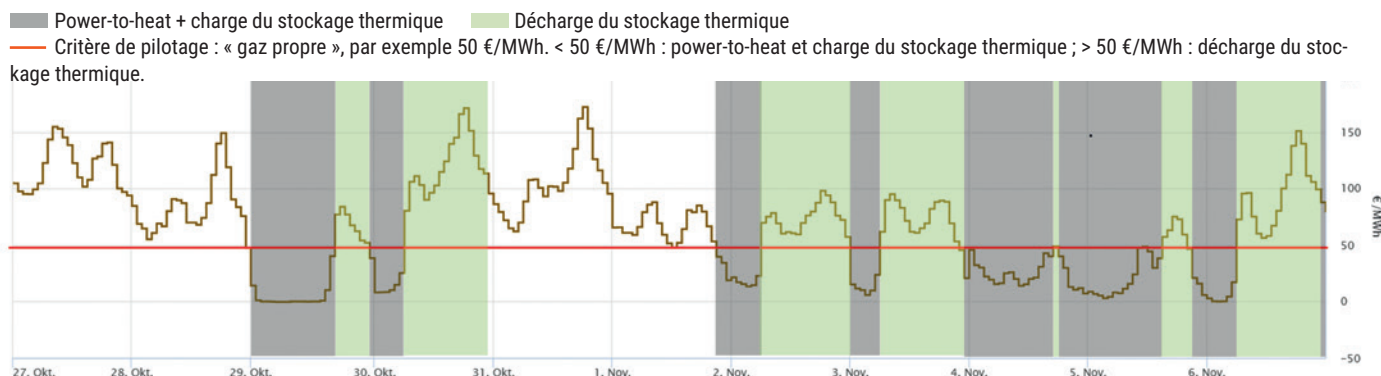


Figure 1 : Pilotage du système de chauffage électrique (Power-to-heat) et du stockage thermique (charge en gris et décharge en vert). Graphique basé sur les données de la Bundesnetzagentur.

1. McKinsey & Company 2022: "Net-zero heat – Long Duration Energy Storage to accelerate energy system decarbonization" (online).
2. Bundesnetzagentur, link: smard.de/home

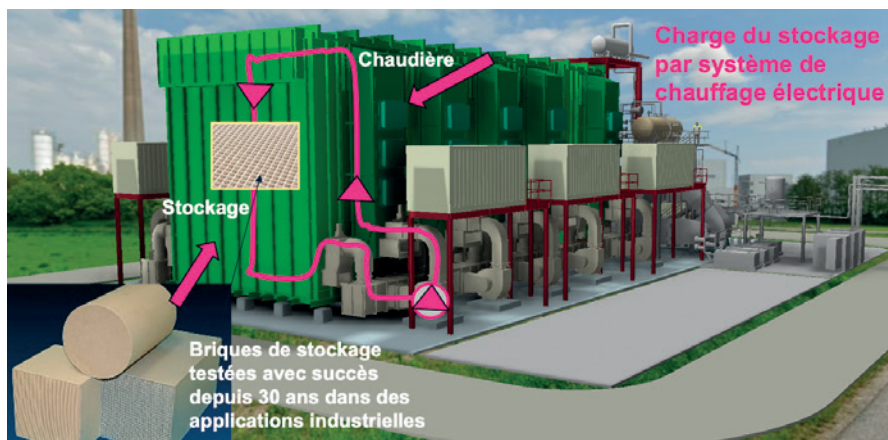


Figure 2: Green Heat Module : le chauffage électrique est activé et le stockage est chargé lorsque les prix de l'électricité sont favorables. Source : Equans.

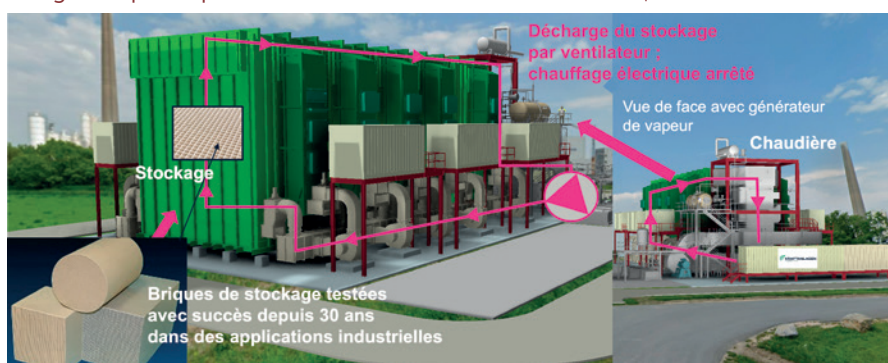


Figure 3: Green Heat Module : décharge du stockage afin de compenser les périodes de prix élevés de l'électricité ; le chauffage électrique est désactivé. Source : Equans.

ce mécanisme à partir d'un exemple observé sur la bourse allemande de l'électricité entre le 28 octobre et le 6 novembre 2023.

Au cours de ce processus, de l'air froid est chauffé par voie électrique entre 500 °C et 1 000 °C dans un système en boucle fermée, afin de transférer l'énergie thermique à la structure alvéolaire en céramique, grâce à sa très grande surface d'échange (figure 2).

Si le prix de l'électricité dépasse celui du gaz renouvelable, le chauffage électrique est désactivé et l'installation de stockage commence sa phase de décharge. La taille optimale du stockage peut être déterminée en fonction de facteurs économiques ou des exigences de sécurité d'approvisionnement de la charge. Le flux d'air chaud, dont la température peut atteindre 1 000 °C, peut être utilisé directement dans des procédés de séchage ou pour alimenter un échangeur de chaleur.

Les bénéfices environnementaux

et économiques de ce système sont importants :

- rendement de conversion élevé, jusqu'à 95 % ;
- fourniture de chaleur de procédé 24 heures sur 24, sans émissions directes de CO₂ ;
- température de décharge élevée et constante ;
- système de stockage respectueux de l'environnement : absence de matériaux toxiques, inflammables ou dangereux, et aucune exigence de procédure d'autorisation au titre de la directive Seveso III ;
- chaleur de procédé fondée sur les énergies renouvelables, sans coût de combustible avec des prix durablement stables ;
- transformation de la chaleur de procédé à coût neutre.

Le GHM fonctionne comme une solution additionnelle à toute installation thermique. Il peut être intégré sans modifier le procédé de production.

Un cadre politique pour soutenir la chaleur industrielle verte ou bas-carbone

De nouveaux fonds ont été créés aux niveaux européens, nationaux et régionaux afin de soutenir les systèmes fondés sur l'électricité, à hauteur de 25 % à 60 % du montant de l'investissement. La Banque européenne de décarbonation industrielle, notamment, a lancé un appel à projets de 1 milliard d'euros principalement destiné à l'électrification des procédés industriels.

Cette nouvelle et claire orientation vers l'électrification comme principale voie de décarbonation nous semble pertinente. Dans le dernier appel BIK du ministère fédéral allemand de l'Économie, pratiquement l'ensemble des engagements de financement attribués l'ont été à des projets impliquant un procédé de chauffage électrique³.

Par ailleurs, la Commission européenne a reconnu dans son plan d'action *Clean Industrial Deal*⁴ que le système actuel des redevances et des frais de réseau devait être reconsidéré. En réduisant les économies brutes réalisées grâce à l'utilisation de générateurs de chaleur électriques, ces frais freinent les possibilités de valoriser dans le réseau, comme source nouvelle d'énergie, l'excédent d'électricité verte. À titre d'exemple, le régulateur allemand des réseaux, la Bundesnetzagentur, est favorable à la mise en place de tarifs d'utilisation de réseau flexibles dans le cadre de la réforme qu'il a initiée des tarifs d'accès au réseau.

Afin d'éviter la désindustrialisation et l'apparition de nouvelles dépendances aux combustibles fossiles, les réseaux électriques doivent être opérés de manière dynamique. Il sera ainsi possible de maximiser le potentiel des sources d'énergie renouvelable, du couplage sectoriel et de nouvelles technologies comme le GHM, au service d'une économie européenne indépendante, compétitive et respectueuse de l'environnement.

3. BIK-BMW 2025, link online: https://www.klimaschutz-industrie.de/fileadmin/kei/Dateien/Bundesfoerderung_Industrie_Klimaschutz/uebersicht-bik-projekte-foerderungswettbewerb-2025.pdf

4. EU COMMISSION 2025: "Delivering on the Clean Industrial Deal I", page 4, (online).

La flexibilité de la demande : un levier sous-exploité de l'électrification européenne

L'électrification des usages est largement reconnue comme l'un des piliers de la politique énergie-climat européenne. Pourtant, malgré des objectifs ambitieux et un consensus politique croissant, la part de l'électricité dans la consommation finale d'énergie n'augmente pas assez rapidement. Les raisons en sont multiples, mais un levier en particulier reste sous-exploité malgré son rôle essentiel : la flexibilité de la demande, *Demand-Side Flexibility (DSF)* en anglais. Chez smartEn, nous ne voyons pas le potentiel de la DSF seulement comme une étape technique mais comme une condition indispensable pour rendre l'électrification européenne abordable, résiliente et compétitive.



Michael Villa,
directeur exécutif
de smartEn

La flexibilité de la demande, un atout dont la valeur a déjà été démontrée

Trois priorités dominent aujourd'hui le débat énergétique européen : l'accessibilité des prix, la compétitivité industrielle et la sécurité énergétique. À Bruxelles, les décideurs continuent de chercher de nouvelles idées pour répondre à ces enjeux, alors même qu'une solution est disponible et trop peu prise en compte.

La DSF s'appuie sur un nombre croissant de modèles commerciaux, de technologies et de prestataires de services qui forment ensemble l'industrie de la gestion de la flexibilité de la demande (*Flexible Demand Management Industry - FDMI*). Toutefois, cette filière de la cleantech se développe de manière inégale à travers l'Europe. Dans certains États membres, elle est déjà bien établie ; dans d'autres, elle reste limitée, voire inexistante. Notre récente publication,

'smartEn Map 2025 on the Flexible Demand Management Industry', montre où en est aujourd'hui cette technologie essentielle à l'électrification européenne et met en évidence le lien direct entre cadres réglementaires favorables et développement du marché. Le récent rapport de l'Agence internationale de l'énergie, *The Value of Demand Flexibility - Benefits beyond balancing*, confirme également ce que nous savons déjà : la flexibilité quotidienne du système devrait plus que doubler d'ici 2030 d'après nos prévisions. La question n'est donc plus de savoir si la DSF est importante, mais comment l'activer à grande échelle.

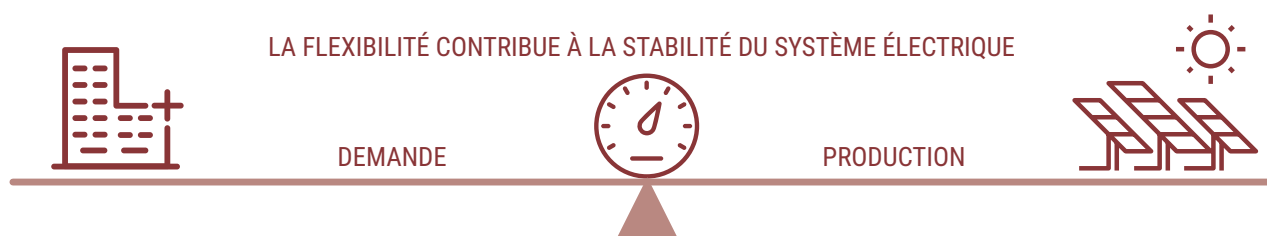
Réalités de marché et défis réglementaires

Notre rapport 2025 sur le marché de la flexibilité de la demande *2025 Annual Market Monitor for Demand-Side Flexibility* dresse également un constat contrasté. Si certains pays ont réalisé

des progrès significatifs dans l'activation de la flexibilité de la demande, d'autres restent freinés par des barrières réglementaires, un manque d'incitations de marché ou une sensibilisation insuffisante.

Le rapport montre que, là où des cadres favorables existent, les technologies innovantes de flexibilité se développent rapidement. À l'inverse, lorsque les obstacles persistent, le potentiel de la DSF demeure largement inexploité, privant les consommateurs et les systèmes énergétiques de solutions de décarbonation et d'électrification pourtant rentables.

Une compréhension claire et une quantification précise des besoins systémiques en flexibilité sont essentielles. Le risque, sans cela, est de passer à côté des trajectoires les plus efficaces sur le plan économique pour progresser vers



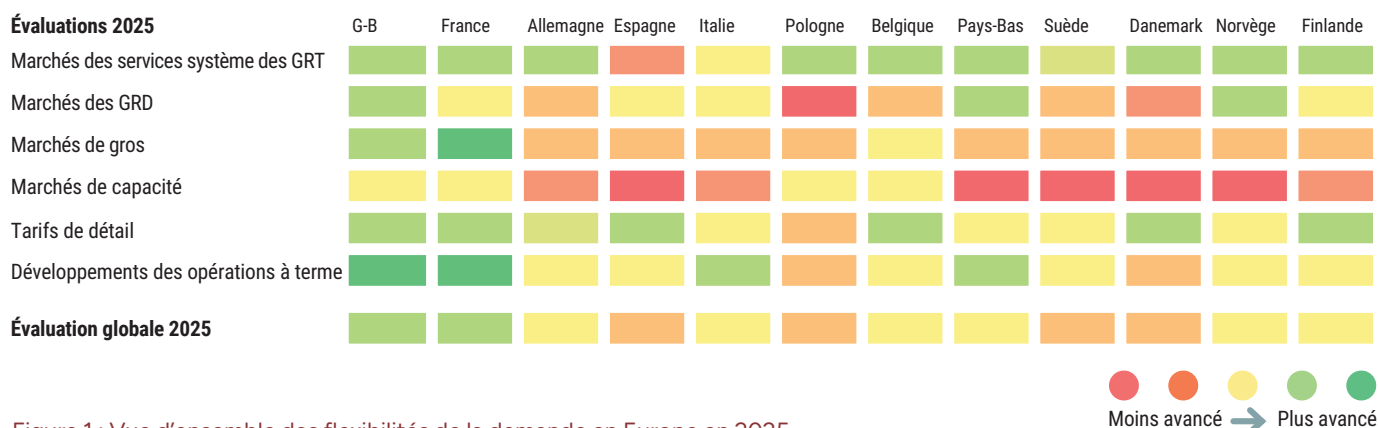


Figure 1 : Vue d'ensemble des flexibilités de la demande en Europe en 2025.

Source : 2025 Annual Market Monitor for Demand-Side Flexibility.

une économie décarbonée et électrifiée. L'activation de la demande flexible doit devenir une priorité – non pas comme une obligation institutionnelle abstraite, mais comme une opportunité de marché attractive et bénéfique à la fois pour le système énergétique et pour les consommateurs.

La lenteur des progrès est d'autant plus notable que le paquet *Clean Energy Package* adopté en 2019 contenait déjà l'essentiel des réformes nécessaires pour permettre aux pays européens d'atteindre leur potentiel maximal de verdissement et d'exploiter les possibilités de la gestion de la flexibilité de la demande. La mise en œuvre de ces mesures est restée inégale. Un élément positif mérite toutefois d'être souligné : le futur code de réseau sur la réponse à la demande (*Network Code on Demand Response*), encore en cours de négociation, devrait apporter une clarification attendue ainsi qu'une harmonisation renforcée à l'échelle européenne. Il pourrait enfin permettre le développement de la flexibilité de la demande et sa valorisation via différents modèles commerciaux, en réduisant l'écart entre les objectifs réglementaires et la réalité du marché.

Le rôle du plan d'action européen pour l'électrification

Le plan d'action européen pour l'électrification (*Electrification Action Plan* – EAP) représente une opportunité décisive pour placer la flexibilité de la demande au cœur de la

stratégie européenne d'électrification afin d'atteindre l'objectif européen de 32 % d'électrification d'ici 2030.

Premièrement, les États membres devraient intégrer des objectifs explicites d'électrification et de flexibilité dans leurs plans nationaux énergie-climat, avec des jalons clairs et des prévisions de demande précises. Deuxièmement, le design de marché doit évoluer afin de mieux rémunérer la flexibilité, supprimer les barrières existantes et garantir un accès équitable à tous les consommateurs, des véhicules électriques aux ménages, en passant par l'industrie. Enfin, les financements européens devraient prioritairement soutenir des projets d'électrification intelligente combinant digitalisation, flexibilité des réseaux et participation active des consommateurs.

Un appel à l'action : faire de la flexibilité de la demande un actif stratégique

Le temps des projets pilotes et des démonstrateurs à petite échelle doit désormais laisser place à un déploiement massif. La flexibilité de la demande doit être intégrée dans la planification énergétique nationale et reconnue par l'ensemble des acteurs, des décideurs publics aux consommateurs, comme une ressource centrale du système énergétique.

L'année 2026 doit marquer le passage à l'action. Le plan d'action pour l'électrification ainsi que les évaluations nationales des besoins de flexibilité, exigées de tous les États membres, permettront

d'identifier les besoins systémiques en flexibilité et les solutions les plus efficaces économiquement. Il s'agit d'une occasion majeure pour intégrer pleinement la DSF dans les stratégies énergétiques nationales et garantir que la flexibilité de la demande joue un rôle central dans l'atteinte des objectifs européens d'électrification.

La flexibilité de la demande n'est pas seulement un outil technique : c'est un atout stratégique pour la transition énergétique européenne. En activant la flexibilité de la demande à grande échelle, l'électrification pourra devenir plus abordable, plus résiliente et plus compétitive. Les bases sont déjà en place. Il faut désormais passer à l'action.

Constats et enjeux de l'électrification pour RTE



© Seinet-Lafontan

Olivier Houvenagel,
directeur Économie du
système électrique, RTE

Aujourd'hui, l'électricité est omniprésente, mais elle n'est pas dominante dans la consommation énergétique de la France. Elle représente moins de la moitié du chauffage des bâtiments, une part minoritaire dans l'industrie française et est marginale dans le secteur des transports (hors ferroviaire). Même constat en Europe : l'électricité n'y représente qu'environ un quart de la consommation énergétique finale.

Une stratégie de décarbonation réussie via l'électrification rapide, permettrait de lutter contre le changement climatique, de réduire des dépendances aux énergies fossiles importées et d'améliorer la balance commerciale. Accompagner l'électrification des usages constitue donc l'un des principaux défis de la politique énergétique en France et en Europe.

Le Bilan Prévisionnel 2025 de RTE, montre que la part de l'électricité dans la consommation d'énergie finale stagne en France autour de 450 TWh/an, en dessous des 475-480 TWh/an enregistrés dans les années 2010. Parallèlement, la France a retrouvé un haut niveau de production d'électricité bas-carbone s'appuyant sur la production nucléaire et les énergies renouvelables, impliquant des niveaux records d'exportation en 2024 et 2025.

Ce niveau de production est particulièrement favorable au développement de nouveaux usages.

Stimuler l'électrification des usages, une condition sine qua non pour la réalisation des objectifs climatiques de l'UE et de la France et pour renforcer leurs souverainetés

Dans son Bilan prévisionnel 2025, RTE identifie les conditions dans lesquelles la décarbonation de l'économie française peut être réalisée :

- une électrification rapide des usages finaux, complétée d'une bascule vers d'autres vecteurs énergétiques bas carbone ;

- un accroissement de la production d'électricité bas-carbone cohérent avec l'augmentation de la consommation, garantissant la décarbonation et la sécurité d'approvisionnement ;
- le développement et le renforcement des réseaux électriques, tant au niveau du transport que de la distribution, facteur clé de l'électrification ;
- la poursuite des efforts d'efficacité et de sobriété énergétiques.

Sur cette base, RTE envisage deux trajectoires de décarbonation (figure 1) :

- une trajectoire de décarbonation rapide avec une forte accélération de l'électrification (35 % en 2030, 40-45 % en 2035), alignée sur les objectifs climatiques européens ;

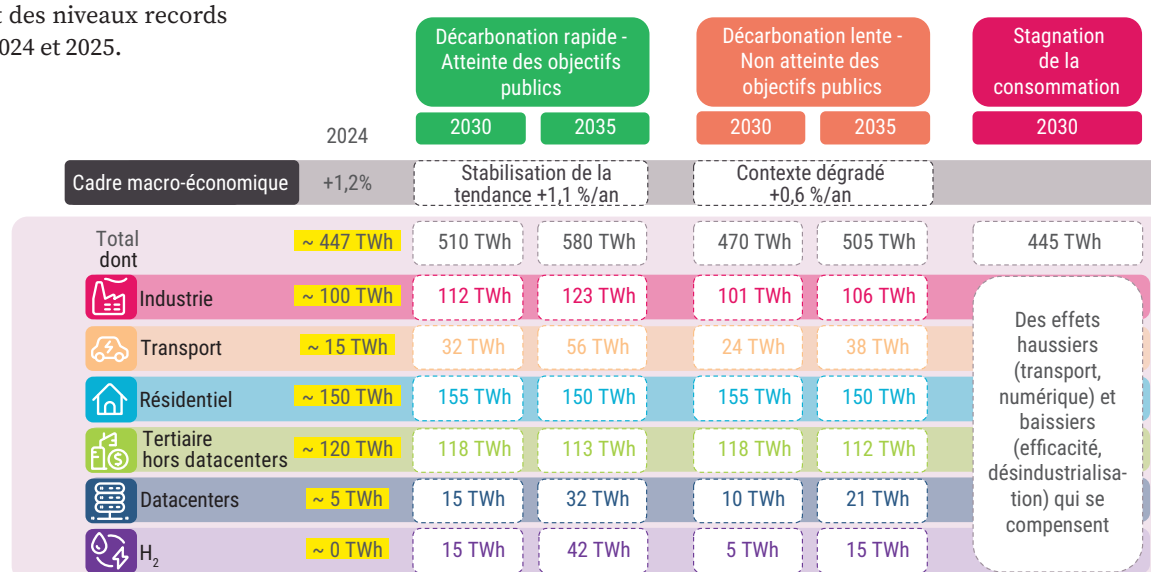


Figure 1 : Principales hypothèses associées aux trajectoires de consommation d'électricité du Bilan prévisionnel 2025. Source : RTE

D'ici
2030

+60 TWh
(+12 TWh/an)
Rythme proche de celui
observé dans les années
1980/1990

+25 TWh
(+4 TWh/an)
Légère inflexion par
rapport à 2024 (surtout à
partir de 2027)

+0 TWh
Trajectoire
normative



● une trajectoire de décarbonation plus lente, reflétant un développement soutenu mais plus progressif des usages électriques dans l'ensemble des secteurs. La France n'atteindrait alors pas l'objectif pour 2030 (-55 % émission GES).

Le transport constitue le principal potentiel de croissance à court terme : dans la trajectoire de décarbonation rapide, près de huit millions de véhicules électriques seraient en circulation en 2030, représentant une multiplication par dix de la demande d'électricité associée d'ici 2035. Cependant, le ralentissement des ventes observé en France en 2024 (lié à la conjoncture économique et à la réduction des incitations à l'achat) souligne l'importance d'avoir des politiques stables et prévisibles pour soutenir l'électrification dans ce secteur.

L'industrie et l'hydrogène représentent également un potentiel important pour l'électrification. De nombreux projets existent mais peinent à se concrétiser en raison du contexte macroéconomique dégradé et des enjeux de compétitivité.

Récemment, les data centers sur sites dédiés se développent rapidement et apparaissent comme un nouveau segment à forte consommation électrique, avec une augmentation de la demande d'électricité estimée à environ 30 TWh d'ici 2035 dans un contexte d'enjeu pour accroître la souveraineté numérique et d'évolution des besoins de l'IA.

Le paradoxe actuel est que malgré les près de 30 GW de contrats de raccordement (data centers, hydrogène

et dérivés, industrie) conclus (correspondant à 200 projets individuels), la consommation électrique réelle reste stable. L'enjeu réside dans la concrétisation effective de ces projets pour que la France puisse atteindre ses objectifs de décarbonation. Les politiques publiques doivent donner la priorité à l'accélération de l'électrification dans les segments clés de la décarbonation qui constitue les leviers d'action majeurs pour réussir la stratégie de décarbonation et de souveraineté énergétique.

Créer un cadre favorable pour réaliser les nécessaires développements et renforcements des réseaux

Le réseau fait partie des atouts de la France pour permettre l'électrification : il n'est pas saturé, financé à bas coûts, et les investissements dans le renouvellement de l'infrastructure ont déjà fait l'objet d'une accélération dans les dernières années et sont le premier poste d'investissement de RTE.

L'enjeu des prochaines années est de s'assurer que le réseau demeure compétitif alors que le pays se situe en forte concurrence internationale pour l'accueil de nouvelles industries. RTE a proposé en février 2025 une stratégie de développement du réseau orientée sur le renouvellement, le raccordement, et le renforcement et conçu pour que l'investissement dans l'infrastructure soit soutenable sur le plan industriel, environnemental, humain et financier. Ce plan s'élève à environ 100 milliards

d'euros sur 15 ans, ce qui est considérable. Il a fait l'objet d'un débat public en 2025 et d'une validation de la Commission de régulation de l'énergie. Elle soutient la stratégie proposée par RTE et souligne que ce plan est le plus optimisé d'Europe.

Au niveau européen, les réseaux sont désormais appréhendés par la Commission comme un élément fondamental de la stratégie de décarbonation. La question de leur financement devient très prégnante. Elle vient d'ailleurs de publier un paquet réseau sur le développement des interconnexions. Néanmoins, comme l'a souligné le rapport Draghi, ce développement ne peut se faire sans les adaptations nécessaires du réseau interne. Par ailleurs, compte tenu de l'ampleur des investissements, il faut orienter les financements, notamment européens, uniquement vers les projets qui sont les plus stratégiques pour la décarbonation et la souveraineté.

Assurer dans la durée l'équilibre du système électrique

Le développement de la flexibilité de la demande et du stockage est un levier essentiel pour gérer les pics, intégrer la production renouvelable variable, faciliter l'exploitation du système électrique et optimiser les besoins de renforcement du réseau. Cette flexibilité peut se matérialiser sous différentes formes : gestion intelligente du chauffage, optimisation du placement de la recharge des véhicules électriques, flexibilité des électrolyseurs flexibles, effacements industriels, etc. Des signaux de prix appropriés sont essentiels pour encourager son développement, par exemple en s'appuyant sur des évolutions des plages heures pleines/heures creuses dans les dispositifs de marché et de tarification.

Dans le Bilan prévisionnel 2025, RTE met en évidence les priorités à respecter pour garantir l'équilibre à chaque instant du système électrique (par ex. : maîtrise du plan de tension, participation des installations renouvelables au mécanisme d'ajustement, pilotage des installations renouvelables pendant les épisodes de prix négatifs, etc.).

Réseaux électriques : un pilier stratégique de l'électrification en Europe

Face à l'essor de l'électrification des usages, les réseaux électriques s'imposent comme un maillon stratégique de la transition énergétique. Entre modernisation des infrastructures, intégration des énergies renouvelables et digitalisation, les acteurs du secteur déploient des solutions concrètes pour rendre les systèmes électriques plus flexibles, résilients et adaptés aux défis mondiaux.



L'électrification des usages s'impose aujourd'hui comme un levier central de la transition énergétique en France et en Europe. Mobilité, industrie, bâtiments : tous les secteurs sont concernés par cette transformation, qui repose sur une énergie à la fois décarbonée, pilotable et disponible localement. L'électricité permet en effet de répondre à un double enjeu stratégique : renforcer la souveraineté énergétique en limitant la dépendance aux énergies fossiles importées, tout en accélérant la réduction des émissions de gaz à effet de serre grâce au développement des énergies renouvelables et du nucléaire. Elle constitue ainsi un vecteur essentiel de réindustrialisation et de compétitivité pour les économies européennes.

Cette transformation s'accompagne toutefois de nombreux défis. Sur le plan technique, les réseaux doivent absorber une demande croissante, plus diffuse et plus variable, liée notamment à l'essor des véhicules électriques, à l'électrification des procédés industriels ou encore à l'intégration massive d'énergies intermittentes comme le solaire et l'éolien. Plus significatifs encore, dans un contexte de plein essor de l'intelligence artificielle, les besoins énergétiques des data centers



Dominique Ferreira,
directeur de la marque
Omexom, VINCI Energies

connaissent une croissance rapide. Particulièrement gourmandes en électricité, ces infrastructures pourraient à elles seules représenter près de 10 % de l'augmentation de la demande électrique d'ici 2050.

Sur le plan économique, les investissements nécessaires sont considérables et doivent être engagés dans des délais contraints. Enfin, les cadres réglementaires doivent évoluer pour accompagner ces transformations, favoriser l'innovation et encourager de nouveaux modèles comme l'autoconsommation, les communautés énergétiques ou la flexibilité de la demande. À cela s'ajoute un impératif croissant : renforcer la résilience des réseaux face aux événements climatiques extrêmes.

Réseaux électriques : un investissement aussi stratégique que la production

Dans ce contexte, un constat s'impose : pour un euro investi dans la production d'électricité, il faut également investir un euro dans les réseaux. Longtemps considérées comme des infrastructures invisibles, les infrastructures électriques deviennent aujourd'hui un élément clé de la transition énergétique. Elles constituent la colonne vertébrale du système énergétique, assurant en permanence l'équilibre entre production et consommation, tout en garantissant la qualité et la continuité de l'alimentation.

C'est précisément dans ce domaine que l'expertise des acteurs spécialisés dans les infrastructures d'énergie joue un rôle majeur dans la modernisation et l'optimisation des réseaux électriques à travers plusieurs leviers complémentaires. Elle intervient d'abord sur le renforcement des infrastructures existantes, en modernisant les réseaux haute, moyenne et basse tension afin d'en augmenter la capacité, la fiabilité et la durée de vie. Elle contribue également au développement des interconnexions européennes, indispensables pour

équilibrer l'offre et la demande à l'échelle du continent, mutualiser les ressources énergétiques et sécuriser l'approvisionnement.

Par ailleurs, les entreprises du secteur accompagnent l'intégration des énergies renouvelables en adaptant les réseaux à des productions de plus en plus décentralisées et intermittentes, tout en développant des solutions de stockage et de pilotage des flux. Elles déploient également des réseaux intelligents capables de collecter et d'analyser en temps réel des données afin d'optimiser l'usage des infrastructures et d'anticiper les variations de consommation. Enfin, elles soutiennent directement l'électrification des usages, qu'il s'agisse de la mobilité électrique, des bâtiments ou des infrastructures urbaines, avec une approche globale allant de la conception à l'exploitation et à la maintenance.

Moderniser et interconnecter pour sécuriser l'approvisionnement

Ces expertises se traduisent concrètement par de nombreux projets en Europe. En Allemagne, à Bönningheim, la modernisation d'un réseau haute tension a ainsi permis de mieux intégrer les énergies renouvelables. Ce projet pilote illustre la nécessité d'adapter des infrastructures parfois vieillissantes à des flux électriques plus complexes et fluctuants, tout en améliorant leur performance environnementale grâce à l'utilisation d'équipements plus sobres.

À une autre échelle, l'électrification du port de Barcelone témoigne de la capacité à intervenir sur des projets structurants et multi-pays. En permettant aux navires de se connecter au réseau électrique à quai, cette infrastructure réduit significativement les émissions polluantes locales tout en renforçant les systèmes énergétiques portuaires. Elle s'inscrit dans une logique d'interconnexion et de convergence des réseaux à l'échelle européenne.

Intégrer les renouvelables et optimiser les flux électriques

L'intégration des énergies renouvelables se concrétise également à travers le déploiement de solutions photovoltaïques par exemple sur des bâtiments publics, contribuant à une production locale et à une moindre dépendance au réseau centralisé. Ces installations s'accompagnent de solutions de supervision et de maintenance permettant d'en optimiser la performance sur le long terme.

Le projet WAVE, développé à Lille, va encore plus loin en expérimentant

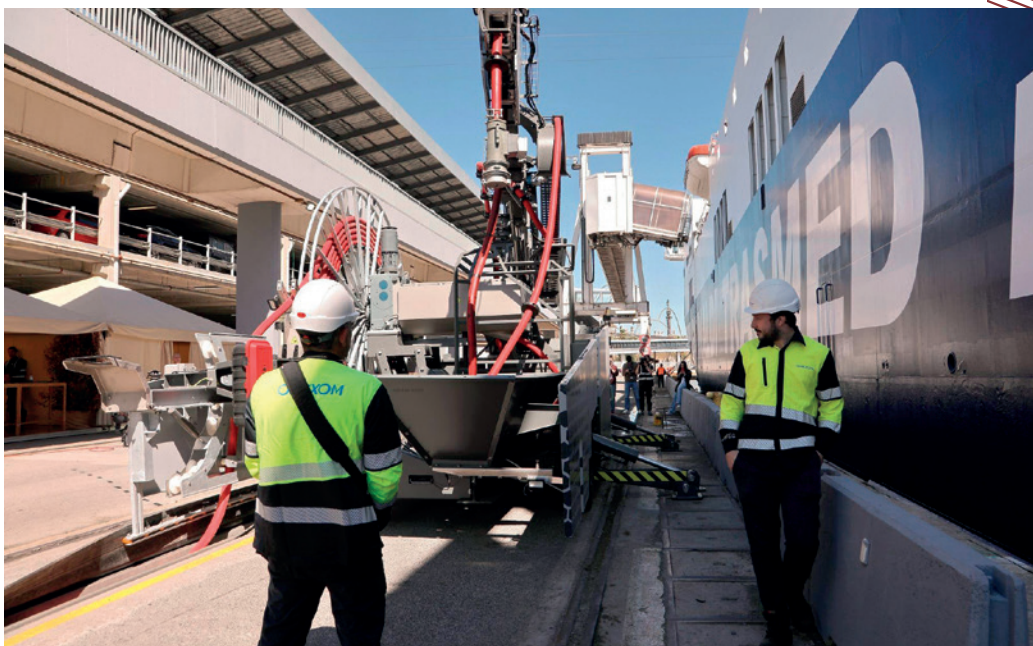
l'alimentation en courant continu dans les bâtiments. Cette innovation permet d'améliorer significativement l'efficacité énergétique, en limitant les conversions d'énergie et donc les pertes, tout en facilitant l'intégration des sources renouvelables et des systèmes de stockage.

La digitalisation des réseaux constitue un autre axe majeur. Le projet SmartMagne, dans le Cher, illustre le potentiel des *smart grids* : grâce à l'intelligence artificielle, il permet d'optimiser en temps réel la production et la consommation d'électricité à l'échelle locale, favorisant l'autoconsommation collective et une meilleure gestion des pointes de demande.

Des infrastructures plus résilientes face aux aléas climatiques

Enfin, au Portugal, un système intelligent de surveillance des lignes haute tension contribue à renforcer la résilience des réseaux face aux aléas climatiques. Il permet de détecter des anomalies annonciatrices d'incendies ou d'événements extrêmes. En analysant en continu les données du réseau, ce dispositif permet d'anticiper les risques, d'alerter les opérateurs et d'intervenir en amont, voire de déconnecter préventivement certaines lignes pour éviter des coupures majeures. Cette approche illustre le passage d'une logique curative, consistant à réparer après incident, à une logique préventive fondée sur l'anticipation et la gestion des risques. Elle s'inscrit pleinement dans les enjeux d'adaptation des infrastructures énergétiques au changement climatique.

À travers ces réalisations, ces projets participent activement à la transformation des réseaux électriques en systèmes plus intelligents, flexibles et résilients. Des infrastructures indispensables pour accompagner l'électrification croissante des usages et construire un modèle énergétique à la fois durable, souverain et performant à l'échelle européenne.



Électrification du port de Barcelone.

© Anna Kristová

Enedis accompagne le développement des flexibilités distribuées



Timothée Furois,
directeur projet
Flexibilités, Enedis

Les flexibilités des installations connectées au réseau public de distribution sont essentielles au bon fonctionnement du système électrique. Elles contribuent à satisfaire les besoins croissants d'équilibre entre l'offre et la demande et à résoudre les situations de congestion des réseaux publics de transport et de distribution. Pour répondre à ces enjeux, Enedis structure son action autour de trois axes prioritaires de développement.

Faciliter le développement des flexibilités au service de l'équilibre offre-demande

Ces flexibilités peuvent être structurelles, dynamiques ou de sauvegarde, en mettant en particulier au service des acteurs de flexibilités les fonctionnalités de la chaîne de comptage et les services afférents.

La pénétration croissante des énergies renouvelables (EnR) rend le profil de production plus variable, nécessitant un recours accru aux flexibilités pour la sécurité d'approvisionnement. Elle génère également des périodes structurelles d'abondance de production décarbonée, particulièrement lors de la « cloche solaire » où la demande résiduelle – c.-à-d. la consommation qu'il reste à approvisionner par des moyens pilotables, déduction faite de la production renouvelable fatale – se creuse de

plus en plus avec le développement du solaire, appelant, autant que possible, au déplacement des consommations vers ces moments (figure 1).

Les flexibilités structurelles sont celles qui permettent de répondre aux évolutions prévisibles de l'offre et de la demande : il s'agit de flexibilités visant à s'adapter au fait que la consommation est structurellement plus élevée en hiver qu'en été, en semaine que le week-end et que la production solaire est plus abondante en milieu de journée, particulièrement l'été, etc.

Sur des échéances plus courtes, l'équilibre du système électrique nécessite le recours à **des flexibilités dynamiques** pour pallier la variabilité de la consommation et de la production prévisible de quelques jours à quelques heures à l'avance.

Ces enjeux d'équilibre offre-demande, pour la sécurité d'approvisionnement

et l'optimisation du système électrique, sont la source principale du besoin de développement des flexibilités et c'est en répondant à ces enjeux qu'elles trouveront leur principale valeur. Enedis se mobilise pour les développer :

- d'une part, en adaptant le signal heures pleines/heures creuses pour favoriser le développement de flexibilités structurelles cohérentes avec l'évolution du système électrique, qui conduit à ce que la période entre 11 h et 17 h soit plus propice qu'auparavant pour consommer l'électricité, en particulier en été.

Enedis est ainsi pleinement mobilisé pour adapter le signal tarifaire, en mettant en œuvre le chantier de saisonnalisation des heures creuses qui consiste à revoir le placement des heures creuses pour les placer davantage en milieu de journée, principalement l'été, aux moments

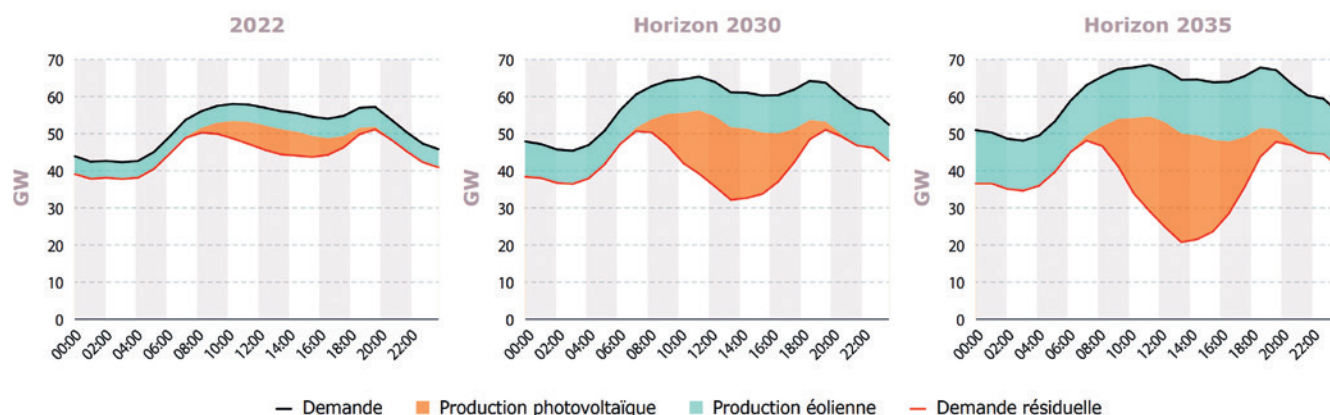


Figure 1 : Évolution du profil horaire moyen sur les jours ouvrés de la consommation résiduelle (hors usages pilotés) entre 2022 et 2025.

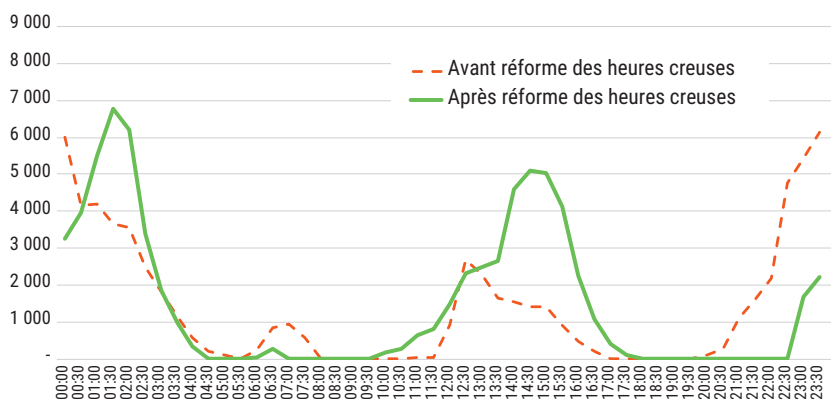


Figure 2 : Profil journalier de consommation des ballons d'eau chaude pilotés sur le signal des heures creuses aujourd'hui et après la réforme en cours.

Le dispositif des heures (HP/HC) a été introduit dès les années 60 consécutivement à la mise en service des premières centrales nucléaires et étendu dans les années 70-80 aux clients résidentiels et petits professionnels souhaitant programmer certains usages. Il produit des volumes de flexibilités significatifs (7 à 8 GW déplacés après la pointe du soir aujourd'hui), notamment grâce au pilotage des ballons d'eau chaude, et a un effet important pour le système électrique. La réforme en cours permettra de déplacer jusqu'à 5 GW au moment du pic de production solaire.

où la production décarbonée est la plus abondante et où les prix sur les marchés sont structurellement les plus bas, en favorisant ainsi le déplacement des consommations vers les moments les plus propices.

- d'autre part, en mobilisant les fonctionnalités de notre chaîne de comptage pour permettre la mobilisation à grande échelle des flexibilités dynamiques, dans des conditions industrielles, qu'elles soient portées par des fournisseurs ou par des opérateurs de flexibilité : cela passe notamment par la mise à disposition des courbes de charge grâce à Linky, la mise à disposition de calendriers fournisseurs favorables aux offres flexibles, la mise à disposition des acteurs du marché de nos capacités de traitement de données en masse, avec par exemple le déploiement d'une nouvelle méthode de contrôle du réalisé, dite méthode des panels, qui contribuera à garantir la robustesse de la mesure de la réalisation d'une activation de flexibilité diffuse.

Mobiliser les flexibilités pour faciliter l'insertion des EnR et optimiser le réseau de distribution

Le développement des EnR implique des investissements significatifs dans les réseaux. À horizon 2035, le réseau de distribution pourrait accueillir près de 100 GW de capacités de production, contre 56 GW à fin 2025. Le temps de réalisation des travaux sur le réseau ne coïncide pas nécessairement avec celui des projets EnR. Si, jusqu'à présent, nous avons bénéficié du bon dimensionnement du réseau électrique français, dans certaines zones très limitées du territoire, le réseau ne peut plus accueillir de nouveaux projets EnR sans

la réalisation de travaux importants.

C'est pourquoi Enedis agit pour optimiser l'utilisation du réseau par le recours aux flexibilités, dans le but de faciliter l'insertion des EnR et de gérer efficacement les investissements. L'enjeu n'est pas d'équilibrer en tout point du réseau production et consommation, ce qui serait sous-optimal, mais de gérer les problématiques de congestion en s'assurant que les flux sur le réseau n'excèdent pas ses capacités. Pour cela, Enedis développe un nouvel outil de conduite du réseau pour optimiser la gestion des flux et identifier les leviers permettant de lever les contraintes. Le projet REFLEX permet de proposer des raccordements plus rapides et moins coûteux aux projets EnR, avec des limitations ponctuelles de puissance. Un nouveau plan de tension, permettant d'accueillir 2 à 3 GW supplémentaires sans surinvestissement, est en cours de déploiement. En coordination avec RTE, sont lancées des expérimentations de pilotage d'installations solaires sur le réseau basse tension pour répondre à des problématiques localisées de contrainte sur le réseau de transport. Des offres de raccordement flexible pour le stockage sont désormais proposées pour faciliter son insertion sur le réseau et, le cas échéant, réduire le nombre de limitations de production des parcs ENR pour cause de congestion réseau.

Mettre en place en coordination avec RTE un nouveau cadre de gestion du système électrique

Pour répondre aux enjeux de la décentralisation du système électrique, un tel cadre permettra d'optimiser la gestion des congestions réseaux et de maximiser la valeur des

flexibilités pour le système électrique.

Les nouveaux gisements de flexibilités se trouvent essentiellement sur des usages raccordés au réseau de distribution tels que les installations ENR, le stockage mais aussi les véhicules électriques, l'eau chaude sanitaire et le chauffage. Ces usages représentent un potentiel de flexibilités très important : 38 GW de production EnR raccordée au réseau HTA ; 10 GW évitables en 2035 à la pointe du soir avec le pilotage des chauffe-eau et de la recharge du véhicule électrique.

Cette « décentralisation » de la flexibilité impose de revoir le cadre de gestion des actifs flexibles pour le système électrique par une coordination nouvelle et renforcée entre gestionnaires de réseau. En effet, l'équilibrage du système électrique nécessitera de pouvoir mobiliser davantage de flexibilités, dans un contexte où les réseaux seront plus contraints. Il devient donc nécessaire de pouvoir s'assurer que leur activation ne générera pas de contrainte sur les réseaux et par ailleurs de pouvoir mobiliser celles qui sont nécessaires pour résoudre les contraintes résiduelles. Cela nécessite de nouveaux processus opérationnels entre gestionnaires de réseaux pour mieux anticiper ces situations et une coordination jusqu'au temps réel pour mettre en œuvre les leviers nécessaires. Enedis s'y emploie avec RTE. Cela nécessite aussi de nouveaux outils pour pouvoir mobiliser de manière fluide les services de flexibilités pour des enjeux locaux. Enedis y travaille également avec RTE en lançant une expérimentation de portail d'achat commun de flexibilités avec l'objectif de l'ouvrir en 2026, en préparation des nouvelles modalités de coopération pour le recours aux flexibilités qui devront ensuite être déclinées en application du futur code réseau *demand response*.

STOCKAGE D'ÉLECTRICITÉ ET INNOVATION : la stratégie de Saft pour réduire ses émissions de CO₂ et améliorer sa compétitivité



Entretien avec
Cédric Duclos,
directeur général de Saft

Peu de gens le savent, mais Saft veut dire **Société des Accumulateurs Fixes et de Traction**. Depuis plus de 100 ans, vous fournissez des batteries de haute performance, dans le monde entier, pour des applications les plus diverses. Pouvez-vous en quelques mots résumer comment Saft contribue à la transition énergétique ?

C.D : En effet, cela fait plus de 100 ans que Saft accompagne les grandes évolutions industrielles. Nous concevons et produisons des batteries pour des secteurs variés : aviation, ferroviaire, spatial, IoT, ainsi que des systèmes de stockage d'énergie (ESS), grâce à nos centres de recherche, nos 47 implantations dont 16 sites industriels. Aujourd'hui nous sommes au cœur de la transition énergétique. Concrètement, nous développons des systèmes complexes de stockage d'énergie qui permettent trois avancées majeures. Premièrement, intégrer les énergies renouvelables dans les réseaux électriques en assurant flexibilité et stabilité. Deuxièmement, électrifier les usages dans la mobilité, l'industrie et les infrastructures critiques, pour réduire la dépendance aux énergies

fossiles. Et pour finir, diminuer l'empreinte carbone, grâce à des solutions de stockage et des systèmes innovants qui optimisent la consommation d'énergie.

Notre ambition est simple : fournir des solutions fiables et durables pour contribuer à la réduction des émissions de CO₂, tout en garantissant la souveraineté énergétique européenne.

Quel est aujourd'hui le rôle des batteries dans l'équilibre du système électrique européen ?

C.D : Aujourd'hui, en Europe et dans le monde, notre rôle dans la transition énergétique est essentiel. Nos solutions permettent le stockage des énergies renouvelables, la stabilisation des réseaux et, par conséquent, l'électrification des usages. Des systèmes stationnaires pour les réseaux aux batteries pour la mobilité, nos technologies offrent la flexibilité indispensable pour intégrer davantage d'énergies décarbonées et contribuer à la réduction des émissions de CO₂.

Où se situe aujourd'hui la priorité du marché : accompagner le développement des énergies renouvelables via des solutions de stockage sur le réseau, ou développer des applications en aval du compteur chez les industriels ?

C.D : Saft se positionne sur ces deux segments, en offrant des solutions qui répondent aux défis de décarbonation et de compétitivité. Le marché du stockage évolue rapidement et se structure autour de deux axes complémentaires.

D'une part les solutions connectées au réseau sont indispensables pour soutenir le développement des énergies renouvelables (EnR), notamment le photovoltaïque, en garantissant flexibilité et stabilité du système électrique. Les technologies et marchés pour les projets de grande taille (plusieurs centaines de MW) sont déjà bien établis, et Saft y est pleinement impliqué à l'échelle mondiale. L'enjeu désormais est de développer des

Les solutions connectées au réseau sont indispensables pour soutenir le développement des énergies renouvelables.



Projet de stockage d'énergie par batteries de Kyon Energy à Dahlem, octobre 2025. © Saft



Dès le début des années 2000, la première batterie Li-ion envoyée dans l'espace portait la signature Saft.

applications critiques pour intégrer massivement les EnR variables dans le mix électrique en assurant la sécurité d'approvisionnement, la stabilité des réseaux sans inertie conventionnelle, et en limitant les congestions et l'écrêtement des EnR.

D'autre part, les applications derrière le compteur (quelques MW) prennent de l'importance dans les bâtiments, les sites industriels et surtout les *data centers*, gros consommateurs d'énergie. Au-delà de l'autoconsommation et de la résilience, l'enjeu est désormais de rendre ces sites flexibles vis-à-vis du réseau et de réduire leur empreinte carbone, tout en optimisant le coût de l'énergie grâce aux EnR et à la valorisation de cette flexibilité. Nous l'avons fait, par exemple, à Bordeaux, avec l'installation Enershift inaugurée en septembre dernier, qui est un système de stockage destiné aux sites industriels.

La technologie est un élément fondamental de l'industrie des batteries. Après l'engouement pour la filière NMC, voilà le nickel-phosphate de fer qui nous vient de Chine. Parvenez-vous sur les plans technologique et industriel à rester dans le peloton de tête au niveau mondial ?

C.D : Nous restons dans le peloton de tête grâce à une stratégie technologique ambitieuse et à une capacité d'innovation constante. Nous maîtrisons les principales chimies lithium-ion (NMC, NCA, LFP, LTO) et avons été pionniers dans le développement du LFP avec l'invention du Super Phosphate de Fer (SLFP). Dès le début des années 2000, la première batterie Li-ion envoyée dans l'espace portait la signature Saft. Cette avance repose sur des bases solides, forgées au fil de plus de 100 ans d'histoire, alliant expertise en développement et excellence industrielle.

Aujourd'hui, nous consacrons 10 % de notre chiffre d'affaires à la R&D pour innover dans les chimies et les systèmes de batteries. Nous investissons dans les batteries tout solide (*solid-state*), où l'électrolyte liquide est remplacé par un électrolyte solide, ce qui permet l'utilisation de lithium métallique, ouvrant la voie à des

Saft Bordeaux, de g. à d. : Cédric Duclos, directeur général de Saft ; Patrick Pouyanné, président-directeur général de TotalEnergies, Stéphane Lefevre, directeur division industrie, mobilité, infrastructure de Saft. @Alberto Bocos Gil

gains significatifs en autonomie, en vitesse de charge et surtout une avancée majeure pour la sécurité, la densité énergétique et la durabilité.

Depuis 2018, nous avons structuré un programme stratégique pour industrialiser cette innovation, avec des partenariats clés (CEA, ESA, projets européens) et des lignes pilotes en France.

Pour accélérer notre innovation, nous avons construit de nouvelles lignes dans notre centre R&D à Bordeaux et nous avons lancé l'année dernière un programme d'innovation en partenariat avec des startups. Nous innovons également sur la partie systèmes en sortant tous les 18 mois un nouveau produit pour stocker les énergies renouvelables. En 2025, avec notre partenaire Safran Electrical Power, nous avons présenté un nouveau système de batteries haute tension pour répondre à la demande croissante d'électrification de l'aviation.

Ces efforts s'accompagnent d'une démarche d'économie circulaire et de recyclage avancé, répondant aux exigences réglementaires et environnementales.

L'industrie des batteries a beaucoup espéré de l'Europe avec ses plans successifs et le mécanisme du PIECC (Projet important d'intérêt européen commun). Au final, le soutien européen a-t-il été efficace et qu'attendez-vous de la deuxième mandature von der Leyen ?

C.D : Le soutien européen a été réel mais limité. Les institutions ont reçu un mandat fort sur la politique environnementale et la réduction des émissions de CO₂, mais beaucoup plus restreint sur la politique industrielle.

Plus d'efforts et de financement sont nécessaires pour soutenir le déploiement de ces technologies essentielles pour l'avenir et la souveraineté européenne.

Les initiatives, comme le PIECC, vont dans la bonne direction, mais arrivent tard et restent insuffisantes pour répondre à la compétition mondiale.

Pour la deuxième mandature, nous attendons une politique plus ambitieuse, inspirée des propositions de l'industrie regroupées dans l'initiative *A Battery Deal for Europe*, que Saft soutient. Ce plan repose sur quatre axes majeurs :

- **renforcer** l'innovation via un budget R&D dédié et pérenne ;
- **soutenir** le *ramp-up* industriel et la production sur toute la chaîne de valeur ;
- **favoriser** la production en Europe grâce à des mécanismes de soutien financier et industriel ;
- **assurer** la compétitivité en luttant contre les distorsions liées aux subventions abusives et en diversifiant les sources de matières premières.

En résumé, il s'agit de passer d'une logique défensive à une stratégie proactive pour garantir la souveraineté industrielle européenne et accompagner la transition énergétique.

À propos d'Équilibre des Énergies

Créée en 2010, l'organisation Équilibre des Énergies (EdEn) œuvre pour la décarbonation de l'économie française et européenne.

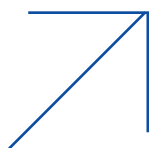
Les membres d'Équilibre des Énergies, acteurs de l'énergie et des réseaux, des infrastructures et du bâtiment et de la mobilité et des transports (terrestre, aérienne, maritime et ferroviaire), appartiennent au tissu économique français et européen : grands groupes industriels, PME, TPE, syndicats, fédérations professionnelles, artisans et associations de consommateurs. Tous portent l'innovation et l'excellence industrielle pour réduire les émissions en gaz à effet de serre. Ils œuvrent à la sortie progressive de la dépendance aux énergies fossiles. Ensemble, ils apportent leur expertise et leur expérience pour proposer des solutions concrètes, réalisables et acceptables au vu des réalités économiques de leur secteur.

Les recommandations d'Équilibre des Énergies aux décideurs politiques français et européens s'appuient sur une expertise économique et technique reconnue issue des travaux de son comité scientifique.

La mission d'Équilibre des Énergies

Équilibre des Énergies contribue à la préparation d'un monde neutre en carbone dès 2050 et à une société plus résiliente face aux conséquences du changement climatique.

À ce titre, Équilibre des Énergies recommande aux décideurs français et européens des mesures en matière de politique de l'énergie, du bâtiment et de la mobilité pour se passer des énergies fossiles et adapter nos sociétés aux bouleversements climatiques.



**Cet Edenmag hors-série est également
disponible en version numérique**



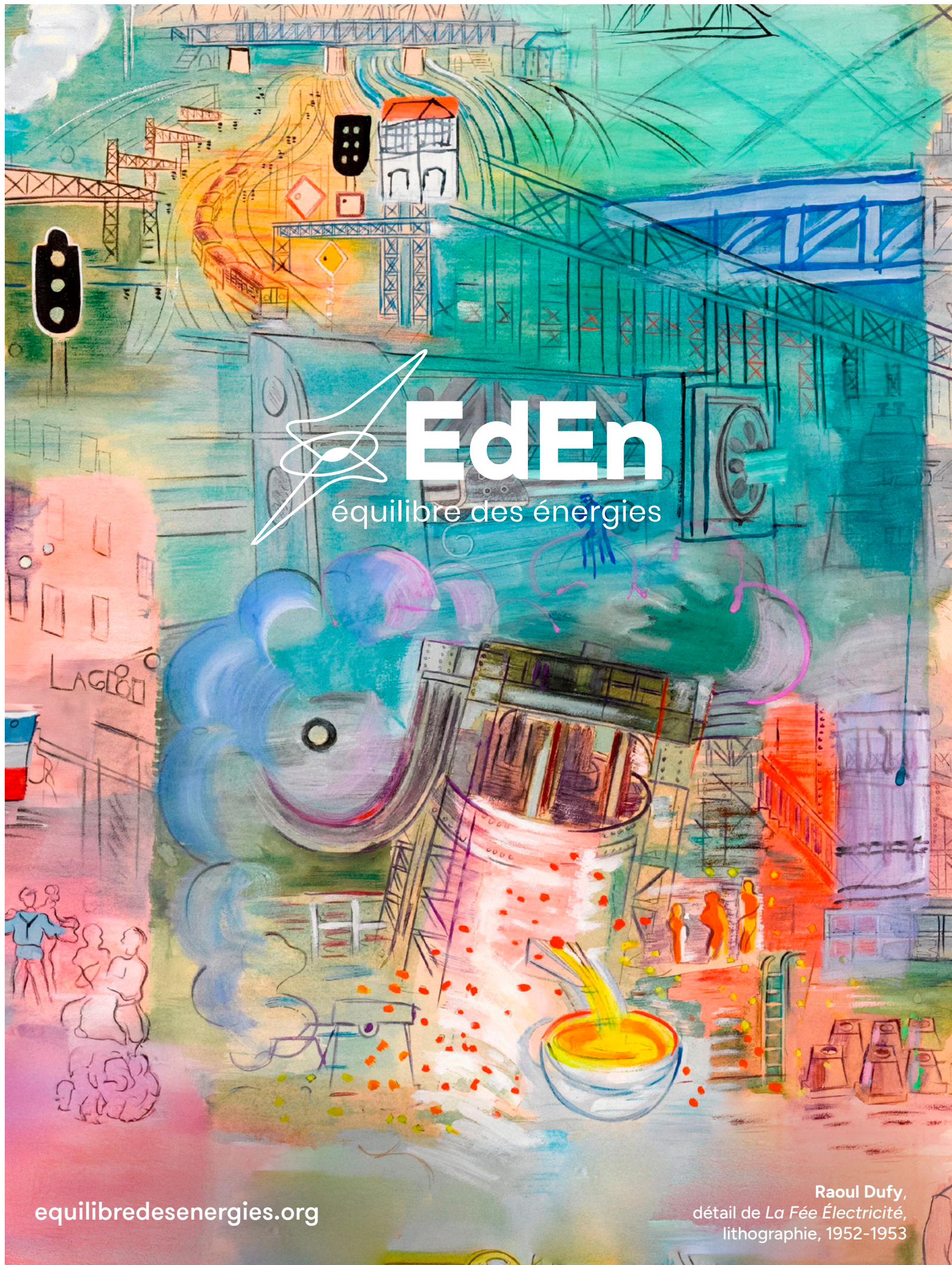
Français



Anglais

Les membres d'Équilibre des Énergies (au 1^{er} septembre 2026)





EdEn
équilibre des énergies

equilibredesenergies.org

Raoul Dufy,
détail de *La Fée Électricité*,
lithographie, 1952-1953