

# iimpact éco<sup>N°4</sup>

AVRIL 2023



## LA NÉCESSAIRE TRANSITION ÉNERGÉTIQUE DE LA SOCIÉTÉ

©Lasse designen - AdobeStock.com

sniim

SYNDICAT NATIONAL DES INGÉNIEURS DE L'INDUSTRIE ET DES MINES



# Avant-propos

**Franck VIGNOT**



.....  
Secrétaire Général, SNIIM

**R**elance du nucléaire, accélération du développement des énergies renouvelables, réindustrialisation verte, décarbonation de l'industrie, électrification des déplacements... : les enjeux énergétiques sont plus que jamais au cœur des préoccupations politiques, sociales, environnementales et techniques de notre société.

Après l'effet « crise sanitaire » ayant conduit notamment à un retard d'opérations de maintenance du parc nucléaire français réduisant fortement notre capacité de production électrique, le conflit ukrainien et ses incidences géopolitiques sur nos relations commerciales ont conduit à une tension sur les ressources en gaz.

Cette combinaison de facteurs a fait planer durant l'hiver 2022/2023 sur notre pays une menace de pénuries et de coupures d'approvisionnement sans précédent depuis les crises énergétiques des années 70. La contraction de la consommation, intervenue comme le témoin de la prise de conscience par l'ensemble de la société en réaction à cette situation conjoncturelle extrême, a permis de passer le cap.

La menace étant temporairement écartée, cela ne doit pas faire oublier les enjeux sous-jacents de moyen et long terme :

- Réduction de notre consommation énergétique pour limiter notre pression anthropique sur l'environnement,
- Décarbonation de la production d'énergie pour lutter notamment contre l'effet du changement climatique,
- Maîtrise dans le temps des capacités et des coûts de production énergétique pour servir une relance industrielle engagée et limiter l'impact sur la population, déjà affectée par un contexte inflationniste,
- Reconquête d'une souveraineté énergétique pour accroître notre résilience face aux évolutions géopolitiques internationales.

L'énergie est ainsi, de manière durable, le nœud de nombreuses attentes et la solution à de multiples difficultés. C'est également un extraordinaire moteur d'innovation face aux défis technologiques, une source d'activité et d'emplois importante et une réponse aux enjeux sociaux.

Les Ingénieurs de l'Industrie et des Mines, par leurs compétences et leur expertise sur l'ensemble de ces sujets, largement positionnés au sein des ministères chargés de l'industrie et de la transition énergétique, sont à même d'accompagner ces chantiers et de faire face aux nombreux défis qu'ils posent.

Dans ce contexte, il nous est apparu important de porter un regard sur quelques-uns de ces aspects à travers cette édition d'iimpact Eco.

Je vous en souhaite bonne lecture. ●●





## SOMMAIRE

## ● ● AVANT-PROPOS

- 01 ● **Franck VIGNOT**,  
*Secrétaire Général, SNIIM*

## ● ● PRÉFACE

- 04 ● **Agnès PANNIER-RUNACHER**,  
*Ministre de la Transition énergétique*

## ● ● LES ENJEUX DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

- 08 **Transitions(s)2050 - La nécessaire transformation de la société pour aller vers la neutralité carbone en 2050**

**Jean-Louis BERGEY**,  
*Chargé de la coordination de la prospective à l'ADEME*  
et **David MARCHAL**,  
*Directeur exécutif adjoint de l'expertise et des programmes*

- 11 **La neutralité carbone en 2050 : un rêve ou un cauchemar ?**  
**Michel PASCAL**,  
*Membre permanent de l'Inspection générale de l'environnement et du développement durable (IGEDD)*

- 16 **Réduction des consommations et décarbonation : les deux piliers de la transition énergétique**  
**Sophie MOURLON**,  
*Directrice de l'énergie, Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC)*

- 21 **Le renouveau du nucléaire en France, pilier majeur de la décarbonation de l'énergie**  
**Vincent LE BIEZ**,  
*Adjoint au Délégué Interministériel au Nouveau Nucléaire (DINN)*

## ● ● LES TRANSFORMATIONS DE LA SOCIÉTÉ

- 26 **La compétitivité industrielle, condition essentielle de la transition énergétique**  
**Nicolas DE WARREN**,  
*Président de l'UNIDEN (Union des industries utilisatrices d'énergie)*

- 29 **La programmation pluriannuelle de l'énergie**  
**Sophie MOURLON**,  
*Directrice de l'énergie, Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC)*

- 33 **Comment réduire l'empreinte carbone du numérique ?**  
**Cécile DUBARRY**,  
*Directrice générale de l'Autorité de régulations des communications électroniques, des postes, et de la distribution de la presse (Arcep)*

- 36 **Comment éviter la précarité énergétique ?**  
**Isolde DEVALIÈRE**,  
*Sociologue, cheffe de projet Précarité énergétique, Observatoire National de la Précarité énergétique*  
et **Lise-Marie DAMBRINE**,  
*Chargée de mission Précarité énergétique à l'ADEME au sein de l'Observatoire National de la Précarité énergétique*

- 40 **Passoires thermiques : témoignages de deux gestionnaires de parcs immobiliers**
- **Focus sur le premier bailleur social du jura : La maison pour tous**  
**Clément PERNOT**,  
*Président de la SCIC HLM La Maison Pour Tous*  
et **Eric POLI**,  
*Directeur général de la SCIC HLM La Maison Pour Tous*
  - **L'expérience de Lozère Habitations**  
**Sébastien BLANC**,  
*Directeur Général de l'ESH Lozère Habitations*

- 46 **La confiance dans le nucléaire**  
**Bernard DOROSZCZUK**,  
*Président, Autorité de sûreté nucléaire (ASN)*

- 51 **L'acceptation sociale du nucléaire, à l'aune de sa relance, et les enjeux de sûreté des installations et de sécurité des riverains**  
**GINETTE VASTEL**,  
*Vice-Présidente, France Nature Environnement (FNE)*

## ● ● QUELLES TECHNOLOGIES EN 2050 ?

- 56 **La biomasse, un potentiel majeur pour décarboner notre société dans la durée**  
**Jean-Baptiste MARIN**,  
*PDG et fondateur de la société EUROPEENNE DE BIOMASSE*

- 60 **Le captage stockage du CO<sub>2</sub>**  
**Thomas LE GUENAN**,  
*Ingénieur de recherche au Bureau de Recherche Géologique et Minière (BRGM)*

- 64 **L'hydrogène produit par électrolyse de l'eau, un vecteur de décarbonation de l'industrie : l'enjeu des engrais azotés**  
**Arthur PARENTY**,  
*Responsable des Affaires Publiques chez Hynamics*

- 67 **La décarbonation dans les transports**  
**Claude RENARD**,  
*Coordonnateur national « déploiement des infrastructures de recharge pour véhicules électriques » au ministère de la transition énergétique*

- 70 **Les carburants aéronautiques durables : un enjeu sur le chemin de la décarbonation du transport aérien et un défi industriel à relever**  
**Nora SUSBIELLE**,  
*Cheffe du bureau « climat, air, sujets émergents », Direction Générale de l'Aviation Civile*

Directeur de la publication : **Franck VIGNOT**

Rédacteur en Chef : **Patrice LIOGIER**

La revue **iimpact éco** est la propriété du SNIIM, marque déposée à l'INPI :

**SNIIM** - Ministère de l'Économie et des Finances - Bâtiment VAUBAN  
- Pile 5 - Bureau 1010 - 139 Rue de Bercy - 75572 PARIS Cedex 12

Édition/Fabrication :

**Office Français de Relations Extérieures**

41 avenue Gambetta - 94700 MAISONS ALFORT

Tél. : 01 49 77 49 00 - RCS Paris B 302 220 074

Éditeur conseil : Stéphane BENZAKI

PAO : HCOM

Imprimé en U.E.

ISSN : En cours

# Préface



**Agnès PANNIER-RUNACHER,**  
Ministre de la Transition énergétique

**L**a lutte contre le dérèglement climatique est le défi de notre siècle. Les canicules successives, les incendies à répétition, l'assèchement de nos nappes phréatiques, la fonte de nos glaciers ou encore la disparition d'une partie de notre biodiversité nous le montrent chaque jour.

Cette crise climatique, à laquelle s'ajoute une crise énergétique inédite depuis les années 1970, nous impose de faire de la France, le plus rapidement possible, le premier grand pays industriel à sortir de sa dépendance aux énergies fossiles et à atteindre la neutralité carbone. C'est un enjeu de compétitivité des entreprises, de concorde sociale, et d'indépendance économique et politique.

La stratégie que je porte repose sur deux grands chantiers : la réduction de notre consommation d'énergie et la production massive d'énergie décarbonée.

D'une part, la sobriété et l'efficacité énergétiques doivent nous permettre de réduire de 40 % notre consommation d'énergie d'ici 2050. Nous avons d'ores et déjà posé les bases d'une sobriété énergétique pérenne grâce à un plan, présenté en octobre dernier et qui, grâce à la mobilisation générale des grands acteurs, a permis cet hiver de réduire notre consommation combinée d'électricité et de gaz de plus de 10 % entre octobre et décembre.

Nous posons également les bases de l'efficacité énergétique en agissant sur la rénovation de nos bâtiments, la décarbonation de nos transports et la transformation de notre tissu industriel pour le rendre moins émetteur de gaz à effet de serre. Cette action doit se faire sans jamais perdre de vue la justice sociale : nous ne demanderons jamais plus d'efforts aux Français les plus modestes. Au contraire, notre objectif est de construire des solutions qui permettent de mettre fin à la précarité énergétique.

D'autre part, du côté de la production d'énergie, le déploiement massif d'énergie décarbonée est déterminant. Les experts de RTE nous le disent, tout en réduisant de 40 % notre consommation, nous devons être en mesure de produire 60 % d'électricité en plus pour atteindre la neutralité carbone en 2050. Nous faisons donc le choix d'un mix équilibré, entre relance d'un programme

---

**“ NOUS POSONS ÉGALEMENT LES BASES DE L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE EN AGISSANT SUR LA RÉNOVATION DE NOS BÂTIMENTS, LA DÉCARBONATION DE NOS TRANSPORTS ET LA TRANSFORMATION DE NOTRE TISSU INDUSTRIEL POUR LE RENDRE MOINS ÉMETTEUR DE GAZ À EFFET DE SERRE. ”**

---

“ NOUS AVONS LA POSSIBILITÉ DE CONSTRUIRE LES OUTILS DE NOS TRANSITIONS SUR NOTRE SOL, D’INVENTER DE NOUVELLES FILIÈRES INDUSTRIELLES, D’OUVRIR DE NOUVELLES USINES ET DE CRÉER DE NOUVEAUX EMPLOIS. ”

d'excellence nucléaire et accélération du déploiement des énergies renouvelables. En 2022, nous avons posé les fondations. En 2023, nous accélérerons. Car ce mix, c'est le choix écologique le plus pertinent, le choix industriel le plus souverain et le choix financier le moins coûteux.

Ces chantiers, nous ne pourrons pas les réussir sans nos filières industrielles qui devront se décarboner. La transition énergétique présente des risques mais elle est également une source majeure d'opportunités : nous avons la possibilité de construire les outils de nos transitions sur notre sol, d'inventer de nouvelles filières

industrielles, d'ouvrir de nouvelles usines et de créer de nouveaux emplois.

Nous ne pourrons pas non plus réussir ces combats sans l'Union européenne. Les défis sont immenses : la mise en place des mesures pour réduire de 55 % nos émissions d'ici 2030 avec « Fit for 55 », paquet climat le plus ambitieux au monde ; ou encore, faire une réforme de notre marché de l'électricité européen, au profit des consommateurs et pour favoriser les investissements dans de nouvelles capacités de production. J'ai la conviction que nous avons la capacité de construire une Europe puissante industriellement et à la pointe des transitions écologique et énergétique.

Vous l'aurez compris, la transition énergétique peut être une chance, pour notre pays comme notre continent, à condition de faire preuve d'ambition et de constance dans l'action. ●●



**MINISTÈRE  
DE LA TRANSITION  
ÉNERGÉTIQUE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*







# Les enjeux de la transition énergétique

**sniim**

SYNDICAT NATIONAL DES INGÉNIEURS DE L'INDUSTRIE ET DES MINES

# Transitions(s)2050 – La nécessaire transformation de la société pour aller vers la neutralité carbone en 2050

Jean-Louis BERGEY



Chargé de la coordination de la prospective à l'ADEME

David MARCHAL



Directeur exécutif adjoint de l'expertise et des programmes

Jean-Louis BERGEY a occupé divers postes notamment de management à l'ADEME et en collectivité. Il a participé au travail de prospective sur le thème des déchets puis en a pris le pilotage en juillet 2021 après le départ du pilote initial.

David MARCHAL coordonne notamment les différents travaux de prospective réalisés au sein de sa direction et a par ailleurs par le passé piloté plus spécifiquement les études relatives au mix électrique, ainsi que les contributions de l'ADEME à la PPE.

●● Si l'atteinte de la neutralité carbone pour un pays comme la France repose sur un ensemble de leviers de transformations profondes du système productif (industrie, agriculture...) et d'évolution du système énergétique, l'évolution du cycle production/consommation ainsi que la résilience face aux crises sont centrales. Le présent article se focalise sur deux des principaux enseignements issus de l'exercice de prospective Transition(s)2050 conduit par l'ADEME entre 2019 et 2022 à savoir notre capacité d'adaptation au changement climatique mais également au regard de la crise énergétique actuelle.

**L**a neutralité carbone est devenue depuis l'Accord de Paris de 2015, le concept politique et physique structurant les politiques environnementales et climatiques. En outre, la neutralité carbone ne traite pas que des émissions de gaz à effet de serre (mais aussi des puits de carbone), et pas seulement du dioxyde de carbone -CO<sub>2</sub>- (mais des principaux gaz à effet de serre dont le méthane -CH<sub>4</sub>- et le protoxyde d'azote -

N<sub>2</sub>O-). La nécessité d'une approche multisectorielle et transversale apparaît ainsi évidente pour traiter de l'ensemble du spectre de la question climatique.

De fait, un tel exercice de prospective va bien au-delà de la seule question énergétique. L'évolution des modes de vies, des consommations et des productions de biens, de services, de l'alimentation ou l'aménagement du territoire sont autant de leviers pour faciliter l'atteinte de la neutralité carbone, qui traite d'autres sujets que le seul sujet énergétique. Il pose la question des choix de société dans ses dimensions environnementales, économiques et sociales ainsi que la capacité de résilience face aux crises

---

“ CAR IL EST NÉCESSAIRE DE RAPPELER QUE SI L'OBJECTIF DE NEUTRALITÉ CARBONE N'EST PLUS DISCUTABLE, LES MOYENS DE L'ATTEINDRE SONT EUX ENCORE À AFFINER. ”

---

### 1. Construction de Transition(s) 2050

La réalisation d'un exercice de prospective sur la transition écologique à 2050 devrait dans l'idéal intégrer toutes les contraintes environnementales. La complexité d'une telle approche, et ses interactions avec le reste du monde rend la chose difficile, notamment pour appréhender conjointement les enjeux locaux (pollution locale, biodiversité, sols, paysages) et globaux (changement climatique, impacts sur les ressources (métaux, matériaux non métalliques, biomasse, combustibles fossiles) ...). Dans l'exercice de prospective Transition(s)2050 publié en 2021, l'ADEME a priorisé l'objectif de neutralité carbone en 2050, au niveau métropolitain, en en faisant un objectif normatif de tous les scénarios construits, tout en cherchant à caractériser, a posteriori, les autres impacts environnementaux.

L'ADEME a ainsi structuré son exercice autour de 4 récits décrivant des sociétés et modes de vie contrastés en 2050. Ils sont issus des archétypes des SSP (Shared Socioeconomic Pathways) présents dans la littérature scientifique depuis une dizaine d'années et repris par le GIEC notamment dans son rapport 1,5°C de 2019, et adaptés au contexte français.

Cette approche a permis de tester des hypothèses très contrastées et donc d'explorer des voies de transition fondamentalement différentes. Car il est nécessaire de rappeler que si l'objectif de neutralité carbone n'est plus discutable, les moyens de l'atteindre sont eux encore à affiner. L'idée de l'ADEME était donc d'évaluer la pertinence de différentes voies de décarbonation pour

enrichir les travaux de la Stratégie Française Energie Climat, au regard de ceux de la SNBC2 (Stratégie Nationale Bas Carbone 2) qui pouvaient laisser penser qu'un seul scénario était possible.

### 2. La sobriété, socle des scénarios

La sobriété n'a pas été modélisée simplement comme une analyse de sensibilité sur le niveau de consommation d'énergie. La sobriété touche tous les pans des scénarios (consommation d'énergie des ménages, mais aussi production de biens/matériaux dans l'industrie, alimentation) et génère de fait des interactions entre les différents sous-systèmes. De manière concrète, certains secteurs ou branches industrielles répondent à un marché d'abord national ; une évolution forte de la demande intérieure aura donc forcément des répercussions sur l'appareil productif et les volumes de produits. C'est ce genre d'interactions que l'exercice Transition(s) 2050 a permis d'appréhender. Ainsi, lorsque la demande de logements neufs est drastiquement réduite dans un scénario comme le S1, la demande de matériaux de construction (et donc la production industrielle concernée) se contracte en conséquence.

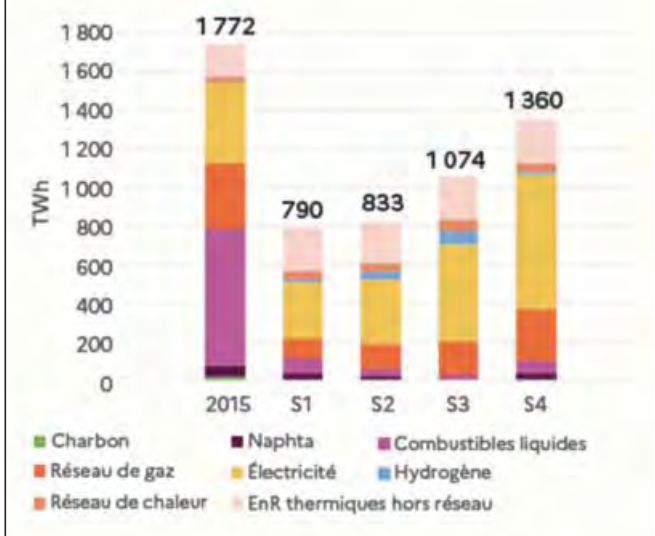
Si les deux premiers scénarios intègrent la sobriété comme un levier central, jamais la demande énergétique totale ne croît par rapport à aujourd'hui. En effet, même dans un scénario tendanciel, les efforts engagés et les dynamiques démographiques ou de saturation de marché (par exemple d'électroménager) aboutissent à une diminution significative de la demande énergétique. Ce qui montre qu'une société peut se développer sans forcément consommer plus d'énergie.

Figure 1 : Les quatre archétypes des scénarios de neutralité de carbone et quelques éléments les caractérisant





**Figure 2 : Consommation finale d'énergie par vecteurs énergétiques dans les 4 scénarios de neutralité carbone.**



La sobriété limite également la pression sur les ressources et présente plusieurs co-bénéfices (sanitaires, économiques, environnementaux...) :

- Matériaux utiles pour assurer la Transition Ecologique : pour tous les matériaux, les scénarios les plus sobres énergétiquement permettent de réduire les impacts et les besoins ;
- les quantités utilisées pour les Energies Renouvelables (EnR) et les Véhicules Electriques (VE) passent du simple au double entre S1 et S4 pour l'acier, l'aluminium, et le cuivre ;
- concernant la construction : la quantité de matériaux varie d'un facteur 2 entre S1 et S4 ;
- Sols : les scénarios les plus sobres permettent de limiter la pression sur les sols, avec 600 000 ha d'artificialisation en plus entre S4 et S1 (l'équivalent du département de la Charente) ;
- Eau d'irrigation : S1 permet de réduire de 30 % les besoins d'eau d'irrigation par rapport à aujourd'hui, tandis que S4 les augmentent de 30 %.

Ainsi, la sobriété, à la différence d'autres leviers qui peuvent déplacer la pression sur d'autres enjeux écologiques, permet souvent de réduire l'ensemble des pressions.

### 3. Résistance aux crises

D'une façon générale, par rapport à une situation actuelle de très forte dépendance au gaz et aux produits pétroliers et à la crise liée à la guerre en Ukraine, tous les scénarios résistent plutôt bien dans la mesure où

“ CE TRAVAIL POSE NOTAMMENT LA QUESTION DES CHOIX DE SOCIÉTÉ, NOTRE CAPACITÉ À CONSOMMER MOINS MAIS MIEUX. ”

ils cherchent à minimiser l'usage des énergies fossiles même s'ils n'y arrivent pas tous complètement.

Ainsi, les scénarios S1 et S2, qui consomment beaucoup moins d'énergie que les deux autres, sont plus résilients face à une telle crise. A l'inverse, S4 serait le plus sensible, en raison de sa forte dépendance au gaz naturel fossile (environ 45 % de la consommation 2050 contre environ 15 % de la consommation 2050 dans les autres scénarios) liée aux besoins industriels et énergétiques mais sans commune mesure avec la situation actuelle.

Concernant l'adaptation au changement climatique, S1 et S2 apparaissent plus particulièrement résilients, la sobriété étant clairement un levier qui diminue l'exposition aux risques, en réduisant nos besoins d'énergie, d'eau, de prélèvement de biomasse en forêt... A l'inverse, S4 poursuit une logique de flux tendus avec une consommation intensive de ressources et ne semble donc pas tenable face aux impacts du changement climatique de 2050 sans une augmentation des inégalités et une dégradation de la santé des écosystèmes. Dans tous les scénarios, la ressource en eau devient l'élément central de notre (in)capacité à nous adapter au changement climatique suivant que nous saurons ou pas contenir ses usages et préserver sa qualité.

### 4. Conclusion

Ce travail pose notamment la question des choix de société, notre capacité à consommer moins mais mieux. Par ailleurs, la situation actuelle pose la question de la sobriété mais dans un contexte sensiblement différent de nos travaux. En effet, l'actualité nous invite à une sobriété d'urgence pour passer l'hiver là où nos scénarios montrent que la sobriété requiert une mise en œuvre sur le temps long et dans l'ensemble de la société. Elle suppose également des réorganisations de la production comme de la consommation.

De plus, l'actualité fait surtout référence à la sobriété énergétique alors que la sobriété concerne toutes les consommations de biens et de services qui, directement ou indirectement, nécessitent de l'énergie. ● ●

#### Références :

ADEME, Rapport Transition(s) 2050, 2021 ; IPCC, Impacts, Adaptation and Vulnerability, Assessment Report 6, WGII, 2022 ; IPCC, Special REPORT 1.5°, 2019

# La neutralité carbone en 2050 : un rêve ou un cauchemar ?

Michel PASCAL



●● La question du changement climatique est sans doute un des problèmes majeurs que l'humanité a ou a eu à affronter, avec les grandes épidémies et les guerres. C'est un cauchemar si on voit les efforts à fournir, c'est un rêve si nous devons inventer un avenir qui soit aussi gai qu'aujourd'hui, voire plus, mais en changeant radicalement de système. Il s'agit de décisions sur le long terme, nécessitant une modification, voire une révolution, systémique, une planification forte, et aussi des décisions à court terme, courageuses, pour engager le changement dès maintenant. Avec des « gagnants » et des « perdants », en les identifiant a priori pour mieux les accompagner. En démocratie, c'est pratiquement une gageure. Gageons que l'Europe y parviendra.

Membre permanent de l'Inspection générale de l'environnement et du développement durable (IGEDD)

Michel PASCAL est membre du Conseil Général de l'Économie. Après plusieurs postes de direction exercés au sein de services déconcentrés régionaux en charge de l'industrie et de l'environnement et au ministère en charge de l'industrie puis en tant que Directeur général de l'agence nationale pour la garantie des droits des mineurs. M. Pascal est depuis 2020, Membre permanent de l'Inspection Générale du Développement Durable (IGEDD) et membre de l'autorité environnementale.

## **L**a neutralité carbone : elle est née aux accords de Paris en 2015

On entend souvent dire qu'il faut être neutre en carbone, mais que cela veut-il dire ?

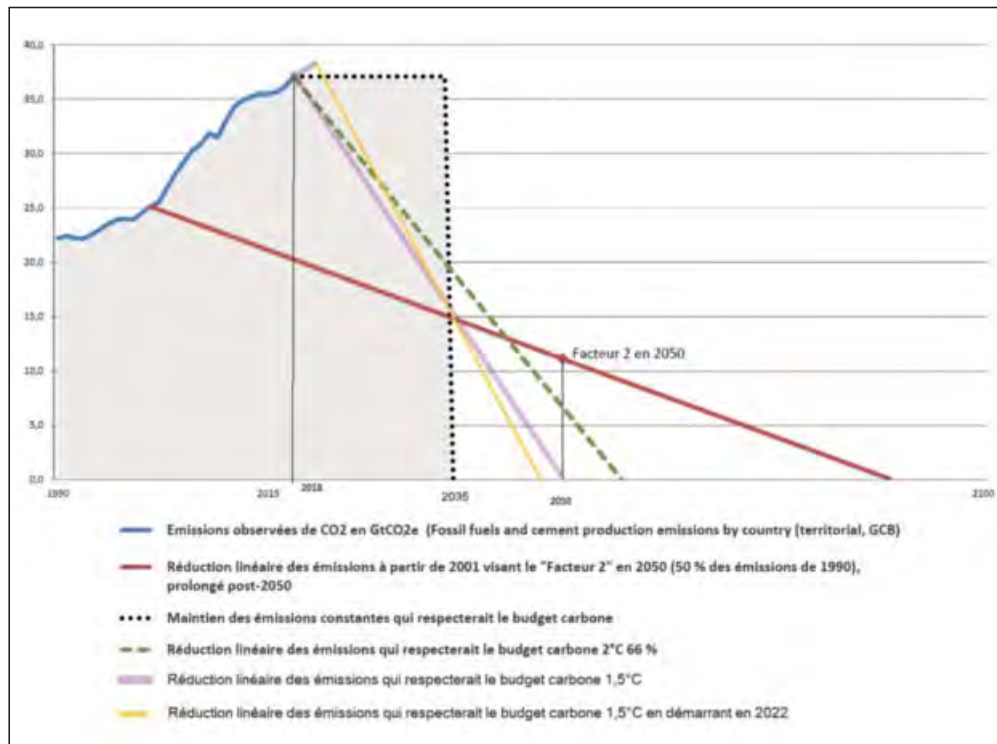
C'est très simple : cela veut dire émettre des gaz à effet de serre (GES), en quantité inférieure à ce que les « puits de carbone » peuvent stocker. Dit autrement, aucune tonne de GES n'est émise dans l'atmosphère, toutes les tonnes sont captées. On a l'habitude de dire « neutre en carbone » mais il serait plus juste de dire « neutre en GES ».

D'où vient cette notion ? De **l'accord de Paris de 2015**<sup>1</sup> (COP 21), qui stipule que son objectif à long terme est de maintenir l'augmentation de la température moyenne de la planète bien en-dessous de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels (début du 19<sup>ème</sup> siècle), et de préférence en dessous de 1,5 °C, en reconnaissant que le passage de 2°C à 1,5°C réduirait considérablement les impacts du changement climatique. Et le GIEC a écrit dans son rapport « **1,5 °C** »,<sup>2</sup> publié à l'automne 2018, qu'il convenait, pour rester en dessous de 1,5°C, d'arriver à la neutralité carbone en 2050.

1. <https://unfccc.int/fr/a-propos-des-ndcs/l-accord-de-paris>  
2. [https://climat.be/doc/181008\\_IPCC\\_sr15\\_spm.pdf](https://climat.be/doc/181008_IPCC_sr15_spm.pdf)

### Un effort sans précédent : une rupture

L'image ci-dessous présente l'historique et les différents objectifs.



Source : rapport Quinet, complété par l'auteur

La **courbe rouge** est une courbe « historique ». C'était l'objectif mondial à la fin des années 1990, ce que préconisait le GIEC à l'époque. Il s'agissait de diviser « tranquillement » nos émissions par deux à l'horizon 2050, et les amener à zéro vers 2080.

**Mais les émissions mondiales, représentées par la courbe bleue, au lieu de commencer à diminuer, ont augmenté, et de beaucoup : +80 % depuis 1990.**

Du coup l'objectif est différent aujourd'hui : on parle de « net zéro » (ou neutralité carbone ce qui veut dire la même chose), concept introduit et validé par l'accord de Paris en 2015.

La surface sous la ligne pointillée noire représente le « budget carbone » à ne pas dépasser pour rester en dessous des 1,5°C, c'est-à-dire le nombre total de tonnes que nous pouvons nous permettre d'émettre. On voit ainsi qu'avec les émissions de 2018, on atteint les 1,5°C en 2035 environ. Cette surface représente bien une somme de tonnes sur plusieurs années.

La **courbe verte pointillée** représente la trajectoire des émissions à partir de 2018 pour un objectif de 2°C. Cela ne nécessiterait d'atteindre le net zéro qu'entre 2055 et 2060.

La **courbe mauve**, ajoutée par l'auteur, fait la même chose pour un objectif de 1,5°C.

La **courbe orange**, ajoutée aussi par l'auteur, est la nouvelle trajectoire cible depuis quatre ans, c'est-à-dire depuis que le rapport 1,5°C a été publié, puisque les émissions ont augmenté depuis 2018, rendant l'effort à produire encore plus important. Puisqu'on part avec quatre années de retard, il faut arriver à la neutralité avant 2050, selon une approche mathématique un peu « infernale ».

Ce graphique simple voire simpliste (et ne tenant pas compte des fortes incertitudes portant sur ces prévisions) montre trois choses :

**1.** La dynamique « augmentation des émissions » est très forte à l'échelle mondiale : poussée par l'augmentation de la démographie, et par le développement de pays auparavant non développés, au premier rang desquels la Chine, ou encore la péninsule arabique.

**2.** L'effort à fournir n'est pas une transition : c'est une rupture franche. De celles que l'on rencontre lors de crises majeures (type COVID). Cet exemple est intéressant d'ailleurs car la crise COVID a à peu près permis d'atteindre la diminution nécessaire en 2020 (repartie en forte hausse après). L'effort à faire est donc un COVID la première année, 2 COVID la deuxième année, et ainsi de suite. Il s'agit bien d'un changement de système profond, qui est sans doute en grande partie à inventer. La décarbonation des secteurs sans rien changer à nos consommations, nos modes de vie, nos habitudes, ne suffira pas.

**3.** Chaque année perdue compte : c'est la différence entre la courbe marron et la courbe orange. Un objectif à 2050 c'est bien, ce qu'on fait l'année prochaine pour entamer la descente c'est encore mieux. C'est le premier pas qui coûte le plus sans doute.

Mission impossible ? Peut-être.

Défi mondial majeur ? Sûrement.

Va-t-on y arriver ? Je ne sais pas mais l'homme doit essayer s'il veut continuer à vivre à peu près comme aujourd'hui sur la planète.



**Un objectif inatteignable ?**

A la lumière de ces constats, le GIEC a écrit, dans son rapport d'août 2021, que l'objectif de 1,5°C n'est plus atteignable, autrement dit qu'on n'atteindra pas la neutralité carbone en 2050.

**«La température à la surface du globe continuera d'augmenter au moins jusqu'au milieu du siècle dans tous les scénarios d'émissions envisagés. Le réchauffement planétaire de 1,5°C et 2°C sera dépassé au cours du 21<sup>ème</sup> siècle, à moins que des réductions drastiques des émissions de CO<sub>2</sub> et d'autres gaz à effet de serre aient lieu dans les prochaines décennies. »**

Nous ne sommes pas sur la bonne voie pour limiter le réchauffement à 1,5°C. Pour l'instant, les engagements actuels de réduction des émissions pris par les nations dans l'Accord de Paris, conduisent à un réchauffement de 3-4°C d'ici la fin de ce siècle.

**Chaque pays n'est qu'un tout petit peu responsable... et chaque pays doit faire sa part.**

Le graphique ci-dessous montre la comparaison entre les émissions par habitant de quelques pays, et leur évolution récente.

Comme on le voit, les émissions par habitant en France et en Europe ont baissé, et la population a peu augmenté.

Les émissions sont les plus importantes aux Etats-Unis, et elles baissent.

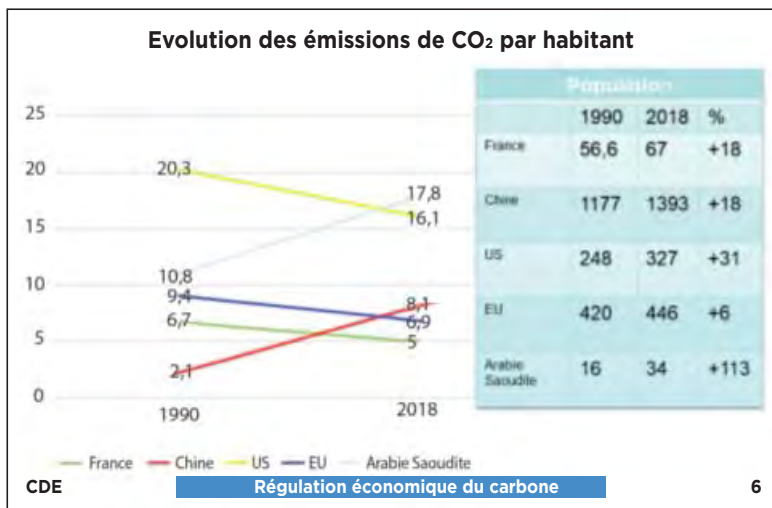
Elles ont beaucoup augmenté en Chine, avec un taux de croissance de la population similaire à celui de la France. Elles ont explosé en Arabie Saoudite, pays qui accueille les jeux d'hiver inter-asiatiques en 2027 : quadruplement des émissions, dû au doublement de la population et au doublement des émissions pas habitant.

Ce graphique tend aussi à montrer que chacun doit faire sa part. Les situations des pays sont toutes différentes, et l'impact sur le réchauffement de chaque pays est faible. De fait aucun pays n'a d'intérêt à réduire tout seul : cela n'aurait qu'un impact extrêmement limité sur le réchauffement climatique, et il a de grandes chances de perdre en compétitivité. En quelque sorte tous les pays sont « obligés » d'y aller tous ensemble, ce qui est en soi une difficulté majeure.

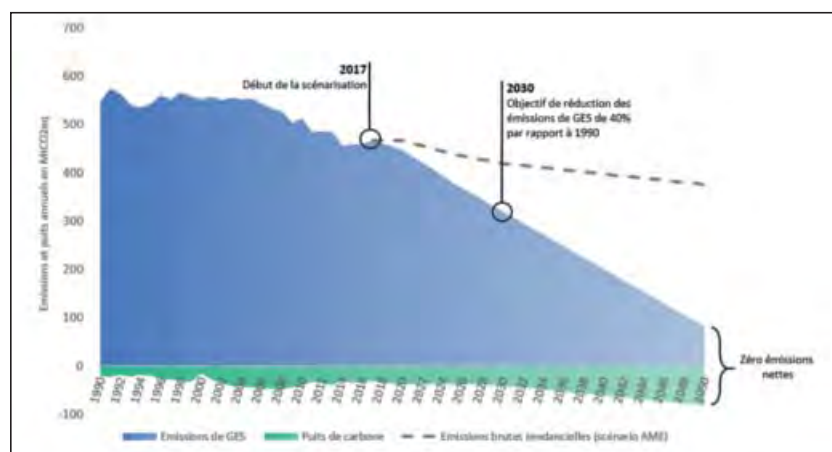
**La France et l'Europe font la «course en tête»**

Après avoir été pendant plusieurs décennies (au début du XX<sup>ème</sup> siècle) les premiers émetteurs de gaz à effet de serre, les européens, grâce à leurs choix énergétiques (nucléaire et ENR), leurs choix de mode de vie (développement du train, des villes compactes dotées de transport en commun), leurs choix technologiques, leur démographie, sont aujourd'hui les mieux placés pour organiser les réductions. Et ils le font.

La France a élaboré sa **stratégie nationale bas carbone<sup>3</sup>** (SNBC), pour tracer les chemins de réduction dans chaque secteur d'ici 2050, et aussi le chemin d'augmentation des « puits de carbone ». Elle se résume avec le graphique suivant :



Source : partie gauche : MTECT chiffres clés du climat, partie droite : INED

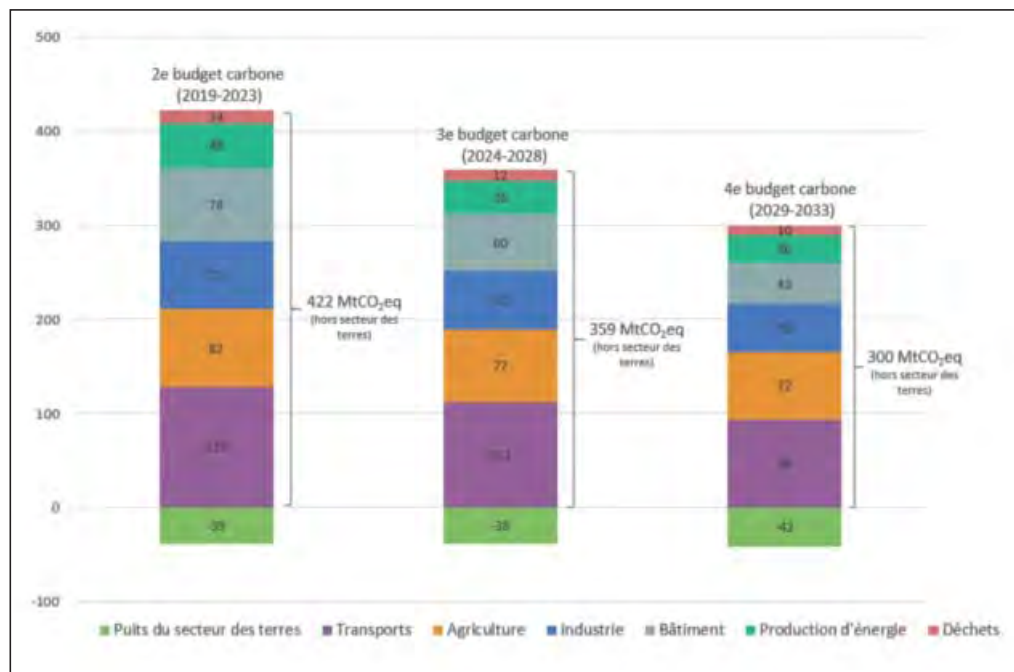


Source : Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires (MTECT)

3. <https://www.ecologie.gouv.fr/strategie-nationale-bas-carbone-snbc>

Les puits sont comptabilisés comme « émissions négatives » puisqu'ils captent les émissions.

Cette stratégie de long terme fixe aussi des marches d'escalier (ci-dessous), par tranche de 5 ans :



Source : MTECT, SNBC 2

### L'Europe revendique un leadership mondial

En juillet 2021, la commission européenne a lancé son «green deal», qui est à la fois une stratégie et une batterie d'objectifs et de moyens pour :

- Atteindre -55% d'émissions de GES en 2030 ;
- Atteindre la neutralité carbone en 2050.

L'ensemble des mesures peut se décrire sous la forme du schéma ci-dessous.

Deux mesures font beaucoup parler d'elles :

- Le mécanisme d'ajustement carbone aux frontières (MACF) : il propose une taxe à l'entrée de l'union européenne prenant en compte les gaz émis pour la fabrication des produits importés.

La prochaine version de la SNBC, dont la publication est prévue pour 2024, sera intégrée à la stratégie française énergie climat (SFEC) qui comprendra également deux autres documents : le plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC) et la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE).

- L'extension du mécanisme de quotas d'émissions de GES aux secteurs du bâtiment et des transports.

Tarification	Objectifs	Règles
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Système d'échange de quotas d'émission plus rigoureux, notamment dans l'aviation</li> <li>• Extension de l'échange de quotas d'émission au transport maritime, au transport routier et aux bâtiments</li> <li>• Mise à jour de la directive sur la taxation de l'énergie</li> <li>• Nouveau mécanisme d'ajustement carbone aux frontières</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mise à jour du règlement sur la répartition de l'effort</li> <li>• Mise à jour du règlement sur l'utilisation des terres, le changement d'affectation des terres et la foresterie</li> <li>• Mise à jour de la directive sur les énergies renouvelables</li> <li>• Mise à jour de la directive sur l'efficacité énergétique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Renforcement des normes de performance des voitures et véhicules utilitaires légers en matière d'émissions de CO<sub>2</sub></li> <li>• Nouvelles infrastructures pour les carburants alternatifs</li> <li>• ReFuelEU : des carburants d'aviation plus durables</li> <li>• FuelEU : des carburants plus propres pour le transport maritime</li> </ul>
Mesures de soutien		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilisation des ressources et des règlements pour promouvoir l'innovation, renforcer la solidarité et atténuer les incidences sur les personnes vulnérables, notamment grâce au nouveau <b>Fonds social pour le climat</b>, ainsi qu'au <b>Fonds pour l'innovation</b> et au <b>Fonds pour la modernisation</b>, qui ont été renforcés.</li> </ul>		

Source : Commission Européenne



©Sashkin - AdobeStock.com

### Où en est-on aujourd'hui ? Le paradoxe du prix des énergies.

La France est sur une trajectoire descendante, mais insuffisante. Son rythme de diminution est inférieur à celui qui devrait être observé pour atteindre l'objectif européen de 2030 (*source HCC rapport 2022*<sup>4</sup>).

Des efforts sont à produire sur un secteur qui n'a pas entamé sa descente : les transports, et deux autres où le rythme de diminution est insuffisant : le bâtiment et l'agriculture.

L'actualité sur l'énergie, dont l'envolée des prix, pose question. En effet l'augmentation du prix des énergies fossiles est une « bonne » chose pour le climat, si elle génère une baisse de la consommation. Mais c'est une très mauvaise chose pour les ménages les plus modestes, et difficilement supportable socialement.

La France, l'Europe ont ainsi pris des mesures visant à réduire le coût pour le consommateur de l'augmentation des prix de l'énergie, allant ainsi en quelque sorte à contrecourant des objectifs climatiques. Elles apparaissent pourtant éminemment indispensables pour l'équité sociale, et plus généralement pour l'ordre public.

Tout laisse donc penser qu'une politique environnementale efficace (ce qui n'est pas le cas d'une politique de baisse des prix de l'énergie) doit s'accompagner d'emblée d'une politique sociale (ou d'un accompagnement social), et doit être inscrite sur le temps long, avec le moins de soubresauts possible. L'élaboration d'une stratégie de fixation des prix des énergies sur le long terme paraît pertinente. ●●

4. [https://www.hautconseilclimat.fr/wp-content/uploads/2022/09/HCC\\_Rapport\\_GP\\_VF.pdf](https://www.hautconseilclimat.fr/wp-content/uploads/2022/09/HCC_Rapport_GP_VF.pdf)



# Réduction des consommations et décarbonation : les deux piliers de la transition énergétique

Sophie MOURLON



● ● En application de l'accord de Paris sur le climat, la France a inscrit en 2019 dans la loi l'objectif d'atteindre la neutralité carbone en 2050. La mobilisation pour le climat impose une accélération de la décarbonation de l'économie et des modes de vie, une réduction des consommations d'énergie ainsi qu'une redéfinition du système énergétique encore dépendant aux deux tiers des énergies fossiles, en s'appuyant sur les énergies bas carbone : renouvelables et nucléaire. Cette transition doit permettre également d'assurer la sécurité de l'approvisionnement en énergie et de réduire la dépendance aux importations, de préserver la compétitivité de l'économie et de protéger les consommateurs français.

Directrice de l'énergie, Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC)

Ancienne élève de l'École Polytechnique et ingénieure générale des mines, elle a exercé différentes fonctions au ministère chargé de l'environnement et dans des institutions indépendantes. Elle a notamment été directrice régionale adjointe de l'environnement, de l'aménagement et du logement en Champagne-Ardenne, directrice générale adjointe de l'Autorité de sûreté nucléaire, rapporteure extérieure à la Cour des comptes et adjointe au directeur général de l'aménagement, du logement et de la nature des ministères chargés de l'environnement et du logement.

**P**our faire de la transition énergétique une réalité, la politique énergétique française repose sur deux piliers principaux : d'une part, la réduction des consommations d'énergie et, d'autre part, la fin de l'utilisation des énergies fossiles et la décarbonation totale du mix énergétique en 2050 à travers notamment le développement des énergies bas-carbone : énergies renouvelables – chaleur, gaz, carburants, électriques – et nucléaire.

## 1. La transition énergétique passe d'abord par la maîtrise des consommations d'énergie

La transition énergétique passe avant tout par la maîtrise de la consommation d'énergie. Pour rendre soutenable la transformation du système énergétique et assurer l'utilisation durable des ressources, la stratégie nationale bas carbone (SNBC) prévoit ainsi une baisse de la consommation dans tous les secteurs. Pour y parvenir,

la France a développé des politiques ambitieuses de réduction des consommations d'énergie, qui doivent encore être amplifiées :

- la rénovation des bâtiments, aussi bien résidentiels que tertiaires et industriels ;
- la baisse des consommations d'énergie des véhicules, le développement des transports en commun ;
- l'efficacité énergétique dans l'industrie.

Au-delà, des voies supplémentaires de réduction des consommations devront être développées : le développement du télétravail et, d'une manière générale, la réduction des déplacements, le changement des habitudes de consommation, et notamment le développement de l'économie circulaire ainsi que la réduction de la consommation de viande, ou encore l'évolution de la politique de l'habitat.



Sans cette réduction de la consommation d'énergie, les objectifs de décarbonation resteraient hors de portée. Les capacités de production d'énergie décarbonée à développer d'ici 2050 seraient énormes et poseraient d'importants enjeux en matière, d'une part, de faisabilité industrielle (capacité à les construire) et, d'autre part, d'impacts environnementaux et économiques : aucune forme de production d'énergie n'est sans incidence ; chacune requiert des ressources (combustibles, espace foncier, matériaux pour construire les installations, etc.), qui ne sont pas sans limites, et représentent un coût à couvrir par la collectivité. Leur développement doit donc être limité au plus juste. Chercher à couvrir l'ensemble des besoins énergétiques d'une France qui, en 2050, aurait les mêmes modes de consommation qu'aujourd'hui ne serait pas soutenable.

## 2. Le mix énergétique doit être entièrement décarboné

La décarbonation de l'économie française suppose des actions dans tous les secteurs, et en particulier la décarbonation complète du système énergétique.

La programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) prévoit ainsi une réduction massive de la consommation d'énergies fossiles à l'horizon 2028, en cohérence avec le code de l'énergie, qui a inscrit un objectif de réduction de la consommation énergétique primaire des énergies fossiles de 40 % en 2030 par rapport à 2012. Les objectifs sont modulés par type d'énergie fossile en fonction du facteur d'émissions de gaz à effet de serre de chacune, afin de mettre fin en priorité à l'usage des énergies fossiles les plus émettrices de gaz à effet de serre (charbon, puis pétrole, puis gaz).

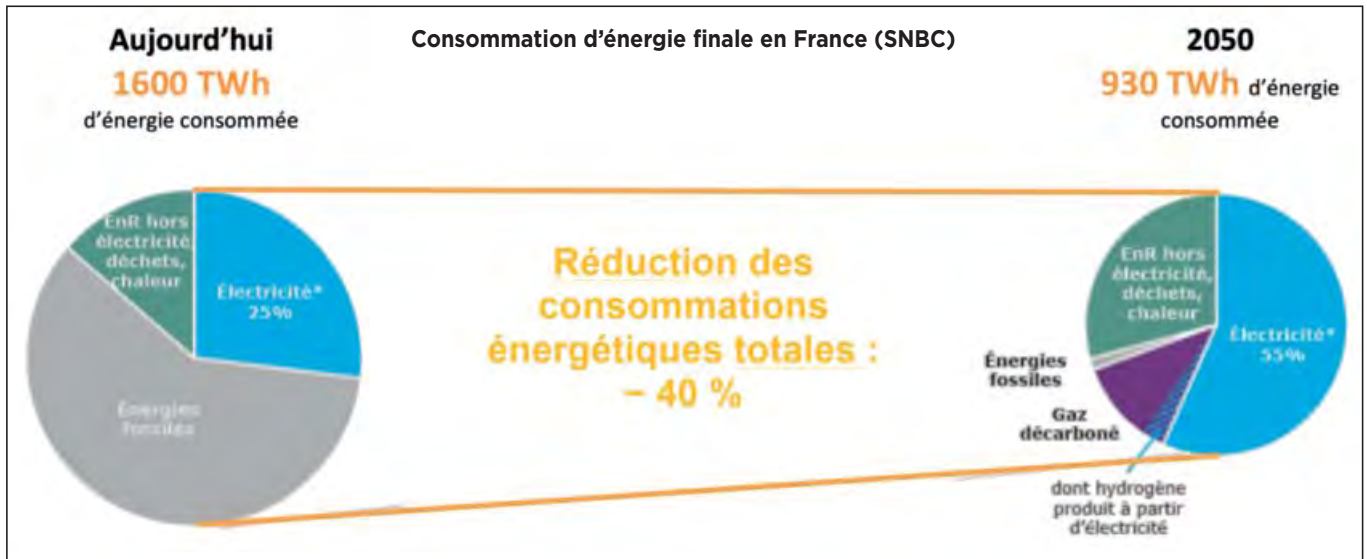
### Réduction de consommation primaire d'énergie fossile par rapport à 2012 prévue par la programmation pluriannuelle de l'énergie

Énergie	Réduction de consommation primaire entre 2012 et 2023	Réduction de consommation primaire entre 2012 et 2028
Gaz naturel	10 %	22 %
Pétrole	19 %	34 %
Charbon	66 %	80 %

Cette transition suppose bien sûr le développement des sources d'énergie bas carbone, mais repose aussi sur une transformation des usages afin de supprimer le recours aux énergies fossiles. Cela passe, par exemple, par le développement du véhicule électrique dans le secteur des transports, l'électrification des procédés et le recours à l'hydrogène produit par électrolyse dans l'industrie, ou encore la fin de la vente des chaudières fioul dans le bâtiment.

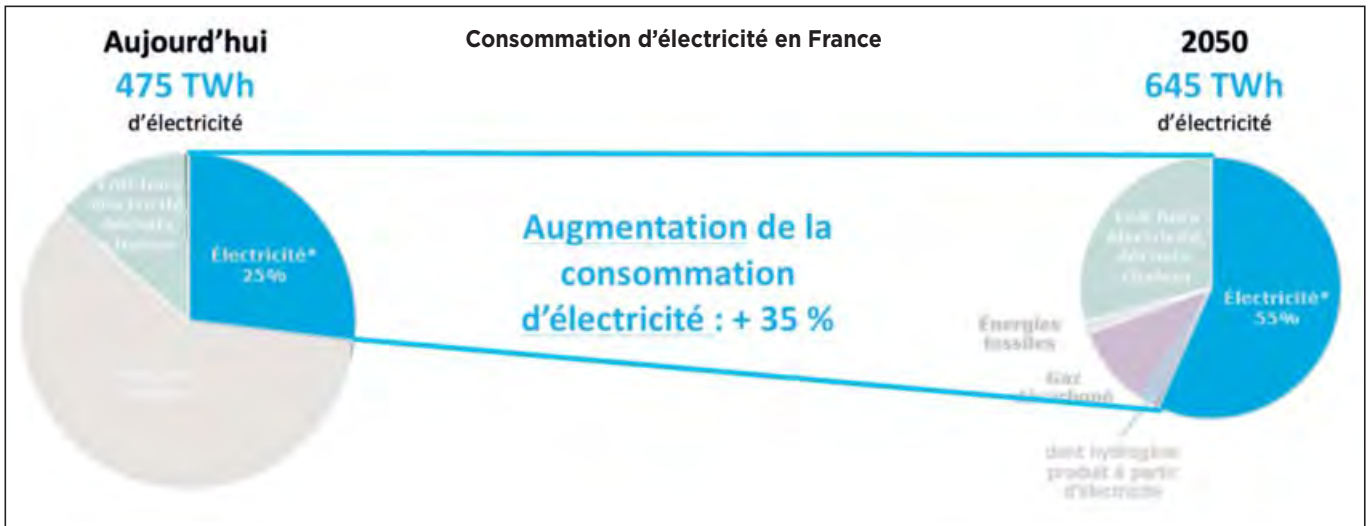
### La part de l'électricité dans le mix énergétique passerait de 25 % à 55 %

De cette bascule vers les énergies décarbonées résultera une hausse des besoins en électricité, même en tenant compte des objectifs de réduction des consommations. Dans le scénario central de la SNBC et de la PPE actuelles, la consommation d'électricité augmenterait d'environ 475 TWh aujourd'hui à environ 645 TWh en 2050 ; la part de l'électricité dans le mix énergétique passerait de 25 % à 55 %.



\* Consommation finale d'électricité (hors pertes, hors consommation issue du secteur de l'énergie et hors consommation pour la production d'hydrogène). Consommation finale d'électricité dans la trajectoire de référence de Réseau de transport d'électricité (RTE) : 645 TWh.

Source : ministère de la Transition énergétique à partir du rapport « Futurs énergétiques » de RTE, 2022.



Source : ministère de la Transition énergétique à partir du rapport « Futurs énergétiques » de RTE, 2022.

L'essor des énergies renouvelables permettra en outre de diversifier le mix énergétique, de le rendre plus résilient et de positionner la France comme un acteur majeur sur le marché de ces nouvelles technologies. La chaleur (chauffage individuel, cuisson, mais aussi chaleur dans les procédés industriels), qui représente environ 42 % de la consommation finale d'énergie, connaîtra une augmentation importante de la part d'énergies renouvelables : de 21 % en 2016, la part de chaleur renouvelable doit atteindre entre 34 % et 38 % en 2028.

Dans le même temps, le développement des biocarburants reposera sur la montée en puissance des carburants de deuxième génération, produits à partir de déchets et de résidus. La ressource en biomasse étant limitée et utilisée pour de nombreux usages, il est en effet nécessaire de faire preuve d'une grande vigilance sur l'origine des biocarburants et sur leur influence quant à l'évolution de l'usage des sols.

De la même manière, une progression marquée de la production de biogaz est prévue, pour atteindre entre 7 et 10 % de la consommation de gaz en 2030. Le développement de l'hydrogène par électrolyse, à partir d'électricité bas carbone, permettra de le substituer à l'hydrogène utilisé dans l'industrie, majoritairement produit aujourd'hui à partir de produits fossiles et avec d'importantes émissions de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), et de l'utiliser pour le transport lourd (maritime ou terrestre).

L'objectif est que ces produits énergétiques soient majoritairement produits en France et en Europe, y compris pour l'hydrogène. Sur ce point, la France se distingue de certains de ses voisins européens, qui prévoient des importations importantes d'hydrogène. La stratégie française est d'éviter de substituer à la dépendance aux importations d'énergies fossiles d'autres dépendances majeures. Les politiques de soutien de l'État, via la



garantie d'un prix de vente (comme aujourd'hui pour le biogaz) ou l'obligation d'incorporation dans l'énergie consommée (comme actuellement pour les biocarburants), seront amplifiées autant que nécessaire pour soutenir ces trajectoires.

L'évolution du mix électrique constitue l'autre objectif majeur de la stratégie de transformation de la production énergétique. Notre système électrique devra être presque entièrement renouvelé à l'horizon des trois prochaines décennies, avec l'arrivée en fin de vie des centrales nucléaires construites dans les années 1980 et 1990, des capacités de production d'énergie renouvelables développées entre 2000 et 2020, et le renouvellement nécessaire des réseaux de transport et de distribution. Ce renouvellement s'accompagnera d'une diversification de la production électrique française, aujourd'hui assurée principalement par le nucléaire.

Pour préparer l'avenir, l'État a demandé à Réseau de transport d'électricité (RTE) la modélisation complète du système électrique (capacités de production, flexibilités, réseau) à l'horizon 2050 dans plusieurs scénarios de mix et de besoins énergétiques, en tenant compte des ressources nécessaires, de l'évolution du climat et des modes de consommation et en conservant l'objectif d'assurer la sécurité d'approvisionnement instantané en électricité. S'agissant des moyens de production d'électricité bas-carbone, photovoltaïque, éolien terrestre, éolien en mer et nucléaire peuvent être complémentaires au regard de leurs caractéristiques et de leurs calendriers industriels de développement. Les travaux de RTE montrent que dans tous les scénarios, le développement rapide des énergies renouvelables électriques, et en priorité l'éolien offshore, est nécessaire, de même que

---

**“ S'AGISSANT DES MOYENS DE PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ BAS-CARBONE, PHOTOVOLTAÏQUE, ÉOLIEN TERRESTRE, ÉOLIEN EN MER ET NUCLÉAIRE PEUVENT ÊTRE COMPLÉMENTAIRES AU REGARD DE LEURS CARACTÉRISTIQUES ET DE LEURS CALENDRIERS INDUSTRIELS DE DÉVELOPPEMENT. ”**

---

le renforcement des interconnexions avec les pays européens voisins.

### **3. La guerre en Ukraine incite à surmonter plus vite encore notre dépendance aux énergies fossiles**

La guerre en Ukraine a montré à quel point l'Europe dépend aujourd'hui de la Russie pour son approvisionnement en énergies fossiles.

La crise actuelle souligne l'importance de la diversification des importations et du maintien, indispensable à court terme, des infrastructures et des compétences dans les énergies fossiles pour assurer l'approvisionnement de la France tout au long de la transition.

Au-delà de l'approvisionnement, le prix de l'énergie devient également un enjeu majeur pour l'économie et le pouvoir d'achat des consommateurs.

Les actions prises rapidement pour faire face à la crise au niveau français et européen (boucliers tarifaires, diversification des approvisionnements, mesures rapides de réduction des consommations d'énergie) devront vraisemblablement encore être amplifiées en vue des prochains hivers.

### **4. L'accompagnement de la transition énergétique est essentiel**

La réduction des consommations et l'évolution vers des énergies plus durables vont nécessiter des investissements élevés et un accompagnement efficace. Si l'État et les industries spécialisées dans l'énergie ont un rôle majeur à jouer, la transition énergétique ne se fera pas sans les collectivités, les entreprises et les particuliers. Elle doit être portée par un réseau d'acteurs publics et privés dans tous les secteurs, partout en France, et préserver le pouvoir d'achat des consommateurs et la compétitivité des prix de l'énergie. Un soutien particulier est prévu pour les ménages, en particulier les plus modestes, avec des dispositifs comme le chèque énergie<sup>i</sup>, MaPrimeRénov'<sup>ii</sup> ou la prime à conversion des véhicules<sup>iii</sup>.

Le défi de la politique énergétique française dans les années à venir est d'une ampleur inédite : conduire la transition énergétique dans un environnement géopolitique mouvant, tout en assurant la sécurité des approvisionnements et le maintien d'un prix raisonnable. ● ●

*i. Voir le site [chequeenergie.gouv.fr](http://chequeenergie.gouv.fr)*

*ii. Voir le site [www.maprimerenov.gouv.fr](http://www.maprimerenov.gouv.fr)*

*iii. Voir le site [jechangemavoiture.gouv.fr](http://jechangemavoiture.gouv.fr)*







# Le renouveau du nucléaire en France, pilier majeur de la décarbonation de l'énergie

Vincent LE BIEZ



● ● Le rapport sans équivalent de la France avec l'énergie nucléaire débute au sortir de la seconde guerre mondiale. Après une forte période de développements civil et militaire, le nucléaire a connu une période de repli. Cependant les enjeux climatiques et géopolitiques ont donné lieu à l'annonce récente d'un renouveau du nucléaire. L'ensemble des acteurs de la filière doit, pour convaincre, témoigner de sa capacité à rééditer une réussite industrielle.

.....  
Adjoint au Délégué Interministériel au Nouveau Nucléaire (DINN)

A l'issue de sa scolarité à l'École Polytechnique puis à l'École des Mines de Paris, Vincent LE BIEZ débute sa carrière en 2010 à la Direction régionale et inter-départementale de l'énergie et de l'environnement d'Ile-de-France (DRIEE-IF) où il occupe le poste de chef du service énergie, climat, véhicules, également en charge de la qualité de l'air. Il rejoint ensuite à l'été 2013 la direction générale du Trésor comme adjoint au chef de bureau, en charge des projets nucléaires à l'international, de l'Irak et de l'Iran, où il participe notamment aux négociations conduisant à l'accord de Vienne (JCPOA) de juillet 2015. Il rejoint ensuite l'Agence des participations de l'État en septembre 2015 comme chargé de participations en charge d'EDF et de ses filiales régulées. Il est nommé directeur de participations adjoint Énergie en février 2017 puis directeur de participations Industrie en septembre 2019. Depuis décembre 2022, il est adjoint au Délégué Interministériel au Nouveau Nucléaire.

**L**a France entretient avec l'énergie nucléaire un rapport sans équivalent parmi les autres pays du Monde. Sous l'impulsion du Général de Gaulle, elle a d'abord su, au sortir de la seconde guerre mondiale, avec la création du Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA), se doter des compétences nécessaires à la réalisation d'un grand programme militaire (armes nucléaires et propulsion nucléaire) qui est aujourd'hui au cœur de sa doctrine de dissuasion. Puis ce fut l'extraordinaire plan Messmer, consistant à déployer rapidement des réacteurs nucléaires à eau pressurisée, notamment pour faire face aux chocs pétroliers. Au nom de l'indépendance énergétique, le gouvernement français et EDF (dirigé à l'époque par Marcel Boiteux) ont eu le courage de se détourner de la filière de réacteurs de conception française (UNGG pour Uranium Naturel Graphite Gaz) pour construire des réacteurs de technologie américaine, développée par Westinghouse, dont les deux premiers exemplaires ont été réalisés à Fessenheim.

En 16 ans, de 1978 à 1994, 54 réacteurs de cette technologie, d'abord de 900MW puis de 1300MW, ont été mis en service en France, permettant de couvrir 75% des besoins d'électricité du pays. Il s'agit probablement de la plus grande réussite industrielle française qui contribue encore aujourd'hui à la prospérité et à l'indépendance de notre pays. Par ailleurs, même si cela n'était pas à l'origine de ce programme, il se trouve que l'énergie nucléaire n'émet pas de CO<sub>2</sub> et qu'elle consomme peu d'espaces naturels, ce qui la rend particulièrement vertueuse sur le plan climatique et de la biodiversité, problématiques qui sont devenues absolument majeures ces dernières décennies.

Cette réussite singulière française, qui a longtemps suscité un large consensus au sein de l'opinion publique et des forces politiques, a toutefois été fragilisée suite

“ IL SE TROUVE QUE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE N'ÉMET PAS DE CO<sub>2</sub> ET QU'ELLE CONSOMME PEU D'ESPACES NATURELS, CE QUI LA REND PARTICULIÈREMENT VERTUEUSE SUR LE PLAN CLIMATIQUE ET DE LA BIODIVERSITÉ. ”

aux accidents nucléaires de Three Miles Island (1979), de Tchernobyl (1986) et de Fukushima (2011), aux difficultés industrielles rencontrées par la filière nucléaire pour la construction de nouveaux réacteurs et à l'essor des énergies renouvelables. Depuis 1995, seuls 4 réacteurs (le palier N4, de 1450MW) ont été mis en service en France, 1 réacteur est encore en cours de construction avec plus de 10 ans de retard par rapport au planning initial (l'EPR de Flamanville), 1 réacteur à neutrons rapides (Superphenix) et 2 réacteurs à eau pressurisée (Fessenheim) ont été arrêtés. Le plan Messmer a donc été suivi par un long hiver nucléaire, le consensus politique a laissé la place au dissensus et au scepticisme. La question centrale n'était plus de construire de nouveaux réacteurs mais d'en fermer afin de rééquilibrer le mix électrique français.

Il est permis de penser que cette période difficile pour la filière nucléaire française, qui l'a empêchée de se projeter et a nui à son attractivité, est derrière nous. Depuis quelques années, un nouveau consensus semble émerger en France et dans d'autres pays européens autour de l'énergie nucléaire. Un mix électrique bâti autour du nucléaire et des renouvelables apparaît comme la meilleure solution pour répondre aux enjeux de souveraineté, de réindustrialisation et de réduction des émissions de gaz à effet de serre. La crise COVID et la guerre en Ukraine sont passées par là, mettant au grand jour les limites de la dépendance à des énergies et des chaînes de valeur qui se trouvent à l'extérieur des frontières européennes.

C'est dans ce contexte qu'un nouveau souffle en faveur de l'énergie nucléaire a été porté par le Président de la République dans son discours de Belfort le 10 février 2022, au cours duquel il a souhaité qu'un nouveau programme de 6 réacteurs de type EPR2, porté par EDF, soit mis en œuvre et que soit étudiée la construction de 8 réacteurs additionnels. Combinée aux annonces sur le Porte-Avions de Nouvelle Génération (PANG) à propulsion nucléaire, sur la nouvelle génération de sous-marins nucléaires lanceurs d'engins (SNLE3G) et sur les petits réacteurs modulaires (SMR et AMR) dans le cadre de France 2030, c'est donc une grande politique d'ensemble autour du nucléaire qui est ainsi impulsée en France.

Cette confiance renouvelée oblige la filière nucléaire française. Plus question de mettre en avant les atermoiements et les hésitations de l'opinion publique pour justifier les errements industriels. Inutile de le cacher, les

---

**“ LE PLAN MESSMER A DONC ÉTÉ SUIVI PAR UN LONG HIVER NUCLÉAIRE, LE CONSENSUS POLITIQUE A LAISSÉ LA PLACE AU DISSENSUS ET AU SCEPTICISME. ”**

---



---

**“ LA RÉUSSITE D'UN NOUVEAU PROGRAMME NUCLÉAIRE FRANÇAIS PASSE PAR UNE RELATION ÉTROITE ET EXIGEANTE ENTRE L'ÉTAT ET LES INDUSTRIELS DE LA FILIÈRE. ”**

---

dépassements de coûts et de délais observés sur les chantiers EPR d'Olkiluoto en Finlande, de Flamanville et, dans une moindre mesure, d'Hinkley Point C au Royaume-Uni, ont jeté le doute sur la capacité de la filière industrielle française à rééditer les prouesses des années 70 et 80. Ces projets constituent toutefois le socle à partir duquel une nouvelle page du nucléaire doit désormais s'écrire, en capitalisant sur le retour d'expérience. Le programme de construction de 6 EPR2 porté par EDF doit démontrer son caractère industriel, en apprenant des erreurs du passé et en bénéficiant d'un véritable effet de série.

En créant, par décret du 7 novembre 2022, une Délégation Interministérielle au Nouveau Nucléaire (DINN), le Gouvernement a souhaité une implication plus forte de l'Etat sur les projets de nouveau nucléaire en France, à commencer par le programme EPR2 d'EDF. Il ne s'agit nullement de se substituer à EDF, maître d'ouvrage, mais de jouer un rôle de supervision qui suppose une grande intimité avec le déroulement de ce programme, de coordonner les services administratifs mobilisés sur ce projet, de contribuer aux réflexions sur le cadre juridique, réglementaire et économique adapté à ce programme et de contribuer, pour ce qui concerne l'Etat, à l'information du public sur les enjeux du programme de nouveau nucléaire français.

Pour relever ce défi, le Président de la République, sur proposition de la Première Ministre, a décidé de nommer, le 10 novembre 2022, Joël Barre, à la tête de la DINN, fort de son expérience sur les programmes spatiaux et militaires, tant à la DGA (il a été Délégué Général pour l'Armement de 2017 à 2022), qu'au CNES ou chez Safran Aircraft Engines (aujourd'hui ArianeGroup). Depuis mi-décembre, j'ai l'honneur de l'accompagner dans cette fabuleuse aventure en tant qu'adjoint. Ensemble, nous sommes en train de mettre en place une équipe resserrée, qui comptera 15 personnes en 2024, disposant des compétences nécessaires pour mener à bien les missions qui nous sont confiées par le Gouvernement.

La réussite d'un nouveau programme nucléaire français passe par une relation étroite et exigeante entre l'Etat et les industriels de la filière, à commencer par EDF. Une relation basée sur la transparence, l'analyse contradictoire, l'anticipation et le respect du rôle de chacun. Ensemble, nous devons transformer le formidable alignement de





planètes autour du nucléaire en une nouvelle réussite industrielle. Cela passera par la mobilisation de toutes les forces vives de la Nation : en particulier tous ces jeunes qui se destinent à rejoindre la filière nucléaire et toutes ces entreprises de la filière qui ont besoin de visibilité pour embaucher et investir.

Même si les nouveaux réacteurs EPR2 ne sont pas attendus avant 2035, c'est maintenant que se dessine le

succès de ce programme. L'énergie est une industrie du temps long, ce qui justifie l'implication particulière de l'Etat, tant en matière de politique énergétique, que de contrôle actionnarial ou de supervision de maîtrise d'ouvrage.

Les décisions qui vont être prises en 2023 ou 2024 seront structurantes pour la compétitivité de l'économie française et la prospérité des Français dans les décennies à venir. ● ●



# Les transformations de la société

**sniim**

SYNDICAT NATIONAL DES INGÉNIEURS DE L'INDUSTRIE ET DES MINES

# La compétitivité industrielle, condition essentielle de la transition énergétique

Nicolas DE WARREN



● ● Compte tenu de l'objectif de neutralité climatique en 2050, les politiques industrielle, énergétique et climatique doivent désormais être coordonnées étroitement dans une stratégie globale. A condition de pouvoir investir massivement pour innover et décarboner ses propres procédés et l'économie en général, l'industrie française jouera un rôle clé dans cette transition.

Président de l'UNIDEN (Union des industries utilisatrices d'énergie)

Nicolas de WARREN est aussi depuis 2006 directeur des relations institutionnelles d'ARKEMA, leader français de la chimie et des matériaux avancés. De 1984 à 1991 il suit, au ministère de l'industrie, les secteurs des équipements mécaniques et de l'automobile puis est conseiller technique, en charge des industries lourdes et de l'environnement, au cabinet de Roger Fauroux, Ministre de l'industrie (1988-1991). Au sein d'Elf Atochem, puis d'Atofina, il a été à la direction internationale, puis en charge de Business Units dans le domaine des acryliques puis des oxygénés. Il est licencié en droit, ancien élève de l'Institut d'études politiques de Paris et de l'Ecole nationale d'administration.

**L'**hypercrise énergétique touche les deux énergies fondamentales pour l'industrie, le gaz et l'électricité, et frappe avant tout l'Europe. Certes, il existe des raisons conjoncturelles, avec la guerre en Ukraine et, pour la France en tout cas, une faible disponibilité du parc nucléaire qui aggrave la situation au pire moment. Mais les raisons structurelles sont peut-être plus inquiétantes encore : une dépendance encore forte au gaz importé, face à une concurrence de la zone Asiatique elle aussi importatrice pour soutenir son essor économique, un modèle de marché de gros de l'électricité européen à bout de souffle, une production d'électricité de moins en moins pilotable avec la montée des énergies renouvelables, le tout conduisant à une situation globale de rareté de l'énergie à l'échelle du continent.

## L'industrie contribue significativement à la maîtrise de l'évolution de l'empreinte carbone de la France

Cette situation doit être appréhendée au regard de l'objectif de neutralité climatique que l'Union européenne et la France se sont donné pour 2050, qui ne pourra être atteint qu'avec l'industrie. Il suppose des basculements systémiques dans tous les domaines, notamment les transports et l'industrie, qui pour moins émettre accroîtront

massivement leur consommation d'électricité décarbonée, d'origine nucléaire ou renouvelable.

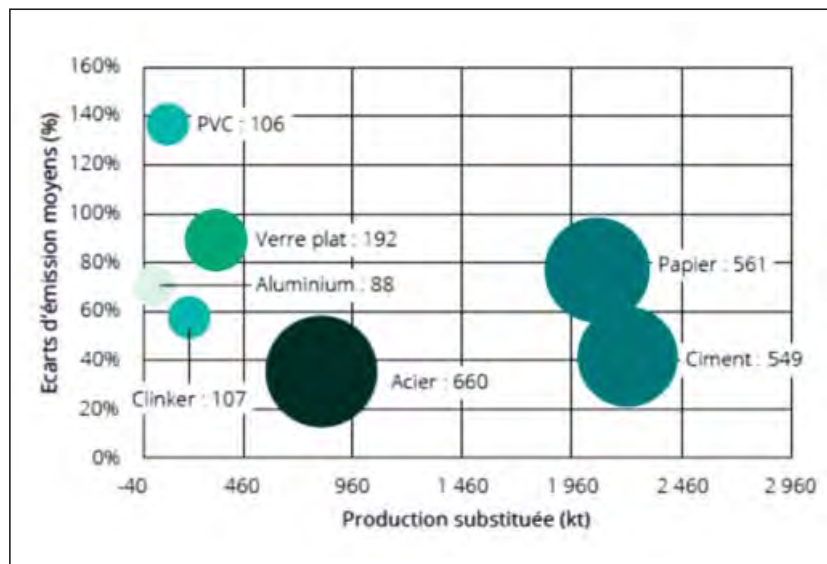
L'industrie jouera un rôle central dans cette transition. Elle est déjà « *le principal secteur ayant contribué à la réduction des émissions françaises depuis 1990* », selon la Stratégie nationale bas carbone. Grâce à l'investissement et à l'innovation, entre 1990 et 2020, l'énergie consommée par unité de produit industriel a diminué de 45%, et les émissions de GES de l'industrie ont été divisées par deux. Or, sur la même période, l'industrie a reculé de quatre points dans le PIB... et c'est une mauvaise nouvelle pour le climat ! En effet, entre 1990 et 2020, l'inventaire national des émissions de GES de la France a enregistré une baisse de 28% de celles-ci, mais une baisse de 15% seulement de l'empreinte carbone.

Or l'empreinte carbone, qui prend en compte le carbone émis pour la production et l'acheminement des produits importés en France, traduit la véritable contribution de notre pays au réchauffement climatique. Le recul de l'industrie, qui grâce au nucléaire notamment produit en France sur la base d'un mix énergétique moins carboné qu'ailleurs, s'est traduit par une augmentation



des importations de produits à plus fort contenu carbone, contribuant à détériorer notre empreinte carbone. A titre d'exemples, une tonne d'aluminium produite en France contient 2,5 t eq. CO<sub>2</sub>, contre 15,9 t eq. CO<sub>2</sub> pour la même tonne produite en Chine et 9,46 t eq. CO<sub>2</sub> pour la même tonne produite aux Emirats Arabes Unis ; une tonne de papier produit en France contient 172 kg eq. CO<sub>2</sub>, contre 1 360 kg eq. CO<sub>2</sub> pour la même tonne produite en Allemagne.

Pour le documenter, l'Union des industries utilisatrices d'énergie (UNIDEN) a confié à Deloitte une étude visant à établir, pour les filières de l'acier, de l'aluminium, du ciment, du papier, du PVC, du sucre et du verre plat, si leur recul entre 1995 et 2015 s'était accompagné d'une dégradation de la balance commerciale de ces filières et donc d'une aggravation de leur empreinte carbone en fonction du pays d'origine des produits importés, de son mix énergétique et des procédés de production correspondants. L'étude mettait en évidence une augmentation de plus de 50 % des émissions associées à ces productions substituées par des importations.



\* Sources : Données GTAP, INSEE, UN-Comtrade, Calculs Deloitte

Inversement, l'étude montrait qu'un scénario raisonnable de réindustrialisation permettrait, aux bornes des filières considérées, d'améliorer de quasiment 100% l'empreinte carbone des produits considérés.

### La neutralité carbone ne sera pas atteinte sans une industrie capable d'investir massivement pour innover... et donc compétitive !

Pour toutes ces raisons, le mix énergétique faiblement carboné de la France est un atout majeur dans la lutte contre le changement climatique, qui sera encore renforcé avec l'électrification des procédés industriels, pour peu que l'industrie ait accès, sur le long terme, à une électricité décarbonée à des conditions compétitives.

## “ LE MIX ÉNERGÉTIQUE FAIBLEMENT CARBONÉ DE LA FRANCE EST UN ATOUT MAJEUR DANS LA LUTTE CONTRE LE CHANGEMENT CLIMATIQUE, QUI SERA ENCORE RENFORCÉ AVEC L'ÉLECTRIFICATION DES PROCÉDÉS INDUSTRIELS... ”

Le rapport de RTE «*Futurs énergétiques 2050*», présenté le 25 octobre 2021, faisait le même constat : un scénario de reconquête industrielle appuyé sur une énergie bas-carbone présente un grand intérêt climatique, grâce notamment à l'électrification massive des procédés industriels : dans une économie française réindustrialisée, notre empreinte carbone diminuerait nettement. Mais cela pose un défi de taille à l'appareil de production électrique français, car les besoins en électricité décarbonée de l'industrie sont appelés à exploser : selon une étude confiée par l'UNIDEN au consultant Yggdrasill, le scénario (raisonnable) d'un rééquilibrage de la balance commerciale de la quasi-totalité des branches industrielles et d'une production d'hydrogène bas carbone de 2,3 Mt, se traduirait par une multiplication de la consommation électrique de l'industrie par 3,2, de 115 TWh en 2019 à 385 TWh en 2050.

L'outil de production électrique national en 2050 devra donc être en capacité de répondre à cette hausse tant en volume qu'en prévisibilité. Il devra s'appuyer sur un productible ENR en hausse sensible, compatible avec la configuration socio-géographique du territoire français, compris entre 300 et 350 TWh par an, et un parc nucléaire dont le productible sera compris entre 450 et 500 TWh par an, au

gré du renouvellement, selon une technologie éprouvée, des tranches qui n'auront plus l'autorisation d'exploiter. La mise en place des outils juridiques et financiers qui le permettront, compte tenu du temps de développement de tels parcs, est donc urgente !

Par ailleurs, il est stratégique de garantir à l'industrie, et d'abord aux usines les plus consommatrices d'énergie, un accès à une fourniture électrique décarbonée, sur le long terme, à des conditions compétitives et prévisibles. C'est la condition absolue pour que les investissements se fassent, les cycles d'investissement dans l'industrie étant longs, voire très longs (jusqu'à 25-30 ans). En effet, elles sont en concurrence directe avec des usines ayant accès, ailleurs dans le monde (Amérique, pays du Golfe, Russie, Chine...) à une fourniture électrique subventionnée ou à prix coûtant.



“ LA DÉCARBONATION DE L’INDUSTRIE  
SERA UN LEVIER PUISSANT POUR ATTEINDRE  
LA NEUTRALITÉ CARBONE DE L’ÉCONOMIE  
EN 2050... ”

Pour l’approvisionnement en gaz, qui restera nécessaire comme énergie dans un certain nombre de procédés fortement consommateurs de chaleur et surtout comme matière première dans certaines filières, de la chimie par exemple (ammoniac pour engrais azotés et usages industriels ou comme vecteur énergétique), il est critique de donner la visibilité nécessaire aux acteurs industriels, par des contrats long terme et en minimisant les coûts d’approvisionnement, de transport, de stockage afférents : là encore, aux Etats-Unis, au Moyen-Orient, en Afrique, le gaz est plusieurs fois moins cher voire accessible à prix coûtant pour les industries gazo-intensives.

Pour peu que l’industrie ait accès à une fourniture énergétique décarbonée, suffisante en volume, à des conditions compétitives, elle pourra investir massivement

pour électrifier ses procédés, et développer les innovations de rupture qui permettront d’abaisser radicalement ses émissions, notamment par la substitution d’une matière première principale : ainsi en va-t-il, par exemple, de la substitution du charbon à coke dans les aciéries par de l’hydrogène, ou de la substitution du gaz par de l’électricité dans les fours de craquage catalytique des vapocraqueurs qui produisent les matières premières majeures de la chimie et des plastiques. Si les investissements requis sont colossaux (autour d’un milliard d’euros par unité), les baisses d’émissions se compteront en millions de tonnes de CO<sub>2</sub>.

Ainsi, la décarbonation de l’industrie sera un levier puissant pour atteindre la neutralité carbone de l’économie en 2050, d’abord par les progrès qu’elle mettra en œuvre dans son propre périmètre, ensuite parce que les solutions bas-carbone qui diffuseront dans le reste de l’économie (transport et habitat principalement) continueront à venir d’innovations industrielles. Agnès Pannier-Runacher, alors ministre chargée de l’industrie, le résumait d’une formule lapidaire mais explicite : « *l’industrie c’est 20% des émissions, mais 100% des solutions !* » ● ●

# La programmation pluriannuelle de l'énergie

Sophie MOURLON



● ● En application de l'Accord de Paris sur le climat, la France a pris des engagements forts afin de réduire ses émissions de gaz à effet de serre. Pour y parvenir, mais également pour diversifier le mix énergétique national, assurer la sécurité d'approvisionnement en énergie, la compétitivité de l'économie et la protection des consommateurs, la Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) actuelle fixe les priorités d'action de la politique énergétique de la France pour la période 2019-2028.

Directrice de l'énergie, Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC)

“ L'ÉNERGIE CONSTITUE L'UN DES PILIERS DU DÉVELOPPEMENT DES TERRITOIRES, TANT DU POINT DE VUE ÉCONOMIQUE QUE SOCIÉTAL. ”

Ancienne élève de l'Ecole Polytechnique et ingénieure générale des mines, elle a exercé différentes fonctions au ministère chargé de l'environnement et dans des institutions indépendantes. Elle a notamment été directrice régionale adjointe de l'environnement, de l'aménagement et du logement en Champagne-Ardenne, directrice générale adjointe de l'Autorité de sûreté nucléaire, rapporteure extérieure à la Cour des comptes et adjointe au directeur général de l'aménagement, du logement et de la nature des ministères chargés de l'environnement et du logement.

**P**our limiter l'impact du réchauffement climatique sur nos sociétés, les pays du monde se sont engagés en 2015, par l'Accord de Paris, à réduire drastiquement leurs émissions de gaz à effet de serre. Le réchauffement climatique trouve sa cause dans la production de gaz à effet de serre dont environ 70% résulte de notre consommation d'énergies fossiles. C'est l'utilisation de charbon, de pétrole et de gaz qui rend la croissance non soutenable.

Avec la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte de 2015, puis la loi relative à l'énergie et au climat de 2019, la France s'est dotée d'objectifs ambitieux en matière d'énergie et de climat, avec notamment l'atteinte de la neutralité carbone et la réduction de 50%<sup>1</sup>

de la consommation énergétique finale en 2050. La Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC) décrit la feuille de route de la France pour réduire ses émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2050. Elle prévoit en particulier la décarbonation complète, à cet horizon, de la production d'énergie, du secteur du bâtiment et du secteur des transports<sup>2</sup>.

L'énergie constitue l'un des piliers du développement des territoires, tant du point de vue économique que sociétal. Elle représente également un défi environnemental incontournable et prépondérant dans la lutte contre le réchauffement climatique. Avec la Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE), adoptée en avril 2020 concomitamment à la SNBC, la France s'est dotée d'un outil de planification ambitieux pour réussir la transition énergétique et accélérer la transformation de notre société. La PPE permet en effet d'avoir une vision à horizon 10 ans sur deux périodes de 5 ans (2019-2023 et 2024-2028) de la politique énergétique française pour le territoire métropolitain continental<sup>3</sup>.

1. Par rapport à 2012

2. A l'exception du transport aérien

3. Les zones non-interconnectées font l'objet de PPE distinctes

La PPE s'articule autour de grands thèmes : la diminution de la consommation énergétique par des efforts accrus d'efficacité énergétique, la diversification du mix énergétique français, notamment par un développement important des énergies renouvelables, le développement des réseaux d'approvisionnement pour faire face à ces évolutions, la préservation de la compétitivité des entreprises et du pouvoir d'achat pour inclure tous les citoyens dans la transition énergétique et la mobilisation des territoires qui sont au cœur de cette évolution. Elle s'accompagne également de la stratégie de développement de la mobilité propre qui permettra une mutation tout aussi conséquente et nécessaire de la mobilité sur l'ensemble du territoire.

La transition énergétique passe avant tout par une maîtrise de la consommation d'énergie. Pour rendre soutenable la transformation du système énergétique et assurer l'utilisation durable des ressources, la PPE s'appuie sur une baisse de la consommation dans tous les secteurs en focalisant principalement les efforts sur les énergies fossiles. Ainsi, la PPE prévoit une diminution de 35 % de la consommation primaire d'énergie fossile pour 2028 (dont 80 % pour le charbon et 34 % pour les produits pétroliers). Des investissements importants dans l'efficacité énergétique des bâtiments, qui feront l'objet d'un effort et d'un accompagnement particuliers pour les ménages modestes, seront nécessaire pour atteindre l'objectif de rénovation de 2.5 millions de logements d'ici 2023. Dans l'industrie, la transition énergétique devra préserver la compétitivité tout en assurant la durabilité des activités sur le sol national. De nouvelles technologies dans le secteur des transports, comme le véhicule électrique, mais également des modifications de comportement (mobilités actives, covoiturage, etc.) devront également être mobilisées.

En parallèle, l'essor des énergies renouvelables et de récupération permettra de diversifier le mix énergétique, de le rendre plus résilient et de positionner la France comme un acteur majeur sur le marché de ces nouvelles technologies. La chaleur, qui représente environ 42 % de la consommation finale d'énergie, connaîtra une augmentation conséquente de la part de renouvelable : de 21 % en 2016, la part de chaleur renouvelable atteindra entre 34 % et 38 % en 2028.

Dans le même temps, le développement des biocarburants reposera sur la montée en puissance des carburants de 2<sup>ème</sup> génération, produits à partir de déchets et de résidus, qui permettent de contenir les besoins en biomasse et en occupation des sols. La ressource en biomasse étant limitée et utilisée pour de nombreux usages, il est en effet nécessaire de faire preuve d'une grande vigilance sur l'origine des biocarburants et sur leur influence sur l'évolution de l'usage des sols. De la

même manière, une progression importante de la production de biogaz est prévue - entre 7 et 10 % de la consommation de gaz en 2030 - qui devra s'accompagner d'une diminution des coûts de la filière pour en développer le plein potentiel.

L'évolution du mix électrique constitue l'autre objectif majeur de la stratégie de transformation de la production énergétique. Un effort de diversification de la production électrique française, aujourd'hui assurée principalement par le nucléaire, est prévu. Cette diversification augmentera la résilience du système de production électrique tout en permettant la consolidation (éolien terrestre, photovoltaïque) et l'émergence (éolien en mer) de filières industrielles. La capacité d'énergies renouvelables électriques sera doublée par rapport à 2017.

**Evolution de la puissance installée en énergies renouvelables électriques prévue par la PPE 2019-2028**

Puissance installée (en GW)	2017	2023	2028
Eolien terrestre	13,5	24,1	33,2 à 34,7
Eolien en mer	0	2,4	5,2 à 6,2
Solaire photovoltaïque	7,7	20,1	35,1 à 44,0
Méthanisation	0,11	0,27	0,34 à 0,41
Hydro-électricité	25,3	25,7	26,4 à 26,7
<b>Total</b>	<b>47</b>	<b>74</b>	<b>101 à 113</b>

En complément de la montée en puissance des énergies renouvelables, un rééquilibrage progressif du parc nucléaire est programmé pour permettre l'atteinte des objectifs de 50 % de nucléaire à l'horizon 2035. La fermeture de 14 réacteurs dont 4 à 6 pendant la PPE est prévue jusqu'à 2035, sans fermeture totale de sites nucléaires. Ces fermetures de réacteurs, principalement à échéance de leur cinquième visite décennale, permettent de lisser l'arrêt des réacteurs et éviter un effet « falaise » dû à la fin de vie technique dans un temps court d'un nombre important de réacteurs construits dans les années 80 tout en continuant à bénéficier d'une production nucléaire importante et à coût compétitif. Par ailleurs, cet objectif est compatible avec l'arrêt définitif des 4 dernières centrales au charbon et permet d'assurer la sécurité d'approvisionnement électrique sans faire appel à de nouvelles installations émettant des gaz à effet de serre.

La transformation du mix énergétique, dont la part de renouvelable s'élèvera à près d'un tiers de la consommation finale en 2028, s'accompagnera d'une évolution des réseaux d'approvisionnement. Le système électrique devra s'adapter aux développements de sites de production plus décentralisés et plus diffus sur le territoire



notamment via l'essor de l'autoconsommation et à la montée en puissance de nouveaux usages dont les véhicules électriques. A moyen terme une mutation des systèmes gazier et pétrolier est également attendue du fait de la diminution des consommations.

**“ LE SYSTÈME ÉLECTRIQUE DEVRA S’ADAPTER AUX DÉVELOPPEMENTS DE SITES DE PRODUCTION PLUS DÉCENTRALISÉS ET PLUS DIFFUS SUR LE TERRITOIRE... ”**

La réduction des consommations et l'évolution vers des énergies plus durables permettra d'améliorer la qualité de l'air et plus globalement de réduire les impacts du secteur de l'énergie sur l'environnement et la santé. Mais elle présente également un intérêt économique, en réduisant notre dépendance aux importations et donc aux cours mondiaux des énergies fossiles.

Ces évolutions vont donc nécessiter des investissements et un accompagnement important. Si l'État et les industries spécialisées dans l'énergie ont un rôle majeur à jouer, la transition énergétique ne se fera pas sans les collectivités, les entreprises, les particuliers, etc. Elle doit être portée par un réseau d'acteurs publics et privés dans tous les secteurs, partout en France, et préserver le pouvoir d'achat des consommateurs et la compétitivité des prix de l'énergie. Un soutien particulier est prévu pour les ménages, en particulier les plus modestes, avec le Chèque Energie, MaPrimeRénov'<sup>4</sup> ou la prime à la conversion.

Les territoires profiteront également de cette transition énergétique par la territorialisation

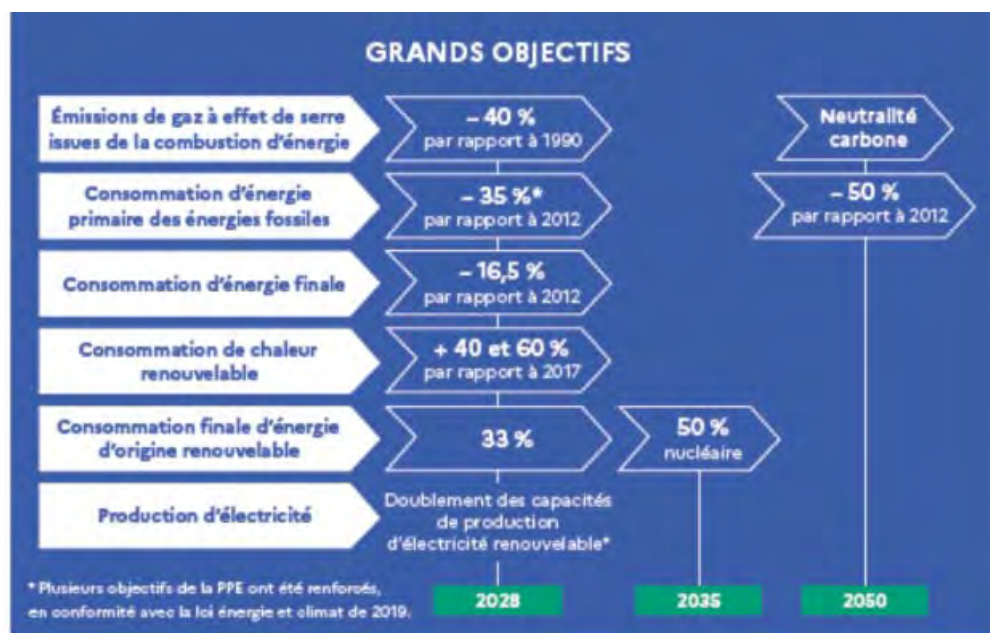
de la production d'énergie qui passera par le développement de nombreux projets locaux et l'émergence de nouvelles filières dans les territoires. La PPE devrait permettre, sous l'effet des mesures adoptées, la création de plus de 440 000 emplois additionnels et un accroissement supplémentaire du pouvoir d'achat de 2,2 % en 2028 par rapport à un scénario tendanciel.

L'action du ministère de la transition écologique et ses agents, en administration centrale comme en DREAL, permet le déploiement et la mise en œuvre des différentes mesures de la PPE sur l'ensemble du territoire.

D'autres ministères (agriculture pour le développement du biogaz, industrie pour la décarbonation de l'industrie ou le développement de nouvelles filières industrielles par exemple) jouent également un rôle important dans cette transition.

La Programmation pluriannuelle de l'énergie s'appuie ainsi sur la mobilisation de l'ensemble des volets énergétiques pour parvenir aux objectifs de transition écologique et suivre une trajectoire cohérente et compatible avec les ambitions de neutralité carbone de la France à l'horizon 2050.

**Les grands objectifs de la PPE 2019-2028**



**“ LES TERRITOIRES PROFITERONT ÉGALEMENT DE CETTE TRANSITION ÉNERGÉTIQUE PAR LA TERRITORIALISATION DE LA PRODUCTION D’ÉNERGIE QUI PASSERA PAR LE DÉVELOPPEMENT DE NOMBREUX PROJETS LOCAUX ET L’ÉMERGENCE DE NOUVELLES FILIÈRES DANS LES TERRITOIRES. ”**

4. Aide pour la rénovation énergétique



L'État a lancé à l'automne 2021 les travaux de révision de sa stratégie pour l'énergie et le climat. Une loi de programmation énergie-climat, qui fixera les grands objectifs énergétiques et climatiques à horizon de cinq et de dix ans, devra être adoptée en 2023, conformément aux dispositions de la loi relative à l'énergie et au climat de novembre 2019. À la suite, la PPE et la SNBC seront révisées dans un délai d'un an, soit d'ici la fin 2024. Le rehaussement européen du jalon 2030 du paquet « Fit for 55 » est au cœur de ces travaux, afin d'anticiper et accompagner la fin des énergies fossiles d'ici 2050.

Lutter efficacement contre le réchauffement climatique implique des choix de société, qui auront des effets concrets dans la vie quotidienne et sur l'économie. Cette stratégie doit donc être largement concertée. Avant le débat parlementaire sur la loi de programmation, l'État a

conduit fin 2021 une première concertation pour définir les hypothèses sur lesquelles les nouvelles trajectoires de réduction des émissions de gaz à effet de serre devraient être construites. D'octobre 2022 à janvier 2023, l'État a ouvert une large concertation publique pour construire ensemble notre stratégie et notre avenir énergétiques. Le Gouvernement présentera au Parlement, et rendra publiques, les orientations qu'il a retenues de cette seconde concertation. ● ●

---

**“ L'ÉTAT A LANCÉ À L'AUTOMNE 2021  
LES TRAVAUX DE RÉVISION DE SA STRATÉGIE  
POUR L'ÉNERGIE ET LE CLIMAT. ”**

---

# Comment réduire l'empreinte carbone du numérique ?

Cécile DUBARRY



● ● Le numérique transforme nos modes de vie et le développement de ses usages s'accompagne de nombreux effets : croissance du volume de données, augmentation des capacités des réseaux et des centres de données, renouvellement rapide et faible taux de recyclage des terminaux... Tous ces facteurs participent à l'augmentation de l'impact environnemental du secteur.

Directrice générale de l'Autorité de régulations des communications électroniques, des postes, et de la distribution de la presse (Arcep)

Cécile DUBARRY a été nommée directrice générale de l'Autorité de régulations des communications électroniques, des postes, et de la distribution de la presse (Arcep) le 27 février 2017. Sa nomination a pris effet le 1<sup>er</sup> mars 2017. Ancienne élève de l'École Normale Supérieure et ingénieure générale des mines, Cécile Dubarry a débuté sa carrière en 1994 à la direction générale des postes et télécommunications puis, de 1997 à 2002, à l'Autorité de régulation des télécommunications. En 2002, elle fut nommée sous-directrice, puis en 2005 chef de service, adjointe au directeur, à la direction du développement des médias. Avant de rejoindre l'Arcep, elle occupait depuis 2009 les fonctions de chef du service de l'Économie numérique à la Direction générale des entreprises (DGE) du ministère de l'Économie et des Finances.

**D**epuis plusieurs années, l'Arcep s'est engagée sur la thématique de l'impact environnemental du numérique pour en faire progressivement un nouveau chapitre de sa régulation.

Le rapport «Pour un numérique soutenable»<sup>1</sup>, publié en décembre 2020, a constitué un point d'étape important.

L'Autorité y identifiait notamment comme axe de travail l'amélioration de la capacité de pilotage de l'empreinte environnementale du numérique par les pouvoirs publics.

Elle y soulignait l'importance de mesurer, à partir de données fiables et de méthodologies robustes, l'impact environnemental du numérique afin d'identifier les leviers d'action efficaces.

Le présent article dresse un panorama des travaux et initiatives de l'Autorité pour améliorer l'évaluation de l'empreinte du numérique.

## Mesurer l'impact environnemental du numérique

**La mesure de l'impact environnemental du numérique constitue un des objectifs de l'Autorité, qui pense nécessaire de mieux évaluer les différentes sources d'impact afin d'identifier les leviers d'actions les plus pertinents.**

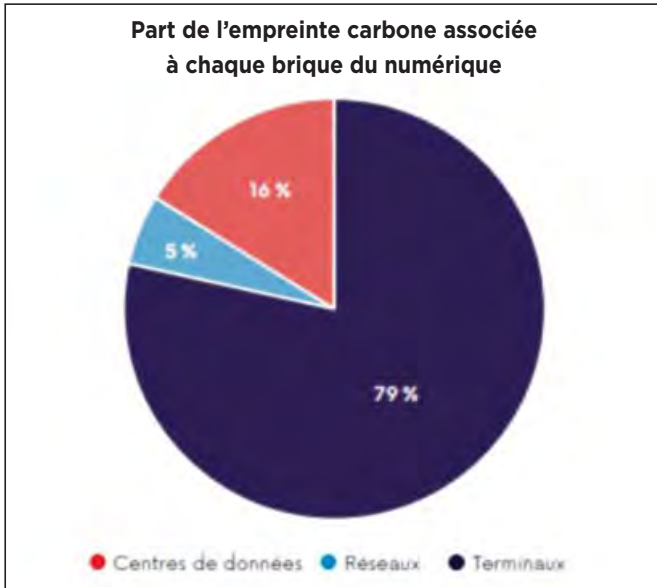
En janvier 2022, l'Arcep a publié, conjointement avec l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME), les premiers résultats de son **évaluation de l'impact environnemental du numérique en France<sup>2</sup> en 2020<sup>3</sup>. Le constat : le numérique représente 17Mt CO<sub>2</sub> eq. par**

1. [https://www.arcep.fr/uploads/tx\\_gspublication/rapport-pour-un-numerique-soutenable\\_dec2020.pdf](https://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/rapport-pour-un-numerique-soutenable_dec2020.pdf)

2. <https://www.arcep.fr/actualites/actualites-et-communiqués/detail/n/environnement-190122.html>

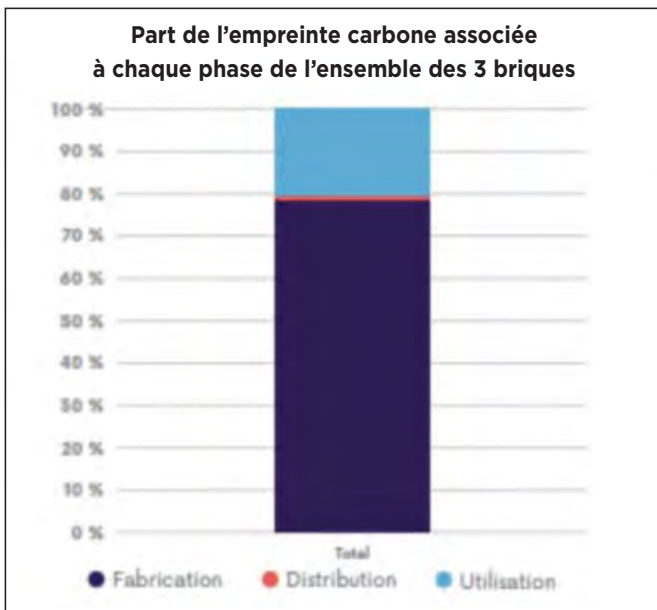
3. Une analyse prospective des impacts du numérique à horizon 2030 et 2050 (sur la base des quatre scénarii de l'ADEME) est en cours et les résultats sont prévus pour le dernier trimestre 2022.

an, soit 2,5 % de l’empreinte carbone nationale. En y regardant de plus près, près de 80% de cette empreinte carbone est due aux terminaux utilisateurs, plus de 15% relève des centres de données et 5% est associée aux réseaux.



Source : étude ADEME-Arcep sur l'évaluation de l'impact du numérique en France

Cette étude, qui s’appuie sur une analyse de cycle de vie multicritère, permet également d’identifier d’autres effets du secteur sur l’environnement que les émissions de carbone, en particulier, l’épuisement des ressources matières (ressources abiotiques fossiles, métaux et minéraux). L’étude met aussi en évidence que la phase de fabrication des équipements représente près de 80 % de l’empreinte carbone du secteur.



Source : étude ADEME-Arcep sur l'évaluation de l'impact environnemental du numérique en France

Si l’étude montre que les terminaux sont à l’origine de l’essentiel des impacts environnementaux du numérique, elle souligne néanmoins que la question doit être adressée globalement puisque les différentes briques du numérique (terminaux, centres de données, réseaux) sont largement interdépendantes les unes des autres. Par exemple, le développement du metavers nécessitera la commercialisation de nouveaux terminaux utilisateurs, des capacités de traitement des centres de données supérieures et des infrastructures de télécommunications plus rapides. De fait, indépendamment du poids respectif de chaque brique matérielle dans l’empreinte environnementale du numérique, il est essentiel que **tous les acteurs de l’écosystème prennent leur part pour un numérique soutenable.**

**Développer une expertise dans une approche collaborative**

L’Arcep a parallèlement développé, de manière collaborative, **une expertise sur les enjeux de l’impact environnemental du numérique. Par cette expertise, elle souhaite éclairer le débat et l’action publique et permettre la sensibilisation des parties prenantes – à la fois les acteurs économiques mais également les utilisateurs de biens et services numériques.**

L’Arcep travaille ainsi depuis 2020 à **l’élaboration d’un outil au service du débat public et de la réflexion pour une stratégie bas carbone du numérique. Elle a mis en place une enquête annuelle permettant de mesurer et suivre dans le temps l’impact environnemental des acteurs numériques, l’enquête «Pour un numérique soutenable».**

La première édition de cette enquête, publiée en avril dernier, concernait les quatre principaux opérateurs télécoms<sup>4</sup> et revenait en particulier sur la consommation énergétique des réseaux, les émissions carbone des opérateurs de communications électroniques, ainsi que les ventes de terminaux neufs et reconditionnés. Il en ressort notamment que la consommation énergétique des réseaux mobiles est deux fois plus importante que

“ LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE DES RÉSEAUX MOBILES EST DEUX FOIS PLUS IMPORTANTE QUE CELLES DES RÉSEAUX FIXES (UTILISER LE WI-FI À LA MAISON POUR SES USAGES SUR TÉLÉPHONE MOBILE CONSTITUE DONC UN GESTE DE SOBRIÉTÉ ÉNERGÉTIQUE). ”

4. <https://www.arcep.fr/cartes-et-donnees/nos-publications-chiffrees/impact-environnemental/derniers-chiffres.html>



celles des réseaux fixes (utiliser le Wi-Fi à la maison pour ses usages sur téléphone mobile constitue donc un geste de sobriété énergétique) ; que la fibre optique est la technologie la moins gourmande en énergie (un abonné à la fibre consomme 4 fois moins de KWh qu'un abonné au cuivre) ; et qu'il existe d'importantes marges de progression pour limiter l'impact environnemental des téléphones, notamment en allongeant leur durée d'utilisation (estimée entre 2 et 3 ans, quand leur durée de vie peut aller jusqu'à 10 ans), ou encore en développant leur réemploi (en 2021, 13 % seulement des téléphones mobiles vendus sont des terminaux reconditionnés

Signe de reconnaissance de la qualité des travaux de l'Arcep, la loi du 23 décembre 2021 visant à renforcer la régulation environnementale du numérique par l'Arcep<sup>5</sup> est venue élargir sa capacité de collecte de données environnementales auprès d'un plus grand nombre d'acteurs du numérique lui permettant ainsi d'enrichir ses travaux.

**C'est ainsi que l'Arcep prévoit de publier une deuxième édition de son enquête « Pour un numérique soutenable » courant 2023**, qui comprendra également un volet sur les terminaux (téléviseurs, ordinateurs portables, écrans d'ordinateurs, tablettes et téléphones portables) et les centres de données. **Cette collecte et cette publication seront progressivement étendues à l'ensemble de l'écosystème numérique.**

L'Arcep a aussi mené des projets variés consistant, par exemple, à estimer le renouvellement des téléphones portables, interroger l'efficacité énergétique des réseaux mobiles (4G/5G) ou encore étudier les voies et perspectives possibles afin d'intégrer l'enjeu environnemental dans les modalités d'éventuelles prochaines attributions de fréquences.

Pour conduire ses travaux, **elle mobilise l'ensemble des acteurs du numérique, les acteurs économiques mais**

**également les associations environnementales ou de consommateurs et les experts du domaine.** Ils sont sollicités dans le cadre de comités d'experts, ateliers dédiés, échanges bilatéraux ou consultations publiques.

Elle a également renforcé **sa collaboration avec l'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie) ou encore avec l'Arcom (Autorité de régulation de la communication audiovisuelle et numérique).** Ces trois administrations travaillent actuellement à :

- évaluer l'impact environnemental de la diffusion et la consommation de contenus audiovisuels ;
- définir le contenu d'un référentiel général d'écoconception des services numériques ;
- publier une recommandation aux services de télévision, services de médias audiovisuels à la demande et aux plateformes de partage de vidéos quant à l'information des consommateurs sur l'impact environnemental de leur consommation et usages audiovisuels.

#### **Porter la thématique environnementale au niveau européen**

Au niveau européen, l'Arcep a porté la problématique de l'impact environnemental du numérique au sein du BEREC (Body of European Regulators for Electronic Communications), organe de coordination des régulateurs des télécommunications des différents Etat membres, en proposant la création d'un groupe de travail *Sustainability* qu'elle co-préside.

Le groupe a publié, en juin dernier, un premier rapport *"Report on Sustainability - Assessing BEREC's contribution to limiting the impact of the digital sector on the environment"* et travaille actuellement à identifier des indicateurs pertinents pour décrire et mesurer la soutenabilité des télécoms au niveau européen. ●●

5. Loi n° 2021-1755 du 23 décembre 2021 visant à renforcer la régulation environnementale du numérique par l'Autorité de régulation des communications électroniques, des postes et de la distribution de la presse. <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000044553569>

# Comment éviter la précarité énergétique ?

Isolde DEVALIÈRE



Sociologue,  
cheffe de projet Précarité énergétique,  
Observatoire National de la Précarité énergétique

Lise-Marie DAMBRINE



Chargée de mission Précarité énergétique  
à l'ADEME au sein de l'Observatoire National  
de la Précarité énergétique

Diplômée en sociologie et urbanisme, Isolde DEVALIÈRE est cheffe de projet Précarité énergétique à l'ADEME et pilote à ce titre l'Observatoire National de la Précarité Énergétique (ONPE), et coordonne l'ensemble des travaux en collaboration avec son équipe-projet et les 30 partenaires nationaux (Ministères, agences publiques, entreprises privées, associations et ONG, fédérations nationales...), membres actifs de l'Observatoire National de la Précarité Énergétique.

Diplômée de Sciences Politiques, Lise-Marie DAMBRINE est chargée de mission au sein de l'Observatoire National de la Précarité Énergétique.

●● Selon l'indicateur du froid ressenti suivi par l'Observatoire National de la Précarité Énergétique (ONPE)<sup>1</sup>, 20 % des ménages ont souffert du froid chez eux au cours de l'hiver 2020-2021<sup>2</sup> en raison d'un logement mal isolé et de leur incapacité à satisfaire leurs besoins de confort thermique. Ces ménages sont en situation de précarité énergétique. C'est sur ce sujet, à la croisée entre des objectifs d'équité, de justice sociale et les défis environnementaux que l'ONPE rattaché à l'ADEME<sup>3</sup> se penche depuis plus de 10 ans.

**S**i le phénomène de précarité énergétique n'est pas nouveau, ses missions d'observation et d'analyse se sont intensifiées avec la hausse d'un phénomène sensible à l'augmentation drastique du prix des énergies exacerbée par des enjeux internationaux et nationaux inédits. Depuis quelques mois, le phénomène de précarité énergétique a pris une place particulièrement médiatisée dans l'espace politique, économique et social, à l'heure

où les inégalités se creusent et le pouvoir d'achat des Français recule. Mais que signifie être en précarité énergétique aujourd'hui et comment y faire face ?

Il convient de revenir à la loi du 10 juillet 2010, dite loi Grenelle II<sup>4</sup>, qui encadre la définition de la précarité énergétique : «*Est en situation de précarité énergétique [...] une personne qui éprouve dans son logement des difficultés particulières à disposer de la fourniture*

1. Médiateur National de l'Énergie, 2021

2. ONPE, Tableau de bord de la précarité énergétique, édition septembre 2022, [https://www.onpe.org/sites/default/files/onpe\\_tableau\\_de\\_bord\\_2022\\_sl\\_vf.pdf](https://www.onpe.org/sites/default/files/onpe_tableau_de_bord_2022_sl_vf.pdf)

3. <https://www.onpe.org/>

4. Article 11 de la loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 portant sur l'engagement national pour l'environnement

d'énergie nécessaire à la satisfaction de ses besoins élémentaires en raison de l'inadaptation de ses ressources ou de ses conditions d'habitat». Deux causes sont clairement identifiées : la qualité de l'habitat et le niveau de ressources. Le prix des énergies n'est pas considéré comme un facteur explicatif alors que c'est le poids des dépenses d'énergie dans le budget des ménages pauvres et modestes qui est en cause.

L'analyse de la précarité énergétique se fonde en partie sur l'exploitation des données de l'Enquête Nationale Logement (ENL) dont celle de 2020 sera prochainement disponible, après sept ans d'attente. Menée par l'Insee ou le Ministère de la Transition énergétique, l'ENL permet de décrire le parc de logements en France et les conditions d'occupation de leurs résidences principales par les ménages. A défaut de données annualisées, deux indicateurs sont mobilisés chaque année dans le tableau de bord de l'ONPE afin d'assurer le suivi du phénomène. Il s'agit du taux d'effort énergétique (TEE\_3D) qui est estimé annuellement par le Ministère de la Transition écologique (CGDD\*) à l'aide du modèle de micro-simulation Prometheus<sup>5</sup>. L'indicateur économique du TEE\_3D considère un ménage en situation de précarité énergétique lorsque ses dépenses énergétiques dans son logement sont supérieures à 8 % de son revenu, et son niveau de vie est inférieur au quatrième décile de revenu (30%). Le ressenti du froid des ménages pauvres et modestes complète le premier indicateur puisqu'il exprime un mal-être qui peut être lié à une privation d'énergie en raison de son coût, ce que ne capte pas l'indicateur économique. Il est tiré du baromètre énergie-info réalisé par le médiateur national de l'énergie auprès d'un échantillon de près de 2 000 personnes.

Le profil des populations concernées varie selon les indicateurs retenus. Au regard de la dernière Enquête Nationale Logement, 26 % des locataires du parc privé et 36 % du parc social sont en précarité énergétique. Les jeunes sont de plus en plus fragilisés : 30 % des 18-34 ans déclarent avoir souffert du froid et 46 % d'entre eux déclarent avoir rencontré des difficultés à payer leurs factures en 2021<sup>6</sup>. 62 % des ménages en

“ AU REGARD DE LA DERNIÈRE ENQUÊTE NATIONALE LOGEMENT, 26 % DES LOCATAIRES DU PARC PRIVÉ ET 36 % DU PARC SOCIAL SONT EN PRÉCARITÉ ÉNERGÉTIQUE. ”

précarité énergétique sont des propriétaires occupants<sup>7</sup>. Ils sont en effet plus nombreux que les locataires à subir de façon durable la précarité énergétique. Malgré des conditions de confort dégradées, ces ménages peuvent rester attachés à leur logement, de manière affective, parce qu'il offre des avantages particuliers (localisation, configuration, prix, etc.) ou faute d'alternatives, au prix d'arbitrages sur d'autres postes comme le chauffage, les soins, les transports, ou l'alimentation. Les conséquences peuvent se traduire par une accumulation des dettes, un isolement social et une santé menacée. Qu'elle soit physique – apparition d'asthme chez l'enfant exposé à l'humidité, sensibilité accrue aux maladies mentales, stress, mal-être physique et social – avec une incapacité à recevoir chez soi – la vie entière des ménages est fragilisée<sup>8</sup>.

Qu'en est-il aujourd'hui ? Quels sont les impacts de la hausse drastique des prix de l'énergie et de l'inflation globale sur des ménages précaires ? Il est difficile d'estimer précisément les conséquences de l'actualité récente sur la situation de personnes déjà précaires. Néanmoins, 20 % des Français déclarent avoir souffert du froid au cours de l'hiver 2020-2021, pendant au moins 24 heures<sup>9</sup>. C'est une hausse de 6 points par rapport à l'hiver précédent. Alors que les stratégies de restriction de chauffage visant à limiter les factures trop élevées semblaient de moins en moins fréquentes depuis 2013, elles ont bondi de 50% en 2020 à 60% en 2021<sup>10</sup>. Il faut dire qu'entre 2011 et 2020, le prix de l'électricité a augmenté de 41 %, alors que près d'un tiers des Français se chauffe avec cette énergie<sup>11</sup>. Le prix du gaz a aussi crû entre 2011 et 2020<sup>12</sup>. Ces augmentations interviennent alors même que l'évolution du RMI/RSA est relativement stable sur les dix dernières années.

5. ONPE, Tableau de bord de la précarité énergétique, édition septembre 2022, [https://www.onpe.org/sites/default/files/onpe\\_tableau\\_de\\_bord\\_2022\\_s1\\_vf.pdf](https://www.onpe.org/sites/default/files/onpe_tableau_de_bord_2022_s1_vf.pdf)

6. Médiateur national de l'énergie, 2021

7. Enquête Nationale Logement, INSEE 2013.

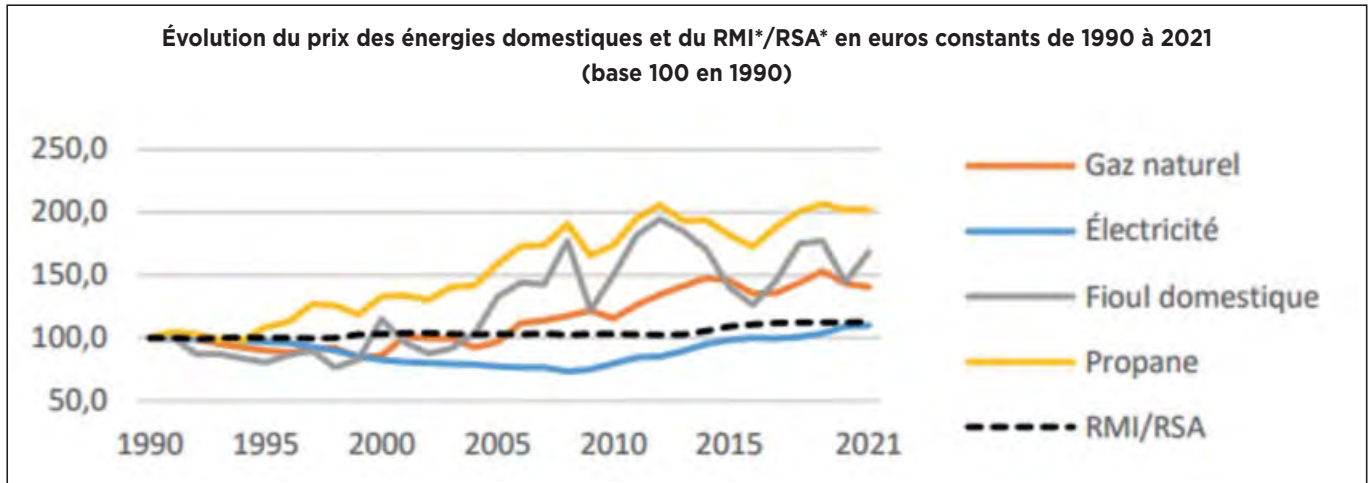
8. ONPE, Enquête longitudinale, Suivi d'une cohorte de 30 ménages en précarité énergétique accompagnés et non-accompagnés, Les leviers et les freins à la sortie du phénomène, 2022. [https://www.onpe.org/sites/default/files/onpe\\_-\\_etude\\_longitudinale\\_-\\_analyse\\_transversale\\_.pdf](https://www.onpe.org/sites/default/files/onpe_-_etude_longitudinale_-_analyse_transversale_.pdf)

9. Médiateur national de l'énergie, 2021

10. ONPE, Tableau de bord de la précarité énergétique, édition septembre 2022, [https://www.onpe.org/sites/default/files/onpe\\_tableau\\_de\\_bord\\_2022\\_s1\\_vf.pdf](https://www.onpe.org/sites/default/files/onpe_tableau_de_bord_2022_s1_vf.pdf)

11. Enquête Nationale Logement, 2013

12. ONPE, Tableau de bord de la précarité énergétique, édition septembre 2022, [https://www.onpe.org/sites/default/files/onpe\\_tableau\\_de\\_bord\\_2022\\_s1\\_vf.pdf](https://www.onpe.org/sites/default/files/onpe_tableau_de_bord_2022_s1_vf.pdf)



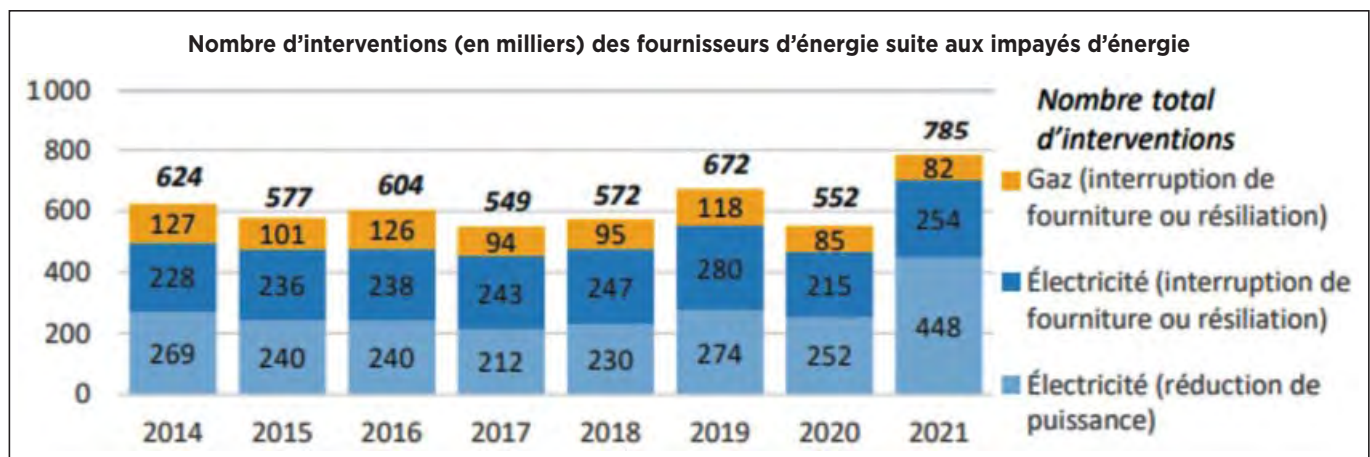
Source : Tableau de bord ONPE 2022

“ LA HAUSSE PROGRESSIVE DES PRIX DE L'ÉNERGIE DÉCORRÉLÉE DES MINIMAS SOCIAUX LAISSE PRÉSAGER DES SITUATIONS DE PRÉCARITÉ ÉNERGÉTIQUE PRÉOCCUPANTES CES PROCHAINES ANNÉES AVEC UNE BAISSÉ EFFECTIVE DU POUVOIR D'ACHAT POUR LES MÉNAGES VULNÉRABLES. ”

La hausse progressive des prix de l'énergie décorrélée des minimas sociaux laisse présager des situations de précarité énergétique préoccupantes ces prochaines années avec une baisse effective du pouvoir d'achat pour les ménages vulnérables. D'autres données nourrissent les réflexions de l'ONPE comme le nombre d'interventions des fournisseurs d'énergie suite aux impayés d'énergie qui montre des fluctuations préoccupantes ces dernières années (2020 étant une année exceptionnelle en raison des mesures prises lors de la crise sanitaire).

Dans ce contexte, le gouvernement a réagi rapidement. Entre autres, la mise en place d'un bouclier tarifaire sur les tarifs du gaz et de l'électricité a permis de répondre à l'urgence. A partir du 1<sup>er</sup> janvier 2023 jusqu'au 30 juin 2023, la hausse des tarifs est limitée à

15% pour le gaz et pour l'électricité, soit une hausse moyenne de 20 euros par mois pour l'électricité et 25 euros par mois pour le gaz<sup>13</sup>. «Une moyenne qui masque des augmentations nettement supérieures pour les clients dont la facture n'est pas indexée aux tarifs réglementés» souligne l'enquête sur les budgets des plus précaires du Secours Catholique menée en 2022. En clair, pour un ménage précaire, toute augmentation, même contenue est synonyme de nouvelles privations. Au cours de l'année 2022, différentes mesures se sont multipliées pour prévenir la pauvreté : la «remise carburant» de 15 centimes d'euros par litre



Source : Tableau de bord ONPE 2022

13. Secours Catholique, Etat de la pauvreté en France en 2022, [https://www.secours-catholique.org/sites/default/files/03-Documents/RS22%2BCouvBD\\_0.pdf](https://www.secours-catholique.org/sites/default/files/03-Documents/RS22%2BCouvBD_0.pdf)





pour tous les ménages ou encore une augmentation de 1000 € pour l'aide MaPrimeRénov' accordée pour l'installation d'un système de chauffage vertueux permettant de sortir du gaz ou du fioul. La loi « Climat et résilience » votée au mois d'août 2021 prévoit aussi de lutter contre les passoires énergétiques avec le gel des loyers à compter d'août 2022 pour les logements classés F et G. Cependant *«la multiplicité des aides et des parcours d'accompagnement ne permet pas aux personnes les plus défavorisées de trouver les solutions techniques, administratives, sociales et financières les plus adaptées»* souligne la déclaration collective de l'ONPE de novembre 2021<sup>14</sup>.

Au-delà d'une nécessité de simplification des procédures, les pouvoirs publics ont compris l'enjeu d'un plan national de rénovation des bâtiments : répondre à un impératif écologique pour remplir l'objectif de la neutralité carbone de 2050 mais aussi, et non des moindres, à un enjeu de justice sociale dans un contexte où la forte volatilité du prix des énergies et la vulnérabilité de certains ménages participent de l'«insatisfaction des besoins élémentaires» d'une partie croissante de la population française. ●●

14. ONPE, Déclaration collective : La lutte contre la précarité énergétique doit être une priorité nationale, 9 novembre 2021

# Passoires thermiques : témoignages de deux gestionnaires de parcs immobiliers

●● La consommation finale à usage énergétique, corrigée des variations climatiques, s'élève à 1 562 TWh en 2020 et est en forte baisse par rapport à 2019 (- 5,6 %) du fait de la pandémie liée au coronavirus. Après une croissance quasi continue entre 1990 et 2001, cette consommation s'est ensuite infléchie (- 0,3 % en moyenne annuelle entre 2001 et 2019). Le résidentiel-tertiaire est de plus en plus prédominant : sa part dans la consommation énergétique est passée de 43 % en 1990 à 49 % en 2020. En 2022, seuls 5 % des résidences principales avaient une étiquette DPE A ou B, 24 % une étiquette C, 22 % D, 22 % E et 17 % F ou G. Le remplacement des bâtiments les plus anciens et mal classés ou leur rénovation est un enjeu majeur de la réduction des consommations du secteur et de la transition énergétique. Ci-dessous deux témoignages de gestionnaires de parc de logements.

## Focus sur le premier bailleur social du jura : La maison pour tous

### Clément PERNOT



Président de la SCIC HLM  
La Maison Pour Tous

### Eric POLI



Directeur général de la SCIC HLM  
La Maison Pour Tous

Clément PERNOT, diplômé d'un DUT génie mécanique, d'une maîtrise d'économie et d'un DESS de gestion industrielle de la qualité est Président du Conseil départemental depuis 2015, conseiller départemental du canton de Champagnole, Président de la Communauté de Communes Champagnole Nozeroy Jura et Président de la SCIC HLM La Maison Pour Tous.

Eric POLI est Directeur général de la SCIC HLM La Maison Pour Tous après une expérience de 3 années dans la presse gratuite, 12 ans dans l'industrie et 19 années dans l'habitat social.

**L**a coopérative La Maison Pour Tous, 12 000 logements, 180 collaborateurs, 8 agences dont une mobile, et présence sur 167 communes. Regard croisé entre le président de la structure (président du conseil départemental du Jura), M. Clément PERNOT et le directeur général de la Maison Pour Tous M. Eric POLI.

S'il y a un sujet d'actualité qui intéresse les élus, les opérationnels et qui monopolise les activités de la Maison Pour Tous,

c'est la lutte contre la précarité énergétique au cœur du département du Jura et particulièrement sur le parc de la coopérative. La crise énergétique actuelle sans précédent associée à la réglementation sur la performance énergétique des logements nous conduit à faire de la transition énergétique une priorité inscrite dans la stratégie patrimoniale de la coopérative La Maison Pour Tous. 1000 logements étiquetés F, 100 logements étiquetés G soit 45 millions d'euros d'investissement sur 5 ans pour respecter le cadre légal.

Le département du Jura, de par sa situation géographique et son profil climatique est directement concerné par l'enjeu énergétique. La rénovation thermique des bâtiments doit ouvrir la voie à une vraie politique de transition énergétique. C'est tout le sens de la stratégie du département et de la Maison Pour Tous. Les travaux d'accélération énergétique permettent de réaliser en moyenne 25 à 30 % d'économies d'énergie et de passer de l'étiquette G, F ou E à un niveau BBC (Bâtiment Basse Consommation).

Nous avons ainsi un impact direct sur la sobriété énergétique, sur la baisse des charges des locataires. Nos efforts se concentrent sur les bâtiments, les logements les plus énergivores pour le confort certes des locataires, mais aussi pour jouer pleinement notre rôle d'amortisseur de crise(s) auprès des publics concernés, et être acteur de la RSE au cœur des territoires

Les réhabilitations des passoires thermiques sont au cœur de nos priorités. Elles représentent des solutions pérennes pour une stratégie bas carbone.

La difficulté qui se pose devant nous, et c'est tout le paradoxe de la situation, c'est la nécessité d'accélérer le process de rénovation et l'obligation de freiner compte tenu de l'explosion tarifaire des matériaux conjuguée à la pénurie de ceux-ci. Pour exemple, l'opération de réhabilitation du secteur Chabot à Saint-Claude avec 165 logements pour un premier équilibrage de l'opération à 9 M€ il y a un an, est aujourd'hui proposée à plus de 11 millions d'€. Quid de la différence ?

C'est tout le sens de l'appel au soutien financier auprès des acteurs et décideurs nationaux, fédération des coopératives Hlm ; Union Sociale de l'Habitat (USH), Ministère du Logement. Les venues d'Emmanuelle

**Réhabilitation thermique BBC Immeuble Cours Colbert à Lons-le-Saunier – 40 logements**  
**montant des travaux : 1 652 579 €**

**RÉHABILITATION ~ Lons-Le-Saunier**

**Réhabilitation de 40 logements, 8 Court Colbert à LONS LE SAUNIER, Livraison Janvier 2022**

- **Travaux prévus** : reprise de la façade, isolation extérieure, remplacement des menuiseries extérieures et des volets
- **Dans les logements** : remplacement des portes palières, mise en sécurité électrique, réfection complète des salles de bain, WC et cuisine, amélioration de la ventilation, remplacement des chaudières gaz individuelles

**Passage d'un DPE D à un DPE B !!**



**AVANT**



**APRÈS**

**RÉHABILITATION SUR 11 MOIS EN 2021**

**Coût : 1 652 579 €**

**RÉHABILITATION ~ Saint-Claude**

**Projet de réhabilitation de 165 logements**

- **Travaux prévus** : isolation extérieure, réfection de la toiture, création de nouvelles chaufferies, travaux de sécurisation
- **Dans les logements** : Remplacement des menuiseries extérieures, réfection des sols et peinture dans cuisine, salle de bain et WC, remplacement des appareils sanitaires (bain, douche, lavabo, évier et meuble sous évier), remplacement portes palières, mise en sécurité électrique

**Passage d'un DPE F à un DPE B !!**





**Coût travaux : 10 534 016 €**

COSSE, présidente de l'USH et de Marie-Noëlle LIENEMANN, présidente de la Fédération des COOP'HLM dans le Jura en octobre dernier en sont le meilleur témoignage. Enfin notre mission d'intérêt général c'est aussi accompagner nos citoyens, nos locataires dans le rappel de quelques gestes simples pour les aider à maîtriser au mieux les dépenses énergétiques. Le département soutient les actions pour rendre les logements moins énergivores et réduire ainsi les charges des ménages modestes. La rénovation énergétique du bâti public est un devoir d'exemplarité.

En effet, au-delà de l'impact positif de ce dispositif sur les collectivités, ces dernières ont un vrai rôle à jouer en donnant l'exemple. Leur engagement devrait, en effet, permettre d'impulser une dynamique de rénovation énergétique sur l'ensemble de leurs territoires, contribuant ainsi à une efficacité énergétique

des bâtiments en général. La rénovation énergétique des bâtiments s'inscrit comme une exigence et un défi dans le cadre plus large de la lutte contre le changement climatique. Les collectivités doivent donc bien maîtriser le dispositif de rénovation énergétique applicable à leur patrimoine. Chargés de mettre en œuvre les politiques locales, les agents jouent un rôle non négligeable dans la transition écologique et énergétique des territoires. Par leurs pratiques professionnelles, ils peuvent aussi réduire l'impact des activités de leur administration sur l'environnement.

Nous devons fixer un cadre et des objectifs pour donner du sens à l'action, Former aux transitions l'ensemble des personnels, et communiquer en continu auprès des agents. Le soutien vient en complément de celui apporté par la Région au titre de son programme Effilogis, des fonds européens et des certificats d'énergie (CEE).

## L'expérience de Lozère Habitations

### Sébastien BLANC



Directeur Général de l'ESH Lozère Habitations

Diplômé de l'école des mines d'Alès en 1993, Sébastien Blanc a ensuite exercé différents métiers et a eu des responsabilités diverses au sein d'un grand groupe du BTP. Il devient ensuite Chef du service Aménagement et assistance aux collectivités d'une société d'aménagement de Lozère. Depuis 2004, il est Directeur Adjoint puis Directeur Général de l'ESH Lozère Habitations.

### **F**OCUS sur le principal bailleur social du département de la Lozère. 1/ Présentation

La Société Anonyme HLM LOZERE HABITATIONS, principal bailleur social du Département de la Lozère a été créée en 1968 suite à un décret imposant aux Sociétés Coopératives HLM de transférer leur patrimoine locatif.

A l'époque, elle compte 30 immeubles comprenant 760 logements. Depuis, elle s'est développée sur l'ensemble du Département de la Lozère sur près de 50 communes. Elle possède 2416 logements locatifs, près de 300 lits en EHPAD et deux gendarmeries. Lozère Habitations emploie 27 salariés pour un chiffre d'affaires de 10,115 M€.

En 2021, l'activité de LOZERE HABITATIONS se décompose en 5 métiers : gestion de parc locatif, rénovation - réhabilitation de patrimoine, construction de

logement et EHPAD, aménagement du territoire aux services des collectivités, accession sociale.

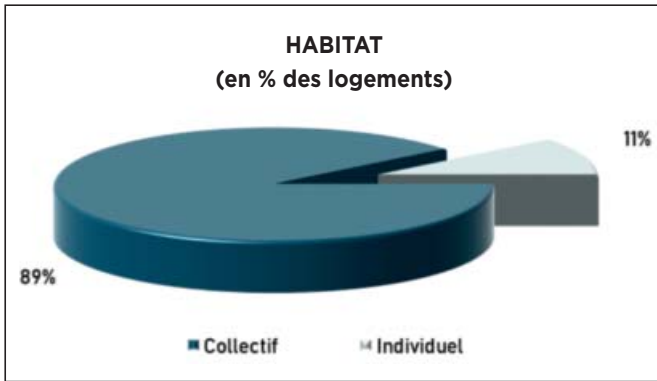
Son actionnaire de référence est le Conseil Départemental de La Lozère.

### 2/ Descriptif du parc



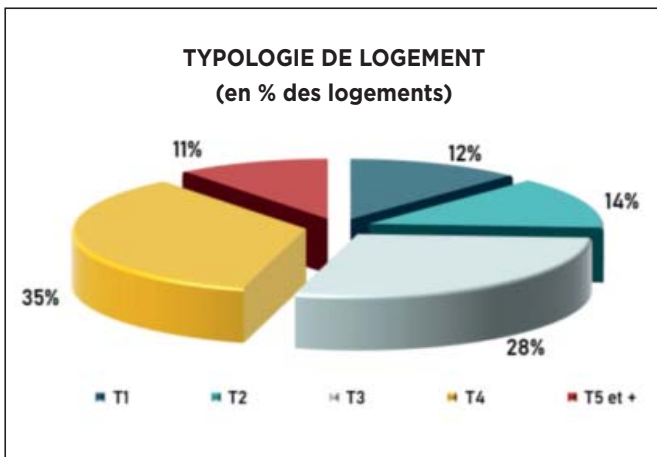
Suite au rachat de la SAIEM de Mende, Lozère Habitations détient 181 groupes immobiliers, totalisant 2416 logements. Ce patrimoine est uniquement implanté sur le département de la Lozère et dispersé au sein de 48 communes au sein de 12 EPCI.





Les logements gérés par Lozère Habitations font en grande majorité partie d'ensembles immobiliers collectifs, pour 89%, soit 2158 logements. Le patrimoine se situe exclusivement en dehors des périmètres de la Politique de la Ville.

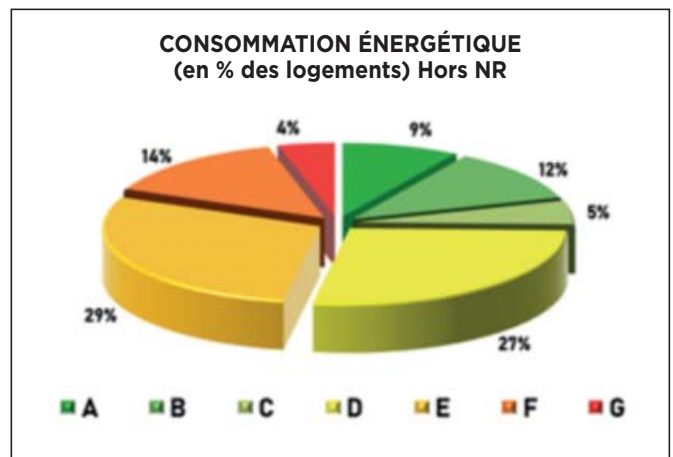
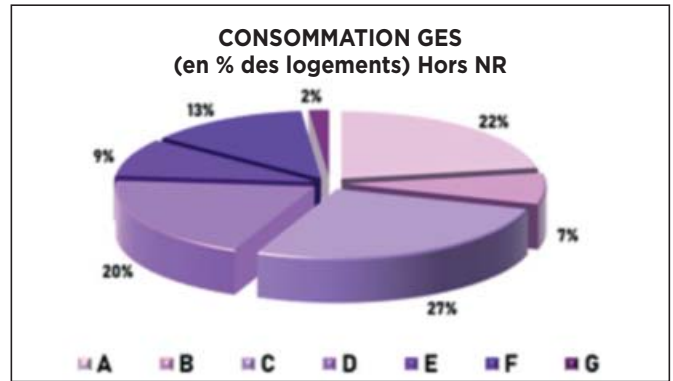
Le patrimoine de Lozère Habitations se compose d'une part importante de studios et grandes typologies, au détriment des typologies moyennes. Ainsi, le parc compte 45% de grandes typologies (T4 et +) - caractéristique du patrimoine construit pendant la période grands ensembles et tourné vers l'accueil de familles, et 12% de studios. A titre de comparaison, l'ensemble du parc social français compte 37% de T4 et + et seulement 7% de studios.



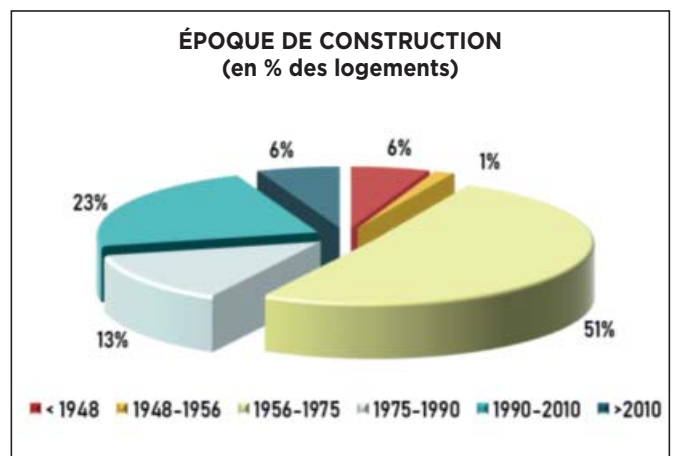
Ainsi, le parc présente des enjeux énergétiques importants sur les prochaines années, en lien avec l'objectif d'éradication des passoires thermiques.

Aujourd'hui, 1/4 du parc a une bonne étiquette DPE Energie (et GES), soit A, B ou C. En revanche, plus de la moitié du parc présente une étiquette moyenne (D ou E) et devra potentiellement être concernée par des améliorations énergétiques dans les années à venir.

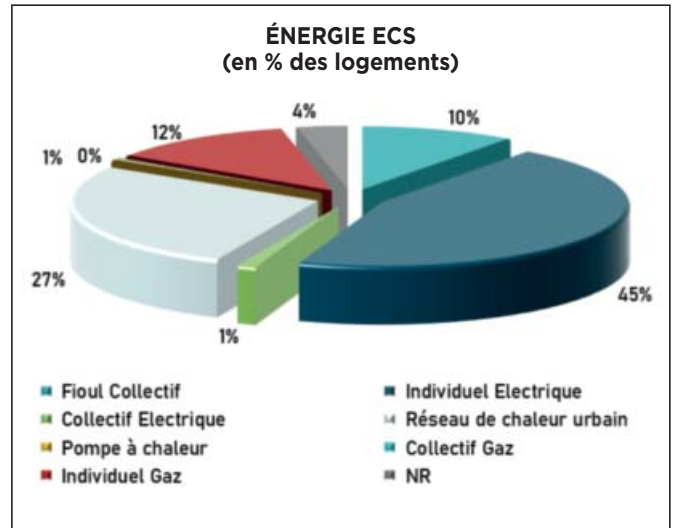
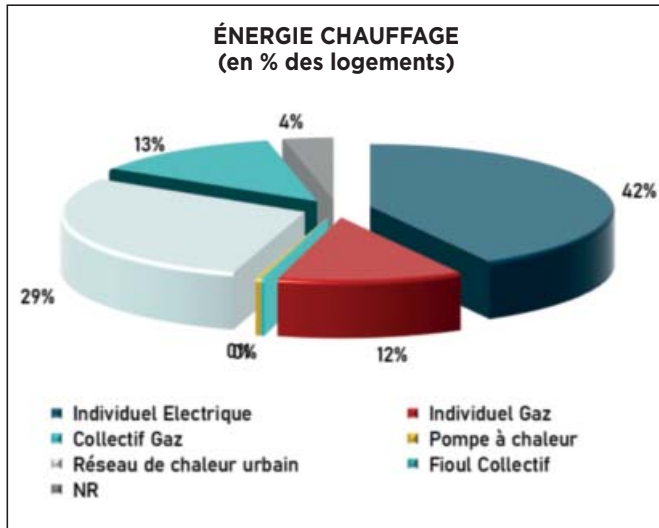
18% du patrimoine a une étiquette F et G et est donc à éradiquer dans le cadre du plan stratégique de patrimoine - PSP 2021-2031, cela représente 43 résidences et 431 logements.



Le patrimoine est relativement ancien puisque presque la moitié du parc (51%) a été construit pendant la période « grands ensembles » entre 1956 et 1975, et 58% a été construit avant 1975. Toutefois, Lozère Habitations maintient une dynamique de production neuve puisque 6% du parc a moins de 10 ans.



Le patrimoine de Lozère Habitations est principalement chauffé et fourni en eau chaude sanitaire par de l'électrique individuel (45%) et du réseau de chaleur urbain (30%). Entre 20 et 25% du parc est chauffé et fourni en eau chaude sanitaire par du gaz, collectif ou individuel.



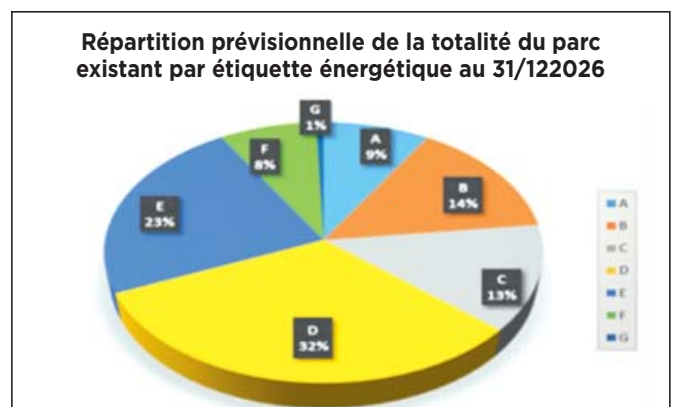
### 3/ Politique de réhabilitation énergétique

Le parc de Lozère Habitations étant relativement ancien, la stratégie patrimoniale de renouvellement du parc, en terme d'attractivité, se concentre sur deux axes majeurs : les démolitions reconstructions et les réhabilitations énergétiques. Pour ces dernières, une attention particulière est portée pour optimiser les charges des locataires.

La définition des travaux prioritaires s'appuie plus sur les coûts des charges que sur les DPE dont la réglementation vient de changer, cette dernière ayant un impact sur les classifications des immeubles et dont l'actualisation rapide du parc n'est pas possible. De plus, certains immeubles ont été construit par bail à construction arrivant bientôt à échéance et dont la durée restante ne permet pas d'amortir les travaux nécessaires.

Scénarios techniques	PERIODE 1 2021-2025					PERIODE 2 2026-2030					Total Coût Total (2021-2030)
	Coût total en €	dont INV	soit INV / an	dont EXP	soit EXP / an	Coût total en €	dont INV	soit INV / an	dont EXP	soit EXP / an	
Maintenance et gros entretien	5 127 500	0	0	5 127 500	1 025 500	4 990 000	0	0	4 990 000	998 000	10 117 500
<b>Total Gestion</b>	<b>5 127 500</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5 127 500</b>	<b>1 025 500</b>	<b>4 990 000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4 990 000</b>	<b>998 000</b>	<b>10 117 500</b>
Réhabilitation énergétique	5 806 000	5 806 000	1 161 200	0	0	5 235 000	5 235 000	1 047 000	0	0	11 041 000
Réhabilitation amiantée	4 063 900	4 063 900	812 780	0	0	0	0	0	0	0	4 063 900
<b>Total Amélioration</b>	<b>9 869 900</b>	<b>9 869 900</b>	<b>1 973 980</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5 235 000</b>	<b>5 235 000</b>	<b>1 047 000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>15 104 900</b>
04 - Démolition	555 000	555 000	111 000	0	0	712 300	712 300	142 460	0	0	1 267 300
<b>Total Renouvellement</b>	<b>555 000</b>	<b>555 000</b>	<b>111 000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>712 300</b>	<b>712 300</b>	<b>142 460</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1 267 300</b>
05 - Vente Hlm	127 600	127 600	25 520	0	0	115 000	115 000	23 000	0	0	242 600
06 - Vente en bloc	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total Vente</b>	<b>127 600</b>	<b>127 600</b>	<b>25 520</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>115 000</b>	<b>115 000</b>	<b>23 000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>242 600</b>
<b>Total PSP</b>	<b>15 680 000</b>	<b>10 552 500</b>	<b>2 110 500</b>	<b>5 127 500</b>	<b>1 025 500</b>	<b>11 052 300</b>	<b>6 062 300</b>	<b>1 212 460</b>	<b>4 990 000</b>	<b>998 000</b>	<b>26 732 300</b>

L'enjeu de la réhabilitation thermique pour Lozère Habitations consiste à améliorer les performances énergétiques des logements tout en travaillant sur la notion de coût global et de faire les investissements nécessaires à loyers constants, même si cela devient de plus en plus difficile au vu de l'augmentation des prix, cette politique nécessite des moyens financiers importants. Les coûts d'entretien des nouveaux équipements nécessaires à l'optimisation énergétique ne doivent pas être plus chers que les économies d'énergie réalisées. Même si le confort d'été n'est pas un sujet prégnant en Lozère, la société doit anticiper ces problèmes.



Pour ses opérations de réhabilitation énergétique, Lozère Habitations applique l'adage « l'énergie la moins chère est celle que nous ne consommons pas » et les travaux comprennent en général pour cela l'isolation des combles, des planchers, des façades et le remplacement des menuiseries. L'optimisation de la ventilation est souvent étudiée mais peut présenter quelques difficultés techniques suivant les résidences.

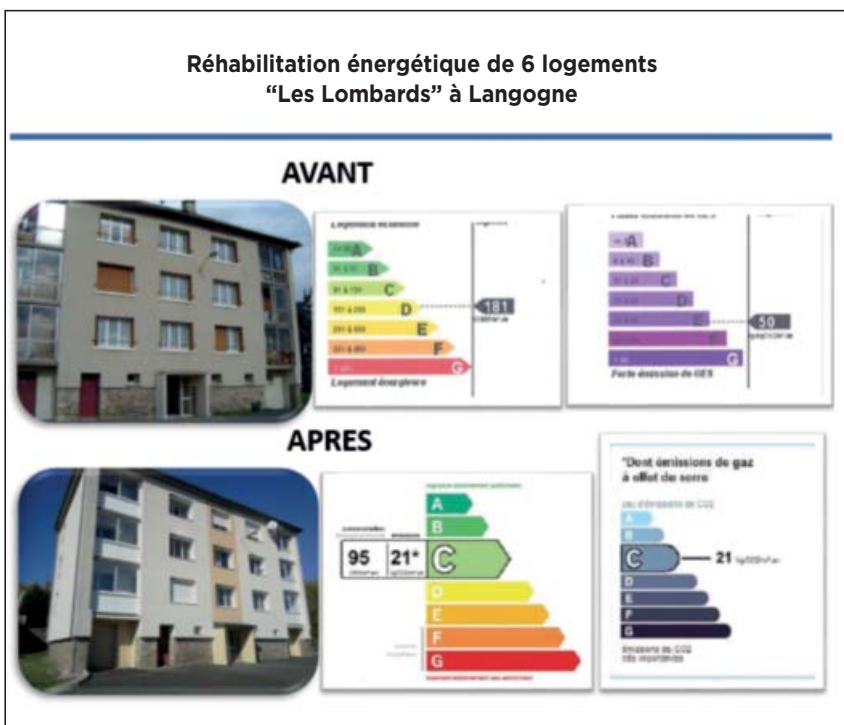
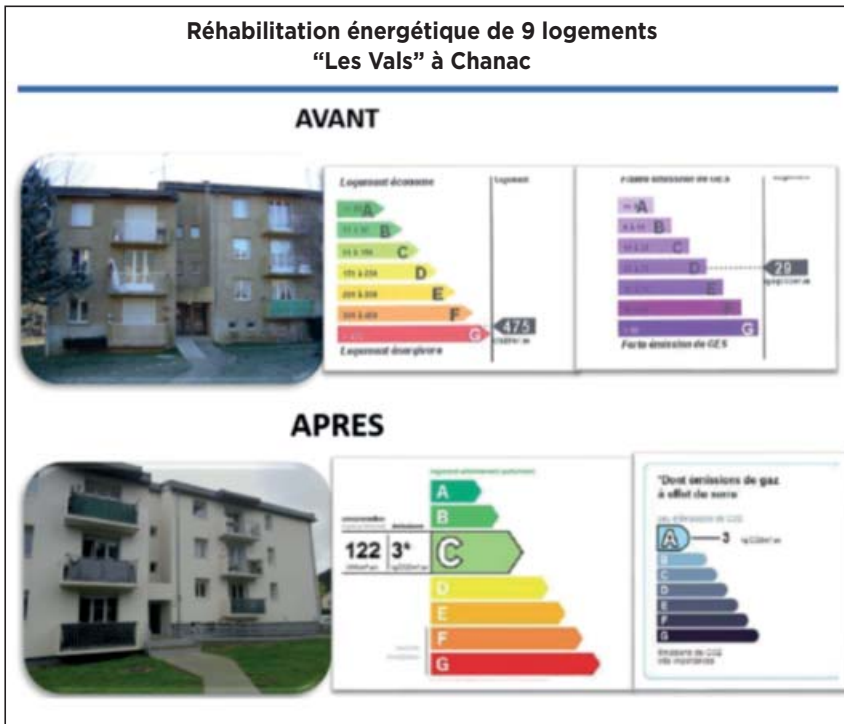
On ne peut pas parler de politique de réhabilitation énergétique sans parler d'information et sensibilisation des usagers. Il est devenu essentiel que les locataires soient responsabilisés sur le sujet. Le contexte actuel de crise facilite grandement cette tâche.

Pour cela, Lozère Habitations communique régulièrement avec ses locataires via une lettre d'information,

son site internet ou l'envoi de flyers sur les éco-gestes. La société a investi dans l'individualisation des charges de chauffage collectives, les premiers résultats sont attendus pour la régularisation des charges d'avril 2023 et permettront de montrer l'impact sur les consommations d'énergie

Aujourd'hui le sujet le plus compliqué est le remplacement des énergies fossiles. Dès que cela a été possible, Lozère Habitations a connecté ses logements à des réseaux urbains biomasses. Par contre, sur des immeubles de petites tailles (8-12 logements) en milieu rural, chauffés actuellement au gaz individuel ou au fuel collectif, il est très difficile de trouver des solutions alternatives. Nous sommes confrontés à la difficulté de trouver des espaces de stockage pour passer au bois, et au coût prohibitif pour installer des pompes à chaleur - PAC dont il faut maîtriser l'impact sonore et trouver des emplacements. De même, il n'est pas possible de transformer des logements collectifs chauffés individuellement à l'électrique avec une autre source d'énergie sans faire des travaux très importants de distribution hydraulique. Quand on change d'énergie là aussi il faut être vigilant car si le coût du MWh peut être faible les coûts d'abonnement de gestion et d'exploitation peuvent être très élevés.

Le coût moyen des travaux des dernières opérations réalisées est de 30k€ le logement. Ces travaux peuvent en fonction de leurs natures être financés par le FEDER, les aides du FNAP (état), des exonérations de la taxe foncière sur les propriétés bâties - TFPB, la vente de CEE (Certificat d'Economies d'Energie), des éco-prêts de la Banque des Territoires. ● ●





# La confiance dans le nucléaire

**Bernard DOROSZCZUK**



● ● L'année 2022 aura été marquée, dans un contexte politique d'indépendance énergétique face au conflit en Ukraine et de lutte contre le réchauffement climatique, par le débat qui s'est installé sur les choix de politique énergétique et la place du nucléaire, ancien et nouveau, dans ces choix. Dans un tel contexte, la question de la confiance est à l'évidence une question centrale. Elle l'est tant dans la sûreté des installations dont l'exploitant reste avant tout le premier responsable, que dans le contrôle de la sûreté, et dans la gestion des situations d'urgence par les autorités publiques. La question de la confiance, de la méfiance, voire de la défiance, peut être abordée sous différents angles qui se complètent ou s'ajoutent.

Président, Autorité de sûreté nucléaire (ASN)

Le parcours professionnel de Bernard DOROSZCZUK a été entièrement consacré au contrôle des activités et des installations à risque. Ingénieur de l'École des mines de Douai devenu ingénieur général au corps des mines, Bernard DOROSZCZUK a débuté sa carrière en 1982 dans le secteur public, en service déconcentré de l'Etat, puis en administration centrale. Il a occupé différents postes de direction tant dans le secteur public que dans le secteur privé, notamment au Bureau Véritas et au Comité français d'accréditation (COFRAC) en tant que directeur général. Bernard DOROSZCZUK a été nommé Président de l'Autorité de sûreté nucléaire par décret du Président de la République en date du 13 novembre 2018 pour une durée de six ans. La mission de l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN), Autorité administrative indépendante, créée en 2006, est de contrôler la sûreté nucléaire et la radioprotection en France.

## Dans le nucléaire, l'excès de confiance est un risque

Tout d'abord, s'agissant des installations nucléaires, la confiance, quel qu'en soit le fondement, ne doit jamais amoindrir la vigilance à maintenir, et le discours responsable à conserver, sur le fait qu'un accident nucléaire est toujours possible.

Malgré les multiples précautions prises, un accident peut toujours se produire, et au-delà des améliorations de sûreté qui sont régulièrement mises en œuvre, le facteur humain reste un facteur de risques qui ne peut pas être éliminé.

Cela veut dire qu'il faut, à tous les niveaux, des décideurs aux opérateurs, entretenir en permanence une culture de la sûreté, valoriser des démarches prudentes et interrogatives, et exploiter en continu le retour d'expérience des événements et des incidents survenus tant en France qu'à l'étranger.

Dans le nucléaire, l'excès de confiance est un risque.

## Confiance, méfiance et défiance

Le nucléaire met en jeu des temps longs, voire très longs et difficilement appréhendables à l'échelle humaine ou de la décision politique. Les choix en matière de nucléaire s'opèrent donc dans un contexte d'incertitude quant aux futurs de nos sociétés, ce qui n'est pas propice à la confiance.

Dans un secteur aussi sensible et sujet à controverses que le nucléaire, qui met en œuvre les imaginaires, du fait notamment des effets d'échelle en cas d'accident et de durée lié à la nocivité des déchets les plus actifs, installer la confiance est certainement une gageure et un objectif inatteignable pour un sujet qui soulève tant de passions et de clivages.

Dès lors, la question centrale n'est pas tant de savoir comment donner confiance, que comment faire avec la méfiance, voire avec la défiance.

La méfiance, lorsqu'elle se traduit dans le débat, ne pose pas de problème dans une démocratie et peut même être considérée

comme un signe de vitalité dans la mesure où la démocratie nécessite l'existence de contre-pouvoirs. La défiance, en revanche, renvoie au complotisme et à la conviction que les décideurs mentent à la population, voire qu'ils la manipulent.

Un des premiers moyens de vivre avec la méfiance, voire de susciter la confiance, est de cultiver le pluralisme.

L'exercice consistant à réunir autour d'une même table des personnes aux savoirs et aux intérêts différents pour discuter d'un même sujet me paraît extrêmement vertueux. Sur des questions complexes, comme celles qui se posent dans les champs scientifiques et techniques du nucléaire, les débats contradictoires sont plus que jamais nécessaires pour combattre les phénomènes, très inquiétants, de montée du relativisme scientifique et de la défiance.

### La transparence et l'information

Un autre des moyens essentiels pour susciter la confiance est celui de la transparence de l'information sur le nucléaire.

C'est ce constat qui a conduit le législateur à la création du Haut Comité pour la Transparence et l'Information sur la Sécurité Nucléaire (HCTISN) en 2006, en parallèle à celle de l'ASN.

De son côté, l'ASN a contribué au fil du temps à plusieurs avancées en matière d'information et de transparence. Je n'en citerai que quelques unes.

Suite aux accidents de radiothérapie au milieu des années 2000, l'ASN a par exemple décidé la publication des lettres de suite des inspections menées sur ces centres et, peu après, la publication de l'ensemble des lettres de suite d'inspection sur l'ensemble des installations nucléaires.

Ces lettres de suite, ainsi que les déclarations d'événements significatifs faites par les exploitants, sont un matériau très apprécié de la part des médias, des ONG ou des Commissions Locales d'Information (CLI) qui s'en emparent pour interpeler les pouvoirs publics et les exploitants, et ainsi renforcer l'information et la transparence.

De même, depuis 2010, à l'initiative de l'ASN et en collaboration avec l'IRSN, les résultats des milliers de mesures de la radioactivité dans l'environnement sont accessibles au public sur internet.

Plus récemment, l'ASN a suscité la mise en place de groupes ad hoc pour dialoguer sur des projets dont la réglementation n'imposait pas de phase de concertation

“ DANS LE NUCLÉAIRE, LES ENQUÊTES MENÉES RÉGULIÈREMENT POUR L'ASN MONTRENT L'IMPORTANCE DU RAPPORT À L'INFORMATION DU PUBLIC SUR LA CONFIANCE DANS LA SÛRETÉ ET LE CONTRÔLE DE LA SÛRETÉ. ”

comme par exemple le projet récent de densification des piscines d'Orano à La Hague, ou la concertation organisée sous l'égide du HCTISN sur l'instruction de la phase générique du 4<sup>ème</sup> réexamen des réacteurs de 900 MWe d'EDF. Elle le fera également dans le cadre de l'accompagnement de l'instruction du dossier de demande d'autorisation de création de Cigéo déposée début 2023 par l'ANDRA.

L'information et la transparence ont à l'évidence progressé ces dernières années.

Mais force est de constater que le public s'estime encore insuffisamment informé sur les risques, quand bien même cette information est disponible, et que, par ailleurs, l'information institutionnelle reste à l'origine d'une certaine défiance, en tant que telle.

Dans le nucléaire, les enquêtes menées régulièrement pour l'ASN montrent l'importance du rapport à l'information du public sur la confiance dans la sûreté et le contrôle de la sûreté.

La méfiance, voire la défiance, sont d'autant plus grandes que les publics consultent des sites d'information uniquement sur internet ou sur les réseaux sociaux, et qu'ils sont face à des discours institutionnels ou des informations portées par les médias de grande écoute.

Ce constat doit conduire à nous interroger collectivement sur les nouvelles étapes à franchir en matière d'information, de transparence et de pédagogie sur les risques, ainsi que sur la manière et les moyens de toucher, directement ou indirectement, le grand public, au-delà de la sphère institutionnelle des parties prenantes.

### Améliorer la concertation et le débat avec le public

Au-delà de l'information et de la transparence, le sentiment de méfiance ou de défiance peut aussi naître de la concertation et du débat eux-mêmes, pourtant indispensables, et de la légitimité ressentie ou non des décisions prises à l'issue engageant notre société sur le long terme.

Si la concertation et le débat sont nécessaires, les conditions de leur organisation prévalent souvent sur

le résultat qui en ressort, en matière de confiance ou de défiance ajoutées.

L'organisation de concertations et de débats lisibles, transparents, conceptuellement robustes et permettant de déboucher sur des décisions acceptables et acceptées soulève deux exigences : celle de la participation réelle du public, au-delà du public averti ou du public militant, et celle des options ou des aménagements possibles qui restent ouverts au moment de la concertation ou du débat.

Les concertations de pure forme ou inaccessibles vu la complexité des sujets, comme les débats fermés sur les solutions envisageables ou utilisés comme caisse de résonance sur le refus de toutes solutions, quelles qu'elles soient, ne font jamais progresser la confiance.

Cette caricature de concertation ou de débat reste malheureusement encore trop souvent l'apanage du nucléaire, et toutes les parties en portent la responsabilité. Plus profondément, l'organisation de la concertation et du débat sur les projets nucléaires renvoie à la question générale de l'exercice de la démocratie représentative, délibérative ou participative sur des sujets complexes, souvent de long terme, et pas facilement accessibles au public, qui imposent un minimum d'information pédagogique et de culture sur les risques.

### **Le développement d'une culture de la sécurité et l'importance de disposer de « tiers de confiance »**

La méfiance envers le nucléaire résonne de manière générale avec le constat de l'existence, en France, d'un certain déficit de culture de la sécurité au sein de la population. Ce déficit rend plus difficile les débats et pourrait complexifier la gestion post-accidentelle d'une crise nucléaire.

Le déficit de culture de la sécurité de la population et la méfiance dans le discours de précaution porté par les pouvoirs publics, encore constaté avec l'échec de la dernière campagne de distribution de comprimés d'iode autour des installations nucléaires, restent des sujets difficiles sur lesquels les services chargés de la sécurité civile ont du mal à s'engager.

Dans ce domaine, le nucléaire subit encore le poids d'un certain passif de défiance et d'un scepticisme structurel au sein de la population sur la transparence en situation de crise, qui s'est encore matérialisé lors de la crise Lubrizol et de la crise sanitaire et qui revient dans les enquêtes d'opinion que nous organisons sur le nucléaire.

Par exemple, 52 % des français estiment encore qu'on leur cache la vérité sur les conséquences de l'accident de Fukushima et ce chiffre monte à 73 % pour Tchernobyl.

---

**“ LA MÉFIANCE ENVERS LE NUCLÉAIRE RÉSONNE DE MANIÈRE GÉNÉRALE AVEC LE CONSTAT DE L'EXISTENCE, EN FRANCE, D'UN CERTAIN DÉFICIT DE CULTURE DE LA SÉCURITÉ AU SEIN DE LA POPULATION. ”**

---

Il y a structurellement une part de défiance qui reste très importante dans la population : 88 % des français considèrent par exemple qu'on ne leur dira pas toute la vérité si un accident nucléaire grave survient en France.

Les enquêtes menées pour l'ASN montrent par ailleurs que la confiance à l'égard des divers acteurs institutionnels pour transmettre l'information la plus fiable possible en cas d'accident est fragile, voire minoritaire.

Parmi les acteurs qui sont perçus par le grand public comme ceux qui donneraient l'information la plus fiable en cas de crise, ressortent en premier les acteurs associatifs et les ONG avec 66 %, et en second l'ASN 54 %. Les médias sont à 40 %, l'Etat à 38 % et les réseaux sociaux à 32 %.

Cette part de défiance prévisible de la population en situation de crise et le besoin exprimé d'une plus grande association des acteurs de terrain, pour définir et rendre plus acceptables et compréhensibles les décisions publiques de restriction en situation d'urgence, devraient nous inciter à entretenir des relations plus étroites, « à froid », avec les acteurs qui pourraient jouer un rôle de « tiers de confiance » auprès de la population en situation d'urgence comme par exemple les élus, association, CLI, et les associations médicales....

De la même manière, les relations avec ces acteurs en vue de faciliter la gestion de la phase post-accidentelle d'un accident, par exemple devraient être préparées et testées en les faisant participer davantage aux exercices de crise organisés par les pouvoirs publics.

### **Restaurer la confiance dans la filière nucléaire**

Après les nombreuses difficultés et les déboires rencontrés dans les nouveaux projets ces dix dernières années, la question de la confiance dans le nucléaire se pose également en matière de capacité industrielle à faire, avec le niveau de qualité requis pour le nucléaire, au regard de l'ampleur et de la durée des travaux envisagés sur le parc existant et pour le nouveau nucléaire.

Si ces travaux sont confirmés, la consolidation de cette capacité industrielle nécessitera l'engagement d'un contrat de confiance, sur la durée, entre l'Etat, les donneurs d'ordres et la filière, pour réaliser les investisse-





**Centrale nucléaire EDF de Nogent-sur-Seine.**

ments nécessaires, et pour recruter et développer, en anticipation, puis maintenir dans la durée, les compétences indispensables à la conduite des projets et à la réalisation des travaux.

La confiance dans le nucléaire ne peut pas être dissociée de la confiance dans la capacité à gérer les projets, à faire bien et dans les délais, de l'industrie nucléaire.

Dans le contexte actuel et dans le cadre des nouvelles orientations de politique énergétique de la France, c'est le plus grand défi à relever pour la filière et pour la sûreté, car la qualité et la rigueur de la conception, de la construction, de la fabrication et de leur contrôle constituent le premier niveau de défense en profondeur en matière de sûreté. ●●





# L'acceptation sociale du nucléaire, à l'aune de sa relance, et les enjeux de sûreté des installations et de sécurité des riverains

Ginette VASTEL



● ● L'acceptabilité correspond au processus collectif qui mène à l'acceptation ou au rejet d'un projet par les populations concernées. Peut-on parler d'acceptation sociale du nucléaire quand nombre de questions restent sans réponse : sûreté et sécurité, déchets, coût réel de l'électricité produite, compétences en ingénierie et fiabilité des centrales, indépendance énergétique, mix énergétique ?

.....  
Vice-Présidente, France Nature Environnement (FNE)

Après ses études de pharmacie avec une option industrie, Ginette VASTEL se spécialise en pharmacologie, entame une thèse devient chercheuse et passe son Doctorat d'Etat. Après quelques années de recherche et une courte expérience de pharmacie d'officine, elle poursuivra sa carrière dans le secteur de la communication et de l'ouverture à la société dans une grande agence de communication. Elle rejoint ensuite comme directrice de la communication le Laboratoire Français du Fractionnement et des Biotechnologies (LFB), l'Agence Française du sang puis l'INERIS (Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques) de 2001 à 2016. Dans cet établissement public, elle a mis en place et développé un comité d'ouverture à la société avec l'objectif de faire participer des représentants de la société civile aux décisions en recherche et en expertise, en amont des projets. Dans ce cadre, elle se rapproche de France Nature Environnement dont elle deviendra rapidement, après avoir quitté l'INERIS, pilote du réseau risques et impacts industriels.

## A cceptation sociale de quoi parle-t-on ?

La Commission Nationale du Débat Public (CNDP), par son expérience, fournit un éclairage sur le ressenti des citoyens lors des débats publics relatifs aux grands projets, donnant une première grille de lecture de l'acceptabilité sociale du nucléaire.

### L'acceptation sociale à travers l'expérience de la CNDP.

Depuis 17 ans, la CNDP a organisé 11 débats publics et concertations rassemblant les personnes les plus favorables et les plus opposées à l'énergie nucléaire.

Elle a constaté que ce sujet est l'un des plus clivants et conflictuels. Tous les débats publics et concertations, qui engagent des questions de société, ont été l'occasion de manifestations, de perturbations ou de contre-débats et de boycotts.

Ces oppositions ont parfois été violentes lorsque le débat pouvait laisser croire, à tort ou raison, que les décisions

étaient déjà prises et qu'il devenait inutile.

La CNDP souligne « *qu'il est regrettable que seuls les projets de création d'installations nucléaires de base soient obligatoirement soumis à la participation du public sous la garantie de la CNDP. Les projets de fermetures de centrales nucléaires, de prolongation de leur durée de vie, et plus encore dorénavant la programmation pluri-annuelle de l'énergie, sont des débats qui échappent au droit à l'information et à la participation du public* ».

La fiabilité et la sincérité des informations présentées ont été contestées dans tous les débats publics de la CNDP. Pour le nucléaire, seules les informations émanant d'institutions ou d'instances d'expertise jugées indépendantes sont une base commune de débat.

Il demeure beaucoup de questions sans réponse sur la gouvernance du nucléaire, les impacts environnementaux et sanitaires, les enjeux éthiques.



**Face à de nombreux questionnements récurrents, peut-on parler d'acceptation sociale ?**

**Les enjeux de sûreté des installations et de sécurité des riverains**

La sécurité nucléaire comprend la sûreté (conception, fonctionnement, démantèlement des installations, transport des substances radioactives), la radioprotection, la prévention et la lutte contre les actes de malveillance ainsi que les actions de sécurité civile en cas d'accident.

La confidentialité et le secret-défense rendent difficile l'accès aux données permettant les débats documentés sur le dimensionnement et l'efficacité de la politique d'information du public. La guerre en Ukraine vient de le montrer, les centrales sont devenues des cibles stratégiques. Face à un accident nucléaire ou à l'attaque d'une centrale, la politique de protection des populations est-elle suffisamment robuste et sûre ?

Ce contexte conduit aujourd'hui à une grande défiance des Français vis-à-vis des autorités, peut-être renforcée par leur méconnaissance du nucléaire.

L'enquête réalisée par Toluna Harris Interactive pour FNE sur la perception et la connaissance du nucléaire et des différentes sources d'énergie<sup>1</sup> révèle une réelle méconnaissance des Français (*Voir encadré*). La plupart des répondants n'ont su répondre positivement qu'à 1 ou 2 questions sur 10 ou n'ont pas répondu. Seuls un tiers des Français connaît le nombre de centrales nucléaires en service. D'ailleurs, 56% d'entre eux se disent mal informés sur le nucléaire. Comment dans ces conditions parler d'acceptation sociale éclairée ?

“ LA CONFIDENTIALITÉ ET LE SECRET-DÉFENSE RENDENT DIFFICILE L'ACCÈS AUX DONNÉES PERMETTANT LES DÉBATS DOCUMENTÉS SUR LE DIMENSIONNEMENT ET L'EFFICACITÉ DE LA POLITIQUE D'INFORMATION DU PUBLIC. ”

Alors que 58% de la population habite à moins de 100 km d'une centrale nucléaire, ce déficit de connaissance interroge sur la perception de la sécurité et notamment sur la préparation des populations en cas d'accident nucléaire.

**La question des déchets**

La relance du nucléaire est-elle compatible avec la gestion des déchets ? L'approche du nucléaire doit se faire en traitant de l'ensemble de la chaîne de production, de la mine aux déchets. A l'inverse, elle est aujourd'hui compartimentée, avec des débats séparés.

Cette façon de procéder ne redonne pas confiance. A la suite du débat public de 2019 sur le plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR), les Pouvoirs Publics se sont engagés à relancer les recherches sur les solutions alternatives à l'enfouissement.

Pourtant, trois ans après, cette relance n'a pas été suivie de résultat concret. Les décisions sont prises alors que des problématiques comme la faisabilité, les coûts, la sécurité, l'impact pour les générations futures restent sans réponse.

Installations nucléaires en France		
Seuls un tiers des Français a le bon ordre de grandeur du nombre de réacteurs en service en France		
28% n'a aucune idée du nombre de réacteurs en service dans notre pays		
Nombre de centrales à l'arrêt		
23% savent qu'en 2022, la moitié du parc nucléaire français est à l'arrêt pour cause d'entretien ou de problèmes techniques.	45% donnent un pourcentage de réacteurs à l'arrêt bien plus bas	22% ne savent pas répondre à la question.
L'importance du nucléaire dans le mix énergétique français :		
2% des Français savent que le nucléaire fournit environ 20% de la consommation finale d'énergie en France	2/3 des Français n'ont pas d'idée, même approximative du nombre de réacteurs nucléaires en service en France	
Projet d'enfouissement des déchets radioactifs, CIGEO		
75% des Français sont inquiets de la gestion des déchets nucléaires	15% des Français connaissent CIGEO en notoriété assistée	
Indépendance énergétique		
9 Français sur 10 ignorent que 100% de l'uranium consommé dans nos centrales est importé		

1. Enquête Toluna Harris interactive réalisée du 7 au 10 octobre 2022 pour FNE sur un échantillon de 1 030 personnes, représentatif des Français âgés de 18 ans et plus.



## L'économie et l'indépendance de la filière

### **La filière nucléaire offre-t-elle une fiabilité de production ?**

La sous-traitance et les pertes de compétences créent un risque lors de la construction (retard et surcoût des EPR) et de l'exploitation (corrosion, maintenance, EPR...). Le vieillissement du parc renforce ces risques. Le nécessaire refroidissement des installations pose la question de la vulnérabilité face au réchauffement climatique. Cet été, des dérogations ont été accordées pour rejeter des eaux plus chaudes dans les cours d'eau, occasionnant des dégâts à la biodiversité. Le vieillissement du parc accroît les besoins de maintenance et l'apparition de défauts graves comme la corrosion (28 réacteurs sur 56 arrêtés au 27 octobre 2022). Cela fragilise l'autonomie électrique du pays. Ces carences peuvent légitimement inquiéter quant à la capacité d'EDF à exploiter les centrales dans de bonnes conditions de sécurité.

### **Le nucléaire permet-il une indépendance énergétique de la France ?**

À part le mélange d'oxydes (Mox) issu du recyclage du combustible usé, l'uranium utilisé dans les centrales est importé. Il provient de pays lointains, dont certains sont considérés comme non démocratiques ou non stables politiquement. Le coût de l'uranium tend à augmenter, d'autant plus si d'autres pays relancent cette filière. Le nucléaire ne peut donc être étudié seul, mais intégré à la question plus large du mix énergétique français.

### **Le nucléaire est-il plus compétitif que les autres énergies décarbonées ?**

La comparaison des filières est délicate : selon les publications, les estimations sont présentées en termes de mix électrique, de prix ou de coûts, lesquels ne sont pas toujours calculés de la même façon.

Pour déterminer le coût réel de l'électricité nucléaire, il faut prendre en compte les coûts de construction, d'exploitation, de démantèlement, de gestion des déchets, de rémunération du capital, de provisions pour incertitudes, d'assurance et de défaillances techniques. L'évaluation de certains de ces postes est difficile à faire. Le coût du démantèlement est sous-estimé et le coût des EPR est très supérieur aux

“ LE NUCLÉAIRE EST PLUS QU'UN CHOIX INDUSTRIEL, C'EST UN CHOIX DE SOCIÉTÉ. ”

prévisions (coût de l'EPR de Flamanville presque multiplié par 6). Qu'en sera-t-il du coût des prochains EPR ? Le coût réel de CIGEO n'est pas connu. Un rapport indique que la réversibilité de Cigéo serait coûteuse mais non chiffrée. La définition des éléments de comparaison à toute évaluation sérieuse conduisant à une comparaison fiable est un préalable indispensable à la comparaison du coût réel des différentes énergies.

### **Place du nucléaire dans le mix énergétique**

Le nucléaire représente 70 % de la production électrique. À l'horizon 2050, un mix décarboné sans nucléaire est-il possible ? Des scénarios alliant modifications de comportements (sobriété et efficacité énergétique) et part plus importante d'énergies renouvelables, ouvrent la voie à des systèmes décarbonés sans nucléaire (cf. RTE et ADEME). Si le développement de l'éolien, du photovoltaïque et du biogaz confortent ce qui est dit précédemment, il pose aussi des questions d'emprise au sol, d'impacts sur la biodiversité et d'acceptabilité. Seul un débat public sur la transition énergétique, en amont des décisions, peut apporter une réponse.

### **Conclusion**

Le nucléaire est plus qu'un choix industriel, c'est un choix de société. Pour les citoyens, ses conséquences ne doivent pas être renvoyées aux générations futures.

Des scénarios ont discuté les modalités de réduction de la part du nucléaire dans le mix énergétique, mais jamais jugé de son opportunité. Avant de parler d'acceptation sociale, un débat devrait répondre à la question : l'énergie nucléaire est-elle nécessaire à la transition énergétique ? Si oui, existe-t-il des conditions acceptables pour cette filière ? Comment assurer sécurité et gestion des déchets ? Pourtant le débat public sur les 2 EPR de Penly est lancé avant de connaître la conclusion de la concertation sur le mix énergétique, laissant penser que le débat est déjà tranché. ● ●

#### **Pour en savoir plus**

- 1 - CNDP Commission nationale du débat public  
Les enseignements de 17 ans de débats publics et concertations <https://www.debatpublic.fr>
- 2 - CESE Conseil Économique, Social et Environnemental  
Quelle place pour le nucléaire dans le mix énergétique français ? Expérimentation de la méthode de clarification des controverses juin 2022 <https://www.lecese.fr>
- 3 - Enquête Toluna-Harris interactive pour FNE  
Les Français et le nucléaire. Comment les Français perçoivent-ils le nucléaire et les différentes sources d'énergie ? Quel est le niveau de connaissance des Français à propos du nucléaire ? octobre 2022 <https://fne.asso.fr>



# Quelles technologies en 2050 ?

**sniim**

SYNDICAT NATIONAL DES INGÉNIEURS DE L'INDUSTRIE ET DES MINES



# La biomasse, un potentiel majeur pour décarboner notre société dans la durée

Jean-Baptiste MARIN



● ● Le monde de l'énergie vit une profonde mutation, entre la nécessité de mettre en place une transition écologique dans la durée et les défis à court terme que représente l'actualité comme la guerre en Ukraine. Cette dernière a un impact significatif sur le contexte mondial de l'énergie en raison de la proximité de l'Ukraine des principaux gisements de gaz naturel de la région et de sa position en tant que principal transit pour le gaz en provenance de Russie. Cette actualité est également complexifiée par les incertitudes liées à la croissance économique mondiale. Disposer d'une matière première issue de la captation du CO<sub>2</sub> atmosphérique<sup>1</sup> est un avantage majeur pour celui qui est capable d'assurer sa transformation. Le savoir-faire d'Européenne de Biomasse, à travers sa connaissance de la diversité du végétal et de la complexité de sa transformation, consiste à préparer cette biomasse.

PDG et fondateur de la société EUROPEENNE DE BIOMASSE

Jean-Baptiste MARIN est créateur d'Européenne de Biomasse, qu'il a fondé en 2004, avec l'intuition du potentiel de la biomasse pour substituer les énergies fossiles dans leur usage énergétique comme dans son rôle de matière première pour la production d'énergie, la biochimie et les biomatériaux.

## **P**résentation d'Européenne de Biomasse

Européenne de Biomasse fête ses 18 ans d'existence. Fondée sur l'intuition du potentiel de la biomasse comme vecteur de la transition écologique et de la substitution des produits fossiles comme énergie ou comme matière première, l'entreprise s'est fait connaître à travers des premières solutions énergétiques permettant d'utiliser des granulés majoritairement composés de biomasse renouvelable, compatibles avec les installations existantes de combustion.

Cette première étape a permis l'acquisition d'un savoir-faire unique autour de la mobilisation de la biomasse et de sa transformation pour d'autres usages. Cette compétence a été formalisée dans la constitution d'un Observatoire Mondial de la Biomasse<sup>2</sup>, gigantesque base de données mondiale compilant l'ensemble des données disponibles sur le potentiel de transformation des principales biomasses disponibles. Grâce aux conseils avisés d'un *board* d'investisseurs, Européenne de Biomasse a développé une technologie de rupture : Edb-HPCI®.

1. La photosynthèse est un processus biologique par lequel les plantes et certaines autres formes de vie convertissent la lumière en énergie chimique sous forme de sucres et d'autres molécules organiques. Elle se déroule dans les chloroplastes des cellules végétales et utilise le pigment chlorophyllien pour capturer la lumière et la convertir en énergie. Cette énergie est utilisée pour combiner le dioxyde de carbone et l'eau pour former du glucose et du dioxygène.

2. Cette démarche a bénéficié d'un financement ADEME en 2015.



### La technologie EDB-HPCI®

La technologie Edb-HPCI® repose sur le principe d'un vapocraquage à haute température de matière sèche, en continu, de la matière première végétale. Cette technologie, protégée par le dépôt de 20 brevets au niveau international, se divise en plusieurs blocs, certains étant génériques (1 à 3) et d'autres plus spécifiques (4 & 5) :

1. La préparation de la biomasse lignocellulosique (déchets et résidus de la filière forêt/bois, bois malades / bois sénescents, bois issus de la filière déchet) par séparation des corps étrangers ou par écorçage ;
2. Le broyage à la taille souhaitée en une ou plusieurs étapes de la biomasse brute humide (pour les plaquettes par exemple, le calibre P16, soit 80% des particules comprises entre 3,15 mm et 16 mm) ;
3. Le séchage pour atteindre entre 10 et 12% d'humidité résiduelle ;
4. Le vapocraquage ou traitement thermique sous pression avec détente explosive en continu à chaud sans additif chimique pour cuire, transformer et déstructurer la biomasse en particules plus fines dont la composition biochimique est modifiée, la poudre vapocraquée HPCI Greenfuel® ;
5. Optionnellement, la granulation en vue de conditionner la poudre HPCI Greenfuel® obtenue en granulés de diamètre 6 mm (ou plus) de 1 à 4 cm de long, résistants à l'eau et à l'attrition mécanique, le HPCI Green Pellet®.

La technologie Edb-HPCI® a été développée afin de transformer la biomasse lignocellulosique par traitement mécanique et thermique en une poudre compressible à différentes applications :

- en bioénergie solide, comme granulé (le HPCI Green Pellet®) ou de la forme poudre, le HPCI Greenfuel® pour chaudière à pulvérisation, ou d'autres formes physiques de biocombustible obtenues par compaction ou collage ;

- en substrat solide (le HPCI Greenfuel®) pour des réactions chimiques ou enzymatiques et fermentaires en vue de produire des biomolécules de type 'building-blocks' pour la biochimie, ou des biocarburants (éthanol, butanol,



butadiène, farnésène, etc...) voire des biokérosènes (ethanol-to-jetfuel) ;

- en biomatériaux, comme matrice ou liant, en remplacement de colles issus de molécules fossiles ;
- et toutes autres applications à venir.

La transformation assurée par la technologie garantit un produit standard de haute qualité, indépendamment des variations propres au végétal, d'un type de biomasse à l'autre, d'un lieu d'approvisionnement à l'autre, quelle que soit la saisonnalité.

Cette technologie ouvre également la porte à un approvisionnement diversifié issu des résidus et des coproduits de la filière forêt-bois, de bois malades ou sénescents, de bois issus de la collecte de bois usagés ou encore de résidus agricoles.

Enfin, le principe d'un procédé à haute matière sèche en continu apporte un certain nombre d'avantages :

- une intégration thermique plus efficace, avec une plus faible quantité d'eau à vaporiser lors de la phase de vapocraquage ;
- l'absence de tout additif chimique lors de la mise en œuvre de la technologie ;
- la possibilité de récupérer des molécules d'intérêt présentes dans la fraction gazeuse, les évaporats, avec une valorisation économique en cours de qualification ;
- un fractionnement de la granulométrie de la biomasse suite au principe même du vapocraquage : le différentiel de pression générant une augmentation substantielle du volume de la vapeur comprimée en vapeur détendue, entraîne une rupture des fibres végétales en des particules plus fines, avec un rendement énergétique meilleur que celui d'un broyage mécanique pour arriver à la même granulométrie ;
- la possibilité d'implanter les usines à proximité des gisements de biomasses, optimisant ainsi la logistique et son empreinte environnementale.

Sur la base de cette technologie, une usine a été construite sur le site de Pomacle, à proximité de Reims. Cette usine représente une première mondiale, et regroupe un consortium constitué d'Européenne de Biomasse, de Meridiam et de la Banque des Territoires.

Dotée d'une capacité de production de 125.000 tonnes par an, sa production a démarré dès 2020, pour un nominal attendu en 2023.

## Le HPCI Greenfuel®

### Poudre vapo-craquée



### Aspect défibré de la poudre vapo-craquée



Le marché actuel des granulés de bois pour l'énergie existe et représente, pour la France, un tonnage de l'ordre de 3 millions de tonnes en 2022. Le marché est déficitaire, nécessitant l'importation annuelle de plusieurs centaines de milliers de tonnes<sup>3</sup>.

Pour Européenne de Biomasse, cela représente un marché immédiat pour son granulé HPCI Green Pellet®, qui dispose d'atouts majeurs par rapport à des granulés

classiques ou des plaquettes forestières (bois déchiqueté issu de l'exploitation forestière) :

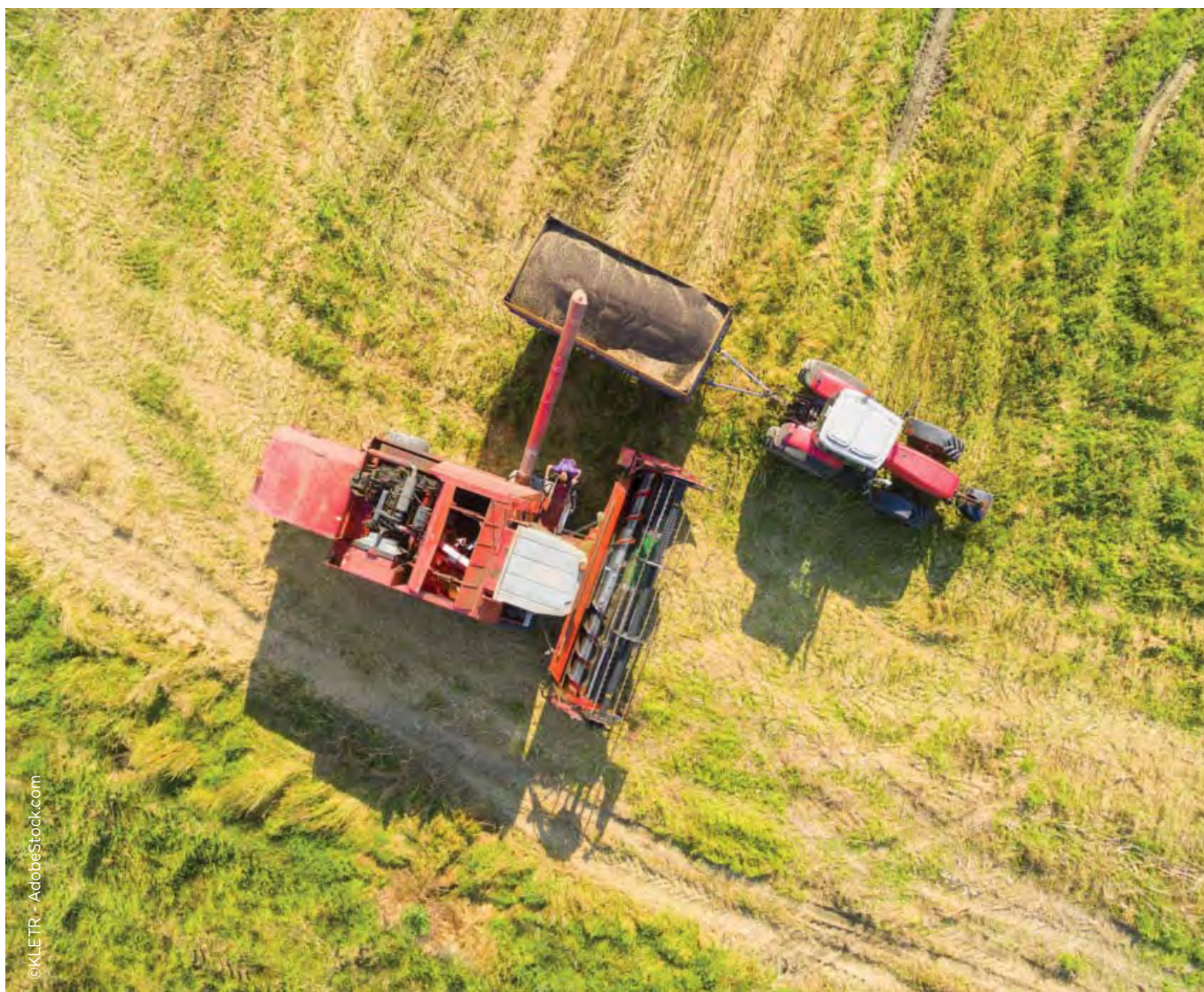
- Une densité énergétique plus forte (un camion de HPCI Green Pellet® représente, en énergie transportée, l'équivalent de 4 camions de bois déchiqueté) ;
- Un haut standard de qualité, permettant de simplifier les conversions des installations de combustion utilisant des énergies fossiles (industrielles ou collectives de type Réseau de Chaleur Urbain), ainsi que l'exploitation dans le temps de ces unités ;
- Une stabilité de ces granulés : inertes et insensibles à l'humidité, ne se dégradant pas dans le temps et ne fermentant pas, avec un très faible taux de poussière améliorant leur logistique et leur usage là encore dans un souci de simplification ;
- Un prix de revient compétitif par rapport aux autres formes de biomasse disponibles.

Le tableau ci-dessous reprend les avantages compétitifs du HPCI Greenfuel® par rapport aux formes de biomasse qui peuvent être classiquement utilisées :

Caractéristiques	Biomasse micronisée	White pellet	Torréfié	HPCI Greenfuel®
Massification	Difficile à massifier	Bois résineux majoritaires	Bois uniquement	Toutes essences, bois déchet et coproduits agricoles (pailles)
Facilité de logistique (transport, stockage)	Hydrophile Chargé d'eau et d'air, Poussières (explosivité), CO, fermentescible	Hydrophile Stockage sous couvert Poussières (explosivité), CO, fermentescible	Hydrophile Stockage sous couvert Poussières (explosivité)	Hydrophobe Stockage air libre Non poussiéreux, inerte, sans CO, non fermentescible
Qualité du produit	Non aseptisé Chlore, Azote et métaux lourds	Non aseptisé Chlore, Azote et métaux lourds	Matière déstructurée Aseptisé Chlore, Azote et métaux lourds	Aseptisé Nettoyé des polluants
Micronisation du produit	Difficile à microniser	Difficile à microniser	Difficile à microniser	Poudre micronisée
Industrialisation Capacité à être granulé	Non granulable	Granulation compliquée	Industrialisation complexe, technologie de faible maturité. Non granulable	Facilement granulable
Applications	Biomasse micronisée	White pellet	Torréfié	HPCI Greenfuel®
Chaudière pulvérisée	NON	NON	NON	OUI
Voie biochimique	NON	NON	NON	OUI
Voie thermochimique	OUI	OUI	OUI	OUI
Huile de pyrolyse	OUI	OUI	OUI	OUI
Biomatériaux	NON	NON	NON	OUI

3. Données PROPELLET pour l'année 2022 : <https://www.propellet.fr/page-propellet-chiffres-cles-de-la-filiere-granule-94.html>





Ces différents avantages sont retrouvés dans le HPCI Greenfuel®. Il permet ainsi de servir de matière première optimale pour la production de molécules chimiques et de biocarburants, que ce soit par une voie fermentaire (hydrolyse puis fermentation du HPCI Greenfuel®) ou par une phase de gazéification. Des étapes ultérieures plus classiques permettent une ultime transformation en des produits finis recherchés : les biocarburants aviation (SAF ou Sustainable Aviation Fuels) ou de l'éthanol cellulosique. Des études sont également en cours pour intégrer une captation durable du CO<sub>2</sub> à l'occasion du process de fabrication du HPCI Greenfuel®.

Sur la base de ce potentiel, Européenne de Biomasse travaille à la mise en place d'une filière durable, visant à assurer une première transformation de la biomasse sur les lieux où elle est disponible. Une dizaine de projets d'implantation en France font l'objet d'études par les

équipes ; des projets sont également en étude en Europe et en Amérique du Nord.

Recherchant des partenaires pour l'accompagner dans ces déploiements, Européenne de Biomasse se positionne comme l'acteur majeur de demain qui maîtrise la technologie et le savoir-faire pour valoriser efficacement la biomasse. La recherche d'une forte valeur ajoutée de cette matière première renouvelable positionne l'entreprise comme un partenaire naturel des filières actuelles de la forêt/du bois et du recyclage, mais aussi des acteurs de l'énergie et de la chimie. Pour Européenne de Biomasse, après avoir mis au point sa technologie brevetée, l'enjeu est maintenant de réussir la mise en place très rapide d'une véritable filière capable d'apporter des quantités significatives de produits et ainsi d'être reconnue comme un acteur clé de la décarbonation et de la transition écologique. ●●

# Le captage stockage du CO<sub>2</sub>

Thomas LE GUENAN



● ● Le captage stockage de CO<sub>2</sub> fait partie de nombreux scénarios visant la neutralité carbone. En France, le captage stockage paraît indispensable pour la stratégie de décarbonation de l'industrie. Mais la crainte des oppositions sociétales ne devrait pas faire reposer exclusivement le potentiel de développement sur les capacités de pays tiers.

.....  
Ingénieur de recherche au Bureau de Recherche Géologique et Minière (BRGM)

Thomas LE GUENAN est depuis 2008 ingénieur de recherche au BRGM, le Bureau de Recherche Géologique et Minière. Il est spécialiste de la sécurité et de la performance des usages du sous-sol, terme regroupant le stockage de CO<sub>2</sub>, la géothermie profonde, et le stockage souterrain de vecteurs énergétiques. A ce titre, il développe et applique des méthodes de gestion du risque, en privilégiant les approches quantitatives, au sein de multiples projets de recherches nationaux ou européens.

**I**ntroduction  
Les scénarios du GIEC ou de l'Agence Internationale de l'Énergie (AIE) qui respectent l'accord de Paris s'appuient, parmi diverses solutions de décarbonation, sur les solutions de captage stockage de CO<sub>2</sub> (CSC), dans des proportions qui paraissent irréalistes par rapport à l'existant. Le scénario net zéro de l'AIE prévoit par exemple 7Gt de CO<sub>2</sub> stocké par CSC annuellement en 2050<sup>1</sup>, tandis que les capacités de captage actuelles sont de 40Mt (175 fois moins).

En France, le CSC est rarement évoqué dans les médias, et reste peu connu du grand public. Il était également totalement absent des agendas politiques jusqu'à très récemment. Est-ce que cette technologie peut contribuer à l'atteinte des objectifs de neutralité carbone que s'est fixé la France ?

Après un bref aperçu du principe et du fonctionnement du CSC, nous verrons la place qu'il prend dans la stratégie nationale bas carbone, et nous verrons au regard des données si cet objectif pourrait être plus ambitieux.

## Principes du CSC

Le captage stockage de CO<sub>2</sub> (CSC) est un ensemble de techniques permettant de capter du CO<sub>2</sub> avant son émission dans l'atmosphère, et de le stocker durablement dans le sous-sol. On décompose généralement en trois phases : le captage, le transport et le stockage.

Le captage s'opère principalement sur de grandes sources fixes de CO<sub>2</sub>, comme des usines. Les cheminées rejettent des fumées avec des concentrations de CO<sub>2</sub> variant typiquement entre 5% et 30%. Tout l'enjeu des techniques de captage est de séparer le CO<sub>2</sub> du reste du flux, et d'obtenir un flux de CO<sub>2</sub> d'une pureté satisfaisante. La technique la plus mature repose sur des solvants qui permettent cette séparation lors de la phase post combustion. Parmi les autres techniques envisagées, on peut citer l'oxycombustion consistant à utiliser dans le processus de l'oxygène pur en tant que comburant. La combustion émet ainsi un flux beaucoup plus concentré en CO<sub>2</sub> qui sera plus facile à traiter. D'autres techniques sont en cours de développement, l'enjeu étant de diminuer la pénalité énergétique et les coûts.

1. IEA (2021), Net Zero by 2050, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>, License: CC BY 4.0



Le transport est l'étape permettant de relier les émetteurs où est capté le CO<sub>2</sub>, et les sites de stockage qui ne sont pas forcément présents à proximité immédiate. Le CO<sub>2</sub> peut se transporter sur de longues distances à l'instar du méthane, grâce à des pipelines, bateaux, camions, ou trains.

Le stockage consiste à injecter le flux de CO<sub>2</sub> dans des roches poreuses profondes. On considère deux familles principales : **1/** les aquifères salins profonds sont des couches de roches, poreuses et perméables contenant essentiellement de la saumure, une eau fortement chargée en minéraux, impropre à la consommation ; **2/** les réservoirs d'hydrocarbures déplétés, qui sont généralement des roches de même nature que les aquifères salins, mais qui ont contenu du pétrole ou du gaz, avant leur extraction, ce qui prouve la bonne efficacité du piège géologique. En effet, quel que soit le type de couche géologique pouvant recueillir le CO<sub>2</sub>, il est indispensable qu'elle soit surmontée d'une couche imperméable pour garantir le confinement à long terme du CO<sub>2</sub>.

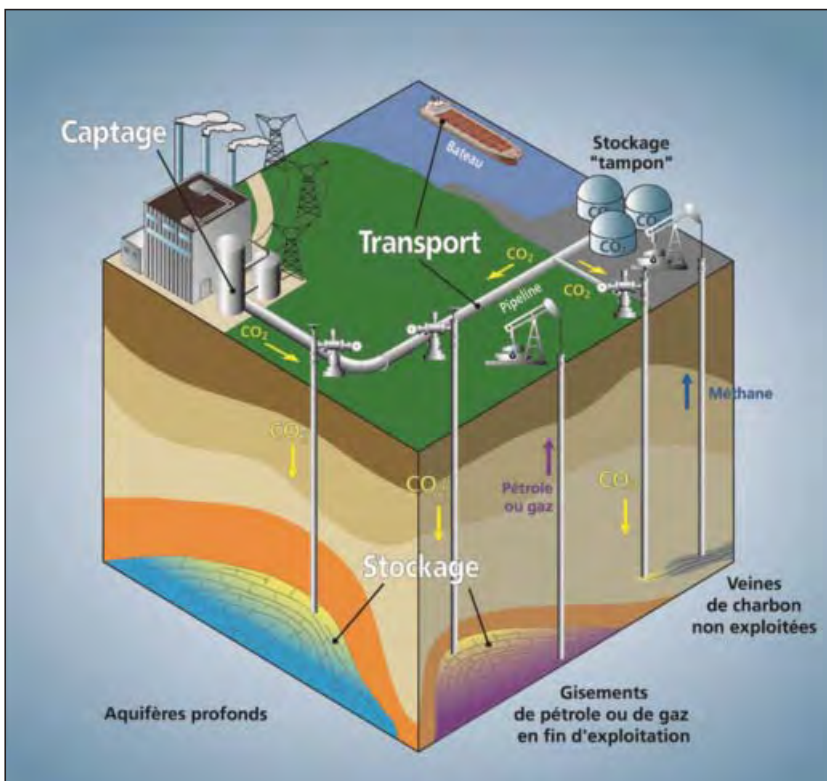
Ce stockage est envisagé à des profondeurs importantes, généralement supérieures à 800m. Cette profondeur garantit l'absence de ressource en eau potable dans les couches aquifères d'une part, ainsi que des propriétés intéressantes en termes de température et de pression, qui garantissent que le CO<sub>2</sub> est stocké dans une forme dense et donc moins volumineuse.

Ces trois briques reposent essentiellement sur des technologies matures et des opérations commerciales de CSC existent, dont deux en Europe, au large de la Norvège.

Le captage sur source industrielle fait du CSC une technologie importante de réduction des émissions existantes. Le même type de captage sur des centrales à biomasse peut en revanche fournir des émissions dites négatives car le CO<sub>2</sub> produit de la combustion de biomasse, provient initialement de l'atmosphère d'où il a été absorbé par photosynthèse. On parle de BECSC (Biomasse Energie avec Captage Stockage de CO<sub>2</sub>). Il y a également des développements importants sur les technologies de captage direct dans l'atmosphère (DAC pour Direct Air Capture). Ces deux techniques (BECSC et DAC) appartiennent à la famille des techniques d'élimination du CO<sub>2</sub> atmosphérique et ont une autre fonction dans les scénarios : permettant des émissions négatives, elles peuvent compenser des émissions résiduelles irréductibles.

**“ CES TROIS BRIQUES REPOSENT ESSENTIELLEMENT SUR DES TECHNOLOGIES MATURES ET DES OPÉRATIONS COMMERCIALES DE CSC EXISTENT, DONT DEUX EN EUROPE, AU LARGE DE LA NORVÈGE. ”**

**Figure 1 : Schéma du captage transport et stockage géologique du CO<sub>2</sub>**



© BRGM - BLCom

### Le CSC en France

La Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC), dans sa version révisée parue en 2020, prévoit pour la France métropolitaine un recours aux technologies CSC à hauteur de 15Mt/an à l'horizon 2050<sup>2</sup>. Ces 15Mt annuelles sont réparties en 5Mt de captage de CO<sub>2</sub> industriel, contribuant à la réduction des émissions, et en 10Mt de captage de CO<sub>2</sub> à partir de combustion de biomasse, permettant ainsi de compenser une partie des émissions résiduelles provenant de l'ensemble des secteurs.

Concernant le CSC sur émissions industrielles, 5Mt peut paraître important en regard de l'existant. En effet, en France un seul pilote de CSC, piloté par Total, a vu le jour, et a injecté 50 000 tonnes de CO<sub>2</sub> en plusieurs années. La plus grosse opération commerciale de CSC en Europe, le site de Sleipner au large de la Norvège, injecte lui 1Mt par an depuis près de 30 ans.

2. <https://www.ecologie.gouv.fr/strategie-nationale-bas-carbone-snbc>

Mais en comparaison du besoin et des capacités, cet objectif est en fait prudent. Côté besoin, considérant uniquement les émissions d'origine industrielle, la France émettait en 2017 65Mt de CO<sub>2</sub>, dont 16 Mt d'émissions liées aux procédés<sup>3</sup>. Pour éviter ces dernières, le CSC est à ce jour la seule alternative identifiée.

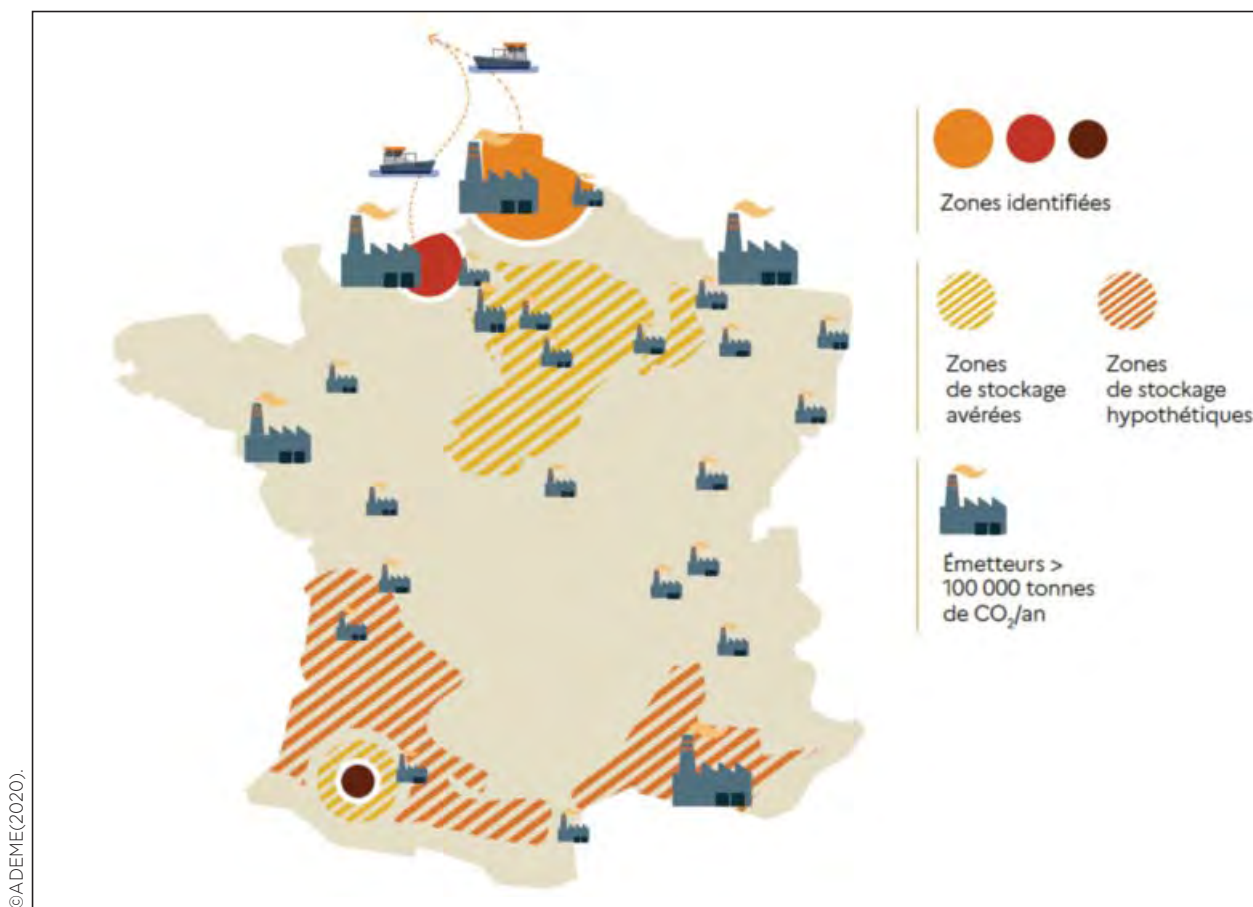
La France possède des capacités de stockage géologique, avec trois bassins sédimentaires contenant des aquifères salins profonds, propices au stockage (Bassin parisien, Bassin aquitain et Bassin du Sud-Est). Mais les données actuelles disponibles ne permettent que des estimations approximatives et théoriques des capacités. Des travaux récents de modélisation de capacité dans le Bassin parisien arrivent à des capacités réalistes autour de 200Mt de CO<sub>2</sub>, ce qui permettrait tout de même de stocker plusieurs décennies au débit de 5Mt

par an. Mais des travaux précédents estimaient, de manière théorique, des capacités pour le même bassin comprises entre 8Gt et 28Gt de CO<sub>2</sub><sup>4</sup>.

De même, pour le bassin du Sud-Est, le projet VASCO a pu faire des premières estimations de capacité entre 116 et 1133Mt de CO<sub>2</sub><sup>5</sup>. Cela permettrait de stocker entre 10 et 100 années au débit de 11Mt par an, débit qui correspond à la quantité émise annuellement par les quatre gros émetteurs de la région PACA<sup>6</sup>.

Le stockage est également possible sous les fonds marins, dans le plateau continental, mais les données existantes ne sont majoritairement pas disponibles publiquement. Les capacités de stockage sont généralement perçues comme suffisantes sur le territoire national, mais elles ne sont pas bien connues à ce jour.

Figure 2 : carte de potentiel du CSC en France



3. ADEME (2020) *Le Captage et Stockage géologique du CO<sub>2</sub> (CSC) en France. Le CSC, un potentiel limité pour la réduction des émissions industrielles. Avis technique.*

4. Bader, A. G., Thibeau, S., Vincké, O., Jannaud, F. D., Sayset, S., Joffre, G. H., ... & Copin, D. (2014). *CO<sub>2</sub> storage capacity evaluation in deep saline aquifers for an industrial pilot selection. Methodology and results of the France Nord project.* Energy Procedia, 63, 2779-2788.

5. Grataloup S., Couëffé R., Tourlière B., Le Thiez P. (2012) – *Identification des sites potentiels de stockage de CO<sub>2</sub> et première estimation des capacités. PROJET VASCO - Phase 5 : Stockage en aquifères salins – Tâche 5.2. Rapport final. BRGM/RP-64302-FR, 63 p., 8 fig., 9 tabl., 15 ann.*

6. ADEME (2020) *Le Captage et Stockage géologique du CO<sub>2</sub> (CSC) en France. Le CSC, un potentiel limité pour la réduction des émissions industrielles. Avis technique.*

“ LES CAPACITÉS DE STOCKAGE SONT GÉNÉRALEMENT PERÇUES COMME SUFFISANTES SUR LE TERRITOIRE NATIONAL, MAIS ELLES NE SONT PAS BIEN CONNUES À CE JOUR. ”

Une amélioration de cette connaissance passerait par un travail exhaustif de collecte des données existantes, de modélisation numérique, voire par de l'acquisition de nouvelles données. Mais peu de financements ont permis à ce jour de mener à bien ce genre de travaux. Les projets actuels se concentrent sur la caractérisation de la capacité à l'échelle d'un site, que ce soit dans le Bassin parisien pour le projet PilotStrategy<sup>7</sup>, coordonné par le BRGM, ou dans les réservoirs déplétés du Sud-Ouest, avec le projet Pycasso<sup>8</sup>.

L'ADEME, dans son avis technique sur le CSC paru en 2020<sup>9</sup> exclut le stockage dans les aquifères salins profonds en France, principalement au motif du risque d'oppositions sociétales. Ils ne considèrent que le stockage dans le secteur de Lacq (à proximité de Pau, dans les Pyrénées-Atlantiques) qui disposent de plusieurs centaines de millions de tonnes de capacités estimées dans des réservoirs de gaz déplétés.

Dès lors, les gros émetteurs industriels du nord de la France devraient plutôt chercher des capacités de stockage chez nos voisins européens (Norvège, Danemark, Pays-Bas) qui bénéficient de structures géologiques connues sous la Mer du Nord.

Il y a cependant un risque de compétition pour ces sites de stockage en Mer du Nord. Un récent rapport du Clean Air Task Force (CATF) montre qu'à court et moyen terme,

il y aura vraisemblablement en Europe plus de CO<sub>2</sub> capté ou « captable », que de capacités effectives et disponibles de stockage<sup>10</sup>.

Les sites Français étant par exemple plus éloignés de la Mer du Nord que les sites d'Allemagne du Nord, il y a un risque qu'ils ne soient pas considérés comme prioritaires. Ceci est une illustration d'un problème plus global : la stratégie de transition énergétique nationale ne devrait pas reposer de manière disproportionnée sur des ressources (ici de stockage) provenant de pays tiers. Il y a aussi dans le CSC un enjeu d'indépendance stratégique.

“ IL Y AURA VRAISEMBLABLEMENT EN EUROPE PLUS DE CO<sub>2</sub> CAPTÉ OU « CAPTABLE », QUE DE CAPACITÉS EFFECTIVES ET DISPONIBLES DE STOCKAGE. ”

### Conclusion

Le CSC peut être un atout dans la stratégie de décarbonation de l'industrie de la France. Ceci est maintenant intégré par le gouvernement, qui a pleinement inscrit cette technologie dans le plan de décarbonation de l'industrie. Un soutien au niveau politique est une condition indispensable pour que cette technologie puisse jouer un rôle. Un certain nombre de barrières restent à lever, notamment les financements et le modèle économique autour du CSC. Mais ces aspects semblent moins inquiéter les acteurs que le risque d'oppositions. Cependant, ce risque ne doit pas constituer une interdiction de déployer du CSC sur le territoire, car le risque de ne pas pouvoir stocker existe aussi, et la conséquence serait toujours plus d'émissions de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. ●●

7. <https://pilotstrategy.eu/>

8. <https://www.pycasso-project.eu/>

9. ADEME (2020) *Le Captage et Stockage géologique du CO<sub>2</sub> (CSC) en France. Le CSC, un potentiel limité pour la réduction des émissions industrielles. Avis technique.*

10. CATF (2022) *The - gap between carbon storage development and capture demand. Clean Air Task Force; Carbon limits.*

# L'hydrogène produit par électrolyse de l'eau, un vecteur de décarbonation de l'industrie : l'enjeu des engrais azotés

Arthur PARENTY



● ● La production d'hydrogène à partir d'énergie fossile induit en moyenne 10kg d'émissions de CO<sub>2</sub> par kg d'hydrogène produit. Cette production d'hydrogène représente ainsi près de 3% des émissions nationales.

Parmi les usages actuels de l'hydrogène, le secteur des engrais représente le deuxième consommateur d'hydrogène derrière le raffinage. C'est du fait de cette importante consommation d'hydrogène fossile que les sites français de production d'ammoniac font l'objet d'une attention toute particulière dans la stratégie de décarbonation de l'industrie.

.....  
Responsable des Affaires Publiques chez Hynamics

Diplômé de Sciences Po Paris en 2020, Arthur PARENTY se spécialise dans la politique énergétique et intègre le groupe EDF au sein de la Direction des Affaires Publiques. En 2021, Arthur PARENTY rejoint Hynamics, filiale du groupe EDF en charge de la production et distribution d'hydrogène renouvelable et bas carbone, en tant que responsable des Affaires publiques. Il est spécialiste du cadre réglementaire relatif au développement de l'hydrogène électrolytique en tant que vecteur de décarbonation de la mobilité et de l'industrie.

**L**a France produit environ 900 000 tonnes d'hydrogène par an à partir d'énergie fossile, majoritairement par vaporeformage de gaz naturel, un procédé particulièrement polluant qui induit en moyenne 10 kg d'émissions de CO<sub>2</sub> par kg d'hydrogène produit. Cette production d'hydrogène représente ainsi près de 3% des émissions nationales<sup>1</sup> et répond principalement aux besoins des raffineries pour désulfurer les produits pétroliers ainsi que des industries pétrochimiques en tant que matière première pour fabriquer des grands intermédiaires (ammoniac, méthanol, HMD - polyamide).

Parmi ces usages actuels de l'hydrogène, la synthèse de l'ammoniac (NH<sub>3</sub>), réaction entre diazote (N<sub>2</sub>) et hydrogène (H<sub>2</sub>), composant essentiel pour la production d'engrais azotés, représente 220 000 tonnes d'hydrogène consommées par an, soit 25% de la production française. Cela fait du secteur des engrais le deuxième consommateur d'hydrogène derrière le

raffinage, en France mais aussi dans le monde (environ 30 millions de tonnes d'hydrogène par an)<sup>2</sup>. C'est notamment du fait de cette importante consommation d'hydrogène fossile que les sites français de production d'ammoniac font l'objet d'une attention toute particulière dans la stratégie de décarbonation de l'industrie annoncée par le Président de la République en novembre 2022. En effet, la production d'hydrogène représente plus de 90% de l'empreinte carbone du procédé de fabrication de l'ammoniac, le reste étant lié à la consommation énergétique du procédé Haber Bosch pour la synthèse de la molécule NH<sub>3</sub>.

La substitution de l'hydrogène carboné pour produire des engrais constitue donc un enjeu de décarbonation majeur, mais aussi de souveraineté alimentaire du fait de la dépendance au gaz naturel pour la production des intrants utilisés par l'agriculture française. C'est pour ces raisons que la production d'engrais azotés fait figure de

1. [https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Plan\\_deploiement\\_hydrogene.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Plan_deploiement_hydrogene.pdf)

2. [https://s3.production.france-hydrogene.org/uploads/sites/4/2021/11/Fiche\\_201.3\\_20\\_20d\\_C3\\_A9c\\_202020\\_20PM.pdf](https://s3.production.france-hydrogene.org/uploads/sites/4/2021/11/Fiche_201.3_20_20d_C3_A9c_202020_20PM.pdf)



**“ LA SUBSTITUTION DE L’HYDROGÈNE CARBONÉ POUR PRODUIRE DES ENGRAIS CONSTITUE DONC UN ENJEU DE DÉCARBONATION MAJEUR. ”**

secteur prioritaire de décarbonation, à la fois dans les stratégies industrielles françaises et européennes, via l'utilisation d'hydrogène renouvelable ou bas carbone. On parlera d'ailleurs d'usage « sans regret » de l'hydrogène décarboné.

Pour produire cet hydrogène décarboné, la technologie d'électrolyse de l'eau fait figure de moyen de production le plus prometteur pour obtenir de l'hydrogène renouvelable ou bas carbone (selon l'origine de l'électricité utilisée) en quantité suffisante pour répondre aux besoins substantiels de ce type d'industrie. Sans émission de gaz à effet de serre lors de la production, l'intensité carbone de l'hydrogène électrolytique dépend du facteur d'émission de l'électricité utilisée dans le processus. Grâce à un mix électrique largement décarboné, la France possède ainsi un avantage compétitif « naturel » pour la production d'hydrogène bas carbone à l'échelle industrielle. Avantage intensifié par un réseau électrique étendu permettant de localiser les électrolyseurs au plus proche des usages, réduisant ainsi les coûts liés à la logistique et au transport de la molécule.

Face au défi du changement climatique et à la nécessaire réduction de ses émissions de gaz à effet de serre, Borealis - fournisseur majeur de solutions dans le domaine des produits chimiques de base et des fertilisants - a fait le choix pour son usine d'Ottmarsheim de fabrication d'engrais azotés de s'orienter vers cette technologie électrolytique pour décarboner la production de son ammoniac. En partenariat avec Hynamics, filiale d'EDF dédiée à la production et la distribution d'hydrogène bas carbone et renouvelable produit par électrolyse, le projet baptisé ABC Ottmarsheim est en développement depuis plus d'un an.

Pionnier par son envergure, le projet consiste en la mise en service d'une station d'électrolyse d'une puissance de 50 mégawatts (MW) pour la production de 7100 tonnes d'hydrogène bas carbone par an à l'horizon 2025-2026. Cette première phase permettra de substituer 15% de l'hydrogène carboné actuellement consommé par le site et d'éviter par ce biais au moins 48 000 tonnes de CO<sub>2</sub> par an. En complément, la station d'électrolyse pourra alimenter d'autres consommateurs d'hydrogène répartis sur la plateforme industrielle de Chalampé-Ottmarsheim

ou bien des écosystèmes de mobilité hydrogène dans les agglomérations à proximité.

D'un point de vue industriel et technique, le projet constitue un véritable défi. La compétitivité de l'atelier de production d'ammoniac est dépendante de sa capacité à fonctionner 24h/24h. A ce titre, l'utilisation de l'électricité décarbonée du réseau français représente un intérêt certain par rapport à un approvisionnement en électricité issu d'une production renouvelable intermittente, la fourniture d'hydrogène devant être assurée en continu pour ne pas altérer le procédé Haber Bosch qui nécessite une stabilité de fonctionnement. Il y a donc un travail important d'adaptation du système de pilotage de l'atelier d'ammoniac pour exploiter dans le même temps les technologies de vaporéformage et d'électrolyse.

Parmi les autres défis, on retrouve également la capacité des fabricants d'électrolyseurs à fournir dans les temps et avec les performances énergétiques requises de grands projets industriels de production d'hydrogène par électrolyse. Le soutien financier de l'Etat en faveur du déploiement des « gigafactories » d'électrolyse annoncé à l'été 2022 dans le cadre du programme européen Hy2Tech<sup>3</sup> est à ce titre extrêmement structurant pour l'ensemble de la filière. Se pose aussi la question de la capacité du réseau électrique sur les grandes plateformes industrielles à accueillir ces nouvelles consommations d'électricité pour produire l'hydrogène. RTE anticipe ce déploiement de grande ampleur en travaillant sur des zones industrielles prioritaires d'électrification afin de faciliter le raccordement de ce genre de projet.

Le projet ABC Ottmarsheim, nécessitant d'importants investissements, est soutenu par l'Etat dans le cadre de sa stratégie de déploiement de l'hydrogène décarboné et de réduction des émissions de gaz à effet de serre de l'industrie. Le dossier a ainsi été présenté à la commission européenne pour valider le versement de subventions publiques. A cela s'ajoute l'augmentation des coûts d'exploitation liée à la consommation électrique des électrolyseurs qui se répercute sur les coûts de production de l'hydrogène, impliquant un prix de l'électricité compétitif et stable sur le long terme.

Structurante pour le lancement de la filière hydrogène française, la décarbonation du secteur des engrais via le déploiement de capacités industrielles d'électrolyses apparaît comme essentielle pour répondre aux ambitions climat annoncées dans le plan d'investissement France 2030 mais aussi pour respecter les orientations du

3. [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en%5E/ip\\_22\\_4544](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en%5E/ip_22_4544)



paquet européen «ajustement à l'objectif 55»<sup>4</sup> qui vise une réduction de 55% des émissions de l'Union d'ici à 2030. En outre, les consommateurs industriels d'hydrogène carboné sont particulièrement visés, le paquet européen prévoyant une obligation légale d'incorporation d'hydrogène renouvelable dans leur consommation.

Cet exemple de projet, porté conjointement par Borealis et Hynamics, s'inscrit pleinement dans cette dynamique et contribue à la transition énergétique de tout un territoire autour d'une industrie décarbonée et compétitive. ●●

4. <https://www.consilium.europa.eu/fr/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/>

# La décarbonation dans les transports

Claude RENARD



● ● Les transports jouent actuellement un rôle important face aux enjeux climatiques et de pollution de l'air. Deux principaux jalons ont été définis : fin de vente de véhicules thermiques neufs au sein de l'UE et atteinte de la neutralité carbone en 2050. Ainsi le développement de l'électromobilité est une priorité assumée et confortée notamment dans différents textes législatifs et réglementaires.

.....  
 Coordonnateur national « déploiement des infrastructures de recharge pour véhicules électriques » au ministère de la transition énergétique

De formation ingénieur, et diplômé d'études comptables et financières, Claude RENARD a alterné des postes d'encadrement techniques et de direction aussi bien dans le privé que dans l'administration territoriale de l'Etat (ministère des armées, ministère de l'économie, des finances et de la relance et préfecture de région) avant de rejoindre l'administration centrale en 2014 en tant que sous-directeur, toujours sur des postes en étroite relation avec le monde économique et industriel d'abord à Bercy puis depuis mi 2020 au ministère de la transition énergétique en tant que coordonnateur pour favoriser le déploiement des infrastructures de recharge pour véhicules électriques.

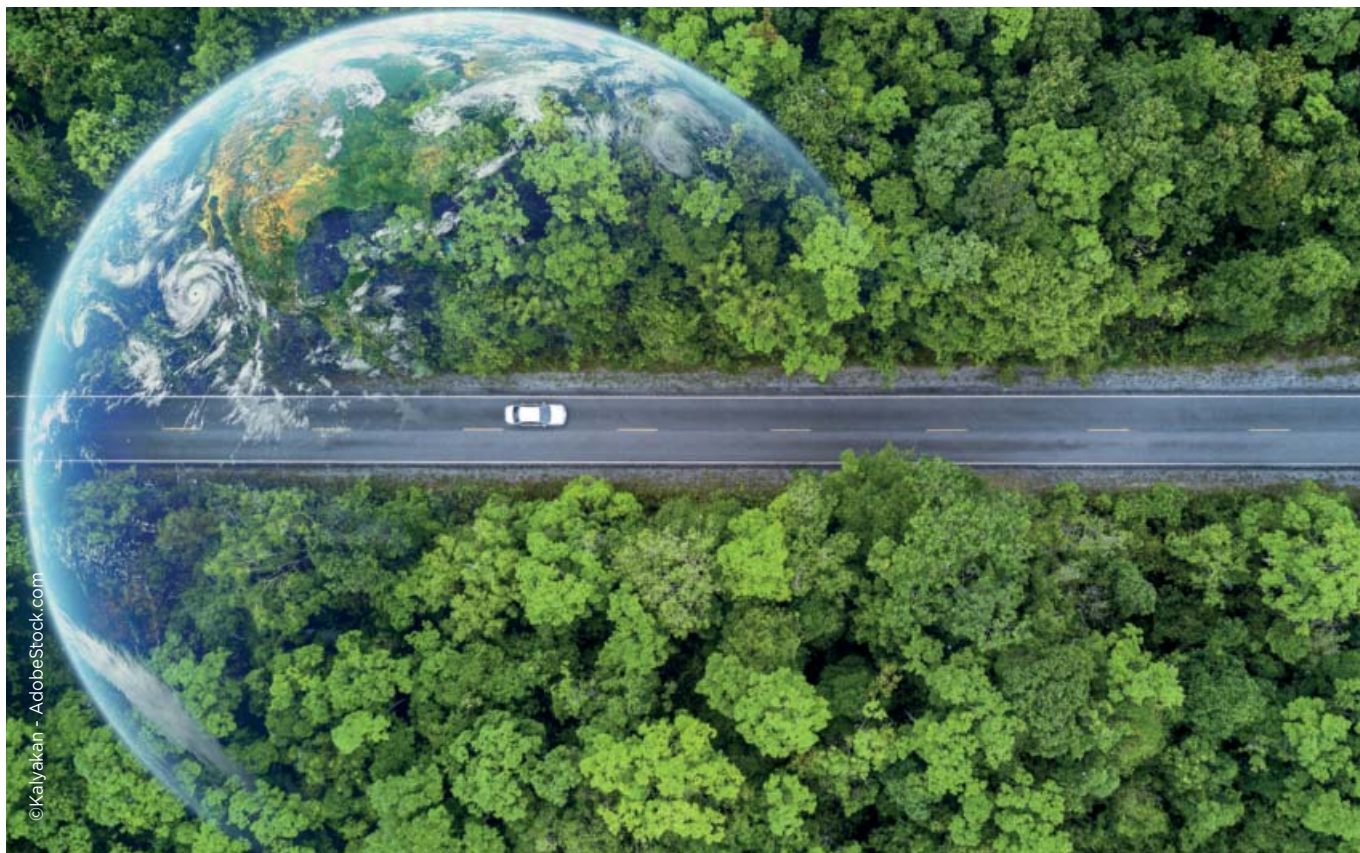
**E**n complément des avancées significatives réalisées dans le cadre de la loi d'orientation des mobilités de fin 2019 et de la loi d'août 2022 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets climat et résilience, plusieurs mesures incitatives ont été mises en place pour accélérer la transition écologique des transports, dont le bonus à l'achat d'un véhicule propre qui a permis un développement spectaculaire du véhicule électrique (VE) ces derniers mois, avec 2% de part de marché en 2019 puis 6% en 2020, nous sommes passés à 15% sur l'année 2021. Les véhicules électrifiés représentent maintenant plus de 20% de part de marché et sur les mois de septembre et octobre 2022, la part des véhicules électriques dépasse pour la première fois celle des véhicules diesel, illustrant une évolution historique.

La transition vers une mobilité plus propre ne fait que commencer et s'accompagne progressivement de changement d'usage, notamment sur la recharge dont les infrastructures doivent suivre, mais surtout anticiper, l'évolution du parc roulant pour que les véhicules électriques accèdent facilement à la recharge. À cet effet, les pouvoirs publics mobilisent un large panel de moyens et de leviers pour soutenir le développement de ces infrastructures au plus près des besoins et pour l'ensemble

des situations d'usage. Plusieurs dispositifs, notamment financiers, sont mis en œuvre, de la recharge à domicile jusqu'à la recharge ultra haute puissance sur les grands axes routiers. Les besoins sont immenses face aux 8 à 13 millions de VE attendus dès 2030 (chiffres variables en fonction des études mais illustrant la marche à franchir face au million de véhicules électrifiés actuels). Le suivi de ce vaste chantier est particulièrement suivi en interministériel, bien avant d'être intégré aux Politiques Prioritaires du Gouvernement (PPG), suite au séminaire gouvernemental du 31 août 2022, le verdissement du parc automobile et l'accompagnement au déploiement des infrastructures de recharge pour véhicules électriques (IRVE) font l'objet d'un pilotage resserré en mode projet depuis quelques années, notamment via la mise en place de véritables task force impliquant l'ensemble des parties prenantes.

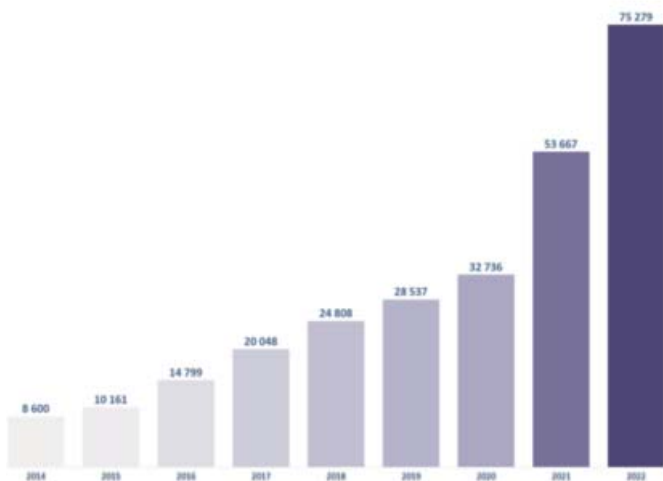
Les bornes de recharge étaient jusque récemment sous-utilisées (certaines le sont encore) et ce pour deux raisons principales : la première réside dans l'autonomie assez faible des tout premiers véhicules électriques les cantonnant à un usage « pendulaire », sans éloignement de la recharge principale à domicile ou en entreprise, et n'utilisant pas ou très peu les recharges publiques ; la seconde tient au fait que le parc roulant est encore relativement faible. La situation évolue depuis





un ou deux ans, l'autonomie augmente permettant d'envisager sereinement des déplacements longue distance. Les mesures prises et l'existence d'une réelle demande des usagers permettent ainsi de favoriser le développement massif des projets de déploiement d'infrastructures avec plus de 20 000 points de charge ouverts au public mis en service sur la seule année 2021 (plus de 22 000 sur les 10 premiers mois de 2022).

**(données 2022 provisoires arrêtés au 1<sup>er</sup> novembre)**



Pour l'itinérance longue distance, nous avons mis en place un dispositif dans le cadre du plan de relance pour accompagner les équipements sur les aires de services. Nous sommes sur des stations de recharge de haute puissance, les raccordements électriques peuvent

dépasser les 2 MW, impliquant des délais de raccordement plus longs qu'une simple ouverture de compteur. Les infrastructures, de 4 à 12 points de charge haute puissance, nécessitent également des investissements et des travaux importants. Ainsi dès 2023, la quasi-totalité des aires de services du réseau routier national seront équipées d'infrastructures de recharge.

Mais bien au-delà des aspects quantitatifs sur le nombre de bornes ou sur l'aspect de la haute puissance, la qualité de service est primordiale pour sécuriser l'usage de l'électromobilité. Depuis le début 2021, le dispositif Advenir offre la possibilité de pouvoir accompagner financièrement la remise à niveau des installations de recharge « obsolètes ». En complément, nous conditionnons l'octroi des aides à des engagements de qualité, inspirés des préconisations mises en place par l'AFIREV, l'association pour l'itinérance de la recharge.

Deux arrêtés ont été publiés le 27 octobre 2021, l'un sur des exigences de qualification pour les entreprises réalisant les études, les installations ou la maintenance des infrastructures qui apportent un premier niveau de garantie, le deuxième directement sur la qualité de service. L'observatoire de la qualité et les travaux réalisés par l'AFIREV sur ce sujet sont particulièrement importants pour la filière ; on va voir se développer la compétition entre opérateurs pour atteindre les meilleures qualités de service possible et l'aspect concurrentiel s'accroîtra au bénéfice des usagers.



Il faut toutefois se rendre à l'évidence, l'utilisation d'un véhicule électrique est fondamentalement différente de celle d'un véhicule thermique et cela nécessite de l'apprentissage et une préparation.

De nombreuses informations sont disponibles sur le site [www.je-roule-en-electrique.fr](http://www.je-roule-en-electrique.fr). Le sujet des moyens de paiement ou des évolutions tarifaires, régulièrement mis en avant dans la presse spécialisée, nécessite par exemple quelques explications : la réglementation impose le paiement à l'acte et le définit comme «*la faculté pour l'utilisateur d'un véhicule électrique d'accéder à la recharge et au paiement du service de recharge sans être tenu de souscrire un contrat ou un abonnement*», c'est le minimum et les opérateurs d'infrastructures de recharge peuvent développer leur propre offre de badge pour faciliter les paiements, gérer les facturations, etc. ou proposer des abonnements permettant des tarifs préférentiels, mais également accepter en interopérabilité (roaming) les badges d'autres opérateurs de mobilité. Cette interopérabilité peut être mise en œuvre directement par des plateformes telles que GIREVE.

---

**“ L'UTILISATION D'UN VÉHICULE ÉLECTRIQUE EST FONDAMENTALEMENT DIFFÉRENTE DE CELLE D'UN VÉHICULE THERMIQUE ET CELA NÉCESSITE DE L'APPRENTISSAGE ET UNE PRÉPARATION. ”**

---

Par ailleurs, la recharge à domicile moins contraignante pour le réseau électrique est également un axe prioritaire pour le développement des solutions de recharge.

Au-delà des copropriétés, c'est l'ensemble du résidentiel collectif qui doit faire l'objet de mesures facilitant l'installation des infrastructures collectives, sur lesquelles les usagers pourront installer leur borne individuelle.

Plusieurs solutions techniques existent (l'Avere-France, en partenariat avec ENEDIS, la FFIE et le GIMELEC ont publié en 2021 un *Guide pour l'installation de bornes de recharge pour véhicules électriques et hybrides rechargeables en copropriété*), de nombreux opérateurs proposent des solutions clés en main et aujourd'hui plusieurs centaines de milliers de places de stationnement en résidentiel collectif peuvent déjà avoir accès à une possibilité de recharge.

La loi climat et résilience apporte aussi des évolutions notables et permet, sur demande du propriétaire ou du syndicat des copropriétaires, d'installer une infrastructure collective relevant du réseau public d'électricité avec une prise en charge couverte par le tarif d'utilisation du réseau, moyennant la mise en place d'une convention et une contribution des utilisateurs qui demanderont la création d'un branchement individuel alimenté par cette infrastructure collective. De plus, en cas de reste à charge nul pour la copropriété, les décisions peuvent maintenant être prises à la majorité simple, facilitant grandement les prises de décision lors des assemblées générales.

Ainsi, pour répondre aux défis de l'électrification du parc roulant, la mobilisation doit rester soutenue. Car nous ne sommes qu'au tout début de la transformation, le nombre d'infrastructures devra encore être multiplié par 15 ou 20 dans les prochaines années. ● ●

# Les carburants aéronautiques durables : un enjeu sur le chemin de la décarbonation du transport aérien et un défi industriel à relever

Nora SUSBIELLE



● ● Trois ans après la présentation de sa feuille de route sur le déploiement des carburants aéronautiques durables (CAD), la France est toujours aux avant-postes de la transition énergétique dans le secteur du transport aérien. Une révolution aussi bien technique qu'économique et logistique, qui nécessite l'implication de l'ensemble des acteurs concernés. L'État mobilise tous les moyens pour cerner les besoins, encourager les initiatives et créer un contexte favorable au développement d'une filière de production française encore embryonnaire. Ces efforts se déploient également à l'échelon européen dans le cadre des discussions engagées sur le Pacte vert et le projet de règlement « ReFuelEU Aviation », partie intégrante du paquet législatif « Fit for 55 » visant à réduire de 55 % les émissions nettes de gaz à effet de serre d'ici à 2030 par rapport à 1990.

*Cet article est basé sur la revue Aviation Civile, le magazine de la Direction générale de l'aviation civile de janvier 2023<sup>1</sup>.*

.....  
Cheffe du bureau « climat, air, sujets émergents », Direction Générale de l'Aviation Civile

Nora SUSBIELLE est cheffe du bureau «climat, air, sujets émergents» à la Direction Générale de l'Aviation Civile depuis le 1<sup>er</sup> octobre 2021 qui est chargé d'élaborer un cadre de prévention et de réduction des nuisances du transport aérien. Il est notamment responsable du développement des carburants durables pour l'aviation ou encore des aéroports « verts ».

Administratrice civile, elle a précédemment occupé différentes fonctions, à la DG Trésor, à la DGITM en tant que cheffe du bureau de la politique environnementale, au Parlement européen, sur les questions énergétiques et auparavant sur les réserves naturelles. Elle a débuté sa carrière au niveau local, en tant que secrétaire générale adjointe de la direction régionale de l'environnement d'Ile-de-France.

**E**ngagée dès 2017, la réflexion française sur les carburants aéronautiques durables (CAD) s'est concrétisée par des mesures de soutien et d'incitation à l'émergence d'une filière performante et viable, à l'échelle nationale et supranationale.

Les premières discussions ont été menées dans le cadre de l'Engagement pour la croissance verte (ECV), signé fin 2017 par l'État et plusieurs industriels, dont l'objectif était d'identifier les conditions de réussite d'une filière française de production de CAD. Elles ont inspiré la feuille de route sur les CAD dévoilée en janvier 2020, qui définit des

taux d'incorporation cibles : 2 % en 2025, 5 % en 2030 et enfin 50 % en 2050, en cohérence avec la Stratégie nationale bas carbone (SNBC).

Un pas de plus a été franchi avec la mise en place de la « taxe incitative relative à l'utilisation d'énergies renouvelables dans les transports » (TIRUERT), applicable depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2022. Objectif : inciter les fournisseurs de carburants aériens une incorporation annuelle de CAD, assortie d'une pénalité en cas de non-respect. Le taux d'incorporation est actuellement de 1 %, et une augmentation à 1,5 % au 1<sup>er</sup> janvier 2024 a été adoptée dans le cadre du projet de loi de finances 2023.

1. Notamment tiré de la section « temps Fort » rédigée par Alexia Attali, consultable sur le site internet du Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires

## Évaluer les besoins

Parallèlement, un appel à manifestation d'intérêt lancé en juillet 2020 a permis d'identifier 15 projets industriels innovants pour le développement d'une filière française de production de CAD. L'occasion de réaliser une cartographie de solutions techniques potentielles, mais aussi d'évaluer les besoins, tant en matières premières qu'en financements.

L'étape suivante a consisté à concrétiser cette réflexion par le lancement d'une stratégie nationale d'accélération et de dispositifs de soutien financier. Ces dispositifs ont notamment permis de lancer, en juillet 2021, un appel à projets pour le financement de pré-études industrielles et de projets de démonstration industrielle.

À ce jour, cinq projets ont été retenus. Quatre sont consacrés aux carburants de synthèse : le projet REUZE (porté par ENGIE THERMIQUE France avec la participation d'ArcelorMittal, d'Infinium et de l'Institut Mines-Télécom), le projet Hynovera (porté par HY2GEN France), le projet AVEBIO (porté par Elyse Energy et Khimod) et le projet France KerEAUzen (porté par ENGIE). Un projet est consacré aux biocarburants avancés : BioTJet (porté par Elyse Energy, Avril, Axens, BioNext et IFP Investissements)<sup>2</sup>.

Au-delà de l'accès au financement, d'autres obstacles doivent aussi être levés. À commencer par l'existence de ressources de qualité adéquate et en quantité suffisante, ce qui nécessite notamment une diversification des matières premières et des procédés de transformation (voir encadré ci-dessous).

La logistique (mélange, stockage et transport vers les plateformes aéroportuaires) doit quant à elle être dimensionnée dans une optique de simplicité, d'efficacité et de limitation des émissions de CO<sub>2</sub>, en s'intégrant lorsque cela est possible aux circuits de distribution existants.

Enfin, le facteur économique reste une problématique à part entière, les carburants représentant aujourd'hui environ 30 % des coûts d'exploitation des compagnies aériennes. Or les biocarburants sont actuellement trois à quatre fois plus chers que le kérosène, tandis que les carburants de synthèse sont quatre à dix fois plus chers.

## La France soutient l'implantation d'unités de production de carburants aéronautiques durables sur son territoire pour satisfaire les besoins croissants de la filière.

D'ici à 2050, le secteur de l'aviation pourrait avoir besoin d'environ 400 à 500 millions de tonnes de CAD par an. Or la production mondiale ne couvre aujourd'hui qu'environ 0,05 % des besoins. Des efforts doivent donc être déployés pour développer la fabrication de CAD d'origine diversifiée et en quantité suffisante.

En France, la constitution d'une filière de production fait partie de la stratégie d'accélération « Produits biosourcés et biotechnologies industrielles - carburants durables » mise en place dans le cadre du 4<sup>e</sup> Programme d'investissements d'avenir. Dans ce contexte, un appel à projets doté d'une enveloppe de 200 millions d'euros a été lancé le 29 juillet 2021 pour financer d'une part des travaux d'ingénierie concernant des procédés de fabrication déjà matures, et d'autre part des travaux de démonstration pour des projets à faible niveau de maturité.

Par ailleurs, le plan d'investissement France 2030 prévoit un soutien de 1,2 milliard d'euros pour la feuille de route « avion bas carbone », dont 300 millions pourraient servir à financer de futurs projets d'industrialisation d'unités de production de CAD.

Pour capitaliser sur les actions menées jusque-là, les ministres chargés de l'Énergie, du Transport et de

Les carburants durables pour l'aviation sont des carburants liquides issus de ressources durables et servant, au moins partiellement, de substitut aux carburants fossiles.

**Les biocarburants :** alors que la première génération pouvait entrer en concurrence avec l'usage alimentaire, les biocarburants avancés (ou 2G) proviennent quant à eux de matières premières non utilisées pour l'alimentation (part biodégradable des déchets municipaux ou industriels, huiles de cuisson usagées, biomasse lignocellulosique issue du bois et de feuilles, algues...).

**Les carburants de synthèse :** ils comportent notamment les carburants issus de sources non fossiles et renouvelables (comme l'énergie éolienne, la biomasse ou les gaz de décharge). Ils englobent les électro-carburants (ou e-fuels) produits à partir de CO<sub>2</sub> capté de l'atmosphère ou issu de rejets industriels et d'hydrogène obtenu par électrolyse de l'eau.

**Les carburants à base de carbone recyclé** sont produits à partir de flux de déchets d'origine non renouvelable, non recyclables ni valorisables dans d'autres filières, ou à partir de gaz d'origine non renouvelable issus de processus industriels. Aujourd'hui, neuf filières de production, dont les produits peuvent être utilisés mélangés avec du kérosène sans impact opérationnel, sont certifiées sur le plan technique. Des filières complémentaires sont en cours de certification, ce qui contribuera à élargir le champ des solutions disponibles. Par ailleurs, des travaux ont été engagés au sein des organismes de normalisation pour évaluer sur le plan technique la possibilité d'utiliser des carburants composés à 100 % de carburants aériens durables.

2. <https://www.gouvernement.fr/france-2030-annonce-des-laureats-de-l-appel-a-projets-developpement-d-une-filiere-de-production>



l'Industrie viennent de lancer un groupe de travail pour favoriser le développement des carburants d'aviation durables, regroupant des acteurs de haut niveau.

L'atteinte de ces objectifs ne pourra en effet se faire qu'à travers une parfaite coordination de tous les acteurs de la filière : producteurs de carburants durables, constructeurs d'aéronefs, acteurs aéroportuaires et compagnies aériennes.

**Une coordination à l'échelle européenne et internationale**

Toutes les initiatives françaises s'inscrivent en cohérence avec les stratégies européennes et internationales en matière de CAD. La France soutient ainsi l'objectif européen de réduction de 55 % des émissions carbone dès 2030 mis en œuvre via le paquet « Fit for 55 » et notamment le règlement « ReFuelEU Aviation », encore en cours de négociation.

À l'échelon international, la France et ses partenaires européens participent aux débats sur la nature des CAD à prendre en compte dans le dispositif de réduction et de compensation des émissions de carbone de l'aviation internationale (CORSIA) et ont soutenu l'adoption d'un objectif de neutralité carbone du transport aérien en 2050, approuvé en octobre dernier par l'Assemblée de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI).

**La France au cœur de la dynamique européenne et internationale**

Particulièrement avancée dans la réflexion sur le potentiel et les enjeux des carburants aéronautiques durables, la France s'implique activement dans les instances européennes et internationales pour encourager leur déploiement comme levier majeur de décarbonation du transport aérien.

Le 7 octobre 2022, à Montréal, la 41<sup>ème</sup> Assemblée de l'OACI a approuvé une résolution fixant l'objectif d'une neutralité carbone de l'aviation civile internationale en 2050. Sur les 193 pays participants, seuls quatre ont émis des réserves. La décarbonation de l'aviation est aujourd'hui jugée indispensable par l'ensemble du secteur, et tous les acteurs s'accordent pour dire que les CAD y apporteront la principale contribution.

Les CAD font ainsi partie du panier de mesures listées par la résolution, tout comme l'innovation technologique, l'amélioration des opérations aériennes et la mise en œuvre d'un mécanisme de compensation des émissions carbone. La France a eu un rôle précurseur dans cette prise de conscience. La déclaration de Toulouse, adoptée en février 2022 pendant la présidence française de l'Union européenne, avait d'ailleurs déjà engagé l'Europe sur cette même ambition d'atteindre des émissions nettes de carbone nulles d'ici à 2050. ● ●

**Objectifs européens de CAD<sup>3</sup> (%)**

	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Carburants durables	2	5	20	32	38	63
Dont carburants de synthèse		0,7	5	8	11	28

Et pour en savoir plus :

[https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/magazine\\_aviation\\_civile\\_janvier-2023\\_n396.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/magazine_aviation_civile_janvier-2023_n396.pdf)

3. Tels que proposés par la Commission Européenne en juillet 2021 dans sa proposition législative RefuelEU Aviation



sniim

SYNDICAT NATIONAL DES INGÉNIEURS DE L'INDUSTRIE ET DES MINES

 [@sniim\\_officiel](https://twitter.com/sniim_officiel)  [sniim](https://www.linkedin.com/company/sniim)