

Réduction des consommations et décarbonation : les deux piliers de la stratégie française pour l'énergie et le climat

Par Sophie MOURLON

Directrice générale de l'Énergie et du Climat au ministère de la Transition énergétique

En application de l'accord de Paris sur le climat et de ses engagements internationaux, 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 de notre 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. Elle représente un défi industriel majeur.

Si la France bénéficie d'une production d'électricité décarbonée à plus de 90 %, notre bouquet énergétique reste encore dominé par les énergies fossiles, avec 37 % de pétrole et 21 % de gaz naturel dans notre consommation d'énergie finale.

La France est aujourd'hui confrontée à un triple enjeu de souveraineté, de compétitivité et d'accélération de la lutte contre le changement climatique. En matière de souveraineté, l'invasion de l'Ukraine a montré à quel point nous étions vulnérables du fait de notre dépendance à des énergies fossiles importées soumises aux aléas géopolitiques. En matière de compétitivité, notre mix énergétique actuel conduit à dégrader fortement notre déficit commercial, avec une facture d'importation de combustibles entre 25 et 80 milliards d'euros par an au cours de la décennie 2010 et plus de 100 milliards d'euros en 2022, et qu'il soumet notre pays à la volatilité très forte des marchés internationaux. Sur la lutte contre le dérèglement climatique, enfin, notre pays, comme le reste du monde, fait face à une véritable course contre-la-montre.

Pour faire de la transition énergétique une réalité, la politique énergétique française repose sur deux piliers principaux, permettant de s'affranchir entièrement à terme du recours aux énergies fossiles : d'une part, la réduction des consommations d'énergie, par des mesures de sobriété et d'efficacité énergétique, et, d'autre part, la décarbonation totale du mix énergétique en 2050. Comme annoncé par le président de la République dans son discours à Belfort en février 2022, notre stratégie vise le développement rapide des éner-

gies bas-carbone : énergies renouvelables – chaleur, gaz, carburants, électriques – et nucléaire. Ce sont les orientations qui fondent la révision en cours des documents programmatiques de la stratégie française pour l'énergie et le climat : la Stratégie nationale bas-carbone (SNBC) et la Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE).

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) adoptée en 2020 prévoit 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 et des mobilités douces ;
- l'efficacité énergétique dans l'industrie.

Au-delà, des voies supplémentaires de réduction des consommations devront être développées. C'est l'objet

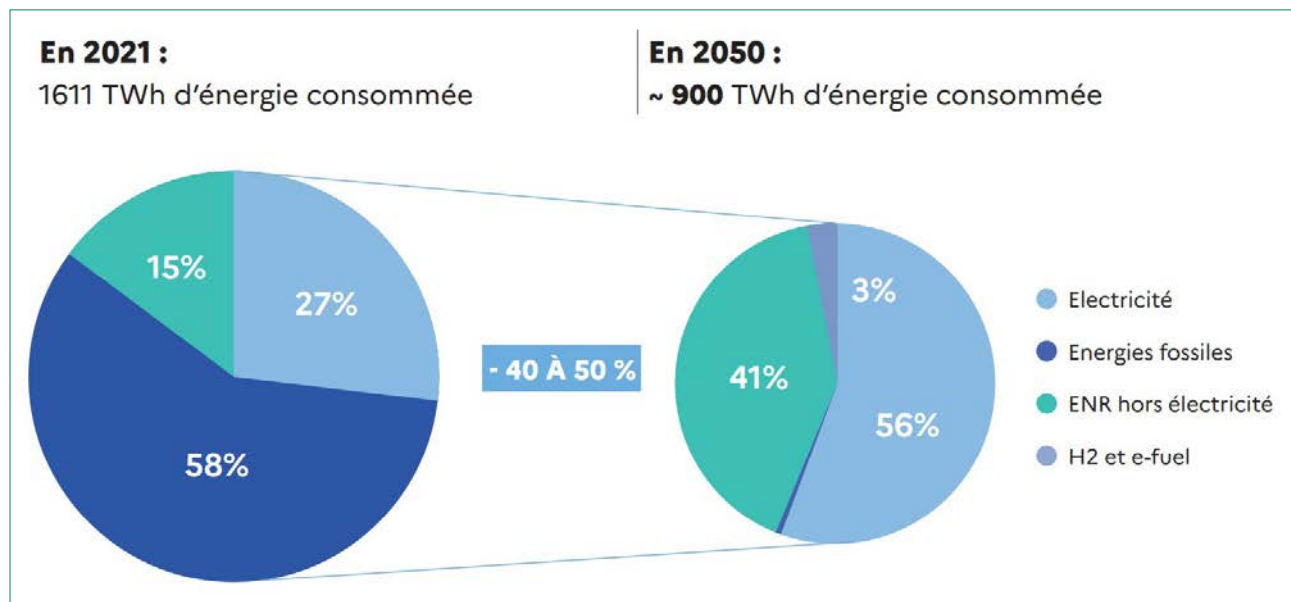


Figure 1 : Consommation finale d'énergie en 2021 et projections à horizon 2050 : consommation d'énergie finale telle que définie dans la directive relative à l'efficacité énergétique 2023/1791/UE (Source : RTE, Futurs énergétiques 2050 // SDES pour 2021 et DGEC pour 2050, modélisations provisoires).

de la révision de la SNBC dont les orientations sont en cours d'élaboration et seront bientôt soumises à la concertation.

La consommation finale énergétique de la France a diminué entre 2012 et 2019 d'environ 5 %, puis plus rapidement depuis 2022. Il est nécessaire d'accélérer le rythme global de réduction de consommation pour atteindre nos objectifs, en particulier celui du paquet législatif européen « Fit for 55 » inscrit dans la nouvelle directive relative à l'efficacité énergétique publiée le 20 septembre 2023. Cet objectif est estimé pour la France à 1 209 TWh en 2030, ce qui correspond à une réduction de la consommation en énergie finale d'environ 30 % par rapport à 2012.

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. 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.

Notre mix énergétique doit être entièrement décarboné

Pour assurer la décarbonation complète du système énergétique, la prochaine programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) fixera des objectifs plus ambitieux

que la précédente en matière de production énergétique décarbonée et organisera l'accélération de la sortie des énergies fossiles.

La chaleur représente aujourd'hui un peu moins de la moitié (43 %) de la consommation d'énergie finale en France, dont seulement environ un quart est d'origine renouvelable. La France mise sur le développement accéléré des réseaux urbains de distribution de chaleur et de froid et sur une forte augmentation de la production de chaleur d'origine renouvelable ou de récupération, en mobilisant toutes les filières de production de chaleur renouvelable (pompes à chaleur, solaire thermique, biogaz, géothermie...) de même qu'un recours accru à la récupération de chaleur fatale.

Dans le même temps, la France développera la production de produits énergétiques liquides et gazeux. 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 environ 15 % 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 (CO₂), et de l'utiliser pour le transport lourd (maritime, transport terrestre).

L'objectif est que ces produits énergétiques soient majoritairement produits en France et en Europe, y compris pour l'hydrogène. La stratégie française est d'éviter de

substituer à la dépendance aux importations d'énergies fossiles d'autres dépendances majeures.

Enfin, la décarbonation de notre économie passera par l'électrification massive des usages. À l'horizon 2050, l'électricité devrait représenter plus de la moitié de la consommation finale d'énergie, contre un peu plus du quart aujourd'hui.

Notre système électrique devra être profondément renouvelé et renforcé

L'évolution du mix électrique constitue donc 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. 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. Les travaux de RTE¹ montrent que dans tous les scénarios, le développement rapide des énergies renouvelables électriques, et en priorité l'éolien offshore, est nécessaire, de même que le renforcement des interconnexions avec les pays européens voisins, et que les 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.

La stratégie française repose donc sur un mix électrique s'appuyant sur les deux piliers de production bas-carbone disponibles – le nucléaire, avec le renforcement de la production du parc existant et la construction de nouveaux réacteurs, et les énergies renouvelables électriques, qui devront être fortement développées –, en tenant compte des temps de développement propres à chaque filière.

Le rythme de développement du photovoltaïque sera accéléré, celui de l'éolien terrestre au moins maintenu en veillant à une répartition plus équilibrée sur le territoire et en investissant dans le *repowering*. Le rythme d'attribution des capacités d'éolien offshore sera renforcé pour viser 18 GW de puissance installée en 2035, en élaborant une planification par façade maritime, en lançant en 2025 les procédures pour l'attribution de 10 GW de puissance et en poursuivant le développe-

¹ <https://www.rte-france.com/analyses-tendances-et-prospectives/bilan-previsionnel-2050-futurs-energetiques#Lesresultatsdeletude> et <https://www.rte-france.com/analyses-tendances-et-prospectives/les-bilans-previsionnels>

ment de la filière de l'éolien flottant. En ce qui concerne l'hydroélectricité, qui constitue aujourd'hui la première source d'électricité renouvelable (42 % de la production électrique renouvelable et une puissance totale de 25,7 GW), l'objectif sera d'augmenter les capacités installées de 2,8 GW à horizon 2035, en grande partie sur des installations existantes.

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.

Les orientations de la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) ont été mises en consultation le 22 novembre².

La consolidation du pilier nucléaire de notre système électrique représente un défi industriel majeur

La PPE en cours d'élaboration prévoit la poursuite de fonctionnement des réacteurs électronucléaires existants en prenant en compte les meilleures pratiques internationales, y compris pour leur permettre de fonctionner après 50 ans ou 60 ans d'exploitation, tant que les exigences de sûreté sont respectées. Conformément à la loi, les réexamens de sûreté décennaux permettront de valider périodiquement la capacité à poursuivre l'exploitation pour chaque réacteur. EDF conduira les études nécessaires pour préciser les perspectives de fonctionnement du parc existant après 50 ans et après 60 ans, en incluant les réflexions nécessaires sur l'adaptation des réacteurs au changement climatique, notamment vis-à-vis des enjeux liés à la ressource en eau. L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) a publié le 13 juin 2023 un avis sur les perspectives de poursuite du fonctionnement des réacteurs nucléaires d'EDF jusqu'à leurs 60 ans, sur la base des premières analyses réalisées par EDF, en rappelant qu'elle prendrait formellement position sur les conditions de la poursuite de fonctionnement des réacteurs au-delà de 50 ans à l'occasion de leur cinquième réexamen périodique. Ces travaux pourraient conduire à une prise de position « générique » de l'ASN à la fin de l'année 2026.

Pour renouveler le parc nucléaire, EDF porte un programme de construction de 6 réacteurs de technologie « EPR2 » (Evolutionary Power Reactor 2), un nouveau modèle de réacteur développé par EDF sur la base de la technologie « EPR », à raison de deux réacteurs sur le site de Penly, deux sur le site de Gravelines et deux réacteurs au Bugey, avec la perspective d'une décision finale d'investissement par le Conseil d'administration d'EDF d'ici à la fin de l'année 2024. Le Gouvernement a confirmé son soutien à ce programme après avoir conduit plusieurs audits et publié en février 2022 un rapport d'étape intitulé « Travaux relatifs au nouveau nucléaire – PPE 2019-2028 », sur les modalités de mise en œuvre du programme industriel. La PPE prévoit également l'étude d'un renforcement de ce programme

² <https://www.ecologie.gouv.fr/consultation-publique-sur-strategie-francaise-energie-climat>

électronucléaire avec EDF et les opérateurs concernés, avec l'objectif d'instruire les questions relatives au dimensionnement, au juste besoin et à l'adaptation de la conception de l'EPR2, afin d'être en capacité d'ici 2026 de prendre une décision sur la réalisation d'un éventuel second palier de 8 EPR2.

La stratégie énergétique française soutient également l'émergence de réacteurs innovants, en particulier à travers le plan France 2030. Celui-ci prévoit d'accompagner le développement du projet français de petit réacteur modulaire (SMR) Nuward, qui vise l'objectif d'un premier béton pour une tête de série en France à l'horizon 2030, avec une aide de 50 M€ pour la phase d'avant-projet sommaire (APS), et un soutien public qui sera poursuivi pour la phase d'avant-projet détaillé (APD) prévue de 2023 à 2026. Le projet Nuward continue à travailler avec ses partenaires historiques, à savoir le Commissariat à l'énergie atomique (CEA), TechnicAtome et Naval Group, ainsi que les nouveaux partenaires qui ont rejoint le projet en 2022 : Framatome et Tractebel.

Le plan France 2030 soutient également de nouveaux concepts de réacteurs nucléaires innovants portés par des acteurs émergents, dans les domaines de la fission et de la fusion nucléaires, pour favoriser l'essor d'un nouvel écosystème de *start-up* dans le secteur nucléaire. Un programme de trois appels à projets (AAP) soutenant différentes phases du processus d'innovation (maturation initiale, preuve de concept et prototypage) est en cours. Le premier appel à projets « Réacteurs nucléaires innovants », opéré par Bpifrance, s'est déroulé du 2 mars 2022 au 28 juin 2023 et a suscité un fort intérêt des industriels, avec

15 dossiers déposés. Enfin, le plan d'investissement France 2030 comprend des actions de soutien au développement d'innovations accélérées pour la gestion des matières et déchets radioactifs, l'instruction de la faisabilité du multi-recyclage du combustible en réacteurs à eau pressurisée, ou encore au déploiement d'installations de recherche performantes et renouvelées.

Enfin, la stratégie de traitement-recyclage du combustible usé sera poursuivie sur la période de la PPE (jusqu'en 2035) et au-delà. La filière nucléaire mènera d'ici la fin de l'année 2026, sous la supervision du Gouvernement, des travaux visant à définir les scénarios industriels de renouvellement des installations les plus appropriés pour l'avenir du cycle du combustible après 2040.

Ces projets représentent des défis industriels majeurs. Les études conduites par le Groupement des Industriels Français de l'Énergie Nucléaire (Gifen) à la demande du Gouvernement montrent que la filière prévoit une croissance de 25 % du volume de travail d'ici 2033 sur le périmètre de 20 activités étudié, hors gain de productivité. Cette perspective se traduit par 155 000 emplois directs en 2033 (contre 125 000 en 2023) sur ce périmètre, 60 000 recrutements (pour moitié pour compenser les départs, et pour moitié pour répondre à la croissance de l'activité), soit 6 000 recrutements par an avec des pointes à 10 000 recrutements par an. Élargi à l'ensemble des 220 000 emplois de la filière, ce besoin s'élève à environ 100 000 recrutements équivalents temps plein sur 10 ans. La transformation à engager suppose donc une mobilisation industrielle comme l'Europe n'en a pas connue depuis plusieurs décennies.