

10. Le mix énergétique

1. La situation actuelle

Le mix énergétique actuel est insoutenable dans la durée. Historiquement adossé à des sources fossiles non renouvelables, il épuise la planète ; utilisant la chaleur dégagée par leur combustion⁷⁹, il est à l'origine d'émissions de gaz à effet de serre (GES), du gaz carbonique (CO₂) essentiellement mais pas seulement, qui sont à l'origine du réchauffement climatique. Les effets désastreux en sont d'ores et déjà éprouvés régulièrement, en particulier à travers des catastrophes désormais récurrentes. Le réchauffement climatique est d'origine anthropique et c'est l'utilisation de la combustion des sources fossiles pour produire de l'énergie qui en est la cause principale.

L'énergie semble inséparable de la croissance économique ; il y a, en effet pour le moment un lien étroit entre l'une et l'autre⁸⁰, même s'il peut être amoindri grâce à une meilleure efficacité énergétique, c'est-à-dire une moindre utilisation de celle-là pour un résultat donné⁸¹. C'est ainsi, pour l'essentiel, dans ce qu'il est convenu d'appeler la déconnexion⁸² entre l'utilisation de l'énergie et l'émission de GES, qu'une première solution est à rechercher en priorité. Par ailleurs, il s'agit, par des changements techniques, sociétaux et de comportement, de réduire la consommation d'énergie : suppression de nombreux gaspillages, par exemple par la rénovation énergétique des logements ; progrès technique, par exemple sur la consommation des moteurs ou la refonte de certains processus de production ; modification du système économique pour diminuer les flux de matières et d'énergie (économie circulaire, de proximité) ; refonte de la mobilité, y compris par la diminution de la distance des transports contraints.

Pour ces raisons, le nouveau mix énergétique devra être moins important en volume et différent dans sa composition pour être soutenable dans la durée, c'est-à-dire, à la fois centré sur des sources renouvelables et utilisable sans émission de GES, décarboné donc. La transition énergétique est une pièce majeure de la lutte contre le réchauffement climatique et l'épuisement des ressources de la planète.

Dans le mix énergétique actuel, l'électricité n'occupe *a priori* qu'une place relativement limitée. En France, sa production mobilise la moitié des ressources énergétiques primaires utilisées et représente moins du quart de la consommation finale d'énergie. A côté de la régulation de la demande et de la montée en puissance des énergies renouvelables non électriques, en particulier la biomasse, et parce que l'électricité est aujourd'hui le seul vecteur énergétique qu'il est possible de massivement décarboner à des coûts supportables, l'élargissement des usages électriques peut et doit aussi constituer une composante importante de l'évolution à conduire. Pour être pleinement accomplie, la transition devra être l'occasion de plusieurs transferts d'usage, qui d'ores et déjà s'esquissent, voire s'engagent : véhicules électriques, process industriels transformés, voire, pour certains usages, développement de l'utilisation de l'hydrogène issu de l'électrolyse de l'eau (avec cependant la limite liée au rendement de cette conversion), etc.

⁷⁹ La combustion (l'oxydation) est la réaction inverse de la « réduction » qui est opérée par les organismes végétaux et est à l'origine de la lente production des ressources énergétiques fossiles

⁸⁰ Gaël Giraud, Zeynep Kahraman "How Dependent is Growth from Primary Energy? Output Energy Elasticity in 50 Countries (1970-2011)" April 10, 2014

⁸¹ Sur la période 2011-2019, la consommation mondiale d'énergie rapportée au PIB a diminué en moyenne de 2,4 %, et de 1,3 % en moyenne sur la période 1980-2010.

⁸² J. Mossé, Cl. Ramos, « Découplage et croissance verte, Carbone 4, <https://www.carbone4.com/publication-decouplage>

Le processus de mobilisation et d'utilisation de chacune des différentes sources d'énergie est, à bien des égards, paradoxal. Chaque source d'énergie a des conséquences plus ou moins grandes sur l'environnement, sauf celle qui n'est pas produite et consommée. La composition du mix doit prendre en compte de nombreux facteurs, la compétitivité, les émissions de GES, les risques assumés et éventuels, les émissions de particules, les atteintes aux paysages et aux écosystèmes. Au regard des émissions de GES et des impacts sur l'environnement, certaines sources renouvelables ne sont pas forcément intégralement décarbonées (ex le bois, dont la combustion émet du CO², qui peut cependant être compensée au fil du temps par le renouvellement naturel de la forêt ou la plantation de nouveaux arbres). Certaines sources non renouvelables sont « bas carbone » (ex : nucléaire) mais peuvent avoir diverses autres conséquences, qu'il s'agisse du risque d'accident ou de problèmes pour l'environnement (ex : déchets). Enfin, certaines ENR électriques peuvent poser des problèmes d'insertion et d'acceptabilité dans leur environnement local.

Parler sérieusement de la transition énergétique force ainsi à sortir d'un schéma binaire entre le nucléaire et les énergies renouvelables, trop simpliste pour une réalité compliquée. Les choix exigent un vrai débat démocratique sur des bases accessibles à tous, claires et transparentes.

2. Les mesures prises lors du dernier quinquennat

Les mesures prises en matière de demande, en particulier sur le logement et les transports, sont récapitulées dans d'autres fiches du dossier.

S'agissant du mix énergétique lui-même, la programmation pluriannuelle de l'énergie de 2016 a été révisée par décret en 2018 ; elle couvre deux périodes successives de cinq ans, donc jusqu'en 2028. Elle doit être révisée en 2023 par une loi. Elle est cohérente avec les objectifs ambitieux fixés par les lois votées pendant le quinquennat, notamment: atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050 en réduisant les émissions de CO₂ de 40 % entre 1990 et 2030 ; réduire la consommation primaire des énergies fossiles de 20 % en 2023 et de 35 % en 2028 par rapport à 2012, amener la part des énergies renouvelables à 33 % de la consommation finale brute d'énergie en 2030 et baisser à 50 % la part du nucléaire dans la production d'électricité à l'horizon 2035.

Dans ce cadre, la centrale nucléaire de Fessenheim, la plus vieille en fonctionnement dans notre pays, a été mise à l'arrêt en 2020. Les centrales à charbon de Gardanne et du Havre ont été arrêtées et celles de Saint-Avold le sera en 2022. La dernière, celle du Cordemais, sera en revanche encore en fonctionnement à la fin du quinquennat. Le nouveau réacteur nucléaire EPR n'a toujours pas été mis en service, contrairement aux prévisions.

Du côté des énergies renouvelables électriques et non électriques, des mesures ont été prises pour faciliter leur développement. Elles n'ont pas cependant été suffisantes : leur part dans le bilan énergétique est de 19 % en 2020, et la France ne respecte donc pas son engagement européen d'atteindre 23 % cette même année.

3. L'état du débat politique et médiatique

Le débat se concentre sur le secteur électrique et sur deux points : l'éolien, pour lesquels certains candidats souhaitent un moratoire ou un ralentissement des installations, alors que d'autres demandent une accélération ; le nucléaire (sortie ou relance du nucléaire avec la construction d'un nombre de réacteurs variables selon les candidats). Le choix semble en revanche acquis d'une prolongation d'un certain nombre de réacteurs en tous cas jusqu'en 2045. Il n'aborde toutefois que très peu le sujet essentiel des modalités de diminution des consommations d'énergie prévues, qui

conditionne pourtant une part substantielle de la diminution des énergies fossiles (qui ne pourra pas techniquement et économiquement être électrifiée) et est une priorité climatique majeure.

Le débat sur le secteur électrique est animé par la publication de plusieurs rapports (RTE, NégaWatt, Ademe, AIE, Cour des Comptes, ...) ⁸³. Les différences de scénarios portent principalement sur la part souhaitable à atteindre en 2050 entre le nucléaire et les énergies renouvelables électriques, avec en réalité de fortes incertitudes notamment sur les anticipations possibles des évolutions de la demande d'électricité et le coût des différentes énergies. Deux types de leçons en sont généralement tirées : la nécessité de prendre des décisions rapidement pour développer les moyens de production électrique décarbonés ; l'impératif que, contrairement au passé, la décision fasse l'objet d'un vrai débat public sur la base de données accessibles, objectives et transparentes.

4. Les enjeux de l'avenir

La capacité de nos sociétés à aller très loin dans la diminution de la consommation d'énergie est la première variable clé. Elle pose de multiples questions : par exemple, la capacité à assurer un « pilotage de la demande » d'électricité pour compenser la variabilité des sources renouvelables (y compris en utilisant à cet effet le parc de véhicules électriques) ou à parvenir à des ruptures technologiques permettant de diminuer les coûts du stockage stationnaire de l'électricité ; le montant des moyens de financement qui pourront y être affectés, par exemple pour la rénovation énergétique des logements ; l'ampleur des changements d'organisation que nos sociétés et nos concitoyens sont susceptibles d'accepter, par exemple en matière de mobilité ou de consommation (cf. d'autres fiches du dossier).

Une autre voie d'action est le développement et la valorisation de sources d'énergie renouvelables non électriques, par exemple la géothermie, la biomasse, le bois, le gaz vert et les réseaux de chaleur. Curieusement, ce champ d'action est très souvent passé sous silence, alors qu'il est beaucoup plus développé par exemple chez nos voisins allemands.

S'agissant du mix électrique, il est dans notre pays très largement décarboné. Avec des émissions de l'ordre de 20 à 30 g de CO₂/kWh, la France est après la Suède la moins carbonée de toutes dans l'Union Européenne. La place du nucléaire, la plus importante au monde, représente de l'ordre de 70 % de l'électricité produite. Contrairement donc à d'autres pays, comme l'Allemagne ou, *a fortiori*, la Pologne, l'enjeu n'est pas de décarboner une électricité qui l'est déjà. Le débat électrique français est ainsi de savoir si à cette décarbonation, largement obtenue par l'utilisation d'une source nucléaire dont les risques sont considérables, - accidents, comme l'ont montré les catastrophes de Tchernobyl ou Fukushima, attentats, gestion de déchets dangereux de très longue durée de vie, démantèlement des centrales au coût mal maîtrisé et s'étalant dans la durée -, il ne faut pas substituer une autre,

⁸³ RTE, à la suite d'un travail dans la durée et d'une large concertation avec les milieux experts, conclut, sur la base des coûts de construction du « nouveau nucléaire » avancés par EDF et dans le cadre d'hypothèses « centrales » de croissance de la consommation d'électricité, que « construire de nouveaux réacteurs nucléaires est pertinent du point de vue économique ». Les scénarios 100 % renouvelables supposent de se doter de moyens très importants de flexibilité et les coûts complets annualisés du système électrique sont dans ce cas estimés entre 71 et 80 milliards d'euros par an d'ici à 2060, contre 59 à 66 milliards d'euros par an pour les scénarios ayant recours au nucléaire. A l'inverse, négaWatt vient de publier un nouveau scénario 2022 qui actualise son précédent travail de 2017. Il s'agit d'un scénario 100 % EnR à l'horizon 2050, largement axé sur la sobriété énergétique. Il reporte cependant à 2045 la sortie du nucléaire existant, qui était prévue pour 2035 dans le scénario 2017. Il faut noter que RTE doit encore publier de nouveaux scénarios fondés sur des hypothèses de sobriété, où la montée en puissance des consommations liées aux nouveaux usages de l'électricité (véhicules électriques, pompes à chaleur, etc.) serait pour l'essentiel compensée par des efforts poussés de réduction des consommations des usages actuels (par ex : rénovation énergétique des logements chauffés à l'électricité). De même, l'Ademe vient de rendre public ses « Prospectives énergie-ressources 2050 ». Enfin, résumant ses derniers travaux, la Cour des comptes a publié une note concernant « Les choix de production électrique, anticiper et maîtriser les risques technologiques, techniques et financiers ».

utilisant massivement des moyens renouvelables et décarbonés, éolien terrestre ou marin, solaire photovoltaïque, hydraulique, biomasse.

Les EnR sont aujourd'hui à des niveaux de coûts de production globalement analogues à ceux des sources thermiques fossiles et du nucléaire (dans une fourchette de l'ordre de 50 à 100 €/MWh). Le coût de production de l'électricité nucléaire « historique » est plus bas que celui des EnR mais celui envisagé pour les nouvelles centrales, qui est encore très incertain⁸⁴, devrait être supérieur à celui des parcs éoliens ou photovoltaïques de grande taille. L'intégration des EnR (hors hydraulique et biomasse) au système électrique est en revanche plus compliquée et coûteuse dès lors que leur production n'est pas pilotable⁸⁵. Il faut ainsi développer, outre le pilotage temporel de la demande (rendu plus aisé par les technologies numériques), des moyens intermédiaires qui permettent de transférer l'électricité dans le temps ou dans l'espace : son stockage, son exportation ou la fabrication d'hydrogène par électrolyse pendant les périodes où l'offre est excédentaire ; son déstockage ou son importation lorsque l'offre est insuffisante. Peu de ces moyens sont d'ores et déjà parvenus à une réelle maturité technologique et *a fortiori* industrielle. L'hydraulique fait exception. Mais contrairement à la Suède (39 % de l'électricité produite), la Suisse (58 %), l'Autriche (60 %) et plus encore la Norvège (93 %), la France (11 %) ne dispose pas de ressources hydrauliques suffisantes à cet effet. Elle n'a pas non plus de marge de manœuvre importante pour en développer de nouvelles.

La fin de vie du parc nucléaire actuel deviendra progressivement une réalité dans les vingt prochaines années et les hypothèses de construction de nouveaux réacteurs ne visent de toute manière pas à s'y substituer intégralement. Conjuguée à l'évolution envisagée de la consommation d'électricité, cette situation impose en tout état de cause un développement rapide des EnR. Il reste donc pour le débat français à savoir quel sort, ou quelle place, laisser au nucléaire, tant s'agissant du rythme de déclassement du parc existant que d'éventuelles capacités supplémentaires. C'est d'ailleurs bien ainsi que se situe désormais le débat public, qui oppose de façon de façon binaire et souvent frontale les partisans d'une sortie plus ou moins rapide du nucléaire existant et qui refusent d'envisager toute nouvelle extension et, de l'autre, ceux qui voudraient lancer, sans attendre la levée des incertitudes sur les coûts, la construction d'un nouveau parc de centrales nucléaires (et parfois se refusent également à un développement massif des EnR, les éoliennes concentrant à cet égard l'essentiel des critiques).

Il faut enfin noter que la triple exigence de renforcer les économies d'énergie et de développer les ENR électriques et non électriques, suppose des initiatives décentralisées notamment des collectivités locales et des citoyens. Un des enjeux est donc de parvenir à une décentralisation plus grande du système énergétique et de la gouvernance et d'établir de véritables services publics locaux et régionaux de l'énergie⁸⁶. Les territoires doivent être davantage placés en responsabilité sur les choix énergétiques dans un modèle où production et consommation se rapprocheront, et tout en gardant bien sûr les caractéristiques et les avantages de réseaux garantissant la continuité du service et une péréquation tarifaire.

⁸⁴ Les réacteurs EPR d'Olkiluoto (Finlande) et de Flamanville (France) subissent des délais et des coûts très fortement supérieurs aux prévisions. Les réacteurs EPR chinois ont également connu d'importants retards et dépassements de coûts. EDF construit deux réacteurs EPR au Royaume-Uni (centrale Hinkley Point C), dont l'électricité devrait être vendue au réseau britannique à l'équivalent de 119€/MWh, mais qui subit également des retards. EDF a étudié en conséquence un réacteur EPR 2 à la conception rationalisée pour le programme français qu'elle envisage, mais dont aucun prototype n'existe.

⁸⁵ La production éolienne et solaire est variable dans le temps et son coût marginal nul ne conduit pas actuellement à la moduler. Ce point devra nécessairement évoluer à l'avenir, certaines installations pourraient alors être déconnectées en cas de surproduction momentanée.

⁸⁶ Sur laquelle La Fabrique Ecologique a publié plusieurs notes, par exemple en 2017 [decen-energie.pdf](#) ([lafabriqueecologique.fr](#))

5. Quelques questions précises et prioritaires destinées aux candidats

- 1) Tout en anticipant une augmentation de la demande d'électricité, tous les scénarios énergétiques prévoient une forte diminution de la consommation énergétique dans son ensemble. Quelles sont vos propositions pour y parvenir ?
- 2) Nul n'évoque dans le débat les énergies renouvelables non électriques, géothermie, la biomasse, le bois, le gaz vert, réseaux de chaleur. Avez-vous des propositions pour les développer ?
- 3) Êtes-vous favorable à un débat public et citoyen, objectif et éclairé de toutes les données, préalable à toute décision sur le renouvellement du parc nucléaire ?