

RELANCE DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE CIVILE : CE QUE DIT LA SCIENCE

Alors que le président de la République a annoncé un grand programme nucléaire civil – véritable revirement –, **Marc Fontecave** éclaire les enjeux de la place de cette énergie au sein de notre mix électrique, et dans l'engagement de la France dans la lutte contre le réchauffement climatique.

Le président de la République, Emmanuel Macron, a, le 10 février 2022, par un retournement qui semblait unimaginable il y a peu de temps, annoncé, à côté d'une politique de soutien à l'énergie éolienne en mer et à l'énergie photovoltaïque, un grand programme nucléaire civil pour notre pays. Celui-ci prévoit, d'une part, la construction de 6 réacteurs pour 2035 et l'étude de 8 réacteurs supplémentaires pour 2040 ; d'autre part, la prolongation au-delà de cinquante ans des réacteurs existants, après l'accord de l'Autorité de sécurité nucléaire (ASN). Il était urgent qu'une telle décision soit prise, après des années de procrastination. En effet, si l'on considère l'âge de ces réacteurs existants (en moyenne 37 ans), on comprend aisément que, sans nouvelles constructions et même avec une prolongation à soixante ans, le nucléaire aurait pratiquement disparu en 2050.

Le programme qui vient d'être annoncé est assez précisément ce que préconisait l'Académie des sciences le 8 juillet 2021 dans un avis suivant la publication d'un rapport intitulé « Considérations sur l'électro-nucléaire actuel et futur » (lire « En savoir plus » p. 52). Elle recommandait alors « de conserver la capacité électronucléaire du bouquet énergétique de la France par la prolongation des réacteurs en activité et par la construction de réacteurs de troisième génération, les EPR (European Pressurized

Reactor, réacteur pressurisé européen), dans l'immédiat » et « de prendre en compte tous les aspects scientifiques du recyclage du combustible associés aux réacteurs, incluant la gestion des déchets radioactifs ». Elle recommandait également « d'initier et de soutenir un ambitieux programme de recherche et développement sur le nucléaire du futur afin de préparer l'émergence en France des réacteurs à neutrons rapides (RNR) innovants de quatrième génération (Gen IV) », une direction malheureusement absente du discours du président. Ces réacteurs permettraient de mieux utiliser les ressources en uranium, de mieux valoriser les combustibles usés et certains éléments fissiles, comme le plutonium, qu'ils contiennent, ainsi que de diminuer la production de déchets radioactifs. Malheureusement, alors que la France était en pointe dans ce domaine, le projet Astrid préfigurant les RNR a été récemment abandonné après dix années de recherche.

Pourquoi la question de la place de l'énergie nucléaire dans le mix électrique français est-elle devenue si actuelle, dix ans après la regrettable décision du président François Hollande, confirmée en 2017 par le président Emmanuel Macron, de faire passer la

LE DÉVELOPPEMENT DU NUCLÉAIRE DU FUTUR AVEC DES RÉACTEURS À NEUTRONS RAPIDES INNOVANTS EST MALHEUREUSEMENT ABSENT DU PROGRAMME ANNONCÉ PAR LE PRÉSIDENT.

contribution nucléaire de 72 % à 50 % de la production électrique d'ici à 2035, avec la fermeture de 14 réacteurs nucléaires (les deux réacteurs de Fessenheim, pourtant parfaitement opérationnels, ont été arrêtés en 2020) ? Dans ses annonces du 10 février 2022, le président déclare, pour la première fois, qu'il « souhaite qu'aucun réacteur nucléaire en état de produire ne soit fermé à l'avenir », remettant en cause, enfin et à juste titre, ces fermetures et validant l'analyse de l'Académie des sciences, qui publiait le 7 juillet 2020 un communiqué intitulé : « Fermer Fessenheim et d'autres réacteurs est un contresens » (lire « En savoir plus »).

L'actualité de la question nucléaire est d'abord liée à la nécessité de définir pour l'avenir un mix électrique le moins émetteur de gaz à effet de serre. L'énergie nucléaire est la source d'énergie la moins carbonée à notre disposition, ce qui explique pourquoi les pays qui l'ont adoptée, en la combinant à l'énergie hydraulique, comme la France ou la Suède, sont les plus vertueux sur le plan des émissions de CO₂. Avec une énergie électrique décarbonée à plus de 90 %, nous ne ferons jamais mieux, et ce n'est évidemment pas en remplaçant notre énergie nucléaire par des énergies éolienne et solaire, cette dernière significativement plus carbonée, que nous améliorerons ce record.

Dans ces conditions, il n'est pas étonnant d'observer une évolution de l'opinion sur la place du nucléaire dans la production électrique, de récents sondages montrant que presque 60 % des Français y sont favorables,

PROFIL
 Professeur au Collège de France, où il occupe la chaire de chimie des processus biologiques et dirige le laboratoire homonyme, Marc Fontecave est membre de l'Académie des sciences. Entre autres recherches novatrices, il travaille sur des catalyseurs moléculaires et solides, notamment pour le développement des technologies électrochimiques de stockage de l'énergie solaire.

LA COMMISSION EUROPÉENNE DÉFEND L'INCLUSION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE DANS LA LISTE DES ACTIVITÉS VERTES ET DURABLES.

quand ils n'étaient que 47 % en 2018. Ce retournement semble redonner du courage à quelques partis politiques et candidats à l'élection présidentielle, qui osent aujourd'hui, après des années de silence, proposer comme élément majeur d'une politique énergétique la construction de plusieurs réacteurs EPR.

Ces considérations conduisent même la Commission européenne, en dépit d'oppositions très fortes de pays comme l'Allemagne, l'Autriche et le Luxembourg, à défendre un texte incluant l'énergie nucléaire dans la liste des activités vertes et durables, permettant la mobilisation de fonds et d'investissements privés dans la prolongation et la construction de centrales nucléaires. Même si ce texte impose des conditions, inacceptables, pour une telle labellisation (notamment une limitation dans le temps : les projets de construction de centrales nucléaires devront avoir obtenu un permis de construire avant 2045 et les travaux permettant de prolonger la durée de vie des centrales existantes devront avoir été autorisés avant 2040), qui de fait ne font du nucléaire qu'une énergie de transition, ces évolutions reflètent une claire reconnaissance de la contribution que l'énergie nucléaire peut apporter à la lutte contre le changement climatique.

Ce qui est de mieux en mieux compris, également, c'est que la perspective d'un mix électrique très largement dominé par des énergies renouvelables intermittentes (et c'est encore plus vrai lorsque c'est à 100 %), dans le contexte d'une électrification croissante d'un grand nombre de secteurs (transport, habitat, industrie) à l'horizon 2050, n'est pas tenable, notamment en raison des risques sérieux d'insécurité d'approvisionnement électrique que de tels scénarios font prendre.

C'est exactement ce que disait le rapport remis au gouvernement français, le 21 janvier 2021, par RTE, le gestionnaire du réseau de transport de l'électricité, et l'AIE (Agence internationale de l'énergie), qui explicitait les conditions « strictes et cumulatives », d'ordre purement technique, nécessaires pour assurer une production électrique presque exclusivement à base de solaire, d'éolien et d'hydroélectricité.)))

La construction de six nouveaux EPR, des réacteurs de 3^e génération comme celui de Flamanville, a été lancée par le président Macron. Une voie préconisée par l'Académie des sciences.



CHARLY TRIBALLEAU / AFP

EN SAVOIR PLUS

Le site de l'Académie des sciences : www.academie-sciences.fr

« **L'apport de l'énergie nucléaire dans la transition énergétique, aujourd'hui et demain** », avis de l'Académie des sciences, 8 juillet 2021.

« **Considérations sur le l'électronucléaire actuel et futur** », rapport de l'Académie des sciences, 14 juin 2021.

« **Fermer Fessenheim et d'autres réacteurs est un contresens** », avis de l'Académie des sciences, 7 juillet 2020.

« **Les scénarios énergétiques à l'épreuve du stockage des énergies intermittentes** », de M. Fontecave et D. Grand, comptes rendus Chimie, 2021.

« **Halte au catastrophisme ! Les vérités de la transition énergétique** », de Marc Fontecave, Flammarion, 2020.

» **Tout d'abord, il faut disposer de sources d'énergie mobilisables et décarbonées** pour compenser l'intermittence de l'éolien et du solaire. Or, la seule source mobilisable et décarbonée est l'énergie nucléaire. Cette problématique est bien illustrée par l'expérience des pays, comme l'Allemagne, qui se dénucléarisent et sont de plus en plus dépendants des énergies intermittentes : ils assurent leur approvisionnement électrique avec des centrales thermiques (charbon et gaz) !

En second lieu, il faut disposer de capacités de stockage d'énergie (de type batteries électriques et hydrogène) à très grande échelle, une perspective encore très lointaine en raison des contraintes scientifiques et technologiques. Dans un article récemment publié dans les « Comptes rendus » de l'Académie des sciences (voir « En savoir plus »), nous avons évalué la quantité d'énergie annuelle qu'il faudrait stocker, dans les moments d'excès d'énergies solaire et éolienne, pour la redonner au réseau dans les périodes de défaut de ces énergies. Dans un scénario avec 100 % de renouvelables, cette quantité dépasse la centaine de térawattheures (TWh) quand elle est aujourd'hui d'environ 10 TWh, assurée pour l'essentiel (7 TWh) par les Step (stations de transfert d'énergie par pompage). Cette étude montre également que le problème majeur est le stockage intersaisonnier (stocker en été pour redonner de l'énergie en hiver), qui ne pourrait être dans l'état actuel des technologies assuré que par l'hydrogène. Malheureusement, la technologie Power-to-H2-to-Power n'a qu'un très faible rendement, de 25 %, résultant de

la perte d'énergie dans l'électrolyse de l'eau (Power-to-H2), dans la compression ou la liquéfaction du gaz et dans la pile à hydrogène (H2-to-Power). Nos travaux montrent évidemment que, dans un scénario 50 % de renouvelables et 50 % d'énergie nucléaire, la pression est beaucoup moins forte, grâce à la pilotabilité des centrales.

La troisième condition est la stabilisation de la fréquence du système électrique, qui ne peut pas être assurée avec une production exclusivement éolienne et solaire. Cela nécessiterait de développer de nouvelles infrastructures de réseaux électriques, le transport et la distribution de l'électricité éolienne et solaire ne pouvant pas s'appuyer sur le réseau actuel sans modifications, adaptations, extensions et renforcement.

Pour toutes ces raisons, l'énergie nucléaire est, pour la France, un outil majeur de sécurisation de l'approvisionnement électrique. Plus récemment, en novembre 2021, RTE publiait toute une série de scénarios qui sont venus confirmer ces premières analyses, en montrant que les scénarios les plus nucléarisés, correspondant à des mix électriques combinant de façon équilibrée énergies renouvelables et nucléaire, offrent de nombreux avantages par rapport aux scénarios avec 100 % de renouvelables : une augmentation raisonnable du rythme d'installation des capacités renouvelables ; des coûts complets moins élevés ; une moins grande occupation de l'espace ; une plus grande diminution des émissions de CO₂.

Il est urgent en effet de relancer une industrie nucléaire française, la troisième filière derrière l'aéronautique et l'automobile, qui a montré sa capacité à fournir au pays sur le long terme une électricité bon marché, une sécurité d'approvisionnement et une indépendance énergétique. Elle contribuera à réussir la nécessaire électrification et décarbonation du monde de demain. ●

UN MIX ÉLECTRIQUE TRÈS LARGEMENT DOMINÉ PAR L'ÉOLIEN ET LE SOLAIRE FERAIT PRENDRE DE SÉRIEUX RISQUES D'INSÉCURITÉ D'APPROVISIONNEMENT.