

Refonte stratégique du nucléaire civil en France

Autorité, rationalisation, partenariats

Marc-Antoine EYL-MAZZEGA

En 2017, l'électricité d'origine nucléaire a représenté environ 10,6 % de la production mondiale, 25,5 % de la production de l'Union européenne (UE) et 71,6 % de la production française. Il y a dans le monde 450 réacteurs opérationnels dans 30 pays, dont 128 réacteurs dans 14 pays de l'UE. La France, qui dispose de 63,1 gigawatts (GW) de capacités installées, compte 58 réacteurs répartis dans 19 centrales et se classe au deuxième rang mondial en termes de production d'électricité nucléaire¹.

La filière française du nucléaire civil a subi ces dernières années des déboires importants, qui ont en partie occulté le succès des contrats pour les deux réacteurs pressurisés européens (European Pressurized Reactor – EPR) d'Hinkley Point C². L'État, actionnaire majoritaire d'EDF et d'Areva, est intervenu en restructurant et recapitalisant la filière. Ces difficultés ont renforcé l'inquiétude des Français pour qui la sûreté des installations nucléaires est une préoccupation forte³. Au nom de la transition énergétique, plutôt que dans une démarche de rééquilibrage de son bouquet électrique, la France a décidé de ramener la part du nucléaire à 50 % de la production d'électricité, initialement en 2025, et désormais repoussée ultérieurement.

Alors que le débat public sur la Programmation pluriannuelle de l'énergie⁴ a débuté, cette contribution entend mettre l'accent sur les enjeux géopolitiques et économiques liés à l'avenir du nucléaire civil français.

Nucléaire civil et réchauffement climatique

La France dispose d'une production électrique parmi les plus décarbonées au monde et parmi les moins chères des grands pays européens⁵. Or faut-il rappeler que le charbon représente 37 % de la production mondiale d'électricité⁶? Que l'Allemagne, qui sort progressivement du nucléaire et a déployé 100 GW de capacités

Marc-Antoine Eyl-Mazzega est directeur du Centre Énergie de l'Ifri.

Les opinions exprimées dans ce texte n'engagent que la responsabilité de l'auteur.

ISBN : 978-2-36567-877-3

© Tous droits réservés, Paris, Ifri, 2018.

Comment citer cette publication :

Marc-Antoine Eyl-Mazzega,
« Refonte stratégique du nucléaire civil en France », *Édito Énergie*, Ifri, 29 mai 2018.

Ifri

27 rue de la Procession
75740 Paris Cedex 15
Tel.: (0)1 40 61 60 00
Email: accueil@ifri.org

Site internet :
www.ifri.org

renouvelables à des coûts très élevés, fait état d'un bilan catastrophique en termes d'émissions⁷ ? Et que le Japon, privé d'une grande partie de son parc nucléaire depuis 2011, a vu ses prix de l'électricité pour le secteur industriel largement dépasser ceux de l'UE⁸ ? Pour atteindre l'objectif de limiter l'accroissement de la température mondiale à 2 °C, voire idéalement à 1,5 °C, et réduire les menaces liées à la pollution de l'air, il faut parvenir d'urgence à réduire la dépendance au charbon, souvent abondant et bon marché.

Certes, l'efficacité énergétique, les énergies renouvelables et les technologies de stockage de l'électricité disposent d'un potentiel élevé qu'il faut exploiter au mieux, tout en étant très vigilants sur l'émergence de nouvelles dépendances géoéconomiques⁹. Ces technologies, initialement très subventionnées, voient leurs coûts baisser de façon spectaculaire et leurs temps de construction et d'amortissement sont beaucoup plus rapides que ceux des grands projets nucléaires. Alors que la population mondiale se concentre dans des mégapoles urbaines et que la consommation d'électricité augmente, le nucléaire peut être un complément essentiel aux énergies renouvelables intermittentes, et ce en dépit de l'amélioration de leur efficacité et du rôle du gaz naturel ou « vert ».

Les défis de l'industrie nucléaire française

La filière nucléaire française est désormais stabilisée : la restructuration d'Areva a été conduite, les premiers EPR vont être mis en service progressivement¹⁰, le litige Areva-TVO a été soldé¹¹, le parc nucléaire français est à nouveau largement opérationnel et un protocole d'accord commercial en vue de la construction d'une usine de traitement de déchets avec la Chine a été signé entre Orano, nouveau nom d'Areva, et la China National Nuclear Corporation (CNNC), accord qu'il faudra toutefois conclure sans brader la technologie française permettant de boucler le cycle. Néanmoins, plusieurs défis restent à surmonter :

- Standardiser l'EPR, réduire ses coûts de production d'au moins 30 % sous les 70 €/megawatt-heure (MWh) (le contrat de rachat d'Hinkley Point C est fixé à plus de 100 €/MWh) pour rendre l'offre attractive – notamment dans les pays émergents qui sont les marchés prioritaires – et cohérente avec ce qui est envisageable pour le solaire photovoltaïque et les centrales

solaires thermodynamiques à concentration¹², l'éolien *offshore*, ou encore l'éolien *onshore* couplé à des batteries¹³ ;

- Construire ensuite un EPR standardisé, dans les temps et le budget impartis. C'est essentiel pour la crédibilité de l'offre française et pour conserver les compétences nécessaires à la réussite d'un chantier ;
- Évaluer le coût et la pertinence du développement d'une offre complémentaire de moyenne capacité avec le projet Atmea de 1 100 MW, sachant que le projet de quatre réacteurs en Turquie est incertain¹⁴ et qu'il entre en concurrence avec le réacteur chinois Hualong 1, et faire une évaluation détaillée de l'intérêt que représentent les réacteurs électrogènes modulaires de faible puissance ;
- Conserver le contrôle de l'ensemble de la filière industrielle du nucléaire civil et les compétences sur le cycle du combustible et les réacteurs, qui ne peuvent être dissociés : c'est un enjeu de souveraineté essentiel, garant de l'indépendance technologique et énergétique de la France et de son influence internationale, notamment dans les questions de non-prolifération et de standards internationaux de sûreté. C'est aussi un enjeu clé pour être capable de convaincre des clients étrangers qui cherchent à s'assurer de la sécurité en approvisionnement du combustible et de la gestion de leurs déchets, et pour qui la souveraineté et l'autonomie de leur fournisseur sont primordiales ;
- Assurer le grand carénage du parc d'EDF¹⁵ et la baisse de la part du nucléaire dans le bouquet électrique français sur le long terme, en organisant la fermeture de réacteurs selon des critères précis et transparents, sachant que le coût de la mise en conformité aux normes de sûreté des réacteurs existants sera, en règle générale, bien inférieur à celui de nouveaux investissements ;
- Traiter et stocker les déchets finaux sur le long terme dans des sites géologiques profonds, conformément à ce qui est envisagé actuellement (projet Cigéo¹⁶) et à ce que font les autres pays tels que la Suède, la Suisse et la Finlande ;
- Rivaliser avec la concurrence forte des autres puissances nucléaires et gagner des marchés à l'exportation : les cinq

membres du Conseil de sécurité maîtrisent pratiquement tous l'ensemble de la filière, et la plupart des pays émergents ont un programme civil avancé¹⁷. La Russie (Rosatom) et la Chine (China General Nuclear Power Corporation – CGNPC – et CNNC), et dans une certaine mesure aussi la Corée du Sud (Korea Electric Power Corporation – KEPCO), sont très actives à l'international, proposent des réacteurs compétitifs, sont capables d'offrir des financements bon marché, voire de gérer les centrales ou en partie le problème des déchets (Russie). Leurs points faibles résident dans la crédibilité moins établie de leurs standards et autorités de sûreté, et dans le fait que l'EPR répond à des exigences de sûreté élevées définies par des autorités de sûreté européennes auxquelles le VVER1200 russe ou le Hualong 1 doivent encore se conformer. Enfin, l'offre française n'entraîne pas les mêmes risques de dépendance à une technologie provenant d'États qui pourraient en user, voire en abuser. Face aux États-Unis, l'intérêt de l'offre française est son autonomie technologique et politique face aux risques de restriction sur les exportations ; Enfin, les contrats nucléaires ont une forte valeur stratégique, nouent les destins de pays sur le long terme et profitent à d'autres secteurs.

- ▀ Assurer la capacité d'attirer les talents dans cette filière sur le long terme et disposer d'une politique de formation adaptée ;
- ▀ Poursuivre le travail et assurer les moyens de renforcement de la sûreté et de la sécurité, tout en assurant une pleine transparence dans ce domaine. L'identification de problèmes ou risques est à mettre au crédit de l'autorité de sûreté ou de l'opérateur EDF, car c'est là une condition de la crédibilité et de sécurité des installations, ainsi qu'un élément de différenciation avec les concurrents.

Relever les défis : reprise en main stratégique, rationalisation de l'offre et nouveaux partenariats

Un premier impératif est celui d'une reprise en main stratégique de la filière. Le président de la République doit exercer un rôle de leadership pour l'organisation des acteurs et l'exportation, car la diplomatie et la défense sont ses domaines réservés, si bien qu'il est le seul en mesure d'être crédible face aux clients étrangers potentiels et

de garantir une parfaite coordination des offres françaises, d'un point de vue industriel, diplomatique et économique. Cela implique aussi qu'il y ait un consensus clair entre le chef de l'État et le gouvernement sur la stratégie du nucléaire civil en France et à l'exportation, une parfaite coordination entre les offres sur les réacteurs (EDF) et le cycle du combustible (Orano), et une stratégie et des garanties de long terme.

Concernant le parc nucléaire français, il conviendra de conduire une évaluation précise, objective et transparente du coût, pour chaque unité, des différentes options : prolongement et modernisation, reconstruction, mise à l'arrêt. Pour que cette évaluation technico-économique ne soit pas sujette à controverses, sa conduite devrait être assurée par un acteur crédible et indépendant, comme la Cour des comptes. Ces coûts seront ensuite à comparer avec ceux des autres solutions bas carbone disponibles, en incluant les problématiques de flexibilité et d'ajustement des réseaux.

Il conviendra d'échelonner les fermetures afin d'éviter le risque de « falaise nucléaire » consistant à fermer abruptement trop de tranches qui déstabiliseraient le système, et de tenir compte des décisions de fermeture allemandes (2022) et belges (2025) pour ne pas mettre à mal la sécurité des approvisionnements français.

La France a intérêt à prolonger certaines centrales autant que possible, afin de se donner plus de temps pour mettre en œuvre les options alternatives de façon graduelle et de tirer parti de la baisse des coûts, du développement d'une filière française et européenne des renouvelables et de l'optimisation des autres technologies bas carbone.

Enfin, il conviendra de s'assurer que la culture et les moyens de la sûreté sont renforcés, que ce soit au niveau des budgets, des objectifs, de l'organisation institutionnelle et industrielle.

La stratégie française doit permettre de conserver la capacité de construire des réacteurs sur le long terme en France, si cela s'avère un jour nécessaire pour maintenir un bouquet électrique décarboné, le tissu industriel et un savoir-faire de pointe, et n'exclure aucune option. La maîtrise des coûts et les améliorations des technologies du nucléaire militaire impliquent aussi d'avoir une activité civile dynamique, notamment en termes de ressources humaines.

Un autre impératif est celui de la rationalisation de l'offre et des coûts. Pour y parvenir, des choix s'imposent : il faut standardiser l'EPR et nouer un partenariat stratégique avec le Royaume-Uni et certains de ses acteurs industriels. L'autorité de sûreté britannique est crédible, le projet de Sizewell s'y prêtera et mériterait d'être mis en œuvre rapidement, et la sortie d'Euratom pourra être surmontée. Un tel partenariat s'inscrira dans la suite du partenariat stratégique militaire avec le Royaume-Uni établi par les accords de Lancaster House. Il convient aussi d'établir une feuille de route précise sur les coûts liés à cet effort de standardisation, et sur sa faisabilité. L'Inde pourra ensuite être l'un des premiers clients et bénéficier d'un effet de série. Ce partenariat stratégique doit aussi viser le retraitement des déchets et préparer la modernisation de l'usine de la Hague post-2030. L'autre volet de ce partenariat concerne le Japon/Mitsubishi Heavy Industries (MHI) et EDF : il convient d'évaluer la possibilité et l'intérêt de nouer un tel partenariat stratégique entre égaux sur l'Atmea, et éviter tout projet redondant ou incertain.

Enfin, il convient de mener une réflexion stratégique sur l'orientation de la recherche dans le domaine du nucléaire civil et militaire, et du rôle du Commissariat à l'énergie atomique (CEA), dont les budgets vont être mis à l'épreuve du renouvellement de l'arsenal nucléaire stratégique. Là aussi, la seule voie raisonnable est celle des partenariats pour réduire les coûts et renforcer les chances de succès, avec le Japon et le Royaume-Uni, en particulier sur le projet de réacteur à neutrons rapides Astrid dont le principe d'un démonstrateur, s'il est maintenu, doit être rendu moins cher et réduit du point de vue de la puissance. Rosatom ou CNNC seraient bien plus avancés et il paraît illusoire et trop onéreux de vouloir rester dans la course seul.

Échouer n'est pas une option : la France serait confrontée à l'influence grandissante de la Russie et de la Chine à son détriment, à une dépendance technologique vis-à-vis de la Chine et des États-Unis, à un affaiblissement majeur de sa souveraineté et de son tissu industriel et devrait faire face à des incertitudes sur son approvisionnement énergétique.

1. On recense plus d'une centaine de nouveaux projets, mais seulement 56 sont actuellement en construction, dont 18 en Chine et 6 en Inde. Voir : World Nuclear Association, www.world-nuclear.org ; IAEA, *2017 Electricity Information* ; RTE, « Bilan électrique 2017 » ; Sandbag, « The European Power Sector in 2017 », <https://sandbag.org.uk> ; ASN, www.asn.fr ; IAEA, « Under Construction Reactors », www.iaea.org.

2. Notamment : les retards et surcoûts très importants dans les projets d'EPR menés par Areva

en Finlande et par Électricité de France (EDF) à Flamanville, notamment liés à des problèmes de conformité de pièces et de qualité dans la livraison de cuves de la fonderie du Creusot ; absence de standardisation des six EPR en chantier (mais EDF est néanmoins très impliquée en Chine, à Hinkley Point et Flamanville 3) ; mise à l'arrêt temporaire de 12 réacteurs d'EDF l'hiver dernier suite à la découverte d'anomalies ou encore du scandale Uramin. En 2016, EDF a signé un accord avec le gouvernement britannique sur la construction de deux réacteurs EPR sur le site d'Hinkley Point. La centrale couvrira environ 7 % de la consommation d'électricité du pays. Le partenaire chinois CGNPC détient 33,5 % du projet et co-investit. Le projet sera rentable à condition qu'il n'y ait pas de retards ou surcoûts élevés imputables à EDF.

3. Deux tiers d'entre eux craignent qu'un accident de l'ampleur de celui de Fukushima puisse se produire en France, même s'ils considèrent par ailleurs le nucléaire comme un atout en termes d'indépendance énergétique. Voir : IRSN, « Sondages et études », <http://barometre.irsn.fr>.

4. Ministère de la Transition écologique et solidaire, « Programmations pluriannuelles de l'énergie (PPE) », 5 mars 2018, www.ecologique-solidaire.gouv.fr.

5. IEA, « Energy Policies of IEA Countries: France 2016 Review », janvier 2017, www.iea.org ; Eurostat, « How Much Do We Pay to Power a Lightbulb in 2017 ? », 2017, <http://ec.europa.eu> ; Eurostat, « Electricity Price Statistics », novembre 2017 <http://ec.europa.eu>.

6. IEA, *World Energy Outlook 2017*, 2017.

7. F. C. Matthes, « Decarbonizing Germany's Power Sector: Ending Coal with a Carbon Floor Price? », *Notes de l'Ifri*, décembre 2017, www.ifri.org.

8. Commission européenne/Ecofys, « Prices and Cost of EU Energy – Final Report », 29 avril 2016, <https://ec.europa.eu>.

9. G. Lepesant, « La transition énergétique face au défi des métaux critiques », *Notes de l'Ifri*, janvier 2018, www.ifri.org.

10. Taishan en Chine, Olkiluoto-3 en Finlande et Flamanville. Le chargement du combustible a commencé à Taishan 1 début avril 2018.

11. Une facture, loin de représenter le surcoût total, pour le retard de l'EPR finlandais a été établie à 450 millions d'euros suite au litige Areva-TVO portant sur les retards de construction.

12. A. Hirtenstein et M. Carr, « Solar Plants Aim to Keep Lights on at Night », Bloomberg, 18 juillet 2017, www.bloomberg.com.

13. A. Hirtenstein, « Offshore Wind Costs Fall Below New Nuclear Plants in U.K. », Bloomberg, 11 septembre 2017, www.bloomberg.com.

14. Y. Rousseau et V. Le Billon, « Nucléaire : le projet franco-japonais en Turquie en difficulté », *Les Échos*, 26 mars 2018, www.lesechos.fr.

15. EDF, « Grand carénage : chiffres clés », 2016, www.edf.fr.

16. ASN, « Projet Cigéo de stockage de déchets radioactifs en couche géologique profonde : l'ASN soumet son projet d'avis relatif au dossier d'options de sûreté à la consultation du public », 1^{er} août 2017, www.asn.fr.

17. Citons par exemple le Brésil, l'Argentine, l'Arabie Saoudite, le Kenya, le Nigeria, la Turquie, l'Afrique du Sud, l'Égypte, le Bangladesh, le Pakistan, et bien sûr, l'Inde et la Chine, le Mexique, les Émirats arabes unis et l'Iran.