



JUILLET  
2025

## Renouer avec l'ADN nucléaire de l'Europe

### Une question politique

Cécile MAISONNEUVE



L’Ifri est, en France, le principal centre indépendant de recherche, d’information et de débat sur les grandes questions internationales. Créé en 1979 par Thierry de Montbrial, l’Ifri est une fondation reconnue d’utilité publique par décret du 16 novembre 2022. Elle n’est soumise à aucune tutelle administrative, définit librement ses activités et publie régulièrement ses travaux.

L’Ifri associe, au travers de ses études et de ses débats, dans une démarche interdisciplinaire, décideurs politiques et experts à l’échelle internationale.

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

ISBN : 979-10-373-1082-8

© Tous droits réservés, Ifri, 2025

Couverture : © Roman Barkov/Shutterstock.com

**Comment citer cette publication :**

Cécile Maisonneuve, « Renouer avec l’ADN nucléaire de l’Europe :  
une question politique », *Études de l’Ifri*, Ifri, juillet 2025.

**Ifri**

27 rue de la Procession 75740 Paris Cedex 15 – FRANCE

Tél. : +33 (0)1 40 61 60 00 – Fax : +33 (0)1 40 61 60 60

E-mail : [accueil@ifri.org](mailto:accueil@ifri.org)

**Site internet :** [ifri.org](http://ifri.org)

# Autrice

Conseillère au Centre énergie et climat de l'Institut français des relations internationales (Ifri), qu'elle a dirigé en 2013-2014, **Cécile Maisonneuve** est fondatrice et présidente de DECYSIVE, cabinet de conseil et d'études en matière de politique et marchés de la transition énergétique et de géopolitique.

Elle est par ailleurs membre du conseil de surveillance de Rubis, du comité d'investissement de Naxicap, acteur français du *Private Equity* et experte associée à l'Institut Montaigne. Elle est chroniqueuse mensuelle pour *Les Échos* et *L'Express* sur les questions de climat et d'énergie.

De 2015 à 2021, elle a présidé La Fabrique de la Cité, *think tank* de l'innovation et de la prospective urbaine soutenu par le groupe Vinci. Auparavant, elle a été directrice adjointe des affaires internationales et européennes chez Areva (2007-2012).

Elle a commencé sa carrière comme administratrice au service des Commissions (défense, lois et affaires étrangères) de l'Assemblée nationale (1997-2007).

Cécile Maisonneuve est ancienne élève de l'École normale supérieure, titulaire d'un master de l'université de Paris IV-Sorbonne et lauréate de l'Institut d'études politiques de Paris. Elle est chevalier de la Légion d'honneur et chevalier des Arts et des Lettres.

# Résumé

L'énergie nucléaire, principale source d'électricité bas carbone en Europe, constitue un atout stratégique pour répondre aux enjeux climatiques et géopolitiques. Reconnaître le parc nucléaire comme un actif stratégique est essentiel pour la décarbonation et la sécurité énergétique. Or malgré une maîtrise presque totale de la chaîne de valeur technologique et industrielle, l'Union européenne (UE) sous-exploite ce potentiel, freinée par des réglementations discriminatoires et un manque d'ambition collective. Une relance urgente de l'industrie nucléaire s'impose, reposant sur des partenariats et une concurrence dynamique pour réduire les coûts et accélérer le déploiement de nouveaux réacteurs. La standardisation et l'accès au financement privé sont aussi les conditions nécessaires à la renaissance du nucléaire européen.

La France, pivot de cette ambition nucléaire européenne, affronte trois défis fondamentaux. D'abord, la reconstitution d'un écosystème industriel érodé par la désindustrialisation. Ensuite, la réinvention du rôle de l'État dans un contexte économique transformé. Enfin, une clarification des rôles pour permettre à Électricité de France (EDF) de se concentrer sur sa remontée en puissance industrielle, loin du modèle, obsolète, du champion national unique, dans une perspective partenariale.

Dans un tel contexte, la stratégie à déployer s'articule en trois volets : optimiser le nucléaire existant, relancer les programmes de construction de réacteurs de puissance et permettre l'émergence de filières européennes des petits réacteurs modulaires (*small modular reactor*, SMR), le tout accompagné par des politiques ambitieuses sur le cycle du combustible.

Les SMR émergent comme une solution prometteuse. Cependant, l'absence d'une stratégie européenne unifiée et le sous-financement chronique menacent de reléguer l'UE derrière les États-Unis et d'autres puissances. Une approche pragmatique, éloignée des débats idéologiques, est cruciale pour garantir la compétitivité des SMR, solution importante pour l'avenir de l'industrie européenne dans un contexte de neutralité carbone. Cela implique d'harmoniser autant que possible les certifications, de mobiliser des financements publics et privés et de développer le cycle du combustible.

# Executive summary

As Europe's main source of low-carbon electricity, nuclear power is a strategic asset for tackling climate and geopolitical challenges. Recognizing nuclear power as a strategic asset is essential for decarbonization and energy security. However, despite almost complete control of the technological and industrial value chain, the European Union (EU) is under-exploiting this potential, held back by discriminatory regulations and a lack of collective ambition. The nuclear industry needs an urgent boost, based on partnerships and dynamic competition to cut costs and accelerate the deployment of new reactors. Standardization and access to private financing are also necessary conditions for the renaissance of European nuclear power.

France, the linchpin of this European nuclear ambition, faces three fundamental challenges. First, rebuilding an industrial ecosystem eroded by deindustrialization. Second, reinventing the role of the State in a transformed economic context. Finally, France needs to clarify roles so that Électricité de France (EDF) can focus on building up its industrial strength, away from the obsolete model of a single national champion, and towards a partnership-based approach.

Against this backdrop, the strategy to be deployed is threefold: optimize existing nuclear reactors, relaunch the construction programs for large nuclear reactors and enable the emergence of European SMR sectors, all accompanied by ambitious fuel cycle policies.

Small modular reactors (SMR) are emerging as a promising solution. However, the lack of a unified European strategy and chronic underfunding threaten to relegate the EU behind the United States and other powers. A pragmatic approach, removed from ideological debates, is crucial to guarantee the competitiveness of SMR, an important solution for the future of European industry in the context of climate neutrality. This means harmonizing certifications as far as possible, mobilizing public and private funding, and developing the fuel cycle.

# Sommaire

|                                                                                                                                     |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>SOMMAIRE .....</b>                                                                                                               | <b>5</b>  |
| <b>INTRODUCTION .....</b>                                                                                                           | <b>6</b>  |
| L'Europe maîtrise les technologies du nucléaire civil .....                                                                         | 6         |
| Au-delà de l'alliance industrielle des SMR, la nécessité rapide<br>d'une nouvelle ambition nucléaire .....                          | 10        |
| <b>LA RENAISSANCE NUCLÉAIRE FRANÇAISE :<br/>PARTENARIATS ET CONCURRENCE, LES DEUX CONDITIONS<br/>D'UN RENOUVEAU INDUSTRIEL.....</b> | <b>13</b> |
| Des investissements et projets industriels colossaux en France .....                                                                | 13        |
| Un partage des responsabilités à revoir .....                                                                                       | 16        |
| <b>LES SMR SONT-ILS L'AVENIR DU NUCLÉAIRE EN EUROPE<br/>ET AUX ÉTATS-UNIS ? .....</b>                                               | <b>21</b> |
| Percées attendues sur les SMR aux États-Unis.....                                                                                   | 21        |
| À quand une véritable stratégie européenne des SMR ? .....                                                                          | 24        |
| <b>CONCLUSION .....</b>                                                                                                             | <b>28</b> |

# Introduction

L'énergie nucléaire représente la première source de production d'électricité en Europe. Ce constat, rarement mis en avant dans les discours officiels européens, constitue pourtant la réalité énergétique de l'Union européenne (UE). Même en 2022, année marquée par un effondrement historique de la production nucléaire française avec près de la moitié de son parc à l'arrêt pour des opérations de maintenance, le nucléaire est resté la première source d'électricité bas carbone du continent. Ainsi, en 2024, dans une UE dont le paysage électrique est assuré aux trois quarts (73 %) par des sources à faible émission de carbone, l'énergie nucléaire en est un contributeur majeur, fournissant près de 24 % de l'électricité de l'UE. Elle est suivie par l'énergie éolienne, à hauteur d'environ 18 %, tandis que l'énergie hydraulique représente environ 16 %. L'énergie solaire représente environ 10 % du mix électrique.

## ***L'Europe maîtrise les technologies du nucléaire civil***

À cette réalité énergétique s'ajoute une autre réalité, technologique et industrielle : l'Europe maîtrise la quasi-totalité<sup>1</sup> de la chaîne de valeur technologique et industrielle dans le cycle du combustible nucléaire et dans la technologie des réacteurs de puissance de troisième génération. Contrairement aux autres technologies bas carbone et aux autres vecteurs énergétiques, elle n'a pas besoin de la Chine. *Quid* de la Russie ? Même sa principale faiblesse, l'accès à l'uranium et aux cycles du combustible, est, en fait, relative. Dans le cycle du combustible nucléaire, l'Europe est en réalité « une puissance de l'uranium qui s'ignore<sup>2</sup> », pour reprendre les mots de Teva Meyer, docteur en géographie spécialiste du cycle du combustible nucléaire.

Premier point : le poids de l'UE dans un commerce mondial de l'uranium est important, qui plus est sur un marché dont les pays producteurs appartiennent à des sphères géographiques et géopolitiques très diverses. L'Europe a donc un fort pouvoir de marché, qu'elle n'aura jamais, ni dans les énergies fossiles ni dans les technologies renouvelables.

---

1. Nous écrivons « quasi-totalité » en référence au segment de l'uranium de retraitement pour laquelle le choix a été fait par la France de s'en remettre à la Russie pour des raisons économiques. Outre que ce choix pourrait être révisé, il ne remet nullement en cause la sécurité d'approvisionnement comme démontré dans le corps du texte.

2. T. Meyer, « L'Union européenne, une puissance de l'uranium qui s'ignore », *Connaissances des énergies*, 6 mars 2025, disponible sur : [www.connaissancesdesenergies.org](http://www.connaissancesdesenergies.org).

« Avec 22 % de la demande globale d'uranium en 2023 (soit 12 672 tonnes), les 98 réacteurs qui composent le parc électronucléaire de l'UE constituent le deuxième consommateur au monde. L'UE se place derrière les États-Unis (26 %), mais juste devant la Chine (20 %), dont la cadence de construction de centrales devrait la propulser à la première place d'ici à 2030. »

Deuxième point : « L'approvisionnement de l'UE en 2023 est réparti entre le Canada (33 %), la Russie (23 %), le Kazakhstan (21 %) et le Niger (14 %), devant la Namibie (4 %), l'Australie (2,5 %) et l'Ouzbékistan (2 %). Le poids de la Russie doit être analysé avec précaution. D'une part, ces statistiques ne permettent pas de savoir quelle proportion vient de Russie ou des mines que possède Rosatom au Kazakhstan. De l'autre, ce poids est conjoncturel. Il reflète les achats réalisés par les pays d'Europe centrale afin de constituer des stocks tampons, le temps de basculer leurs contrats de fourniture, auparavant russes, vers l'américain Westinghouse et le français Framatome. La dynamique plus importante est le retour du Canada, dont la part dans l'approvisionnement de l'UE a augmenté de 86 % entre 2022 et 2023<sup>3</sup>. » Que ce soit en Europe centrale et orientale – hors Hongrie – ou en Belgique et en Suède, la part de la Russie est en train de reculer rapidement. Quant à la France, elle a choisi une stratégie de diversification de ses approvisionnements<sup>4</sup> qui la rend très résiliente, sans compter sa politique de stockage, à l'instar de ses voisins européens<sup>5</sup> et de recyclage des combustibles usés qui accroissent encore sa faible exposition aux soubresauts politiques dans les pays miniers ou géopolitiques sur les marchés.

Le renforcement de la sécurité énergétique européenne dans le nucléaire, à un niveau très élevé, est donc, dans le cycle du combustible un enjeu qui n'est pas technologique – ni juridique d'ailleurs grâce au traité Euratom, sous-exploité – mais uniquement financier. Investir dans l'enrichissement de l'uranium appauvri, de l'uranium naturel comme dans les installations de conversion et d'enrichissement de l'uranium de retraitement permettrait, selon Teva Meyer, d'économiser d'un quart à un tiers des imports européens. À cet égard, la récente décision de la Banque européenne d'investissement (BEI) d'accorder à Orano un prêt de 400 millions d'euros en soutien au projet d'extension de l'usine d'enrichissement d'uranium Georges Besse 2 marque une rupture avec la pratique européenne<sup>6</sup>. Pour la première fois depuis des décennies, la BEI a accepté de financer un projet lié au cycle du combustible nucléaire, reconnaissant implicitement sa contribution à la sécurité d'approvisionnement énergétique européenne.

3. *Ibid.*

4. En 2022, EDF se fournissait pour 37 % au Kazakhstan, 20 % au Niger, 15,8 % en Namibie, 14 % en Australie et 13 % en Ouzbékistan.

5. Il représente en moyenne trois ans de consommation.

6. « France : la BEI et Orano signent un contrat de prêt de 400 millions d'euros dans le cadre du projet d'extension de l'usine d'enrichissement d'uranium Georges Besse 2 », Communiqué de presse, BEI, disponible sur : [www.eib.org](http://www.eib.org).

Cette remarque vaut tout autant dans le domaine des réacteurs où, là encore, la barrière n'est ni technologique ni industrielle : l'UE n'est ni dans une situation de dépendance ni confrontée à un écart technologique difficilement rattrapable avec la Chine comme dans le secteur des batteries. Le problème est celui d'une perte de savoir-faire constructif d'une part, de maîtrise de la conduite de grands projets nucléaires d'autre part. D'où l'importance, dans le contexte précédemment décrit, de soutiens financiers pour relancer des projets et les compétences associées. Alors que les énergies renouvelables bénéficient de mécanismes de soutien multiples (tarifs d'achat garantis, priorité d'injection sur le réseau, subventions à l'installation), le nucléaire doit souvent compter uniquement sur des financements nationaux ou sur des montages financiers complexes qui augmentent le coût final des projets, sur lesquels pèsent de surcroît l'incertitude et les délais d'instruction liés à l'approbation des services de la concurrence de la Commission européenne (CE). Sans compter les incertitudes sur sa compétitivité future dans un système électrique marqué par une forte proportion d'énergies renouvelables intermittentes, qui impliquerait, toutes choses égales par ailleurs, une modulation accrue et un sous-emploi de l'outil industriel nucléaire comme l'a récemment rappelé l'Académie des sciences<sup>7</sup>. Ce déséquilibre de traitement handicape considérablement la filière dans sa capacité à se renouveler et à innover. Si l'Europe peut désormais considérer le cycle du combustible comme stratégique pour sa sécurité d'approvisionnement, comme l'illustre la décision de la BEI, qu'est-ce qui justifie que les réacteurs ne bénéficient pas d'un tel soutien à l'échelle européenne ?

Les récentes décisions d'approbation des schémas de financement retenus pour les projets tchèque et polonais par la Direction générale (DG) de la concurrence sont certes positives mais elles portent la marque d'une procédure appartenant à une ère révolue. L'accession à des financements européens pour la construction de nouvelles centrales réduirait par ailleurs considérablement le coût du capital qui représente jusqu'à 75 % du coût total d'un projet nucléaire. L'inclusion du nucléaire dans la taxonomie européenne des investissements durables en 2022, bien que contestée et assortie de conditions strictes, constitue à cet égard une avancée notable. Elle ouvre la voie à une meilleure reconnaissance du rôle du nucléaire dans la lutte contre le changement climatique et pourrait, à terme, faciliter son financement par les marchés privés. Elle reste cependant trop conservatrice sur le nucléaire, à l'image de l'ensemble de la politique nucléaire de l'UE, pour des raisons politiques qui se reflètent dans son corpus juridique d'action. De tels financements devraient également être étendus à l'optimisation du parc existant, sur le modèle américain, seule solution pour compenser les problèmes d'adéquation offre/demande évoqués

7. M. Fontecave, « Avis de l'Académie des sciences sur la programmation pluriannuelle de l'énergie révisée (PPE3) », Académie des sciences, 8 avril 2025, disponible sur : [www.academie-sciences.fr](http://www.academie-sciences.fr).

précédemment. Le parc nucléaire européen est aujourd'hui un actif stratégique qui devrait être reconnu et soutenu comme tel.

Sur le plan de la réglementation, l'Europe continue également de discriminer le nucléaire dans de nombreux textes réglementaires. Le paquet législatif *Fit for 55*, censé accélérer la décarbonation de l'économie européenne, fait la part belle aux énergies renouvelables tout en mentionnant à peine le nucléaire. De même, les critères d'attribution des fonds européens pour la transition juste excluent souvent les projets nucléaires, perpétuant un biais idéologique au détriment d'une approche pragmatique basée sur l'efficacité des solutions de décarbonation. Cette situation reflète les divisions profondes entre États membres sur cette question, une minorité active de pays regardant la question nucléaire avec les yeux du passé mais sans compréhension ni de la situation géopolitique, et encore moins dans une démarche prospective.

Face à cette situation, un tournant s'est opéré le 28 février 2023 à Stockholm avec la création de l'Alliance du nucléaire, fruit d'une initiative française. Ce « club nucléaire » européen, comme il est parfois surnommé, rassemblait initialement 11 États membres, et 15 aujourd'hui : France, Belgique, Bulgarie, Croatie, Hongrie, Finlande, Pays-Bas, Pologne, République tchèque, Roumanie, Slovaquie et Slovénie, Suède ainsi que Italie et Estonie comme observateurs. Son objectif principal est de défendre activement la place de l'énergie nucléaire dans l'ensemble des décisions de politique énergétique et climatique européenne. La géographie de cette alliance est révélatrice : elle est dominée par des pays d'Europe centrale et orientale pour qui le choix du nucléaire ne répond pas seulement à des préoccupations climatiques ou industrielles, mais également à des impératifs de sécurité nationale. Pour ces États, développer le nucléaire civil représente un message politique fort adressé à la Russie : celui d'un découplage définitif du système énergétique russe après des décennies de dépendance au gaz de Moscou. Il s'agit, en somme, d'un « désarmement énergétique » de long terme vis-à-vis de la Russie.

Cette alliance politique marque un changement de ton au niveau européen, même si les résistances institutionnelles demeurent fortes. La France, qui avait longtemps fait preuve d'attentisme sur la question nucléaire dans les enceintes bruxelloises, a finalement décidé de jouer collectif pour défendre cette source d'énergie qu'elle considère comme stratégique. Ce revirement témoigne d'une prise de conscience salutaire sur la nécessité d'une stratégie d'alliance politique. Reste maintenant à appliquer le même raisonnement sur le plan industriel.

## ***Au-delà de l'alliance industrielle des SMR, la nécessité rapide d'une nouvelle ambition nucléaire***

L'UE a tenté d'apporter une réponse à ces défis en lançant en janvier 2024 une alliance industrielle des SMR dans le cadre de sa stratégie industrielle pour la neutralité carbone. Cette initiative, bien qu'elle marque une reconnaissance officielle du rôle potentiel du nucléaire dans la transition énergétique, aux côtés de l'inscription du nucléaire dans les technologies zéro-net du *Net Zero Industrial Act*, n'est qu'une première étape. En effet, cette alliance concentre l'essentiel du débat nucléaire européen sur les SMR, une technologie prometteuse mais qui n'existe pas encore à l'échelle commerciale. Ce faisant, elle repousse à un horizon incertain (au mieux 2030-2035) la contribution du nucléaire à la décarbonation, alors que l'urgence climatique exigerait des actions immédiates. Ensuite, elle ne répond pas aux besoins de financement du parc existant qui, dans plusieurs pays comme la France, nécessite des investissements massifs pour prolonger sa durée de vie. Il faut donc aborder de front « l'éléphant dans la pièce » : le rôle du parc nucléaire existant qu'il faut moderniser et optimiser. De même, elle ne doit pas se traduire par un débat esquivé sur le rôle des nouveaux réacteurs de grande puissance dont la technologie est maîtrisée et qui représentent aujourd'hui la solution la plus éprouvée pour une production massive d'électricité décarbonée. Le lancement prochain d'un projet important d'intérêt européen commun (PIIEC)<sup>8</sup> sur l'innovation dans le nucléaire, annoncé le 9 avril par le commissaire Séjourné, pourrait marquer la rupture attendue, d'autant qu'il couvrira l'ensemble de la chaîne de valeur : les SMR, le traitement de l'uranium, la chaîne d'approvisionnement, la recherche et le développement des technologies de fusion nucléaire et la diversification de la production nucléaire à des fins médicales.

Pour que l'Europe conserve un avenir dans l'énergie nucléaire, un changement de paradigme s'impose donc, bien au-delà de l'adoption d'un principe de neutralité technologique. Si la CE a commencé à réintégrer le nucléaire civil dans ses discours, il n'y a guère encore de conséquences opérationnelles sur les grandes politiques et programmes européens, où le nucléaire reste discriminé et la neutralité technologique n'est pas mise en œuvre, qu'il s'agisse du droit de la concurrence, des financements de projets ou des objectifs sectoriels, où les énergies renouvelables sont favorisées au détriment du nucléaire (hydrogène, chaleur industrielle notamment). L'avenir de l'industrie et de l'énergie nucléaire en Europe se joue dans les

---

8. Un PIIEC (projet important d'intérêt européen commun) est un mécanisme de soutien supervisé par la Commission européenne qui permet à plusieurs États membres de financer conjointement des projets industriels stratégiques et innovants qui dépassent les capacités d'un seul pays, en dérogeant aux règles habituelles en matière d'aides d'État. Ses procédures, jugées trop longues (près de 2 ans) sont en cours de simplification et les PME pourront bientôt y participer. Les projets retenus pourraient bénéficier de nouveaux financements, *via* le fonds de compétitivité.

cinq ans. Une politique ambitieuse est donc nécessaire et commence par un acte politique : la reconnaissance, par l'ensemble des institutions du trilogue, que la souveraineté technologique de l'UE dans le domaine nucléaire représente son seul atout stratégique majeur dans un monde où la compétition pour les technologies énergétiques bas carbone s'intensifie. Loin d'être une énergie du passé, le nucléaire représente l'un des rares domaines où l'Europe conserve une avance technologique et industrielle face aux géants américains et chinois. Sans cette révision profonde et rapide de son approche, l'UE risque de voir son avenir nucléaire se réduire inexorablement, compromettant à la fois ses objectifs climatiques et sa souveraineté énergétique. Le paradoxe serait alors complet : disposant de l'une des industries nucléaires les plus avancées au monde, l'Europe pourrait finir par dépendre entièrement d'autres puissances pour satisfaire ses besoins énergétiques, au détriment de sa compétitivité et de son indépendance stratégique.

Il faudra voir comment les récentes déclarations de la CE se traduisent en actes concrets. Le fait que la question du nucléaire civil soit enfin abordée dans son intégralité – réacteurs existants, nouveau nucléaire, grands et petits –, avec des évaluations chiffrées, est encourageant :

« La mise en œuvre des plans des États membres en matière d'énergie nucléaire nécessitera des investissements importants, d'environ 241 milliards d'euros jusqu'en 2050, tant pour la prolongation de la durée de vie des réacteurs existants que pour la construction de nouveaux réacteurs à grande échelle. Des investissements supplémentaires sont nécessaires pour les petits réacteurs modulaires (SMR), les réacteurs modulaires avancés (AMR) et les microréacteurs et dans la fusion à plus long terme, a évalué la Commission dans son huitième programme indicatif nucléaire (PINC).<sup>9</sup> »

Est-ce suffisant dans un contexte où tous les concurrents de l'Europe accélèrent ? Il est permis d'en douter, notamment au vu des montants, publics et privés, mobilisés par les États-Unis dans ce domaine : tant que les déclarations ne se traduiront pas dans des investissements, discutés et inscrits dans un plan de financement clair, le projet nucléaire européen restera largement politique.

L'Europe ne pourra pas renouer avec son ADN nucléaire sans la France qui reste l'un des leaders mondiaux de la recherche et de l'industrie nucléaires, tant dans le cycle du combustible que dans les technologies de réacteurs. Pour cette raison, la capacité de la France à restaurer ses savoir-faire et son efficacité dans le secteur de l'industrie nucléaire est cruciale.

---

9. « Communication on the Nuclear Illustrative Programme under Article 40 of the Euratom Treaty », Commission européenne, 12 juin 2025, disponible sur : <https://energy.ec.europa.eu>, « La Commission évalue les besoins d'investissement dans le nucléaire d'ici à 2050 en vue des objectifs de décarbonation et de compétitivité », Commission européenne, 13 juin 2025, disponible sur : <https://ec.europa.eu>.

À l'inverse, au regard de l'affaiblissement du secteur, aucune relance du nucléaire français ne peut se concevoir à la seule échelle de la France mais doit être d'ampleur européenne : les réponses au défi des ressources humaines, du financement et de la réactivation des savoir-faire industriels comme de la reconstruction d'une chaîne de valeur sont à trouver, *a minima*, en France et en Europe. Dans un tel contexte, la question est simple : la France peut-elle renouer avec sa grande histoire nucléaire et contribuer, au-delà de ses propres ambitions, à la relance de l'industrie nucléaire européenne en déployant une stratégie partenariale ?

# **La renaissance nucléaire française : partenariats et concurrence, les deux conditions d'un nouveau industriel**

## **Des investissements et projets industriels colossaux en France**

« Pour la première fois depuis des décennies, nous allons relancer la construction de réacteurs nucléaires dans notre pays. » Le 9 novembre 2021, 21 millions de Français devant leur poste de télévision ont entendu le président français Emmanuel Macron renouer avec les fils de l'histoire nucléaire française. Ces annonces ont été formalisées quelques semaines plus tard, le 10 février 2022, dans un lieu symbolique, à Belfort, sur le site de la branche nucléaire de General Electric (GE) où sont fabriquées les turbines Arabelle – une activité stratégique dont la vente d'Alstom à GE avait été ratifiée en 2014 par le ministre des Finances d'alors, un certain... Emmanuel Macron. Deux décisions sont annoncées : la prolongation de la durée de vie des réacteurs existants, la construction de six EPR2 et des études sur la construction de 8 EPR2 supplémentaires.

Même si Emmanuel Macron et son gouvernement assument pleinement la filiation de ces annonces avec le plan Messmer, lancé quarante-sept ans plus tôt et qui, au nom de la même « indépendance énergétique », devait conduire au grand programme électronucléaire français, la France nucléaire de 2022 ou 2025 n'est pas celle de 1973, tant s'en faut. Notamment, le contrat de confiance entre la technocratie d'État et l'industrie nucléaire est à reconstruire. Depuis au moins quinze ans – voire trente, selon le rapport de la Commission d'enquête de l'Assemblée nationale sur la perte de souveraineté énergétique, qui, en 2022-2023, fait le procès de la politique nucléaire française –, le système nucléaire français a connu « une histoire de décisions souvent partielles, tardives voire contradictoires, pour des raisons parfois compréhensibles au regard du contexte de l'époque, mais qui ont conduit à des retards coûteux. [Une] histoire de décisions prises à l'envers, sans méthode, sans anticipation, aux conséquences de grande ampleur, et qui ne semblaient trouver leur source

que dans des maux profonds : l'irréflexion et l'électorisme<sup>10</sup>. » Ces mots du rapporteur de la Commission d'enquête, Antoine Armand, député de la majorité présidentielle, font écho aux propos du président de la Commission, Raphaël Schellenberger, élu dans la circonscription qui abrite la centrale de Fessenheim, fermée pour des raisons politiques par le gouvernement d'Emmanuel Macron malgré un avis de sûreté favorable du régulateur. Celui-ci évoque pour sa part le « dogme antinucléaire de l'écologie politique [qui] s'est progressivement imposé comme clé de lecture des choix énergétiques plutôt que la souveraineté et l'urgence de la décarbonation<sup>11</sup> ».

Depuis 2022, la France s'efforce de tourner le dos à ces années de plomb en remettant en place les éléments nécessaires à la relance d'un programme électronucléaire efficace. Les ingrédients de la réussite du programme nucléaire français sont connus<sup>12</sup>.

Ils « mettent bien en lumière que le grand programme nucléaire français s'est construit autour de quelques idées maîtresses – très fordiennes, pourrait-on dire : la massivité (près de 60 réacteurs nucléaires), la standardisation [...], la vitesse (cadence exceptionnelle de six tranches par an), l'homogénéité du "tripode" formé par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), EDF et les fournisseurs industriels, Cogema pour le combustible, Framatome pour les chaudières nucléaires et Alstom pour les machines tournantes. Bref, un jardin à la française.<sup>13</sup> »

Michel Hug, l'homme qui a présidé à la construction des quelque cinquante tranches du programme nucléaire, résumait ainsi son approche : « Nous avons été industriellement battus en 1940. J'ai voulu faire du nucléaire à l'américaine, comme la Ford T ou plutôt les Liberty Ships !<sup>14</sup> ». Marcel Boiteux lui-même a toujours assumé l'héritage américain, sur lequel il a su construire : « La France prolonge et perfectionne un modèle américain qui a atteint un plateau avant même la fin des années 1970 », écrivait-il en 2013, dans l'introduction à l'ouvrage de référence précité de Boris Dänzer-Kantof et Félix Torres. La France, qui était en retard sur l'industrie nucléaire américaine, a su prendre le relais et s'imposer en position dominante dans le nucléaire mondial, d'abord parce que, faute d'aide américaine avant *Atoms for Peace*, elle avait dû développer ses

10. A. Armand (rapporteur), « Rapport de la commission d'enquête visant à établir les raisons de la perte de souveraineté et d'indépendance énergétique de la France », Rapport n° 1028, 16<sup>e</sup> législature, Assemblée nationale, mars 2023, p. 12.

11. *Ibid.*, p. 34.

12. B. Dänzer-Kantof et F. Torres, *L'Énergie de la France. De Zoé aux EPR, l'histoire du programme nucléaire français*, Paris, Éditions François Bourin, 2013.

13. M. Boiteux et P. Boulon dans la préface de Boris Dänzer-Kantof et Félix Torres, *L'Énergie de la France*, *op. cit.*, p. 14.

14. B. Dänzer-Kantof et F. Torres, *L'Énergie de la France*, *op. cit.*, p. 26.

propres ressources, ensuite en s'appuyant sur la technologie et les partenariats américains.

Ce tour de force peut-il être reproduit ? C'est la question qui hante tous les acteurs scientifiques, industriels et politiques de l'écosystème nucléaire français en 2025. Trois facteurs d'inquiétude prédominent.

Le premier est la perte des compétences industrielles : ces vingt dernières années notamment, la France a perdu une partie immense de son industrie manufacturière, et avec elle, ses techniciens, ses savoir-faire et sa culture industriels. Comme le souligne Jean-Paul Bouttes<sup>15</sup>, ancien directeur de la stratégie et de la prospective d'EDF, dont il a également été économiste en chef, le terme même d'« industrie nucléaire » implique la mobilisation « d'une gamme étendue de compétences et de métiers issus de différents secteurs industriels » qui vont bien au-delà de la seule industrie nucléaire. Avec une industrie manufacturière qui représente à peine 10 % du produit intérieur brut (PIB) français<sup>16</sup>, la France peut-elle reconstruire l'écosystème industriel qui sous-tendra son grand programme nucléaire nouveau dans un calendrier compatible avec ses ambitions ? C'est la question lancinante à laquelle tente de répondre le nouveau mantra de la politique économique française, la réindustrialisation. Historiquement, le plan Messmer, lancé en 1974, a abouti au déploiement de 56 unités en vingt-cinq ans, parce qu'il a été précédé de quinze ans de recherche et de construction de prototypes (1945-1960), d'une décennie de démonstrateurs industriels, et d'études et de débats sur la technologie à déployer, préalables au déploiement de masse. Sans cette courbe d'apprentissage, la réussite du déploiement n'aurait pas été possible.

La deuxième source d'inquiétude concerne la capacité de l'État à jouer un rôle efficace dans ce projet. L'État français surendetté de 2024 et la technocratie française ont peu de choses en commun avec la technocratie industrielle qui a présidé aux destinées du pays après-guerre. Le rôle des gouvernements dans la promotion des technologies du monde énergétique de demain est essentiel, mais selon des modalités adaptées au nouveau contexte économique et géopolitique mondial, il ne peut plus être celui qui prévalait lorsque l'économie française était « une économie semi-fermée en rattrapage de productivité » (Michel Hau), comme ce fut le cas pendant les décennies d'après-guerre. « Les années 1945-1990 en France, ou les dernières décennies en Chine ou aux États-Unis, montrent comment il a été possible d'ouvrir des options, d'explorer de nouvelles voies et de déployer massivement et rapidement des technologies

---

15. J.-P. Bouttes, « Souveraineté, maîtrise industrielle et transition énergétique (vol. 1). Les conditions de réussite du programme nucléaire français de 1945 à 1975 », Fondation pour l'innovation politique, mars 2023, p. 17 disponible sur : [www.fondapol.org](http://www.fondapol.org).

16. Selon Eurostat, la part de l'industrie manufacturière dans la valeur ajoutée brute totale est de 10,6 % en France. Dans l'UE, seuls la Grèce, Malte, Chypre et le Luxembourg affichent des résultats moins bons.

adaptées aux enjeux des pays concernés<sup>17</sup>. » L'exemple archétypal pour la Chine est l'industrie photovoltaïque, qu'elle domine désormais massivement, et pour les États-Unis, la révolution du gaz et du pétrole de schiste, l'autre révolution énergétique des vingt dernières années<sup>18</sup>.

La troisième source d'inquiétude est la situation et le rôle dévolu à EDF, opérateur public unique du parc nucléaire existant, dont l'État français est actionnaire à 100 % et dont il a choisi de faire la pierre angulaire de la relance nucléaire. Concepteur de la technologie du futur réacteur EPR2, EDF en sera le constructeur, l'exploitant et l'investisseur majoritaire. Il est également l'exportateur des technologies de réacteurs – il propose, sur ces marchés, un autre design, l'EPR 1200. Enfin, il est aussi le concepteur et responsable du projet de SMR, Nuward, *via* l'une de ses filiales. S'il est vrai que le succès historique du programme français n'aurait pas été possible sans EDF, l'entreprise est aujourd'hui dans une situation complexe alors qu'elle doit mener d'immenses investissements et projets industriels sur tous les fronts : exploiter et moderniser le parc existant, préparer l'avenir avec les programmes EPR2 et Nuward, et exporter sur les marchés internationaux. L'entreprise doit assurer un niveau d'investissement annuel colossal dans les prochaines années, de l'ordre de 25 milliards d'euros par an, dont 80 % seront concentrés en France, selon l'ancien président-directeur général (P.-D.G.), Luc Rémont. Ajoutons que, selon le dernier conseil de politique nucléaire, qui s'est tenu le 17 mars 2025, c'est aussi à EDF qu'il revient de financer « principalement » le nouveau programme « aval du futur », « en tant que client futur de ces installations »<sup>19</sup>. Enfin, au même titre que tous les acteurs du nucléaire français, EDF devra, « avec Framatome, Orano, le CEA et l'ensemble des acteurs mobilisés sur les neutrons rapides, [remettre] à l'État un programme de travail et une proposition d'organisation industrielle pour la fin de l'année 2025 ».

## Un partage des responsabilités à revoir

L'hyperconcentration de la feuille de route du nucléaire français sur un seul acteur a de quoi surprendre. Il est douteux que la France puisse surmonter les difficultés industrielles de la relance du nucléaire – formation de main-d'œuvre et remontée en compétences de l'ensemble du tissu productif – sans que chacun revienne à sa mission originelle. Le rôle d'EDF est avant

---

17. *Ibid.*, p. 15.

18. Pour l'analyse de ces politiques, voir J.-P. Bouttes, « Souveraineté, maîtrise industrielle et transition énergétique (vol. 2). Transition énergétique, géopolitique et industrie, quel rôle pour l'État ? » Fondapol, mars 2023, disponible sur [www.fondapol.org](http://www.fondapol.org).

19. Il s'agit de la construction d'une nouvelle piscine pour l'entreposage des combustibles usés installée à La Hague qui devra être mis en service d'ici 2040 afin de répondre aux besoins du parc nucléaire existant puis des EPR2. Voir le communiqué de presse de l'Élysée, « Réunion du 4<sup>e</sup> Conseil de politique nucléaire », 17 mars 2025, disponible sur : [www.elysee.fr](http://www.elysee.fr).

tout de produire au moindre coût possible des quantités massives d'électricité à injecter sur le réseau en exploitant au mieux ses centrales : une priorité est donc de retrouver un niveau de performances élevées sur le parc existant et d'assurer à la fois sa prolongation, voire des augmentations de puissance. Exploiter et construire des réacteurs sont deux exercices bien différents qui font appel à des compétences et des organisations industrielles bien distinctes : la première mission relève uniquement d'EDF. La seconde implique une organisation industrielle partenariale autour de la maîtrise d'ouvrage d'EDF, capable de mettre en place un schéma efficace pour l'ingénierie, les achats et la construction (EPC), dans laquelle chaque partenaire doit être dédié au projet et au projet seulement. La parfaite maîtrise des compétences, telles la gestion de projet et les capacités de soudage, est essentielle comme l'avait souligné la mission conduite en 2019 par Jean-Martin Folz<sup>20</sup> ainsi que celle, plus récemment, d'Hervé Guillou. Le bon positionnement de Framatome est également vital, du fait de son ADN, son histoire et ses métiers spécifiques. Sa connaissance des pratiques internationales est un atout majeur. L'enjeu réside aujourd'hui largement dans la capacité d'EDF à enclencher sa « révolution industrielle à bas bruit<sup>21</sup> » sous l'égide de son nouveau P.-D.G., un connaisseur et un praticien de l'industrie de longue date.

La philosophie de développement des SMR est bien différente : il s'agit de répondre à des usages bien identifiés de clients industriels ou urbains pour la fourniture d'une électricité fiable et compétitive, pour la décarbonation, *via* l'électrification, de procédés industriels et/ou pour la fourniture de chaleur à basse, moyenne ou haute température. Est-ce le rôle d'EDF ? Il est en tout cas essentiel que s'impliquent dans ces projets les clients finaux potentiels, à savoir les industriels et les gestionnaires de réseaux de chaleur urbains. Pour l'heure, la politique française en matière de SMR relève davantage d'une politique d'innovation que d'une politique énergétique, contrairement à ce qui prévaut au Royaume-Uni, par exemple, où le déploiement des SMR fait pleinement partie de la politique d'approvisionnement énergétique. Si la France, et au-delà l'Europe, veut rester dans la course alors que se construisent les premiers SMR outre-Atlantique, il est urgent de clarifier ce point. À cet égard, l'état d'esprit sur le sujet est très clair en Europe du Nord : en Suède ou en Finlande, les SMR sont vus comme une solution énergétique pour produire de la chaleur urbaine, de la chaleur et/ou de l'électricité pour l'industrie.

De même, si la relance de réacteurs à neutrons rapides est indispensable pour rattraper la Chine et revenir au niveau d'excellence atteint dans le passé, quelle est la meilleure configuration d'acteurs français

20. « Après la publication du rapport Folz en octobre, EDF présente excell », *Revue générale nucléaire*, 28 septembre 2021, disponible sur : [www.sfen.org](http://www.sfen.org).

21. A. Barbeaux, « Avec Bernard Fontana à sa tête, EDF s'apprête à vivre une révolution industrielle à bas bruit », *L'Usine Nouvelle*, 26 juin 2025, disponible sur : [www.usinenouvelle.com](http://www.usinenouvelle.com).

pour y parvenir ? S'agissant du cycle du combustible et de la relance de l'ambition française dans le traitement-recyclage, EDF est placée en position de partie prenante quasi unique. L'ambition pourrait être plus large, à l'échelle au moins européenne, plus encore à l'heure où les États-Unis rompent avec leur posture historique contre le recyclage. À l'heure de l'économie circulaire, le modèle français du traitement-recyclage devrait faire l'objet d'une ambition partagée par plusieurs États européens.

De manière générale d'ailleurs, la relance française du nucléaire gagnerait à s'inscrire dans une approche à la fois partenariale, moins franco-centrée et plus concurrentielle sur les technologies. Le modèle du « champion national unique tous azimuts » montre aujourd'hui ses limites. Si ce point est acquis s'agissant des SMR, avec une politique de soutien de France 2030 ouverte à des acteurs tiers – même si dépendant souvent des acteurs historiques dans le domaine de la propriété intellectuelle, il ne l'est pas pour les réacteurs de puissance. Or des alliances, sur le modèle de celle d'Areva et de Mitsubishi Heavy industries (MHI) dans les années 2010, permettraient de partager les risques tout en maintenant, voire renforçant, l'expertise française. Les deux entreprises – MHI et, au sein d'Areva, l'entité qui correspond aujourd'hui à Framatome, absorbé par EDF lors de la faillite d'Areva – faute de volonté de l'État de l'époque de réfléchir à l'organisation industrielle la plus cohérente pour le nucléaire français – avaient alors développé un réacteur commun de 1 000 MW, l'ATMEA. Ce réacteur de moyenne puissance répondait aux besoins du marché dans des pays dont le réseau n'est pas capable de porter un réacteur aussi puissant que l'EPR. Au-delà de la technologie, ce partenariat avait aussi pour but de proposer une offre de financement attrayante *via* le système japonais de financement à l'export, permettant ainsi d'atteindre des marchés de l'hémisphère sud, ceux-là mêmes que visent aujourd'hui la Russie et la Chine avec un réacteur de puissance similaire. Une approche partenariale entre acteurs permettrait une meilleure répartition des risques industriels et financiers tandis qu'une concurrence entre solutions technologiques de différentes tailles permettrait de répondre aux besoins variés des clients finaux, notamment industriels. Cette concurrence intranucléaire est d'autant plus nécessaire que, *de facto*, la concurrence est là, en l'occurrence celle des énergies comme le solaire avec batteries et, toujours, le gaz.

Pour faire face à une telle concurrence, le nucléaire doit donc maîtriser ses coûts qui sont, sur le papier, tout à fait compétitifs par rapport aux autres sources bas carbone, comme l'a montré l'Agence internationale de l'énergie (AIE)<sup>22</sup>. Pour parvenir à construire des coûts acceptables pour les consommateurs, l'industrie nucléaire doit construire le plus possible sur la base d'une organisation industrielle efficace qui permette l'industrialisation des processus.

22. « The Path to a New Era for Nuclear Energy », AIE, 2025, p. 53.

La question se pose donc de la taille du marché accessible aux technologies en concurrence. Gagner des marchés à l'exportation avec une technologie éprouvée, c'est-à-dire déjà construite à l'échelle domestique, est l'une des stratégies pour réduire ses coûts. Une autre option peut être de s'associer avec d'autres acteurs pour participer à leur projet. La réinvention d'une standardisation à la française passe en effet par le réapprentissage des techniques constructives et la répétition des gestes, seuls à même de réduire les coûts et d'accélérer le calendrier. La question à poser est donc la suivante : avec qui et sur quels projets ce réapprentissage peut-il avoir lieu ? La réponse à une telle question se trouve à l'échelle européenne, pas seulement française : la taille du marché est la meilleure des subventions d'autant qu'elle ne coûte rien en argent public. L'accord précédemment évoqué entre Westinghouse et KHNP doit donner à réfléchir à l'industrie nucléaire française et européenne : le développement du nouveau nucléaire en Europe ne pourra se faire sans alliances et partenariats industriels puissants, y compris transatlantiques, capables de naviguer dans un environnement international complexe.

« La stratégie ne doit pas être dictée par l'idéologie ou la théorie, mais par une analyse rationnelle des intérêts de l'État et de la situation internationale » (Raymond Aron). C'est en vertu de cette analyse rationnelle qu'il faut forger à la fois des alliances intra-européennes voire des partenariats transatlantiques, seul moyen d'accélérer collectivement le déploiement de grands nouveaux projets nucléaires et le développement de petits réacteurs dans des conditions compétitives. Le choix récent du Canada de confirmer la construction de la technologie de GE-Hitachi pour construire ses quatre premiers SMR, dans le contexte très dégradé des relations entre le Canada et les États-Unis, est une leçon de pragmatisme. Dans le même temps en effet, le Canada ne renonce nullement à développer ses propres technologies sur son sol et à l'international.

Reste la question taboue de la concurrence sur le marché domestique. Un tabou qui vient d'ailleurs d'être brisé dans le débat français, au travers d'une proposition de loi récente de l'Assemblée nationale, portée de manière inattendue par le Rassemblement national. Il y est proposé d'« Accélérer un premier programme de cinq paires de réacteurs nucléaires en choisissant le design le plus opérationnel, ouvert aux coopérations internationales, livrées entre 2034 et 2037<sup>23</sup> ». Notons que cette question n'a pas toujours été taboue : dans les années 1960, la France a su créer une concurrence interne entre EDF et le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), sur deux technologies différentes, afin de mettre le système industriel nucléaire sous tension.

---

23. Proposition de loi portant programmation nationale et simplification normative dans le secteur économique de l'énergie, n° 1226, 1<sup>er</sup> avril 2025, disponible sur : [www.assemblee-nationale.fr](http://www.assemblee-nationale.fr).

En résumé, « le rayonnement de la France » dans le domaine nucléaire du XXI<sup>e</sup> siècle passera par sa capacité à forger des alliances, à innover et à réindustrialiser son économie. Reconstruire son tissu industriel et ses compétences, clarifier les rôles de chacun, État compris, pour gagner en responsabilisation de tous les acteurs du système, donc en efficacité, stimuler la concurrence pour dynamiser l'ensemble du secteur, permettre à EDF de se recentrer sur ses priorités stratégiques et développer une vision pragmatique et coopérative, ouverte sur l'Europe et le monde : telles sont les conditions pour que « Nuclear France » puisse redevenir « great again », et fasse la force du nucléaire français de demain.

# Les SMR sont-ils l'avenir du nucléaire en Europe et aux États-Unis ?

## Percées attendues sur les SMR aux États-Unis

Selon la définition historique de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), l'acronyme « SMR » désignait, jusqu'aux années 2010, des « réacteurs de petite et moyenne taille », les premiers étant définis comme ceux dont la puissance électrique est inférieure à 300 mégawatts électriques (MWe), les seconds, comme ceux dont la puissance est inférieure à 700 MWe. Selon cette définition, de nombreux réacteurs de la « première ère nucléaire », qui s'est achevée au début des années 1980, auraient été considérés comme des réacteurs de petite et moyenne taille. La plupart de ces réacteurs étaient simplement des versions réduites de grands réacteurs. Aujourd'hui, certains nouveaux modèles de réacteurs « délibérément petits », donc d'une puissance inférieure à 300 MWe, suscitent un vif intérêt pour leurs avantages particuliers en termes de conception, d'exploitation, de construction et de sûreté. Ce sont ces petits réacteurs modulaires qui sont désormais désignés par l'acronyme SMR. L'AIEA recensait, en 2024, 68 « designs actifs » c'est-à-dire sur lesquels leurs concepteurs travaillent réellement. Ces conceptions mêlent des technologies de troisième génération (existantes à l'échelle industrielle et commerciale dans le secteur des réacteurs de moyenne et grande puissance) et des technologies de quatrième génération<sup>24</sup>, désignées sous l'appellation de « réacteurs modulaires avancés » ou « AMR » (*advanced modular reactors*).

L'émergence même du concept de SMR au sens de « petit réacteur modulaire » a, au fond, une origine politique : il est le fruit de la volonté politique des États-Unis, dans le courant des années 2000, de relancer son industrie et son leadership nucléaire, perdu entre 1980 et 2000. Au tournant du nouveau millénaire, ils tentent alors de relancer les réacteurs de grande puissance, grâce au programme NP2010 lancé en 2002, visant à encourager l'octroi de licences pour ce type de réacteurs. Ce programme échoua, du fait des difficultés, pour les industriels du secteur, de se lancer dans des investissements de plusieurs milliards de dollars, avec un retour

---

24. Pour une définition de la notion de génération en matière de réacteurs, voir : [www.polytechnique-insights.com](http://www.polytechnique-insights.com).

incertain et à très long terme, plus encore dans le contexte de la révolution des gaz de schiste qui commence en 2008. Au tournant des années 2010, l'ancien pays leader de l'énergie nucléaire civile se tourne alors, avec force de subventions publiques, vers les SMR nouveaux modèles, considérés comme une solution pour rétablir le leadership industriel américain dans ce secteur, créer des emplois et atteindre les premiers objectifs en matière d'énergie propre. Combien de modèles, parmi eux, seront-ils construits et comment s'articuleront-ils avec les projets de grands réacteurs ?

En 2008, Bill Gates est le premier à relever le pari des SMR. Il investit depuis sans discontinuer dans le nucléaire de nouvelle génération avec TerraPower<sup>25</sup>. Il a depuis été rejoint par d'autres magnats de la tech puis d'autres, énergéticiens et industriels électro-intensifs, ont commencé à s'intéresser à cette nouvelle manière de faire du nucléaire. Au-delà des pays qui disposent déjà de réacteurs nucléaires, ce sont aujourd'hui plus de 25 pays qui n'ont jusqu'alors jamais développé l'énergie nucléaire qui considèrent l'option des SMR, un chiffre qui augmente chaque année.

L'évaluation objective des perspectives de succès du concept est difficile. Trois faits sont en revanche incontestables :

- « Bien que les SMR promettent des coûts d'investissement initiaux par unité moins élevés, leur compétitivité économique globale reste encore à prouver<sup>26</sup>. » Ce constat de l'AIEA rejoint l'évaluation de l'AIE selon laquelle, pour l'UE, le coût du nucléaire varie entre 75 et 110 dollars/MWh pour les nouveaux réacteurs à grande échelle et 130 dollars/MWh pour les SMR<sup>27</sup>.
- Hormis les quatre SMR de GE dont la construction vient de commencer au Canada, à Darlington, il n'existe aujourd'hui aucune commande ferme de la part d'un investisseur privé ou public pour construire des SMR. De même, en dehors de NuScale dont la NRC a terminé l'examen de sûreté au début de l'année 2025, aucun design de réacteur n'a été certifié par une autorité de sûreté. C'est d'ailleurs la raison pour laquelle le président Trump a décidé de mettre en place une procédure spécifique de certification pour les SMR. En Finlande, une législation en préparation prévoit aussi une procédure spécifique pour les SMR.
- Les calendriers annoncés par certains opérateurs semblent optimistes et peuvent susciter un certain scepticisme. On rappellera qu'en 2013, le Department of Energy (DoE) estimait que le déploiement du NuScale, projet lancé au début des années 2000, commencerait en... 2025.

25. Le projet Natrium de la start-up TerraPower, fondée par Bill Gates, vient de franchir une étape clé, en janvier 2025. Il est désormais autorisé à construire un premier module dans le Wyoming, aux États-Unis, sur le site d'une ancienne centrale à charbon.

26. « Small modular reactors, Advances in SMR Developments 2024 », AIEA, octobre 2024, p. 10.

27. « The Path to a New Era for Nuclear Energy », *op. cit.*, p. 53. Il s'agit du LCOE estimé à l'horizon 2040, sur la base d'un taux d'actualisation de 4 %.

Au vu de ces faits, il peut être tentant de conclure que, derrière les multiples annonces autour des SMR, il y a plus une mode ou un phénomène marketing qu'une véritable option de politique énergétique. Indéniablement, les SMR ont été utilisés à des fins politiques par certains dirigeants afin de réintroduire, dans l'opinion publique, un discours positif en faveur de l'énergie nucléaire après des années de politiques antinucléaires. Ce fut assurément le cas en France ou en Suède.

Aujourd'hui, l'intérêt pour les SMR possède cependant deux immenses vertus, en plus du fait que la technologie existe déjà – les réacteurs des sous-marins nucléaires sont des SMR – et que les contraintes de sûreté sont moindres du fait de la taille et de la moindre quantité de matières nucléaires :

- Il ouvre une industrie et un secteur trop peu innovants, très autocentrés et marqué par une forte culture monopolistique, en France, ou oligopolistique ailleurs, à des acteurs extérieurs, venus notamment du secteur privé. La concurrence est la meilleure garantie de la pérennité de l'énergie nucléaire en ce qu'elle astreint tout le secteur à travailler sur la réduction de ses coûts, nécessaire, ainsi qu'à un travail d'ampleur sur ses techniques constructives, talon d'Achille du nouveau nucléaire. L'arrivée de nouveaux acteurs – politiques, économiques, financiers, académiques – dans le monde nucléaire n'est pas que la garantie d'une plus grande diversité technologique. Elle signifie plus de concurrence pour les acteurs traditionnels qui doivent se remettre totalement en question. Elle signifie plus d'innovation, donc une abondance de projets, donc plus d'options pour le politique qui a pu se sentir piégé par l'asymétrie d'informations et de connaissances face à des monopoles de droit ou de fait jouant de leur expertise technique.
- En outre, mode ou pas, l'entrain pour les SMR draine de nombreux investissements vers des programmes de R&D et d'innovation dans un secteur aujourd'hui sous-financé, en Europe, par rapport aux énergies fossiles et renouvelables. Quand bien même certaines start-ups du nucléaire n'auront créé, *in fine*, de valeur « que » dans la propriété intellectuelle ou par leur capacité à agréger des segments de la chaîne de valeur industrielle, sans mener à bien des projets de construction, cette démarche-là, aussi, est nécessaire et participe de la croissance créée par les politiques d'innovation et du maintien d'une base scientifique et technologique qui place toujours l'Europe dans le trio de tête du nucléaire mondial.

Reste cependant à transformer l'effervescence en stratégie articulée et cohérente pour permettre à l'industrie nucléaire d'accomplir sa mue d'une industrie de projets vers une industrie de projets et de produits afin de réduire les risques pour les investisseurs et la facture pour les consommateurs.

## À quand une véritable stratégie européenne des SMR ?

Qu'ils soient construits en nombre ou non, les SMR auront réussi un immense exploit : réintroduire le nucléaire dans les discussions politiques européennes, notamment à la Commission, sortant ainsi des seuls débats techniques d'Euratom. Cette résurgence du nucléaire dans le dialogue européen n'est pas un hasard mais le fruit d'une mobilisation politique, voire de bronca, d'États membres qui ont *de facto* imposé ce sujet dans l'agenda bruxellois depuis 2023 comme expliqué précédemment. La création, en 2024, de l'alliance industrielle du nucléaire à l'initiative de la Commission mentionnée ci-dessus est une bonne réponse institutionnelle à cette dynamique politique. Cette alliance, complétée par l'alliance économique du nucléaire récemment lancée par le MEDEF, regroupant les organismes représentant les entreprises, offre un espace de dialogue et d'échanges utile, tout en signalant aux concurrents internationaux que l'Europe continue de considérer l'énergie nucléaire comme une composante de son présent et de son avenir énergétique.

Il faut pourtant aller plus loin et plus vite en développant une véritable stratégie européenne des SMR : ouvrir ce nouveau chapitre est urgent et nécessaire. Une approche coordonnée est indispensable face, notamment, à la politique américaine, certes parfois contradictoire et brouillonne comme montrée précédemment, mais soutenue par des investissements considérables et, désormais, un cadre juridique largement dérogoire au droit commun du nucléaire. Une telle stratégie européenne doit viser plusieurs objectifs complémentaires : contribuer à la réindustrialisation du continent, renforcer sa politique énergétique, améliorer son attractivité pour le secteur numérique, stimuler l'innovation ce qui implique d'abord de réduire l'écart de financement avec les États-Unis.

La définition de cette stratégie doit au préalable rappeler deux principes fondamentaux. Tout d'abord, les discussions sur les SMR ne doivent pas servir de manœuvre dilatoire visant à mettre en avant un nucléaire qui n'existe pas encore au détriment du parc existant et des réacteurs de grande puissance. Les trois approches sont complémentaires et non concurrentes : elles participent d'une même dynamique consistant à élargir les options de politique énergétique à l'inverse de la politique européenne de l'énergie des années 2010 qui a consisté à les limiter. En second lieu, la stratégie européenne ne doit exclure aucune typologie de réacteurs<sup>28</sup>. À cet égard, il est urgent de corriger l'étrange anomalie que représente aujourd'hui la non-prise en compte par l'alliance des technologies des réacteurs rapides refroidis au sodium (SFR), solution

28. On se reportera sur le sujet aux pages 12-15 du rapport de l'AIEA, « Small modular reactors, Advances in SMR Developments 2024 », 2024, disponible sur : [www-pub.iaea.org](http://www-pub.iaea.org).

pourtant établie et éprouvée avec plusieurs réacteurs exploités avec succès au sein de l'UE et au Royaume-Uni. Gommer ainsi des dizaines d'années de recherche et d'expérience, sur une technologie où l'Europe n'a rien à envier à ses compétiteurs, est incohérent avec l'approche affichée par une Commission qui ouvre grands les bras y compris à des technologies non européennes. Il reviendra au marché ou, dans certains cas, aux États, de sélectionner les technologies en temps voulu ; en revanche, la Commission européenne n'a nullement vocation à se substituer à l'un ou l'autre.

Ces principes de base étant acquis, la stratégie devra aborder les questions suivantes.

- L'harmonisation des procédures de certification en Europe représente un défi majeur dans la mesure où la réduction des coûts des SMR passe par l'existence d'un marché de taille critique : la taille du marché est, partout, toujours, la meilleure des subventions. Lors du sommet de Davos de janvier 2025, la vice-Première ministre suédoise et ministre de l'énergie, Ebba Busch, a fort justement évoqué ce tabou en se référant à un « monde idéal » où l'Europe considèrerait comme constructible dans toute l'Europe tout réacteur déjà certifié dans un pays de l'Union. À cet égard, les réflexions en cours en Finlande visant à créer une évaluation en amont des technologies, sous forme de « conceptual design assessment » qui rappelle le « ground design assessment » britannique, distincte de l'examen d'autorisation d'un projet en particulier, est une voie extrêmement intéressante. Compte tenu du nouvel ordre international, il est certainement temps de briser le tabou pesant de la bonne échelle de certification en Europe, dès lors qu'elle touche non pas les projets mais les produits technologiques que sont les SMR et leur combustible. Les arguments bien connus sur les différences de culture et de doctrine entre les autorités de sûreté doivent être réexaminés à l'aune du nouveau paradigme de sécurité énergétique qui domine aujourd'hui les déterminants des politiques énergétiques mondiales. L'Europe peut-elle encore se permettre des progrès lents, timides, linéaires quand le changement de l'ordre international s'inscrit, lui, dans la rupture ? C'est, en toile de fond, le sujet de la prime de sécurité déjà évoqué qui revient : combien les Européens sont-ils prêts à payer et quelles réformes sont-ils prêts à accepter dans leurs procédures pour construire enfin une sécurité énergétique de long terme qui leur donne l'autonomie stratégique suffisante pour décider, dans tous les domaines, des options qui leur sont les plus favorables ?
- La question d'une préférence européenne ou non est également posée, notamment par certains acteurs français<sup>29</sup>. La stratégie européenne des SMR devrait-elle soutenir des designs et projets développés en dehors

29. « SMR : EDF, Naarea et ENI poussent pour une nouvelle alliance à Bruxelles », La Lettre, 12 juin 2025, disponible sur : [www.lalettre.fr](http://www.lalettre.fr).

de l'UE, qu'ils soient britannique, américain ou coréen ? D'ores et déjà, l'alliance industrielle ne se limite pas aux designs développés dans l'UE, quatre des neuf designs déjà sélectionnés en octobre 2024 étant britannique ou originaire des États-Unis. Explication : il s'agissait de sélectionner des technologies déployables à l'horizon 2030 (seulement). Cette question ne trouve à l'évidence pas de consensus entre des États désireux de favoriser la concurrence qu'ils estiment nécessaire à la compétitivité des projets et ceux qui, au regard du contexte géopolitique, sont réticents à ouvrir le marché européen à une concurrence extérieure, plus encore dans la mesure où, s'agissant des États-Unis, celle-ci n'aurait plus, comme contrepartie implicite, la sécurisation du continent européen. La première position est majoritaire : le maintien d'une concurrence ouverte hors UE est attendu dans les SMR, qu'elle soit britannique, nord-américaine (États-Unis et Canada) ou coréenne. Aux yeux d'une majorité de membres de l'alliance politique du nucléaire, le contexte géopolitique ouvert par la nouvelle présidence Trump ne remet pas en cause la présence d'acteurs des États-Unis. La récente annonce d'Ontario Power Generation (OPG) sur la construction de quatre modules du réacteur proposé par GE-Hitachi à Darlington conforte cette position.

- Par ailleurs, la stratégie doit comporter un volet financier en dotant l'alliance de moyens financiers propres significatifs. Contrairement à d'autres alliances industrielles européennes qui bénéficient de financements substantiels *via* des PIIEC, celle des SMR restait largement sous-dotée jusqu'à l'annonce du 9 avril 2025 relative au lancement d'un PIIEC nucléaire. À date, le budget alloué se limite essentiellement à des études de faisabilité et à la coordination des acteurs, loin des investissements massifs que nécessiterait le développement d'une filière industrielle compétitive. Au-delà, ce sont l'ensemble des moyens et acteurs financiers de l'UE qu'il faut mobiliser désormais, les années 2025-2030 étant cruciales pour permettre aux technologies européennes de rester dans la course. Remédier au sous-financement massif du nucléaire européen devient critique à l'heure où les startups américaines réalisent des levées de fonds massives, à l'instar de TerraPower, l'entreprise fondée par Bill Gates qui vient de lever 650 millions de dollars, notamment auprès de NVidia et HD Hyundai<sup>30</sup>. Rappelons que la technologie développée par TerraPower est un concurrent direct pour la filière des réacteurs rapides refroidis au sodium, domaine d'excellence de la filière nucléaire française. À cet égard, les dissensions internes au nouveau gouvernement de coalition allemand sur le sujet ne laissent pas d'inquiéter. L'Allemagne, fût-elle de nouveau tentée ou décidée à ne pas permettre qu'un euro d'argent public communautaire soit versé, il reviendra à l'alliance politique de

30. Voir le post de T. Caillon sur LinkedIn, disponible sur : [www.linkedin.com](https://www.linkedin.com).

s'entendre sur un mécanisme dérogatoire au cadre existant pour avancer au rythme voulu.

- Aucune stratégie crédible en matière de SMR/AMR ne peut faire l'impasse sur le développement du cycle du combustible associé à ces réacteurs. Ce sujet est pris à bras-le-corps par la puissance publique américaine. La France, *via* Orano et France 2030, et l'Europe, *via* Euratom et Horizon Europe, posent les bases pour développer la production de HALEU (*High-Assay Low-Enriched Uranium*), avec un accent sur la R&D et la réduction de la dépendance étrangère. En France, Orano explore ainsi activement la production de HALEU. Son concurrent Urenco (basée aux Pays-Bas, avec des partenaires en Allemagne et au Royaume-Uni) fait de même, les deux entreprises ayant d'ailleurs signé des accords pour explorer des synergies. Orano collabore également avec des partenaires internationaux (États-Unis, Japon) pour développer des standards et des capacités de production de HALEU, tout en cherchant à réduire la dépendance aux fournisseurs russes, qui dominent actuellement le marché mondial du HALEU. Cependant, les progrès sont trop lents face aux défis techniques, financiers et géopolitiques. En 2025, des décisions plus concrètes sur les investissements et les partenariats industriels sont nécessaires. Là encore, l'Europe devra accélérer pour rivaliser avec les États-Unis et sécuriser son autonomie énergétique nucléaire. Une alliance étroite avec le Royaume-Uni est certainement indispensable alors qu'en 2024, le Royaume-Uni a annoncé un investissement de 300 millions de livres pour développer une capacité de production de HALEU, avec un objectif de démarrage en 2031. Là aussi, le juge de paix sera financier.
- Enfin, *last but not least*, cette stratégie doit s'inscrire dans le concret. Développer et déployer des SMR en Europe n'a pas pour objet premier de construire telle ou telle technologie mais de permettre aux utilisateurs finaux de bénéficier d'une énergie sûre, fiable, à un coût compétitif et prévisible. Pour être crédible et efficace, la stratégie doit partir des besoins des utilisateurs finaux, qu'il s'agisse des industries énergivores qui ont besoin de chaleur et/ou d'électricité dans leurs processus de fabrication, de l'industrie numérique ou des réseaux de chaleur urbains. À ce titre, la première étape dans l'élaboration d'une telle stratégie passe par l'établissement d'une cartographie, à l'échelle européenne, des zones potentielles de déploiement des SMR, sur la base des besoins précités donc par un dialogue intensif et constant avec les entreprises et les collectivités locales.

# Conclusion

États-Unis, Japon, Pays-Bas, France, Europe centrale : l'énergie nucléaire est de retour dans les options de politique énergétique, y compris dans des pays qui l'ont rejetée depuis des décennies (Italie, Danemark). Elle est même examinée dans des pays dotés de ressources énergétiques abondantes, fossiles ou pas comme la Norvège. Un retour à pas feutrés mais fourmillant qui contraste avant les annonces tonitruantes de la filière sur la « renaissance » du nucléaire de la deuxième moitié des années 2000.

Sur le papier, les conditions sont réunies ; en pratique, reste maintenant à transformer ces politiques énergétiques en politiques industrielles. En d'autres termes, l'industrie et ses donneurs d'ordre doivent trouver les moyens de construire des réacteurs nucléaires de manière standardisée, à des coûts compétitifs et dans les délais impartis. Cette industrie de projets doit aussi devenir, dans une certaine mesure, une industrie de produits. La standardisation est la condition pour que ces projets à forte intensité capitalistique puissent être financés à grande échelle.

L'objectif d'industrialiser l'énergie nucléaire est parfaitement réalisable. La France, grâce à des partenariats efficaces au sein de l'industrie française et avec ses voisins, notamment belges, l'a fait entre 1973 et 1999, construisant un système électrique décarboné et une sécurité énergétique certes partielle, mais supérieure à celle de ses voisins. La Suède est aussi une belle *success-story* du nucléaire.

Il faut aujourd'hui répéter cette histoire à l'échelle européenne en s'appuyant sur une stratégie fondée à la fois sur des partenariats internationaux et une concurrence saine entre des tailles et technologies de réacteurs, deux conditions de nature à réduire les risques industriels et à mettre le nucléaire au service de la compétitivité européenne. L'injection de financements massifs, publics et privés, est cruciale.

Au-delà des discussions actuelles sur les schémas de soutien au nouveau nucléaire, l'accès au financement privé est essentiel : à cet égard, les propositions mises sur la table par Enrico Letta et Mario Draghi dans leurs rapports respectifs sont indissociables du financement de la transition énergétique et du maintien de la base industrielle européenne. Leur mise en œuvre est plus qu'urgente.

Autre manière de dire que le sujet du retour d'une ambition nucléaire civile en Europe relève assurément d'une politique de souveraineté, étant entendu que ce que la souveraineté requiert, ce sont des moyens, aussi bien humains que financiers et d'infrastructure. Ce qu'elle n'exige pas en revanche, c'est de tout faire par soi-même au seul niveau national. Servir la souveraineté, c'est donc aussi concevoir des alliances industrielles stratégiques qui servent nos intérêts d'Européens.



27 rue de la Procession 75740 Paris cedex 15 – France

Ifri.org