

# Introduction

Par Vincent LE BIEZ

Adjoint au Délégué interministériel au nouveau nucléaire

Et Paul de LAPEYRIÈRE

Chargé de mission à la Délégation interministérielle au nouveau nucléaire

Après un hiver pour l'industrie nucléaire, long de presque trois décennies dans les pays occidentaux, l'heure serait-elle venue du « nouveau nucléaire » ? Ce terme recouvre en pratique plusieurs réalités : de nouveaux réacteurs, dits de troisième génération, dont la technologie est déjà maîtrisée et qui répondent à de fortes exigences de sûreté, des réacteurs de technologies nouvelles, dites de quatrième génération visant à utiliser plus efficacement les ressources en matières fissiles et à générer moins de déchets nucléaires, ou encore des réacteurs de petite taille (SMR) dont le modèle économique est basé sur la production de série plutôt que sur l'effet de taille qui avait prévalu jusqu'alors.

Le nouveau nucléaire se distingue du nucléaire existant, c'est-à-dire la base installée (principalement au cours des décennies 1970 à 1990) qui est la deuxième source mondiale d'électricité décarbonée derrière l'hydroélectricité (mais la première en Europe, aux États-Unis ou au Japon) et dont la prolongation de la durée de vie en toute sûreté représente un défi industriel et énergétique majeur. C'est ce qu'on appelle le Grand Carénage pour le parc nucléaire français d'EDF, avec l'ambition d'amener les réacteurs actuels à 60 ans et au-delà. S'il n'en sera pas question dans le présent numéro des *Annales des Mines*, il est important de préciser que les enjeux et la dynamique nouvelle en faveur du nucléaire ne se réduisent pas au nouveau nucléaire.

## Le nouveau nucléaire, pour quoi faire ?

Le nouveau nucléaire s'inscrit dans une politique énergétique qui fait de la décarbonation par l'électrification l'un de ses axes clés. Il s'agit donc à la fois d'accompagner une hausse structurelle de la production d'électricité décarbonée mais aussi de commencer à préparer le renouvellement de la base nucléaire installée.

Pour être menée à bien, la transition énergétique implique donc des quantités considérables d'électricité bas-carbone. Selon toute vraisemblance, cette demande continuera à croître fortement dans les prochaines années, comme le montrent les travaux de prospective réalisés par RTE, afin de faire face à l'aggravation de l'urgence climatique et à l'impératif de renforcer notre sécurité d'approvisionnement dans un contexte géopolitique et géoéconomique des plus instables. Il reste à préciser les besoins auxquels devront répondre les projets de nouveau nucléaire. Dans leurs articles, Pierrick Dartois et Marie Suderie se prêtent à l'exercice ardu et évaluent jusqu'à 850 TWh la consommation électrique de la France en 2050 tandis que Thibaud Normand s'attache à décrire le rôle attendu des énergies électriques (renouvelables et nucléaires) dans la stratégie de décarbonation du transport aérien.

Le nucléaire, comme les renouvelables, étant une source d'énergie très capitalistique, son déploiement suppose de pouvoir mobiliser des quantités considérables de capitaux à des taux compétitifs, sujet qu'aborde Jan Horst Keppler de l'Agence pour l'Énergie Nucléaire (AEN). Cela passe par la question de la bonne allocation des risques entre les industriels et les pouvoirs publics, à travers un cadre de régulation adapté permettant de déclencher les investissements nécessaires.

L'État, de manière plus générale, est attendu pour « mettre en musique » cette transition énergétique ambitieuse. Le discours de Belfort du président de la République en février 2022 a permis de fixer la stratégie générale, qu'il convient désormais de décliner à travers la nouvelle programmation pluriannuelle de l'énergie, texte aux enjeux majeurs sur lequel revient Sophie Murlon, directrice générale de l'Énergie et du Climat.

## Mener à bien le chantier du siècle

La filière nucléaire française a beaucoup souffert de l'absence de programme d'ampleur au cours des dernières décennies, ce qui l'a privée de visibilité industrielle sur le temps long. Les projets qui ont été lancés sur cette période n'ont été que des réacteurs unitaires (Olkiluoto 3, Flamanville 3) ou au mieux des paires (Taishan, Hinkley Point C), qui ont certes permis de reconstituer certaines compétences, mais pas de façon suffisamment industrielle. Si tous les feux semblent désormais au vert pour relancer durablement le nucléaire, des efforts sont encore nécessaires pour retrouver, avec humilité, le chemin de la maîtrise industrielle et de l'excellence technique au sein de la filière nucléaire. Inutile de le nier, les dépassements de coûts et de délais observés sur les chantiers EPR précédents, ont

jeté le doute sur la capacité de la filière industrielle française à rééditer les prouesses des années 1970 et 1980. Ces projets constituent toutefois le socle à partir duquel une nouvelle page du nucléaire doit désormais s'écrire, en capitalisant sur le retour d'expérience.

Ce retour aux meilleurs standards industriels concerne au premier chef EDF, qui est à la fois le maître d'ouvrage, le maître d'œuvre et l'exploitant des nouveaux réacteurs nucléaires et qui a déployé depuis 2020, en réponse au rapport de Jean-Martin Folz sur les difficultés rencontrées sur l'EPR de Flamanville, le plan excell dont nous parlent Alain Tranzer et Anne-François de Saint-Salvy dans leur article. S'agissant du principal industriel de la filière nucléaire, Framatome, en charge de la conception et de la réalisation de la chaudière nucléaire, le renforcement de la qualité industrielle a été érigée comme la priorité de l'entreprise, ainsi que nous le décrit son président Bernard Fontana. Gabriel Oblin nous explique comment le produit EPR2 a été conçu à partir du retour d'expérience des projets EPR précédents, afin d'en améliorer en particulier la constructibilité, dans une logique de construction de série de ce modèle en France pour renouveler progressivement notre parc nucléaire.

Ce programme Nouveau Nucléaire France (NNF), consistant en la construction par EDF de 6 EPR2, réalisés par paire sur les sites de Penly, Gravelines et Bugey, fait l'objet, depuis mars 2023, d'une revue de programme associant des experts indépendants, des experts d'EDF et des membres de la délégation interministérielle au nouveau nucléaire (DINN) afin d'évaluer la maturité technique, industrielle et organisationnelle du programme et de s'assurer qu'il intègre bien le retour d'expérience des précédents projets EPR.

La réussite du programme NNF et des autres projets nucléaires d'EDF, d'Orano, du CEA et de l'Andra passe par une mobilisation collective de toute la filière. Comme nous l'explique le directeur général du Gifen Olivier Bard, cet effort de mobilisation a donné lieu à un travail inédit, le programme Match, qui vise à assurer l'adéquation des capacités de la filière avec ses besoins industriels et humains à un horizon de 10 ans.

Pour remédier à la perte de compétences liée à la fragilisation du tissu industriel au sens large de ces dernières années, Hélène Badia revient pour nous sur les moyens mis en œuvre par la filière, à travers l'Université des Métiers du Nucléaire, pour attirer et préparer les jeunes générations aux métiers du nucléaire, avec un objectif très ambitieux de recruter 100 000 personnes au cours des 10 prochaines années. Corentin Lelièvre poursuit la réflexion en nous partageant la méthode mise en œuvre par l'école Héfaïs pour former les futurs soudeurs.

## Le nouveau nucléaire au service de la réindustrialisation du pays

Même si les premiers réacteurs EPR2 ne sont pas attendus avant l'horizon 2035-2040, c'est bien aujourd'hui que se dessine le succès de ce programme dont Hubert Virlet rappelle qu'il constitue une opportunité considérable au service de la réindustrialisation de la France. Ainsi, les décisions prises aujourd'hui seront structurantes pour la compétitivité de l'économie française et la prospérité des Français dans les décennies à venir. Nicolas de Warren revient en particulier sur le partenariat historique entre production nucléaire et industries électro-intensives qui a structuré le paysage industriel français et sur la nécessité de le faire perdurer, dans un contexte de concurrence mondiale, pour décarboner l'industrie de façon compétitive.

Et au-delà des seuls réacteurs, Claude Imauven nous rappelle que l'effort industriel que suppose le nouveau nucléaire concerne également le cycle du combustible nucléaire, en particulier les investissements futurs destinés à développer les capacités minières, à accroître les capacités d'enrichissement ou à préparer le renouvellement des installations de l'aval du cycle qui permettent de traiter et de recycler le combustible nucléaire usé.

Comme toutes les autres filières industrielles, la capacité d'innovation du secteur nucléaire est essentielle pour accroître la performance et l'attractivité de la filière, tout en préparant les ruptures technologiques nécessaires pour aller vers la neutralité carbone en 2050. Jean-François Debost et Bernard Salha reviennent sur les moyens de renforcer cette dynamique d'innovation au sein de la filière nucléaire française.

France 2030 a donné un véritable élan en faveur des projets nucléaires innovants (SMR/AMR) qui ont vocation à diversifier les applications de l'énergie d'origine nucléaire (production de chaleur ou d'hydrogène décarboné). Dans ce contexte de recherche de rupture technologique, il n'est pas inutile de tirer les leçons issues d'autres secteurs industriels. À partir de l'exemple du New Space, Antoine Chesne explore l'avenir du modèle des SMR.

## Pour une relance durable du nucléaire

Industrie du temps long, le nucléaire a besoin de s'appuyer sur un large soutien dans l'opinion publique, qui s'était fortement érodé suite aux accidents de Tchernobyl (1986) et de Fukushima (2011). Henri Wallard et David Lévy expliquent comment le tournant climatique et la guerre en Ukraine ont conduit à une hausse très nette du soutien au nucléaire en France et en Europe.

À ce titre, le poids croissant de l'Alliance européenne du nucléaire, initiée par la ministre de la Transition énergétique Agnès Pannier-Runacher, vient appuyer, sur le plan politique, cette dynamique favorable pour le nucléaire en Europe et permet, comme l'écrit Pierre Jérémie, des avancées significatives ouvrant des perspectives claires pour la prochaine mandature européenne. Cette impulsion forte de la France, qui entraîne désormais derrière elle une

majorité d'États membres de l'UE, permet de valoriser ses atouts et ses ressources propres et lui confèrent une responsabilité de premier plan.

Sur le plan national, les dispositifs introduits par la récente loi d'accélération du nucléaire<sup>1</sup> permettent, comme le rappellent Anne-Cécile Rigail et Pierre Guillot, divers allègements pour accélérer et sécuriser juridiquement les constructions de futurs réacteurs. Julien Collet le souligne, tous ces nouveaux projets nucléaires, qu'il s'agisse de l'EPR2 ou des nouveaux réacteurs innovants, ne s'accompagnent d'aucune révision à la baisse du niveau d'exigence de sûreté. L'Autorité de Sûreté Nucléaire met en place des modalités d'échange et de travail adaptées avec ces différents projets, qui posent des questions nouvelles ou réinterrogent les doctrines en vigueur en matière de sûreté.

Pierre-Marie Abadie revient quant à lui sur l'action de l'Andra pour assurer la gestion responsable des déchets radioactifs en France, en particulier avec le projet de centre de stockage géologique profond Cigéo pour lequel l'Andra a demandé une autorisation de création début 2023 et qui doit accueillir les déchets de haute et moyenne activité à vie longue, à l'origine de 99 % de la radioactivité totale.

Enfin, pour conclure ce numéro des *Annales des Mines* consacré au nouveau nucléaire, la parole est donnée à deux grands témoins du nucléaire, avec des angles de vue différents. Fort de son rôle de président de la commission particulière du débat public consacré au programme NNF et aux EPR2 de Penly, Michel Badré s'interroge sur la façon de mieux garantir au public son droit à être informé et, en particulier, à obtenir des réponses aux questions légitimes qu'il soulève. De son côté, Yves Bréchet expose les conditions nécessaires pour inscrire la relance du nucléaire en France dans la durée et insiste sur la nécessité de relancer une filière à neutrons rapides pour assurer la soutenabilité de la politique nucléaire sur des échelles de temps longues.

Puissent les réflexions de ce numéro des *Annales des Mines* contribuer à nous faire prendre conscience des principaux enjeux et des multiples défis à relever pour faire du nouveau nucléaire un grand succès pour notre pays et l'une des solutions majeures à la décarbonation de notre économie.

---

<sup>1</sup> Loi n°2023-491 du 22 juin 2023 relative à l'accélération des procédures liées à la construction de nouvelles installations nucléaires à proximité de sites nucléaires existants et au fonctionnement des installations existantes.