

Les enjeux en matière de sûreté d'une relance du nucléaire en France

Par Julien COLLET

Directeur général adjoint de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN)

La relance d'un programme électronucléaire d'ampleur constitue un défi pour la filière nucléaire française, qui doit reconstituer ses capacités, notamment en termes de compétences. L'ASN attire l'attention sur les risques liés au démarrage très rapide du programme EPR2 et adapte son contrôle en conséquence. En parallèle, les projets de petits réacteurs modulaires se multiplient, avec des objectifs ambitieux, y compris en termes de sûreté nucléaire. La plupart de ces projets sont à un stade de développement peu avancé et doivent encore faire leurs preuves. L'ASN a mis en place des modalités d'échange et de travail adaptées avec ces projets, qui posent des questions nouvelles ou réinterrogent les doctrines en vigueur en matière de sûreté.

En 2022, le président de la République a annoncé l'engagement d'un programme de construction de 6 à 14 réacteurs nucléaires afin de garantir l'indépendance énergétique et l'approvisionnement électrique du pays, et d'atteindre les objectifs en matière de neutralité carbone. Après une longue période sans nouveau projet et le faux départ du réacteur EPR de Flamanville, ce programme va conduire à reconstituer une filière industrielle de construction de réacteurs.

En parallèle, de nouveaux acteurs arrivent avec des propositions en rupture autour des petits réacteurs modulaires, qui promettent de l'énergie moins chère, plus sûre et des usages étendus, mais qui doivent encore largement faire leurs preuves.

Ce nouveau contexte va conduire l'ASN, qui est une autorité administrative indépendante chargée du contrôle de la sûreté nucléaire, à instruire de nombreux dossiers liés à ces projets et à adapter son contrôle aux évolutions en cours.

Le programme EPR2

Lorsque la construction du réacteur EPR de Flamanville a été engagée en 2007, il s'agissait du premier projet nucléaire d'importance depuis de nombreuses années. D'importantes difficultés ont été rencontrées, qui ont été largement décrites (Cour des comptes, 2020) : une conception complexe visant à répondre aux exigences des électriciens français et allemands, des estimations initiales irréalistes, une gouvernance de projet inadaptée, la perte de compétences et de culture qualité du tissu industriel.

Qualifié d'échec (Folz, 2019), avec une mise en service prévue en 2024, ce projet a cependant constitué un

électrochoc pour la filière, qui a pris conscience qu'elle ne pouvait plus s'appuyer sur ses succès passés et qu'elle devait engager d'importantes transformations avant de pouvoir se lancer dans un nouveau programme nucléaire. Par de nombreux aspects, le programme EPR2 s'inscrit ainsi en réaction à l'EPR de Flamanville.

La conception de l'EPR2 dérive de celle de l'EPR en y apportant des simplifications pour en faciliter la construction et l'exploitation. Elle résulte d'un équilibre entre amélioration et limitation des risques liés au changement. Au plan de la sûreté, il s'agit d'un réacteur à l'état de l'art de la troisième génération, qui prend en compte le retour d'expérience de l'EPR pour apporter diverses améliorations en termes d'architecture des systèmes de sûreté. Une différence majeure est que sa conception est bien plus avancée que celle de l'EPR au même stade industriel, ce qui devrait fortement limiter les évolutions au cours de la construction.

Ces réacteurs ont vocation à être encore en service à la fin du XXI^e siècle, date à laquelle les effets du réchauffement climatique devraient être bien plus marqués qu'aujourd'hui. Les travaux du GIEC permettent d'éclairer les enjeux climatiques à cet horizon, mais il n'en demeure pas moins d'importantes incertitudes, notamment sur les températures à prendre en compte, avec parfois des effets en seuil sur le dimensionnement des équipements. Face à cette situation l'ASN considère qu'au-delà d'objectifs ambitieux en matière de résilience climatique, il convient de prévoir un certain niveau d'adaptabilité des installations, afin de pouvoir, le cas échéant, redimensionner certains équipements critiques.

La maîtrise de la qualité de la construction et des fabrications reste le principal défi auquel EDF doit faire face.

Le programme EPR2 démarre en effet sur un rythme d'une paire de réacteurs tous les trois ans, que la filière considérait il y a peu être au-delà de ses capacités, estimant qu'un délai de quatre à cinq ans entre les trois premières paires de réacteurs était difficilement compressible (RTE, 2022). Cela va nécessiter une montée en charge rapide des fournisseurs, avec un retour d'expérience limité des premières fabrications sur les suivantes.

Cette situation fait peser une importante pression sur les acteurs industriels, avec le risque que, confrontés à des objectifs irréalistes, le respect des échéances prenne le pas sur la qualité, avec un report à plus tard des difficultés, qui finissent par s'accumuler au détriment tant de la sûreté que du calendrier général du projet. Même si les principaux acteurs indiquent en avoir conscience, il n'empêche que reconnaître une telle situation et éviter la fuite en avant restera une décision difficile, comme on l'a vu sur l'EPR de Flamanville. La révision de la gouvernance, tant au sein d'EDF qu'au niveau de l'État avec la création de la Délégation de programme interministérielle au nouveau nucléaire (DINN), vise à détecter au plus tôt les dérives.

L'ASN constate que la filière se prépare depuis plusieurs années à l'arrivée de ce nouveau programme électronucléaire. Elle s'est structurée en 2018 en créant une fédération professionnelle, le Gifen¹. Au printemps 2020, EDF et le Gifen ont lancé le plan Excell, avec des objectifs ambitieux en termes de gouvernance, de compétences et de qualité. Le sujet des compétences, que l'ASN considère comme primordial, fait l'objet de multiples actions, en lien avec l'État et les collectivités : cartographie des besoins et des offres de formation à 10 ans, ouverture d'une école de formation sur le soudage dans le Cotentin, création de l'Université des Métiers du Nucléaire, etc.

Pour autant, l'étude remise par le Gifen au Gouvernement met en évidence des besoins considérables en matière de recrutements, d'environ 65 000 personnes dans les 10 prochaines années. Selon EDF, un salarié sur deux qui travaillera dans le nucléaire en 2030 n'est pas encore dans la filière. L'ASN note par ailleurs que l'expérience, tant des personnes que des organisations, s'acquiert avant tout par l'exercice du métier, ce qui fait là encore peser un risque particulier sur le démarrage du programme.

Dans ce contexte l'ASN a adapté son contrôle. Elle a tout d'abord renforcé son contrôle du pilotage des projets complexes par les exploitants, en développant des compétences internes sur le sujet. Initialement mis en œuvre sur les projets de démantèlement, il s'élargit progressivement aux projets de nouvelles constructions.

Le contrôle des fournisseurs est un sujet encore récent pour l'ASN, à l'exception du cas particulier des équipements de la chaudière nucléaire, dont elle assure le contrôle des fabricants depuis le début du programme électronucléaire français. Ce n'est en effet qu'en 2016 que la loi a étendu sa compétence aux activités

réalisées hors des installations nucléaires, en particulier dans les usines des fournisseurs et sous-traitants. Elle développe progressivement son action dans ce domaine, avec 45 inspections en 2022.

L'ASN constate que si les fournisseurs de rang 1 sont bien associés aux démarches engagées, un travail important reste à mener sur leurs sous-traitants. Les inspections de l'ASN mettent ainsi régulièrement en évidence des situations dans lesquelles ces derniers méconnaissent les exigences applicables, voire ignorent que leur produit est destiné à un usage nucléaire. L'ASN va prochainement diffuser un document pédagogique à destination de ces acteurs, afin qu'ils appréhendent mieux les exigences réglementaires applicables à leurs activités. Par ailleurs elle a partagé les constats de ses inspections avec les principaux donneurs d'ordre, auxquels elle a demandé d'améliorer leur maîtrise des chaînes d'approvisionnement et de fabrication des matériels destinés aux nouvelles installations.

Le contrôle de l'ASN est entré dans une nouvelle phase avec le dépôt à l'été 2023 par EDF de sa demande d'autorisation de création de deux réacteurs à Penly. L'ASN assure l'instruction technique de ce dossier pour le compte du Gouvernement, en vue d'une autorisation de création vers la fin de l'année 2026.

Les petits réacteurs modulaires

Dans un contexte de demande croissante pour des sources d'énergie décarbonée, les difficultés rencontrées sur les projets récents de réacteurs de forte puissance ont suscité un intérêt croissant pour les petits réacteurs modulaires (en anglais Small Modular Reactors, SMR). Alors que la puissance des réacteurs a jusqu'à présent progressivement augmenté afin de réaliser des gains d'échelle, les promoteurs de ces réacteurs font le pari qu'une réduction importante de la puissance permettra de drastiquement réduire leur complexité et de renforcer l'effet de série grâce à une fabrication en usine. Des barrières à l'entrée plus faibles ont permis l'arrivée de nouveaux acteurs dans le domaine, de type *start-up*.

Le terme SMR recouvre des technologies, des usages et des niveaux de puissance très différents : du réacteur transportable pour les théâtres d'opération militaire à la centrale nucléaire de taille moyenne, en passant par de la production de chaleur ou la propulsion navale. En France, la plupart des projets se destinent à la production d'électricité ou de chaleur, pour une puissance allant d'une dizaine à quelques centaines de mégawatts.

Les caractéristiques des SMR, en particulier leur faible puissance et leur compacité, constituent des facteurs favorables pour la sûreté. L'ASN considère que ces caractéristiques doivent être mises à profit par les concepteurs pour proposer des réacteurs visant des objectifs de sûreté plus ambitieux que les réacteurs de forte puissance actuels.

L'ASN a des échanges réguliers avec plusieurs entreprises françaises développant des SMR, afin de prendre connaissance des caractéristiques techniques de ces

¹ Groupement des industriels français du nucléaire.

projets, de présenter le cadre réglementaire applicable et de préciser les éléments techniques nécessaires pour engager des discussions plus approfondies.

La réglementation applicable aux réacteurs nucléaires est indépendante de la technologie. À quelques exceptions près elle n'impose pas d'obligation de moyens, et en cas de besoin des dérogations peuvent être accordées dès lors que cela est justifié en termes de sûreté. Le cadre en vigueur permet ainsi d'accommoder des concepts innovants sans qu'il soit pour cela nécessaire de le réviser, comme cela a dû être le cas aux États-Unis.

L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire avait examiné en 2015 le niveau de maturité des différentes filières de réacteur (IRSN, 2015), et conclu que seules les filières SFR² et VHTR³ disposaient alors d'un retour d'expérience exploitable, en identifiant pour chaque filière les développements scientifiques et techniques nécessaires. L'ASN attire ainsi très tôt l'attention de porteurs de projet sur l'identification des connaissances nécessaires pour établir la démonstration de sûreté, qui peuvent être longues à acquérir. Certains projets prévoient la construction préalable de réacteurs expérimentaux pour valider les technologies et qualifier les codes de calcul.

À chaque filière correspond également un cycle du combustible, qui doit être pris en compte pour évaluer la pertinence et la viabilité de l'ensemble : disponibilité de la matière première, fabrication du combustible, déchets produits, filière de traitement des déchets, etc. De nouvelles installations de fabrication ou de traitement du combustible devront être construites en appui aux nouvelles filières.

Au-delà des aspects techniques, les SMR posent des questions nouvelles ou réinterrogent certaines pratiques.

Un premier sujet concerne les objectifs de sûreté de ces installations, qui doivent prendre en compte le fait qu'elles pourraient être nombreuses sur le territoire et dans certains cas installées à proximité immédiate d'installations industrielles ou proches de zones habitées. L'ASN a mis en place un groupe de travail pluraliste pour mener une réflexion sur des objectifs de sûreté minimum qui pourraient alors être fixés.

Par ailleurs, la question des capacités industrielles et financières, sur laquelle l'ASN doit se prononcer à la création d'une nouvelle installation, se pose en des termes différents selon qu'il s'agisse de *start-up* ou de grands opérateurs publics. Il s'agit de permettre à ce type d'opérateurs d'exploiter des installations nucléaires tout en évitant que la collectivité ne porte une part excessive du risque de défaillance économique.

Enfin, la variété des projets prévus va conduire à examiner d'autres sujets en fonction des schémas industriels envisagés par les industriels :

- les projets d'installations ayant une durée de vie réduite pourraient avoir à définir les modalités de leur démantèlement dès la phase d'autorisation ;
- les plus petites installations pourraient être mobiles, cas qui n'est pas vraiment pris en compte par le régime actuel ;
- etc.

L'ASN a défini un cadre de travail adapté pour ces nouveaux projets, qui évolue en fonction de leur degré d'avancement. En particulier les échanges dans les premières phases sont plus itératifs afin de faire un retour rapide sur les questions ou difficultés que posent les choix de conception envisagés. Quelques projets devraient quant à eux entrer dans une nouvelle phase en 2024, avec l'instruction des premiers dossiers prévus par la réglementation (avis de l'ASN sur les options de sûreté ou demande d'autorisation de création).

Bibliographie

COUR DES COMPTES (2020), « La filière EPR », rapport de la Cour des comptes.

FOLZ J.-M. (2019), « La construction de l'EPR de Flamanville », rapport au ministre de l'Économie et des Finances, Bruno Le Maire, et au président directeur général d'EDF, Jean-Bernard Lévy.

IRSN (2015), « Examen des systèmes nucléaires de 4^{ème} génération », rapport de l'IRSN.

RTE (2022), « Futurs énergétiques 2050 », rapport d'étude de RTE.

² Sodium Fast Reactor : réacteur rapide à sodium. La France a notamment l'expérience des réacteurs Phénix et Superphénix.

³ Very High Temperature Reactor : réacteur à très haute température, qui est refroidi au gaz et utilise un modérateur en graphite.