



AVIS n° 2026-AV-xxx de l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection du XX mois 20XX sur les perspectives de poursuite du fonctionnement des réacteurs électronucléaires d'EDF au-delà de leurs 60 ans

L'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection,

Vu le code de l'environnement, notamment ses articles L. 592-1, L. 592-24-4 et L. 592-27 ;

Vu la 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, notamment son article 28 ;

Vu la décision n° 2021-DC-0706 de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) du 23 février 2021 modifiée fixant à la société Électricité de France (EDF) les prescriptions applicables aux réacteurs des centrales nucléaires du Blayais (INB n° 86 et n° 110), du Bugey (INB n° 78 et n° 89), de Chinon (INB n° 107 et n° 132), de Cruas (INB n° 111 et n° 112), de Dampierre-en-Burly (INB n° 84 et n° 85), de Gravelines (INB n° 96, n° 97 et n° 122), de Saint-Laurent-des-Eaux (INB n° 100) et du Tricastin (INB n° 87 et n° 88) au vu des conclusions de la phase générique de leur quatrième réexamen périodique ;

Vu la décision n° 2025-DC-016 de l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR) du 1^{er} juillet 2025 fixant à la société Électricité de France (EDF) les prescriptions applicables aux réacteurs des centrales nucléaires de Belleville-sur-Loire (INB n°s 127 et 128), Cattenom (INB n°s 124, 125, 126 et 137), Flamanville (INB n°s 108 et 109), Golfech (INB n° 135 et 142), Nogent-sur-Seine (INB n°s 129 et 130), Paluel (INB n°s 103, 104, 114 et 115), Penly (INB n°s 136 et 140) et Saint-Alban/Saint-Maurice (INB n°s 119 et 120) au vu des conclusions de la phase générique de leur quatrième réexamen périodique ;

Vu l'avis n° 2013-AV-0180 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 16 mai 2013 portant contribution de l'ASN au débat national sur la transition énergétique ;

Vu l'avis n° 2023-AV-0420 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 13 juin 2023 sur les perspectives de poursuite du fonctionnement des réacteurs électronucléaires d'EDF jusqu'à leurs 60 ans ;

Vu la feuille de route stratégique d'EDF portant sur la poursuite de fonctionnement des réacteurs existants du parc nucléaire français au-delà d'une durée de 60 ans, transmise par courrier du 22 septembre 2023 et mise à jour par courrier du 24 juillet 2024 ;

Vu l'avis d'expertise n° 2026-00063 de l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection du 11 juin 2026 relatif aux perspectives de poursuite du fonctionnement des réacteurs d'EDF au-delà de 60 ans ;

Vu l'avis n° CODEP-DFP-2026-040302 des groupes permanents d'experts pour les réacteurs nucléaires et pour les équipements sous pression nucléaires du 3 juillet 2026 relatif à la poursuite du fonctionnement des réacteurs nucléaires d'EDF au-delà de 60 ans ;

Vu le rapport d'instruction n° CODEP-DCN-2026-xxx de l'ASNR du xxx ;

Vu les résultats de la consultation du public menée du xxx au xxx ;

Considérant ce qui suit :

1. L'ASNR a pour mission de contribuer à l'information du public et d'éclairer le débat sur la politique énergétique pour les questions en lien avec la sûreté nucléaire et la radioprotection.
2. La création d'une installation nucléaire est autorisée par le Gouvernement, après avis de l'ASNR, sans limitation de durée. Elle impose toutefois qu'un réexamen approfondi de l'installation, appelé « réexamen périodique », soit réalisé tous les dix ans pour évaluer les conditions de la poursuite de fonctionnement de l'installation pour les dix ans qui suivent.
3. L'ASNR a pris position, par décisions des 23 février 2021 et 1^{er} juillet 2025 susvisées, sur les conditions applicables à l'ensemble des réacteurs de 900 MWe et de 1300 MWe pour leur poursuite de fonctionnement au-delà de leur quatrième réexamen périodique, c'est-à-dire jusqu'à leurs 50 ans¹.
4. L'horizon décennal des réexamens périodiques s'avère toutefois trop court pour que les enjeux en matière de sûreté nucléaire et de protection de l'environnement puissent être suffisamment anticipés et intégrés dans la politique énergétique.
5. Dans le cadre de sa politique de dialogue avec la société, l'ASNR a réuni, au cours de deux journées, environ 120 personnes sur les enjeux de la poursuite de fonctionnement des réacteurs électronucléaires d'EDF. Les discussions ont mis en évidence l'importance pour les différents acteurs de la maîtrise du vieillissement des installations, du maintien des marges de sûreté, de la prise en compte de l'impact du changement climatique et de l'accroissement de la modulation de puissance des réacteurs ainsi que du maintien des compétences des différents acteurs industriels. La synthèse de cette démarche figure dans le rapport d'instruction susvisé,

Rend l'avis suivant :

L'ASNR considère qu'il est important de disposer dès les prochaines années des éléments permettant de justifier, du point de vue de la sûreté nucléaire et de la protection de l'environnement, les hypothèses structurantes qui déterminent le volet nucléaire de la politique énergétique. Ainsi, l'ASN a demandé en 2022 que l'hypothèse d'une poursuite du fonctionnement des réacteurs actuels jusqu'à leurs 60 ans et au-delà soit étudiée et justifiée par EDF, pour en permettre une instruction anticipée approfondie. L'objectif était d'identifier les éventuels obstacles à une poursuite de fonctionnement et les sujets techniques majeurs qu'EDF devra traiter prioritairement.

Dans un premier temps, l'ASN a remis au Gouvernement l'avis du 13 juin 2023 susvisé sur les perspectives de poursuite du fonctionnement des réacteurs électronucléaires d'EDF jusqu'à leurs 60 ans. Dans cet avis, l'ASN indiquait qu'elle prendrait position sur l'hypothèse d'une poursuite du fonctionnement des réacteurs actuels au-delà de leurs 60 ans fin 2026.

Parallèlement, par l'article 28 de la loi du 22 juin 2023, le Parlement a prévu la remise par le Gouvernement d'un « rapport relatif à la faisabilité, aux coûts, aux bénéfices et aux conditions de la poursuite du fonctionnement jusqu'à soixante ans et au-delà des réacteurs électronucléaires en fonctionnement en France au 1^{er} janvier 2023, dans le respect des dispositions relatives à la protection des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement ».

¹ L'expression « 50 ans » correspond à l'échéance du cinquième réexamen périodique, qui intervient après environ 50 ans de fonctionnement, à une date qui dépend de l'historique de démarrage et de fonctionnement de chaque réacteur. De même, l'expression « 60 ans » correspond à l'échéance du sixième réexamen périodique.

Le présent avis porte sur les perspectives de poursuite du fonctionnement des réacteurs électronucléaires d'EDF au-delà de leurs 60 ans, complétant ainsi l'avis du 13 juin 2023 susvisé. Il est établi sur la base de l'état actuel des connaissances et au regard de la feuille de route stratégique d'EDF susvisée et des objectifs de sûreté en vigueur.

*

L'ASNR a focalisé son analyse sur les sujets pouvant limiter ou faire obstacle à la poursuite de fonctionnement des réacteurs électronucléaires d'EDF. Elle a ainsi principalement examiné la maîtrise du vieillissement des composants non ou difficilement remplaçables, les conséquences de l'accroissement de la modulation de puissance des réacteurs et les effets du changement climatique. L'analyse a porté principalement sur la période allant de 60 à 80 ans de fonctionnement.

L'analyse de l'ASNR n'a pas porté sur les enseignements du séisme intervenu le 11 novembre 2019 sur la commune du Teil, à 15 km de la centrale nucléaire de Cruas. Comme l'ASN l'a indiqué dans son avis du 13 juin 2023 susvisé, EDF a engagé des investigations sur le terrain afin de mieux caractériser la géologie autour du site de Cruas. Les analyses d'EDF sont encore en cours. Compte tenu des enjeux associés pour la poursuite de fonctionnement des réacteurs de ce site, ce sujet fera l'objet d'une instruction spécifique de l'ASNR.

*

Le vieillissement des composants et ouvrages non ou difficilement remplaçables

Les composants ou les ouvrages non ou difficilement remplaçables portent un enjeu majeur vis-à-vis de la maîtrise du vieillissement des réacteurs et de leur durée de fonctionnement. C'est en particulier le cas de la cuve du réacteur, de certains coudes moulés du circuit primaire, du puits de cuve et de l'enceinte de confinement. L'ASNR a également examiné d'autres composants, comme les internes de cuve, les câbles électriques et certaines tuyauteries particulières.

La cuve du réacteur

La cuve du réacteur, qui contient le combustible nucléaire, est un équipement dont la rupture aurait des conséquences inacceptables. La démonstration de l'aptitude à l'exploitation d'une cuve doit donc s'appuyer sur des hypothèses prudentes et éprouvées, qui tiennent compte des différents paramètres qui influencent sa résistance à la rupture, notamment la présence avérée ou hypothétique de défauts et la fragilisation du métal au cours du temps par l'irradiation.

À cet égard, certaines cuves des réacteurs d'EDF sont plus sensibles aux effets du vieillissement. Les prévisions d'EDF montrent que la démarche actuelle de démonstration ne permet pas de justifier la poursuite de l'exploitation jusqu'à 80 ans d'environ une dizaine de cuves.

EDF envisage en conséquence de mobiliser trois leviers de nature à accroître ou à justifier de marges supplémentaires importantes par rapport aux démonstrations actuelles. Ces marges seraient suffisantes pour justifier la poursuite du fonctionnement de l'ensemble des réacteurs du parc électronucléaire jusqu'à 80 ans au vu des éléments transmis à l'ASNR, en tenant compte de la fragilisation de l'acier par l'irradiation.

L'ASNR considère que les trois leviers proposés par EDF sont recevables, à savoir :

- le chauffage de l'eau de l'injection de sécurité en vue de diminuer l'amplitude des chocs thermiques froids susceptibles de se produire en situation accidentelle. Ce chauffage apparaît comme une disposition apportant des marges de sûreté en réduisant les sollicitations thermomécaniques de l'acier.

Il peut être mise en œuvre sur l'ensemble des réacteurs, à l'exception de huit d'entre eux² pour lesquels EDF prévoit d'étudier la faisabilité des modifications matérielles nécessaires ;

- deux leviers méthodologiques visant à évaluer plus précisément les caractéristiques de l'acier et les phénomènes mécaniques en jeu. Ils s'appuient sur l'évolution des connaissances disponibles pour estimer plus précisément les marges pour une cuve donnée. Toutefois, l'ASNR note que leur robustesse doit encore être étayée avant de pouvoir considérer leur utilisation comme acceptable dans le cadre d'une démonstration de sûreté. Les compléments attendus devront en particulier démontrer que les prédictions des modèles théoriques employés sont confirmées par des résultats d'essais suffisamment représentatifs.

Les coudes moulés de type « E » du circuit primaire

Les coudes moulés de type « E » sont des tronçons courbés de tuyauterie difficilement remplaçables du circuit primaire connectés aux cuves des réacteurs.

La plupart des coudes E sont soumis à un phénomène de vieillissement thermique qui diminue leur résistance mécanique et ils sont susceptibles de présenter des défauts inhérents au procédé de fabrication par moulage. Ceci a amené EDF à mettre en œuvre une démarche de justification spécifique, qui s'appuie sur des calculs de mécanique de la rupture et des hypothèses conservatives.

L'hypothèse d'une poursuite de fonctionnement des réacteurs au-delà de leurs 60 ans conduit à devoir étendre cette démarche de justification pour quelques coudes E.

Deux évolutions méthodologiques sont envisagées par EDF pour évaluer plus finement le comportement mécanique en situation accidentelle d'un coude moulé soumis à de tels phénomènes de vieillissement, dans la perspective d'une poursuite d'exploitation des coudes E concernés. Ces évolutions sont de nature à mettre en évidence des marges notables dans les calculs de résistance à la rupture, en caractérisant plus précisément le risque d'amorçage d'un défaut de fabrication et le risque de propagation instable associé.

L'ASNR considère que ces méthodes sont recevables dans leur principe, mais qu'elles nécessitent des compléments de justification avant de pouvoir considérer leur utilisation comme acceptable dans le cadre d'une démonstration de sûreté. De même que pour les leviers proposés par EDF pour les cuves des réacteurs, ces compléments devront assurer que les modèles proposés par EDF sont cohérents avec des résultats d'essais suffisamment représentatifs du comportement des matériaux de ces coudes E.

En complément, EDF travaille au développement d'un procédé de contrôle non destructif. L'ASNR souligne l'importance de ce développement afin de pouvoir confirmer l'absence de défaut préjudiciable au niveau de la surface interne de ces coudes. EDF développe également des solutions de réparation localisée ou de remplacement, qui présentent des difficultés significatives. Au regard des difficultés d'accès et des enjeux de radioprotection associés, l'opération de remplacement d'un coude E ne pourrait être envisagée que comme ultime alternative.

Le puits de cuve

Le puits de cuve est un ouvrage en béton armé qui ne peut pas être remplacé. Il permet notamment de supporter la cuve du réacteur. Il doit ainsi résister aux effets de l'irradiation et supporter un poids conséquent. La démarche d'EDF de vérification de la tenue structurelle des puits de cuve est satisfaisante et cohérente avec les pratiques internationales. Néanmoins, les études réalisées par EDF pour les réacteurs de 900 MWe doivent encore être complétées pour les appuis de cuve et étendues à l'ensemble des réacteurs³.

² Il s'agit des réacteurs de 1300 MWe de type P4, situés sur les centrales nucléaires de Flamanville, Paluel et Saint-Alban.

³ Les études réalisées à ce stade ont porté sur les 28 réacteurs de type CPY.

L'enceinte de confinement

L'enceinte de confinement est un dôme en béton constituant l'enveloppe extérieure du bâtiment du réacteur. Elle constitue l'ultime barrière physique séparant les substances radioactives et le milieu extérieur, en particulier en cas d'accident. Les enceintes de confinement sont concernées par plusieurs mécanismes de vieillissement qui peuvent fragiliser leur tenue structurelle ou leur étanchéité. Par ailleurs, des pathologies peuvent affecter les propriétés du béton.

L'enjeu principal, pour la poursuite de fonctionnement, porte sur le maintien de l'étanchéité. L'étanchéité des enceintes des réacteurs de 900 MWe, à simple paroi, repose principalement sur un liner métallique. EDF doit poursuivre ses travaux concernant les moyens de localisation et de réparation d'éventuels défauts affectant des zones difficilement accessibles, comme cela a été le cas par le passé sur un de ses réacteurs. Pour les autres réacteurs, l'étanchéité des enceintes, qui sont à double paroi, repose principalement sur le béton précontraint constituant la paroi interne. L'étanchéité de ces enceintes est plus sensible aux phénomènes de vieillissement et nécessite une attention particulière. EDF dispose d'une solution de réparation qui consiste à appliquer des revêtements en matériau composite sur la paroi interne. Les peaux composites ont jusqu'à présent présenté une bonne efficacité, mais le retour d'expérience reste limité en matière de comportement dans la durée. En particulier, dans l'hypothèse où le vieillissement du matériau composite viendrait altérer les performances de ces revêtements, des travaux de remplacement de grande ampleur pourraient être nécessaires.

*

Les conséquences de l'accroissement de la modulation de puissance des réacteurs

La modulation de puissance consiste en l'ajustement de la puissance des réacteurs pour contribuer à l'équilibre entre l'offre et la demande d'électricité et ainsi à la stabilité du réseau électrique. Compte tenu de la proportion du nucléaire dans le mix électrique français, les réacteurs d'EDF ont été conçus pour pouvoir moduler leur puissance.

Les évolutions du système électrique conduisent à un accroissement des besoins de modulation de puissance, qui constitue un enjeu important pour les centrales nucléaires. Cet accroissement est susceptible d'avoir une incidence sur le vieillissement des installations. Les premières analyses d'EDF concluent à l'absence d'incidence majeure sur les composants non ou difficilement remplaçables et sur les équipements dont le remplacement nécessite une anticipation importante. Il est important qu'EDF poursuive ses analyses afin de confirmer cette conclusion.

Au-delà des enjeux liés à la durée de fonctionnement, l'accroissement de la modulation de puissance pourrait nécessiter des adaptations de la surveillance des matériels, une augmentation des activités de maintenance pour les équipements sensibles, voire leur remplacement. L'accroissement de la modulation de puissance peut également déstabiliser les organisations et la sérénité en salle de commande. Il est important qu'EDF analyse ces effets, en particulier les situations rencontrées lors des périodes récentes au cours desquelles le réseau électrique a été particulièrement sollicité, pour dégager des adaptations permettant d'en limiter les effets négatifs.

*

L'impact du changement climatique

Le changement climatique a des effets généralement défavorables sur le milieu environnant les centrales nucléaires. Il est ainsi susceptible de renforcer les conditions extrêmes que peuvent rencontrer ces installations. C'est en particulier le cas des températures maximales de l'air extérieur et de l'eau prélevée dans les cours d'eau, des conditions d'étiage de ces cours d'eau, du niveau marin et de l'intensité des fortes pluies.

La démarche mise en place par EDF apporte un éclairage sur les effets du changement climatique sur les centrales nucléaires à l'horizon de 2070, sur la base des projections climatiques et hydroclimatiques probables et de premières solutions d'adaptation envisagées. Celle-ci n'a pas mis en évidence d'obstacle à une poursuite de fonctionnement des réacteurs au-delà de leurs 60 ans. Elle comporte toutefois des limites, tant vis-à-vis de la sévérité des projections climatiques et hydroclimatiques prises en compte que du fait de l'absence, à ce stade d'analyse, de la faisabilité technique, de la durée de déploiement nécessaire ainsi que de la performance des solutions d'adaptation identifiées. Par ailleurs, les effets du changement climatique demeurent encore difficiles à appréhender dans toute leur complexité, notamment dans leurs dimensions systémiques.

Ainsi, l'ASNR estime que, face à un phénomène évolutif sur lequel les incertitudes sont importantes et les connaissances scientifiques progressent rapidement, il est important qu'EDF poursuive ses démarches prospectives. En particulier, l'ASNR attend qu'EDF mette à jour ses analyses dans le cadre de la phase générique des sixièmes réexamens périodiques, en prenant en compte les connaissances qui seront alors disponibles, en particulier les travaux du septième cycle d'évaluation du GIEC. Ces analyses devront permettre de confirmer le caractère suffisant et, si des solutions complémentaires s'avèrent nécessaires, la faisabilité technique des solutions techniques d'adaptation ou d'anticipation envisagées par EDF sur chacun des sites concernés.

Par ailleurs, une partie de l'adaptation repose aujourd'hui sur la baisse de la puissance des réacteurs, voire leur arrêt, en cas de température particulièrement élevée de l'eau ou d'étiage sévère, afin de limiter l'impact sur l'environnement. L'expérience des années passées montre que le réseau électrique n'est pas toujours en mesure de compenser l'arrêt de certains réacteurs, ce qui conduit EDF à solliciter des modifications temporaires des limites ou des conditions de rejets.

L'ASNR considère que la modification de l'encadrement réglementaire ne peut constituer une réponse à elle seule. Elle rappelle que toute modification des limites de prélèvements d'eau en surface ou en nappe et des rejets des centrales nucléaires dans l'environnement doit être justifiée par une analyse des impacts sur le milieu naturel, fondée sur les connaissances scientifiques. Aussi, EDF doit dès à présent analyser le besoin de mettre en œuvre des dispositions d'adaptation dans les prochaines années afin d'éviter d'intensifier le recours à des dispositifs dérogatoires. EDF doit en particulier poursuivre le développement d'une approche territorialisée au regard notamment des effets cumulés potentiels liés à la présence de plusieurs sites nucléaires sur un même bassin versant, ainsi que des conditions associées aux multiples usages de la ressource en eau.

*

Au terme de son analyse, l'ASNR n'a pas identifié, en l'état des connaissances, d'obstacle à la poursuite de fonctionnement des réacteurs électronucléaires au-delà de leurs 60 ans pour lesquels EDF ne disposerait pas de levier d'action. Toutefois, plusieurs sujets techniques nécessitent encore des travaux conséquents de la part d'EDF, afin de confirmer l'efficacité des leviers correspondants et de constituer une démonstration de sûreté qui pourra être valorisée lors des futurs réexamens périodiques de ses réacteurs. Les principaux travaux à mener sont précisés dans le rapport d'instruction susvisé.

Au-delà des études réalisées, l'ASNR rappelle que la découverte de nouveaux phénomènes limitants vis-à-vis de la poursuite de fonctionnement reste possible et que la poursuite de fonctionnement de chaque réacteur reste conditionnée aux résultats des contrôles qui sont réalisés régulièrement, en particulier lors des réexamens périodiques. EDF devra porter une attention particulière à l'identification suffisamment précoce d'éventuels effets, potentiellement génériques du vieillissement des structures, systèmes ou composants difficilement contrôlables ou nécessitant des investigations complémentaires.

L'ASNR rappelle également l'importance du maintien des compétences, au sein d'EDF et de l'ensemble de ses prestataires et fournisseurs, afin de pouvoir assurer l'exploitation des réacteurs et réaliser les travaux qui seront nécessaires lors des prochains réexamens périodiques. EDF doit également maintenir ses efforts sur ses programmes de maîtrise de l'obsolescence des différents matériels de ses réacteurs.

*

Le parc électronucléaire français est largement standardisé. Cette situation permet à chaque centrale nucléaire de tirer parti du retour d'expérience acquis au niveau national, au bénéfice de la sûreté nucléaire. Toutefois, l'ASNR rappelle, comme elle l'a déjà fait dans ses avis des 16 mai 2013 et 13 juin 2023 susvisés, que cette standardisation présente également le risque qu'un défaut générique grave conduise à la suspension simultanée du fonctionnement de plusieurs réacteurs, comme cela a pu être le cas lors de la découverte de fissures de corrosion sous contrainte sur des tuyauteries auxiliaires du circuit primaire de plusieurs réacteurs à partir de 2022. L'ASNR considère nécessaire que ce type d'événement soit pris en compte dans l'évaluation des scénarios d'évolution du système électrique.

De plus, le calendrier resserré des mises en service initiales des réacteurs du parc électronucléaire français pourrait conduire, indépendamment des spécificités propres à chaque réacteur, à ce que leurs arrêts définitifs soient rapprochés dans le temps. L'ASNR considère que cette situation de mise à l'arrêt rapprochée de plusieurs réacteurs doit être convenablement anticipée par la politique énergétique, afin de permettre le renouvellement des capacités de production, le moment venu et sans renoncement en matière de sûreté nucléaire.

Fait à [VILLE], le **Date**.

Le collège de l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection,

Signé par :