



Fontenay aux Roses, le 19 avril 2024

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2024-00060

Objet : EDF – REP – INB 167 – Réacteur EPR de Flamanville – Analyse du bilan des essais de démarrage de mars 2024 et de la suffisance du traitement des aléas survenus lors des essais de requalification d'ensemble.

Réf. : [1] Décision ASN N° 2013-DC-0347 du 7 mai 2013.
[2] Lettre ASN - CODEP-DCN-2020-026531 du 18 novembre 2020.
[3] Avis IRSN N° 2021-00158 du 8 septembre 2021.
[4] Avis IRSN N° 2022-00133 du 30 juin 2022.
[5] Avis IRSN N° 2024-00011 du 29 janvier 2024.

Dans le cadre de la demande d'autorisation de mise en service du réacteur EPR de Flamanville (EPR FLA3), EDF a effectué des essais de démarrage afin de démontrer que les matériels, systèmes et structures fonctionnent conformément aux hypothèses d'étude et satisfont aux critères de conception fixés.

En réponse à la prescription [INB167-50-1] de la décision [1], EDF a produit, en mars 2024, un quatrième bilan des essais de démarrage déjà réalisés et il continue de le compléter au fur et à mesure de l'avancement des essais à réaliser avant le chargement du réacteur. Ce bilan doit notamment signaler tout résultat d'essai qui ne permettrait pas à ce stade la mise en service du réacteur et doit étayer les actions engagées ou envisagées pour remédier à cette situation.

L'IRSN a déjà émis trois avis sur les essais de démarrage. Un premier avis [3], concernant une sélection d'essais parmi ceux présentés dans la note de bilan des essais de démarrage produite par EDF en juin 2020, a été émis en septembre 2021. Un deuxième avis [4] relatif à une autre sélection d'essais présentés dans la note de bilan des essais de démarrage, ainsi que dans la note de bilan de la phase 2 des essais à chaud. Un troisième avis [5] portant sur une nouvelle sélection d'essais présentés dans la note de bilan des essais de démarrage mise à jour en janvier 2022 ainsi que sur les requalifications réalisées, avant la dernière phase d'essais d'ensemble, à la suite de modifications et d'interventions intrusives de l'installation.

Par lettre citée en référence [2], l'ASN sollicite l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur les essais de démarrage déjà réalisés. L'objet du présent et dernier avis est d'évaluer, d'une part la pertinence du traitement des aléas survenus lors de la dernière phase d'essais qui a eu lieu fin 2023, d'autre part les résultats d'une sélection d'essais réalisés tardivement. Lors des échanges techniques entre EDF et l'IRSN qui ont eu lieu durant cette expertise, EDF a pris de nombreux engagements. Les points particuliers examinés par l'IRSN sont les suivants :

- le traitement des vibrations excessives des collecteurs du système d'alimentation de secours des générateurs de vapeur ;
- une sélection de résultats obtenus ou formalisés tardivement ;
- le phénomène de colmatage des lignes de purge du système de décharge à l'atmosphère. Ce point fera l'objet d'un avis dédié.

1. TRAITEMENT DES VIBRATIONS EXCESSIVES DU SYSTÈME D'ALIMENTATION DE SECOURS DES GÉNÉRATEURS DE VAPEUR

EDF a relevé des vibrations excessives sur les collecteurs du système d'alimentation de secours des générateurs de vapeur (diamètre nominal > 50 mm). Afin de vérifier le caractère acceptable de ces vibrations, notamment pour la fatigue des matériaux, et, le cas échéant, d'identifier la source des vibrations excessives, EDF a effectué des essais d'injection d'eau de chaque train de ce système dans son générateur de vapeur aussi bien dépressurisé que pressurisé. Les mesures de vibration ont été réalisées avec la vanne de régulation de niveau du générateur de vapeur réglée sur son seuil de débit minimal. Les mesures ont montré qu'en certains points de mesure, les vitesses efficaces relevées étaient supérieures au seuil prédéfini¹. EDF a indiqué que les vibrations les plus importantes se produisent lorsque le système d'alimentation de secours des générateurs de vapeur est en configuration de débit nul ou de faible débit d'injection.

En s'appuyant sur une analyse modale des résultats de mesures, les experts d'EDF ont conclu que le niveau de contrainte mécanique induit par les vibrations est bien inférieur à la limite d'endurance du matériau. Ainsi, EDF considère que le niveau des vibrations mesurées est acceptable. Cependant, les valeurs mesurées restent supérieures au seuil de vitesse efficace prédéfini.

L'IRSN n'a pas analysé en détail les justifications apportées par les analyses d'EDF ; s'agissant d'une méthode d'interprétation des résultats qui n'a pas été utilisée jusqu'alors. Dans cette attente, l'IRSN a demandé un suivi renforcé en exploitation du comportement vibratoire de ces lignes, afin de vérifier que le comportement actuel n'évolue pas vers une situation susceptible de produire des dégradations. En réponse à l'IRSN, EDF s'est engagé à augmenter la fréquence des mesures en les réalisant à chaque mise en service de la pompe (en configuration de débit nul lors des essais périodiques et d'injection à faible débit dans les générateurs de vapeur lors du premier démarrage). Ainsi, les niveaux vibratoires seront relevés à chaque essai périodique de périodicité 4 mois (configuration débit nul) afin de détecter toute dérive anormale. Les résultats de la première campagne de mesures seront présentés 4 mois après la fin des essais précritiques. Les résultats de la deuxième campagne de mesures seront présentés 4 mois après le dernier essai périodique. Par ailleurs, EDF s'est engagé à réaliser les actions nécessaires pour modifier les lignes concernées de sorte à rétablir des niveaux de vibration compatibles avec les critères préétablis.

L'IRSN considère que l'engagement d'EDF est satisfaisant. Cependant, s'agissant du suivi en exploitation lors des essais périodiques, afin que les mesures soient comparables, l'IRSN considère que l'instrumentation devrait être de même nature et posée aux mêmes endroits que lors des essais de démarrage. Ces précisions devraient être ajoutées dans la gamme d'essai périodique correspondante.

¹ Ce seuil permet de déterminer quelles sont les zones qui sont soumises à des sollicitations vibratoires susceptibles d'engendrer des dégradations par fatigue.

2. ESSAIS TARDIFS

L'analyse de l'IRSN a porté sur une sélection de résultats d'essais repris du fait de réserves ou de points techniques survenus lors des essais et non soldés au moment de leur réalisation. Ces essais ont été réalisés après la fin de la dernière phase d'essais d'ensemble, en décembre 2023.

Les résultats des essais analysés, comme la mise en service du boremètre, l'optimisation des chaînes de régulation de la ventilation des bâtiments des auxiliaires nucléaires, la mise en service des circuits d'étanchéité et de contrôle des fuites de l'enceinte, la validation fonctionnelle des capteurs analogiques des groupes électrogènes de secours à moteur Diesel, les activités de remplissage, de vidange et de purification des compartiments de la piscine du bâtiment réacteur, le contrôle des filtres à très haute efficacité et le contrôle des jeux et des déplacements des équipements des circuits auxiliaires, secondaire et primaire, n'appellent plus de remarque de la part de l'IRSN, car les résultats d'essais ou les engagements pris par EDF lors des réunions techniques sont satisfaisants.

Concernant les essais relatifs à la stratification thermique dans les lignes auxiliaires des systèmes d'alimentation de secours des générateurs de vapeur et de contrôle chimique et volumétrique, ils ont été réalisés et les résultats obtenus sont en cours d'analyse par EDF. À l'issue de cette phase d'analyse, un dossier de caractérisation de cette stratification et des transitoires thermohydrauliques associés sera constitué et transmis à l'IRSN pour analyse dans le cadre d'un avis dédié.

3. CONCLUSION

Cet avis est le dernier portant sur les essais de démarrage du réacteur EPR avant le chargement des premiers éléments de combustible dans la cuve et le début des essais neutroniques. Cet avis couvre notamment le traitement des aléas rencontrés lors de la dernière phase d'essais d'ensemble, qui a eu lieu au dernier trimestre 2023, ainsi que l'analyse des derniers essais qui soldent les réserves qui n'ont pas pu être traitées pendant cette dernière phase d'essais.

Excepté les aléas significatifs survenus et traités lors des dernières phases d'essais du système de décharge à l'atmosphère (VDA) et qui sont analysés par l'IRSN dans un avis dédié, l'IRSN n'a pas identifié de points bloquants ou de sujets à fort enjeux de sûreté qui nécessiteraient d'être impérativement résolus avant le chargement du réacteur.

L'IRSN poursuivra, après le chargement du combustible, son expertise des essais neutroniques de démarrage du réacteur tout au long de la montée progressive en puissance jusqu'à 100 % de puissance nominale.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Hervé BODINEAU

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté