



RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

Liberté  
Égalité  
Fraternité

**IRSN**  
INSTITUT DE RADIOPROTECTION  
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Fontenay aux Roses, le 30 juin 2022

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

## AVIS IRSN N° 2022-00133

**Objet :** EDF – REP – INB 167 – Réacteur EPR de Flamanville – Analyse du bilan des essais de démarrage du réacteur de juin 2020 et de la note des essais à chaud d'avril 2021.

**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.

### 1. INTRODUCTION

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 rappelée en référence [1], EDF a produit, en juin 2020, un bilan des essais déjà réalisé qu'il a ensuite complété, au fur et à mesure de l'avancement du programme d'essai.

Par lettre citée en référence [2], l'ASN sollicite l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur ce bilan des essais de démarrage. L'ASN souhaite, en particulier, recueillir l'avis de l'IRSN sur les points suivants :

- le traitement apporté aux écarts et aux points techniques majeurs soldés par EDF au cours des essais ;
- les propositions de traitement des réserves d'essais non soldées dont la résorption est prévue avant la mise en service ;
- les mesures compensatoires relatives aux écarts et aux réserves non soldés, mises en place pour la mise en service de l'installation ;
- la justification de l'exploitant de relaxations de critères importants pour la sûreté classés S<sup>1</sup> ou I<sup>2</sup> non conformes ;

<sup>1</sup> Critère S : paramètre et valeurs de référence dont le non-respect compromet l'aptitude de tout ou partie d'une fonction de sûreté, à assurer sa mission telle que définie dans les études du rapport de sûreté.

<sup>2</sup> Critère I : valeur ou action dont le non-respect compromet au premier degré et de manière sûre le bon fonctionnement d'un EIPS, pendant tout le temps où celui-ci est nécessaire pour assurer une ou des fonctions de sûreté.

MEMBRE DE  
**ETSON**

- la justification de l'exploitant des écarts et des réserves non soldés après la mise en service et la suffisance des mesures compensatoires mises en place pour la mise en service ;
- les conditions de réalisation des essais qui devront être représentatives des futures conditions de fonctionnement de l'installation ;
- l'identification des essais devant être de nouveau réalisés en amont de la mise en service de l'installation.

L'IRSN a déjà émis, en septembre 2021, un premier avis [3] relatif au bilan des essais produit par EDF en juin 2020. L'objet du présent avis est d'évaluer les résultats obtenus sur une autre sélection d'essais présentés dans la note bilan des essais de démarrage, ainsi que dans la note des essais à chaud (EAC) phase 2. L'expertise de l'IRSN vise à identifier les essais devant être repris par EDF dans la phase de requalification d'ensemble.

Lors des échanges techniques entre EDF et l'IRSN qui ont eu lieu durant cette expertise, EDF a pris de nombreux engagements satisfaisants sur le plan de la sûreté. Toutefois, l'IRSN estime que certains essais demeurent incomplets ou non satisfaisants et nécessitent des compléments d'informations pour traiter les réserves. **Certains de ces essais seront à reprogrammer lors de la prochaine phase des essais de démarrage prévue au début de l'année 2023.**

## 2. ANALYSE DES SYSTÈMES SÉLECTIONNÉS

Le périmètre technique des essais de démarrage est l'ensemble des procédures d'exécution d'essais (PEE) intégrant des activités importantes pour la protection (AIP) au sens de l'arrêté INB du 7 février 2012. Le bilan des essais de démarrage présente les relevés d'exécution d'essais (REE) qui contiennent au moins la vérification et/ou la validation d'un critère de sûreté S ou I.

Compte tenu du nombre important de procédures d'essais réalisées, l'IRSN a privilégié une analyse détaillée des REE associés aux systèmes importants pour la sûreté. Les systèmes qui ont fait l'objet de recommandations sont présentés ci-après. Les autres résultats d'essais analysés notamment à l'étanchéité et au contrôle des fuites de l'enclaustrage, à la ventilation du bâtiment réacteur, au circuit primaire principal, à l'alimentation normale des générateurs de vapeur, à la purification, au stockage et au traitement du réfrigérant du circuit primaire, à la circulation d'eau brute, au contournement du condenseur, à l'incendie et à la régulation des grappes longues n'appellent plus à ce stade 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.

### 2.1. SYSTÈME DE DÉGAZAGE DU CIRCUIT PRIMAIRE

Le système de dégazage du circuit primaire a pour but de limiter la concentration en hydrogène dans le circuit primaire principal et de traiter les effluents gazeux radioactifs pour réduire aussi bien l'exposition du personnel aux rayonnements ionisants que la radioactivité des rejets dans l'environnement.

**De manière générale, l'IRSN rappelle que tout élément assurant une fonction nécessaire à la démonstration de sûreté doit être identifié comme un équipement important pour la protection. Or, au titre de la surveillance du fonctionnement du système de dégazage, aucun classement ni exigence n'est défini en cohérence avec leurs fonctions eu égard au risque d'explosion, ce qui n'est pas satisfaisant.** En réponse, EDF s'engage, à l'échéance du dossier de fin de démarrage, à réaliser une étude visant à définir les exigences associées à l'ensemble de ce système en cohérence avec les conséquences sur la sûreté générées par une explosion résultant d'une défaillance inhérente à ce système (*cf. Engagement N° 1 en Annexe 3*).

Pour autant, l'IRSN estime nécessaire qu'EDF classe comme important pour la sûreté un certain nombre de

critères de ce système pour se prémunir du risque hydrogène et de formation d'une ATEX<sup>3</sup>.

À cet égard, l'IRSN a identifié une procédure d'essais non AIP qui vérifie les automatismes d'isolement de l'injection d'hydrogène et d'oxygène en cas d'un dysfonctionnement sur les appareils de mesure ou de l'atteinte d'un seuil de 4 % de H<sub>2</sub> et de 2 % de O<sub>2</sub> en aval du recombiner. À ce titre, l'IRSN formule la recommandation N° 1 en Annexe 1.

## 2.2. SYSTÈME DE PRODUCTION D'EAU D'INCENDIE

Le rôle du système de production d'eau incendie JAC est de fournir de l'eau déminéralisée aux autres circuits d'incendie et, en cas d'accident, aux systèmes d'alimentation de secours des générateurs de vapeur et de traitement et de refroidissement des piscines.

**Lors d'un ré-indiçage de la procédure d'essais concernant le fonctionnement des pompes principales JAC, EDF a supprimé les critères de sûreté de type S associés aux températures des paliers des pompes.** À cet égard, lors de l'instruction, EDF a indiqué que le cahier des spécifications techniques des groupes de pompes et des moteurs ne préconise plus la réalisation de relevés de température des moteurs et paliers des pompes, lorsque leur puissance est inférieure à 160 kW. L'IRSN rappelle qu'en cas d'un fonctionnement dégradé du réacteur, les motopompes dont la puissance est de 132 kW ont une mission de sûreté consistant à faire l'appoint à la piscine de désactivation pour assurer son refroidissement. En outre, en marge des essais de démarrage, en 2017, la règle d'essais périodiques des systèmes JAC de Flamanville 3, que l'IRSN a déjà expertisée, prescrivait la mesure des températures (critère de sûreté de type S) au niveau des paliers et butées des pompes principales par les capteurs d'exploitation. **Or la dernière règle d'essais en vigueur a supprimé cette vérification.** Pour l'IRSN, cette mesure des températures lors de cet essai périodique permet de s'assurer de l'absence de dégradation pouvant remettre en cause le fonctionnement des pompes principales impliquées dans les lignes de défense en profondeur contre le risque incendie. **Sur ce sujet, l'IRSN a formulé la recommandation N° 2 en Annexe 1.**

**Lors du ré-indiçage d'une autre procédure d'essais, EDF a également supprimé les critères de sûreté de type S sur les vibrations, ainsi que les températures des paliers des pompes principales du système JAC.** Lors de l'instruction, EDF a précisé que la configuration « débit nul » est la plus pénalisante pour l'aspect vibratoire de la pompe. En conséquence, EDF a modifié le programme d'essais vibratoires de façon à ne vérifier les critères de sûreté relatifs aux vibrations que dans une seule configuration d'essais considérée enveloppe (configuration de débit nul) ; les critères vibratoires ont de ce fait été supprimés des autres configurations de fonctionnement. **Pour l'IRSN, les mesures de vibrations effectuées lors des essais de démarrage doivent être réalisées dans toutes les configurations de fonctionnement. En effet, le retour d'expérience met en évidence que ces mesures ont permis de déceler des anomalies de conception, de fabrication et de montage et d'identifier des phénomènes de résonance et de cavitation pouvant dégrader significativement des équipements, ceux-ci étant à traiter avant la mise en service industrielle de l'installation. De plus, pour l'IRSN, il est important qu'un point zéro vibratoire soit fait pour chaque configuration d'essai. Il considère donc non satisfaisante la position d'EDF. Sur ce sujet, l'IRSN renvoie également à la recommandation N° 2 formulée en Annexe 1.**

## 2.3. GESTION DU RÉGLAGE DES FINS DE COURSE SUR LES ROBINETS À FAIBLE COURSE

Dans le bilan des essais de démarrage transmis, EDF mentionne les difficultés rencontrées pour régler les fins de course de tige de robinets motorisés à commandes électrique et pneumatique dont la course est particulièrement faible. La solution retenue pour les robinets à commande électrique est de récupérer l'information sur les fins de course du servomoteur et non plus sur ceux de la tige du robinet. EDF indique que

---

<sup>3</sup> ATEX : atmosphère explosive.

les robinets du système de dégazage du circuit primaire seront réparés après la mise en service du réacteur. Concernant ceux à commande pneumatique du même système, la solution n'a pas été communiquée à ce jour.

Le système de dégazage permet de traiter l'hydrogène et l'oxygène issus du circuit primaire. Eu égard au risque d'une concentration anormale en hydrogène ou en oxygène au sein de ce système, l'IRSN estime nécessaire qu'EDF procède à la remise en conformité des fins de course des robinets du système de dégazage avant la mise en service du réacteur. **Ce point fait l'objet de la recommandation N° 3 en Annexe 1.**

## 2.4. BILAN DES ESSAIS RGL ASSOCIÉ AU REX<sup>4</sup> INTERNATIONAL

Dans le bilan des essais de démarrage transmis, EDF mentionne deux non-qualités de fabrication, identifiées sur un nombre limité de mécanisme de commande des grappes (MCG) lors des essais de réacteurs EPR à l'international. Lors de l'expertise, EDF a apporté des compléments d'information relatifs à la conception des MCG et aux actions de contrôle entreprises pour garantir l'intégrité des MCG de l'EPR de Flamanville.

EDF considère que les conditions normales d'exploitation (hors palier d'arrêt à chaud) soumettent les MCG, grappes extraites, à une pression et à des débits de contournement sous le dôme, supérieurs à ceux d'une situation rencontrée au-dessous du palier à chaud, mêmes avec les grappes insérées. De ce fait, l'IRSN considère qu'EDF devrait apporter des éléments de justification eu égard aux conditions extrêmes de sollicitation des MCG du système RGL. **Ce point fait l'objet de l'observation N° 1 en Annexe 2.**

## 3. CONCLUSION

Ce deuxième avis de l'IRSN sur le bilan des essais de démarrage de l'EPR porte sur l'examen d'une autre sélection d'essais des systèmes importants pour la sûreté qui n'ont pas été analysés dans le premier avis [3] et de la note de bilan des essais à chaud « phase 2 ». L'objectif est d'identifier les essais à reprendre et les réserves rencontrées lors des essais auxquelles EDF doit fournir des précisions complémentaires. Cette expertise vise également à identifier les essais à caractère transverse dont la réalisation pourrait permettre de sécuriser la requalification de plusieurs modifications intégrées à la suite des essais à chaud.

Bien qu'EDF ait sélectionné dans le cadre de la phase d'essais de requalification d'ensemble, prévue début 2023, certains essais jugés structurants eu égard à la vérification de la conformité de l'installation, il n'en demeure pas moins que cette expertise a révélé que certains essais, qui ont permis de déceler et traiter des anomalies préjudiciables à la sûreté ou qui ont été réalisés dans des conditions non représentatives des futures conditions de fonctionnement, ne faisaient pas partie de ce programme de requalification d'ensemble.

À l'issue de l'expertise, EDF s'est engagé à les intégrer dans le programme de requalification d'ensemble de début 2023, ce qui est satisfaisant.

Par ailleurs, des recommandations de nature à améliorer la sûreté ont donc été formulées par l'IRSN afin de s'assurer qu'à la suite d'une anomalie rencontrée, le fonctionnement d'un équipement important pour la sûreté, requis en conditions de fonctionnement incidentel et accidentel, est conforme aux hypothèses de conception et satisfait aux critères fixés. **À cet égard, la recommandation N° 2 comporte un caractère générique qui doit être étendu à l'ensemble des motopompes d'une puissance inférieure à 160 kW, pour lesquelles des relevés vibratoires et de température des paliers des pompes affectés d'un critère de sûreté de type S ont été supprimés.**

Enfin, l'IRSN poursuivra son expertise des essais de démarrage dans le cadre d'un troisième avis qui portera notamment sur l'examen des résultats des essais réalisés à la suite de la transmission de l'indice B du bilan des

---

<sup>4</sup> REX : retour d'expérience.

essais de démarrage, ainsi que sur les réponses d'EDF aux recommandations et observations de l'IRSN formulées dans les premiers avis, pour s'assurer de la pérennité des résultats de ces essais et de leur conformité aux exigences de conception.

**IRSN**

Le Directeur général  
Par délégation  
Hervé BODINEAU  
Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté



Hervé  
BODINEAU  
2022.06.30  
16:04:44 +02'00'

## **ANNEXE 1 À L'AVIS IRSN N° 2022-00133 DU 30 JUIN 2022**

### **Recommandations de l'IRSN**

#### **Recommandation N° 1**

L'IRSN recommande qu'EDF vérifie les automatismes d'isolement de l'injection de l'hydrogène et de l'oxygène afin d'éviter une atmosphère ATEX dans le circuit TEG en les affectant d'un critère de sûreté de type S.

#### **Recommandation N° 2**

L'IRSN recommande qu'EDF réalise des mesures de vibration et de température des paliers et des butées des pompes principales JAC dans toutes les configurations d'essais prévues dans les procédures d'essais d'ensemble des trains 1 et 2. Ces mesures doivent être de nouveau associées à des critères de sûreté de type S.

#### **Recommandation N° 3**

L'IRSN recommande qu'EDF procède à la remise en conformité des fins de course des robinets électriques et pneumatiques du système TEG avant la mise en service du réacteur.

## **ANNEXE 2 À L'AVIS N° 2022-00133 DU 30 JUIN 2022**

### **Observation de l'IRSN**

#### **Observation N° 1**

L'IRSN considère qu'EDF devrait justifier que le dimensionnement des mécanismes de commande des grappes du système RGL n'est pas remis en cause par les conditions extrêmes de sollicitation.

## **ANNEXE 3 À L'AVIS N° 2022-00133 DU 30 JUIN 2022**

### **Engagement d'EDF**

#### **Engagement N° 1**

EDF s'engage, à l'échéance du dossier de fin de démarrage, à réaliser une étude visant à définir les exigences associées à l'ensemble du système TEG. Ces exigences seront définies en cohérence avec les conséquences sur la sûreté générées par une explosion résultante d'une défaillance du système TEG.