

Monsieur le Directeur de la direction des centrales nucléaires

Fontenay-aux-Roses, le 2 octobre 2025

AVIS D'EXPERTISE N° 2025-00098 DU 2 OCTOBRE 2025

Objet : EDF – REP – Centrale nucléaire de Flamanville – Réacteur n° 2 – INB 109 – Remplacement des générateurs de vapeur.

Références : [1] Saisine ASNR – CODEP-DCN-2025-020337 du 27 mars 2025.
[2] Avis IRSN – 2022-00038 du 23 février 2022.
[3] Avis IRSN – 2024-00100 du 2 juillet 2024.

En réponse à la saisine de la Direction des centrales nucléaires de l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR) en référence [1], la Direction de l'expertise en sûreté a examiné l'impact sur la sûreté de la modification relative au remplacement des générateurs de vapeur du réacteur n° 2 du centre nucléaire de production d'électricité (CNPE) de Flamanville, soumise à l'autorisation de l'ASNR par EDF le 26 septembre 2024, conformément aux dispositions de l'article R593-56 du code de l'environnement.

1. CONTEXTE ET DESCRIPTION DE LA MODIFICATION

Les faisceaux tubulaires des générateurs de vapeur (GV) sont le siège de nombreux phénomènes de dégradation qui peuvent conduire à des fuites entre le circuit primaire et le circuit secondaire, voire à la rupture d'un ou plusieurs tubes de GV. Afin de se prémunir des conséquences de ces phénomènes, les GV font l'objet d'un programme de surveillance et de maintenance préventive. Parmi les différentes actions de maintenance, le bouchage des tubes de GV endommagés permet de ralentir leur dégradation et ainsi d'éviter leur rupture. Néanmoins, ces bouchages réduisent la capacité d'échange entre les circuits primaire et secondaire, et leur nombre est limité par un taux maximal de bouchage, considéré dans les études de sûreté.

Le taux de bouchage des tubes du GV le plus affecté du réacteur n° 2 du CNPE de Flamanville étant proche du taux de bouchage maximal, EDF prévoit de remplacer les quatre GV de ce réacteur durant l'arrêt pour simple rechargement prévu en novembre 2025. Dans ce cadre, les GV actuellement en place (dits GVu) seront remplacés par de nouveaux GV (dits GVv) de nouvelle conception. Cette évolution de conception ayant un impact sur les caractéristiques thermohydrauliques des générateurs de vapeur, EDF a modifié les études de sûreté associées.

Afin de remplacer les GVu du réacteur n° 2 du CNPE de Flamanville, EDF doit déposer temporairement un certain nombre de matériels interférant potentiellement avec les opérations de dépose des GVu et d'installation des GVv, qui devront ensuite être remontés à l'identique. Des essais hydrauliques et de requalification permettront de s'assurer que les GVv et les matériels réinstallés après le remplacement sont opérationnels. Par ailleurs, EDF profite du remplacement des GV pour remplacer certains coudes des tuyauteries associées aux GV.

L'opération de remplacement des GV (RGV) nécessite de déroger aux spécifications techniques d'exploitation (STE). Pour cela, EDF a joint à son dossier deux demandes de modifications temporaires (MT) des STE.

Par ailleurs, il s'agit du second RGV du palier 1300 MWe depuis celui ayant entraîné la chute d'un GV du réacteur n° 2 du CNPE de Paluel, le premier étant celui du réacteur n° 1 du CNPE de Flamanville qui a fait l'objet de l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) en référence [2].

2. ANALYSE DE LA DIRECTION DE L'EXPERTISE EN SÛRETÉ

2.1. RISQUES GÉNÉRÉS LORS DE LA RÉALISATION DE LA MODIFICATION

EDF a pris en compte le retour d'expérience de l'opération de RGV du réacteur n° 1 du CNPE de Flamanville notamment par la mise en place de plusieurs parades afin de pallier les difficultés de retrait de la visserie des GVu. **Ce point est jugé satisfaisant par la Direction de l'expertise en sûreté.**

Par ailleurs, dans la mesure où le système JPD¹ alimente en eau les robinets incendie armés (RIA) du bâtiment réacteur (BR), il doit être disponible en cas d'incendie pendant l'opération de RGV. Ce système est également utilisé pour assurer un appoint en eau à la piscine du bâtiment combustible (BK) en cas de perte du refroidissement de celle-ci. En cas de chute de GV concomitante avec la perte du refroidissement de la piscine du BK, l'alimentation en eau des RIA sera isolée du BR, via la fermeture de la vanne d'isolement BR du système JPD, pour permettre d'assurer l'appoint à la piscine BK. Cette situation générant une indisponibilité du système d'extinction incendie, EDF s'est engagé à interrompre les chantiers susceptibles de conduire à un incendie dans le BR en cas de fermeture de cette vanne. **Ce point fait l'objet de l'engagement n° 1 présenté en annexe 2. La Direction de l'expertise en sûreté estime que cet engagement est satisfaisant.**

Dans le cadre du RGV du réacteur n° 1 du CNPE de Flamanville, une nouvelle chaîne de manutention avait été mise en œuvre. Afin d'accrocher les GV à la chaîne de levage, EDF avait été contraint d'utiliser une visserie de classe 12.9 pour fixer les tourillons de levage aux trous d'homme des GV. L'utilisation de cette visserie étant déconseillée dans le domaine de la manutention compte tenu de son risque de rupture relativement élevé, EDF s'était engagé à remplacer la visserie des tourillons de levage après chaque opération de manutention d'un GV, ce qui avait été jugée acceptable par l'IRSN. Toutefois, EDF souhaite revenir sur cet engagement et prévoit à présent de réemployer la visserie de classe 12.9 des tourillons de levage des GVu/GVr pour l'ensemble des RGV des réacteurs de 1300 MWe et ce, dès l'opération de RGV prévue pour le réacteur n° 2 du CNPE de Flamanville. À ce titre, EDF a transmis plusieurs notes justifiant que le risque de casse de cette visserie est faible et maîtrisé, notamment en démontrant le respect des règles en vigueur pour la manutention et les appareils de levage lors du dimensionnement de cette visserie et de la chaîne de levage associée. **Après analyse des éléments transmis, la Direction de l'expertise en sûreté estime que la réutilisation de la visserie des tourillons dans les conditions décrites par EDF est acceptable.**

2.2. ESSAIS DE REQUALIFICATION

Les essais de requalification prévus dans le cadre de la mise en œuvre de cette modification sont structurés en quatre phases :

- les essais préliminaires avant le remplacement des GV, ayant pour objectif principal de relever les principaux paramètres de fonctionnement du réacteur avant le RGV afin de réaliser un point zéro ;
- les essais réalisés après le remplacement des GV pendant l'arrêt du réacteur ;
- les essais réalisés lors de la montée en puissance du réacteur ;
- les essais des matériels qui auront été déposés puis remis en place.

Contrairement au RGV du réacteur n° 1 du CNPE de Flamanville, aucune épreuve hydraulique du circuit secondaire n'est prévue au titre des essais de requalification à la suite du RGV. Néanmoins, EDF prévoit de réaliser un double contrôle volumique des soudures manuelles réalisées sur le circuit secondaire principal. En outre, au cours de l'expertise, EDF s'est engagé à compléter ces contrôles par la réalisation de deux essais de

¹ JPD : système de distribution d'eau pour l'incendie hors de l'îlot nucléaire.

non-régression pour chaque GV impacté, afin de s'assurer de la disponibilité et de l'étanchéité des lignes, des vannes et des clapets des tuyauteries auxiliaires du circuit secondaire impactées par l'opération de RGV. **Ce point fait l'objet de l'engagement n° 2 présenté en annexe 2. Compte tenu de ces éléments, la Direction de l'expertise en sûreté estime que la réalisation d'une d'épreuve hydraulique du circuit secondaire à l'issue du RGV n'est pas nécessaire.**

Par ailleurs, la Direction de l'expertise en sûreté considère que des essais de requalification partielle du système d'alimentation de secours des GV (ASG) doivent être réalisés après un remplacement de générateurs de vapeur afin de vérifier l'absence d'impact de cette modification notamment sur le coefficient de perte de charge² des lignes d'injection d'eau dans les GV. Or, dans le cadre du présent RGV, EDF ne souhaite pas réaliser cette vérification pour les raisons suivantes :

- la réalisation d'un calcul théorique, analysé par l'IRSN lors d'une précédente expertise [3], montre que la variation du coefficient de perte de charge à la suite d'un RGV est faible ;
- les essais réalisés à la suite du RGV du réacteur n° 1 du CNPE de Flamanville ont été satisfaisants ;
- les essais périodiques réalisés sur d'autres réacteurs ayant fait l'objet d'un RGV sont également satisfaisants.

La Direction de l'expertise en sûreté rappelle que, lors de l'expertise mentionnée supra, l'IRSN avait indiqué qu'une justification théorique de l'absence d'impact d'une modification matérielle sur un système ne peut pas être suffisante dans le cadre d'interventions très lourdes, impactant une multitude de paramètres, comme c'est le cas lors d'un RGV. L'absence d'impact d'un RGV sur la résistance des lignes d'injection du circuit ASG, dont le non-respect peut être de nature à remettre en cause les études de sûreté, doit donc être vérifiée par des essais de requalification fonctionnelle.

De plus, l'objectif des essais de requalification étant de s'assurer que le circuit modifié est toujours disponible, il n'est pas possible de valoriser les essais réalisés sur d'autres réacteurs.

Ainsi, la Direction de l'expertise en sûreté recommande qu'EDF réalise des essais de requalification fonctionnelle des lignes d'injection des turbopompes et motopompes du système ASG voies A et B, afin de vérifier notamment les résistances des tuyauteries du circuit ASG (voir la recommandation formulée en annexe 1).

2.3. IMPACT DE LA CONCEPTION DES NOUVEAUX GV SUR LES ÉTUDES DE SÛRETÉ

L'impact de la mise en place des GVr a été analysé par EDF pour toutes les conditions de fonctionnement du domaine de dimensionnement et du domaine complémentaire³, ainsi que pour les études d'évolutions de pression et température dans l'enceinte de confinement en situations accidentelles et les études de surpressions primaire et secondaire. À cette occasion, certaines études de sûreté ont été mises à jour pour corriger certaines anomalies et répondre à des demandes de l'ASN issues d'expertises antérieures.

En conclusion de son expertise du dossier fourni par EDF, la Direction de l'expertise en sûreté émet quelques réserves qui ne sont toutefois pas de nature à remettre en cause les conclusions de l'analyse d'EDF concernant l'impact du remplacement des GVu par les GVr de type ND 74/19 sur les études de sûreté.

² Les coefficients de perte de charge des lignes d'injection des motopompes et des turbopompes du système ASG sont des paramètres à vérifier afin de garantir que les débits minimal et maximal d'injection du système sont respectés. Ces coefficients sont vérifiés lors des essais périodiques de résistance des lignes d'injection vers les GV tous les trois rechargements.

³ Le domaine complémentaire rassemble les études de sûreté, non couvertes par le dimensionnement conventionnel de base, correspondant à des défaillances multiples (défaillances de mode commun ou échec d'un système de sûreté sollicité après un initiateur simple). Ces études permettent de vérifier que le risque lié à l'exploitation de l'installation est ramené à un niveau acceptable, eu égard aux objectifs probabilistes, par la mise en œuvre de dispositions automatiques ou manuelles, non préventives (vis-à-vis de l'initiateur) et spécifiques à la gestion des situations accidentelles.

2.4. RÈGLES GÉNÉRALES D'EXPLOITATION – CHAPITRE III – SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES D'EXPLOITATION

Le dossier de remplacement des GV du réacteur n° 2 du CNPE de Flamanville nécessite deux MT STE. Elles visent à :

- mettre en service le système de ventilation EBA⁴ ligné sur le système de filtration interne du bâtiment réacteur afin d'évacuer le formol dégagé lors de la première chauffe des calorifuges neufs ;
- mettre à jour les paramètres de fonctionnement des nouveaux GV à l'issue des essais de requalification post RGV. En effet, l'implantation de certains paramètres rend temporairement indisponibles certaines vannes dans un domaine d'exploitation où cela est normalement interdit.

Ces deux MT STE ont été expertisées et n'appellent pas de remarques de la part de la Direction de l'expertise en sûreté.

3. CONCLUSION

Compte tenu des engagements pris par EDF au cours de l'expertise, la Direction de l'expertise en sûreté estime que l'opération de remplacement des GV du réacteur n° 2 du CNPE de Flamanville n'entraîne pas de régression de la sûreté, sous réserve qu'EDF réalise des essais de requalification fonctionnelle des lignes d'injection des turbopompes et motopompes du système ASG à l'issue du RGV.

Pour le Directeur de l'expertise en sûreté

Frédérique PICHEREAU

Adjoint au Directeur de l'expertise en sûreté

⁴ EBA : système de balayage de l'enceinte à l'arrêt.

ANNEXE 1

Recommandation de la Direction de l'expertise en sûreté

Recommandation

La Direction de l'expertise en sûreté recommande qu'EDF réalise des essais de requalification fonctionnelle des lignes d'injection des turbopompes et motopompes du système ASG voies A et B, afin notamment de vérifier les résistances des tuyauteries du circuit ASG.

ANNEXE 2

Engagements principaux de l'exploitant

Engagement n° 1

EDF s'engage à interrompre les chantiers générant des points chauds dans le BR en cas de fermeture de la vanne d'isolement BR du système JPD.

Engagement n° 2

EDF s'engage à réaliser deux essais de non-régression pour chaque GV, ce qui permettra de vérifier la disponibilité des lignes secondaires impactées par l'opération de RGV.