

Fontenay-aux-Roses, le 23 février 2022

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2022-00038

Objet : EDF – REP – Centrale nucléaire de Flamanville – Réacteur N° 1 – INB 108 – Remplacement des générateurs de vapeur (RGV)

Réf. : [1] Saisine ASN – CODEP-DCN-2021-039102 du 4 octobre 2021.
[2] Avis IRSN n° 2021-00178 du 5 novembre 2021.

En réponse à la saisine de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) en référence [1], l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a examiné l'impact sur la sûreté de la modification relative au remplacement des générateurs de vapeur du réacteur n° 1 de Flamanville, soumise à l'autorisation de l'ASN par Électricité de France (EDF) le 13 juillet 2021, conformément aux dispositions de l'article R.593-56 du code de l'environnement. Dans le cadre de cette saisine, l'IRSN a également examiné l'impact sur la sûreté de la production de dihydrogène (H₂) par radiolyse de l'eau présente dans les générateurs de vapeur usés.

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 sont l'objet d'un programme de surveillance et de maintenance. Une action de maintenance possible consiste à boucher les tubes de GV endommagés pour ralentir leur dégradation et ainsi 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 GV du réacteur n° 1 de Flamanville est proche de ce taux maximal de bouchage. EDF a donc pris la décision de remplacer les quatre GV de ce réacteur. Dans ce cadre, les GV actuellement en place (dits GVu) sont remplacés par de nouveaux GV (dits GVr) de nouvelle conception. Cette évolution de la conception change les caractéristiques thermohydrauliques des générateurs de vapeur. De ce fait, le remplacement des GVu par les GVr doit être pris en compte dans les études de sûreté.

La présente modification matérielle consiste à retirer les GVu et à installer à leur place les GVr. Pour ce faire, EDF doit déposer temporairement un certain nombre de matériels interférant potentiellement avec les opérations de dépose des GVu et d'installation des GVr, qui devront ensuite être remontés à l'identique. Des essais hydrauliques et de requalification permettront ensuite de s'assurer que les GVr et les matériels réinstallés après le remplacement sont opérationnels.

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

- la première modification consiste à mettre en service le système de ventilation EBA¹ ligné avec le système de filtration interne du bâtiment réacteur afin d'évacuer le formol dégagé lors de la première chauffe des calorifuges neufs ;
- la seconde modification consiste à utiliser le système GCTc² en mode « opérateur » alors que le réacteur est dans le domaine d'exploitation « réacteur en production » (RP).

Par ailleurs, s'agissant du premier remplacement de GV du palier 1300 MWe depuis celui ayant entraîné la chute d'un GV du réacteur n° 2 de Paluel, une nouvelle chaîne de manutention est utilisée.

Enfin, EDF n'étant pas en mesure d'assurer qu'il ne reste plus d'eau dans les GVu, contrairement à ce qui était considéré jusqu'alors, EDF a fourni des éléments justifiant que la production de H₂ par radiolyse de l'eau résiduelle dans les GVu était suffisamment faible pour éviter tout risque d'explosion, que ce soit lors du déplacement des GVu ou lors de leur entreposage.

2. ANALYSE DE L'IRSN

2.1. RISQUES GÉNÉRÉS LORS DE LA RÉALISATION DE LA MODIFICATION

Concernant le risque de chute du GV manutentionné, EDF a pris les précautions nécessaires pour se prémunir autant que possible de ce risque tout en étant contraint de s'adapter à la conception des GV. Notamment les tourillons nécessaires à la préhension des GV seront montés sur les trous d'homme des générateurs de vapeur. Cette contrainte a entraîné l'utilisation de vis à haute résistance dont l'usage est déconseillé dans le contexte de la manutention. Pour limiter les risques induits par l'usage de telles vis, EDF s'est engagé à les renouveler entre chaque manutention de GV.

À l'issue de son expertise, l'IRSN considère la nouvelle chaîne de levage de GV comme acceptable, en incluant la liaison entre les tourillons et les trous d'hommes, mais souligne qu'il serait préférable que, pour les prochains remplacements de GV, la conception des moyens d'accroche des GV soit anticipée dès la conception des GV de manière à éviter l'utilisation de vis de classe élevée.

2.2. ESSAIS DE REQUALIFICATION

Dans le cadre de cette modification, les essais de requalification sont structurés en quatre phases :

- les essais préliminaires avant remplacement des GV ;
- 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 de requalification des matériels qui auront été déposés puis remis en place.

En particulier la réalisation d'une épreuve hydraulique du circuit secondaire permettra de réaliser des essais de suivi et de disponibilité des nombreuses tuyauteries des systèmes déposés puis reposés. **Ce point n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

Néanmoins, à la date de rédaction de cet avis, EDF n'a pas encore défini précisément les contrôles des dispositifs autobloquants (DAB) des GV, ainsi que la surveillance associée à ces contrôles. Or, au vu des événements survenus récemment lors la maintenance des DAB et collectés dans cadre de l'analyse du retour d'expérience [2], **l'IRSN estime que des contrôles des positions des pistons des DAB des GV doivent a minima être réalisés à**

¹ EBA : système de ventilation de l'enceinte par balayage à l'arrêt.

² GCTc : système de contournement global de la turbine via le condensateur.

chaud et à froid et que ces contrôles doivent faire l'objet d'une surveillance particulière de la part d'EDF. Ce point fait l'objet de la recommandation en annexe 1.

2.3. IMPACT DE LA CONCEPTION DU GVR SUR LES ÉTUDES DE SÛRETÉ

Dans le cadre de la mise en place de GV de nouvelle conception (type ND 74/19) sur le réacteur n° 1 de Flamanville, EDF a évalué l'impact du changement de type de GV sur les études de sûreté, par reprise d'études et par argumentaire. 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.

Dans son dossier initial, EDF n'avait pas analysé l'impact des nouveaux GV sur les études de sûreté relevant du domaine complémentaire³. Des justifications complémentaires ont été apportées par EDF au cours de l'expertise. Ces justifications sont acceptables pour l'IRSN, à l'exception de l'étude de brèche ou de perte du système de refroidissement du réacteur à l'arrêt (RRA) dans le domaine d'exploitation d'arrêt normal sur RRA. **En effet, pour cette étude, l'IRSN estime que le GVR pourrait avoir un effet défavorable sur la capacité de refroidissement du cœur. Ce point fait l'objet de l'observation n° 1 en annexe 2. D'une manière générale, l'IRSN estime que, pour les prochains remplacements de GV, il conviendrait que l'impact du GVR sur les études du domaine complémentaire soient intégrées au dossier initial de l'exploitant.**

Globalement, le remplacement des GV de première monte par le GV de type ND 74/19 a un impact négligeable ou faible sur la plupart des études de sûreté du référentiel applicable au réacteur n° 1 de Flamanville et les critères de sûreté sont respectés. Néanmoins, l'IRSN a soulevé certaines réserves au cours de l'expertise vu l'impact potentiellement défavorable du changement de GV sur certaines études. Cet impact reste à évaluer et il fera l'objet d'une expertise ultérieure à l'issue de laquelle les réserves de l'IRSN pourront être levées le cas échéant. **Dans ce cadre, il conviendra de mener une mise à jour exhaustive des études de sûreté, en tenant compte des caractéristiques du GVR.**

Par ailleurs, l'exploitant du réacteur n° 1 de Flamanville prévoit de réaliser la modification permettant la réalimentation de la bache ASG⁴ par le système JP*. Cette modification participe à la gestion à moyen terme des situations de perte totale des alimentations électriques externes. Or les GV de type ND 74/19 conduisent à une surconsommation d'eau de la bache ASG lors de telles situations, ainsi les études valorisent du stock d'eau contenu dans les GV. **De ce fait, l'IRSN estime qu'EDF devrait s'interroger quant à la suffisance de cette modification pour atteindre les objectifs fixés, en prenant en compte les caractéristiques du GV ND 74/19. Cette analyse devra tenir compte du volume utile de la bache ASG réellement valorisable en cohérence avec les procédures de conduite accidentelle, dans l'objectif d'éviter l'atteinte du seuil d'indisponibilité de la bache ASG avant la connexion au système RRA. Ce point fait l'objet de l'observation n° 2 en annexe 2.**

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

Les deux MT STE déposées initialement par EDF ont donné lieu à des échanges techniques qui ont conduit EDF à réviser ses demandes. **Les nouvelles MT STE transmises par EDF n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN.**

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.

⁴ ASG : système d'alimentation de secours des GV.

2.5. RADIOLYSE DANS LES GV USÉS

Dans son dossier, EDF a transmis deux notes de calcul concernant la production de H₂ par radiolyse de l'eau résiduelle contenue dans les GVu des réacteurs 900 MWe et 1300 MWe pour une durée d'entreposage respectivement de trois mois et 70 ans.

L'IRSN ne disposant pas des éléments nécessaires, le code de calcul utilisé par EDF pour prévoir les conséquences de la radiolyse, et plus précisément les modèles physicochimiques de ce dernier, n'ont pas été évalués. Néanmoins, dans le cas des GVu, l'IRSN souligne que les hypothèses de calcul retenues par l'exploitant sont pénalisantes et que les résultats des simulations mettent en évidence une marge importante par rapport à la limite inférieure d'explosivité. De plus, les contre-calculs réalisés par l'IRSN sont cohérents avec les évaluations de l'exploitant. **L'IRSN estime donc que les risques d'atteinte d'une atmosphère explosive par radiolyse de l'eau dans les GV usés sont maîtrisés, que ce soit lors de leur transport ou lors de l'entreposage sur site pendant 70 ans.**

3. CONCLUSION

En conclusion, l'IRSN considère que la modification de remplacement des GV du réacteur n° 1 de Flamanville n'entraîne pas de régression pour la sûreté sous réserve de la prise en compte de la recommandation n° 1 en annexe 1. Par ailleurs, même si l'impact du changement de GV sur les études de sûreté n'est pas de nature à remettre en cause le déploiement de la présente modification, l'IRSN estime qu'EDF devrait prendre en compte les observations n° 1 et 2 en annexe 2.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Hervé BODINEAU

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

ANNEXE 1 À L'AVIS IRSN N° 2022-00038 DU 23 FÉVRIER 2022

Recommandation de l'IRSN

L'IRSN recommande que les dispositifs autobloquants neufs installés à l'issue du RGV voient la position de leur piston contrôlée, à chaud et à froid.

ANNEXE 2 À L'AVIS IRSN N° 2022-00038 DU 23 FÉVRIER 2022

Observations de l'IRSN

Observation N° 1

L'IRSN estime qu'EDF devrait apporter la justification de l'absence d'impact du remplacement de GV pour la condition de fonctionnement complémentaire « mise en service manuelle d'un appoint au primaire » relative à l'étude de brèche ou perte du système de refroidissement du réacteur à l'arrêt (RRA) en état d'arrêt normal sur RRA.

Observation N° 2

L'IRSN estime qu'EDF devrait apporter la démonstration de la suffisance, en termes de requis (débit et volume), de la modification relative à la réalimentation de la bache ASG par le système JP* du palier 1300 MWe, en tenant compte des caractéristiques des différents générateurs de vapeur installés sur ce palier, notamment celles du GV ND 74/19, et du volume utile de la bache ASG valorisable en cohérence avec les procédures de conduite accidentelle d'approche par état, et ce avec l'objectif d'éviter l'atteinte du seuil d'indisponibilité de la bache ASG avant la connexion du système de refroidissement du réacteur à l'arrêt.