



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

IRSN
INSTITUT DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Fontenay-aux-Roses, le 27 juin 2023

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2023-00096

Objet : EDF – REP – Réacteurs de 1300 MWe (P'4) – Prise en compte du retour d'expérience du déploiement de la modification matérielle conçue pour limiter les rejets par les événements de la bache du circuit de traitement et de réfrigération de l'eau des piscines.

Réf. : Saisine cadre ASN - CODEP-DCN-2012-040076 du 11 mars 2013.

Conformément à la saisine de l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) en référence, l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a analysé l'événement significatif pour la sûreté (ESS) déclaré le 31 décembre 2020 par l'exploitant du réacteur n° 1 de la centrale nucléaire de Belleville, ainsi que les événements significatifs et importants pour l'environnement (respectivement ESE et EIE) déclarés par les exploitants des centrales nucléaires de Cattenom et de Nogent. L'ensemble de ces événements fait suite au déploiement de la modification matérielle conçue pour limiter les rejets qui pourraient avoir lieu en cas d'accident par les événements de la bache du circuit de traitement et de réfrigération de l'eau des piscines (PTR).

1. CONTEXTE

En cas de brèche sur le circuit primaire, le système RIS¹ permet d'injecter de l'eau borée afin de compenser l'eau perdue à la brèche et le circuit EAS² permet de diminuer la pression dans le bâtiment réacteur. Ces circuits sont approvisionnés en eau borée par la bache du système PTR qui est équipée de deux événements pour garantir l'aspiration de l'eau au débit requis. En cas de section de passage insuffisante au niveau de ces événements, le débit d'air ne sera pas suffisant pour combler le volume d'eau aspiré lors de la mise en service des pompes RIS et EAS, ce qui pourrait conduire à une mise en dépression de la bache PTR avec pour conséquence la perte des systèmes RIS et EAS.

Lorsque la bache PTR atteint son niveau bas, les circuits RIS et EAS basculent automatiquement en mode dit de « recirculation » afin d'utiliser l'eau perdue à la brèche et collectée dans les puisards. Cette configuration pourrait conduire à un rejet radioactif direct dans l'environnement via les événements de la bache PTR. À cet égard, EDF a mis en œuvre une modification matérielle permettant de limiter ces rejets radioactifs sur l'ensemble des réacteurs du parc. Pour les réacteurs de 1300 MWe du train P'4³, cette modification consiste à prolonger les deux événements

¹ RIS : système d'injection de sécurité.

² EAS : système d'aspersion de l'enceinte.

³ Les réacteurs du palier 1300 MWe sont divisés en deux trains : les CNPE de Belleville, Nogent, Golfech, Cattenom et Penly appartiennent au train P'4 et les CNPE de Paluel, Flamanville et St Alban au train P4.

MEMBRE DE
ETSON

de la bâche PTR afin de les connecter à une unique gaine métallique reliée à une casemate. Pour chaque événement, un dispositif de découplage souple en PVC, appelé manchette, est mis en place entre la partie prolongée de l'événement et la gaine métallique. La casemate est équipée d'un registre d'isolement étanche qui est condamné en position ouverte en fonctionnement normal et lors de la phase d'injection à partir de la bâche PTR. Après le passage en recirculation des systèmes RIS et EAS, ce registre doit être fermé afin de limiter les rejets gazeux.

L'analyse des événements cités précédemment a permis d'identifier des défauts de conception de cette modification matérielle, à savoir :

- des défauts de montage et de conception des manchettes ayant rendu la bâche PTR d'un réacteur indisponible ;
- la présence de condensation dans la casemate de la bâche PTR ayant conduit à des rejets de tritium dans l'environnement.

2. DÉFAUTS DE MONTAGE ET DE CONCEPTION DES MANCHETTES

Lors de la phase préparatoire du chantier de la modification sur les réacteurs n° 1 et 2 de Belleville, des erreurs de mesure ont conduit à une distance hors tolérance entre les axes des gaines métalliques et des événements de la bâche PTR. Le 30 décembre 2020, alors que le réacteur n° 1 était en cours de redémarrage et que les systèmes RIS et EAS étaient requis, EDF a identifié que cette distance entre axes excessive cumulée à la surlongueur des manchettes conduisait à un risque d'obstruction des événements de la bâche PTR et de collapse de la bâche en cas de mise en service des systèmes RIS et EAS. En effet, plusieurs arceaux assurant la rigidité des manchettes, ont été retrouvés déformés. Cet événement a été déclaré en tant qu'ESS au niveau 1 de l'échelle INES⁴.

Afin d'estimer l'accroissement du risque de fusion du cœur associé à cet événement, EDF a mené une analyse probabiliste de cet ESS et l'a qualifié de précurseur important⁵. À ce titre, cet événement a fait l'objet d'une attention particulière avec une mise en œuvre de mesures correctives. Ainsi, EDF a réalisé un état des lieux des manchettes installées sur les réacteurs n° 1, 2 et 3 de Cattenom, les réacteurs n° 1 et 2 de Nogent et le réacteur n° 2 de Belleville ayant déployé cette modification. Dans ce cadre, EDF a constaté des dégradations prématurées des manchettes du réacteur n° 2 de Cattenom et une non-étanchéité du fait de défauts de montage et de manchettes trop courtes.

Analyse de l'IRSN

L'IRSN a réalisé sa propre évaluation probabiliste et a confirmé l'accroissement significatif du risque de fusion du cœur estimé par EDF à la suite de cet événement.

Concernant les défauts de montage, EDF a précisé que les défauts majeurs d'alignement et de montage sur le réacteur n° 1 du CNPE de Belleville ont probablement conduit à la déformation des arceaux. Au cours de l'expertise, EDF a indiqué que deux manchettes conçues sur mesure, adaptées aux distances entre les axes des conduites à raccorder et renforcées par la mise en place de six arceaux au lieu de quatre, afin de garantir le maintien de la section de passage, ont été installées. Puis, EDF s'est engagé à remplacer les coudes des événements des réacteurs n° 1 et n° 2 de Belleville, dont l'erreur de conception est à l'origine de la distance excessive entre les axes des gaines, par des coudes sur mesure et à installer des manchettes dont l'alignement et la mise en œuvre seront conformes aux recommandations du fabricant au cours du 1^{er} semestre 2024. En ce qui concerne le réacteur n° 2 du CNPE de Cattenom, EDF a justifié au cours de l'expertise que l'origine de la dégradation des

⁴ INES : international nuclear event scale.

⁵ L'analyse probabiliste permet de mettre en évidence des situations qui auraient pu ne pas être identifiées à risque et apporte des éléments chiffrés qui permettent de mieux appréhender la gravité des événements et de les hiérarchiser. Un événement est dit « précurseur » lorsque son occurrence sur un réacteur induit un accroissement du risque de fusion du cœur supérieur à 10^{-6} par rapport à la valeur de référence. Parmi ces événements, les événements dont le surcroît de risque est supérieur à 10^{-4} , dits précurseurs « importants », font l'objet d'une attention particulière.

manchettes était due à un non-respect du cahier des charges et à des non-conformités de montage. Afin de résorber ces anomalies, EDF a remplacé les manchettes installées par des manchettes adaptées à la configuration de chaque réacteur. De plus, EDF a modifié la documentation de montage des manchettes afin d'intégrer des spécifications plus précises et a sensibilisé les intervenants aux non-conformités de montage. D'après EDF, ces mesures permettent de limiter les risques de dégradation prématurée des manchettes. Enfin, afin de prendre en compte le phénomène de vieillissement du matériau polymère constitutif des manchettes, EDF a mis en place un programme de maintenance préventive des manchettes qui n'était pas prévu lors de la conception de cette modification. **Ces éléments n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN.**

Par ailleurs, l'IRSN note l'absence de REX négatif sur les réacteurs de 900 MWe (palier CPY) où une modification similaire a été déployée, ce qui confirme le bon comportement des manchettes dès lors que le montage en est conforme. **Ces éléments n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN.**

3. PHÉNOMÈNES DE CONDENSATION DANS LA CASEMATE ET DANS LES MANCHETTES

À la suite du déploiement de la modification sur les réacteurs de 1300 MWe du train P'4, des condensats tritiés ont été découverts dans le réseau d'eau pluviale (SEO) du réacteur n° 1 de Nogent, dans le réseau des eaux usées (SEU) et en différents points du réacteur n° 2 de Cattenom et dans le réseau SEO du réacteur n° 3 de Cattenom.

D'après EDF, la présence de tritium en différents points des centrales nucléaires mentionnées ci-dessus serait due à un phénomène de condensation dans la casemate des événements de la bêche PTR, dont l'exigence d'étanchéité n'a pas été respectée ainsi qu'à des défauts de conception et de montage des manchettes qui auraient conduit à leur dégradation prématurée, au détriment de leur étanchéité. Selon EDF, la conséquence principale de cet événement est une potentielle infiltration du tritium dans la nappe phréatique.

Analyse de l'IRSN

Au-delà du risque d'infiltration du tritium dans la nappe phréatique, l'IRSN note que la casemate n'aurait pas assuré son rôle de rétention des radionucléides en situation accidentelle.

Dans l'attente d'une solution pérenne, EDF a mis en place des mesures compensatoires afin de collecter les condensats tritiés dans la casemate et éventuellement en toiture de la bêche PTR et d'assurer l'étanchéité de la casemate. Dans un second temps, EDF a indiqué qu'une modification matérielle est en cours de déploiement afin de rediriger les condensats vers un puisard RPE de la bêche PTR sans possibilité d'interaction avec le réseau SEO du site et de s'assurer l'étanchéité de la casemate. De plus, l'installation des nouvelles manchettes sur mesure ainsi que la mise à jour des procédures de montage permettront de garantir leur étanchéité selon EDF. **L'ensemble de ces éléments n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

Par ailleurs, les manchettes ainsi que les gaines n'ont pas été calorifugées sur les réacteurs du train P'4 alors qu'elles le sont sur les réacteurs du palier CPY. Selon EDF, les éventuels condensats qui se forment entre les arceaux des manchettes s'écoulent naturellement de part et d'autre du dispositif et les eaux susceptibles de s'accumuler entre les arceaux constituent une masse négligeable qui n'affecte pas le comportement des manchettes. **Ainsi, compte tenu de l'absence de calorifuge autour des gaines métalliques et des manchettes reliant les événements de la bêche PTR à la casemate, l'IRSN estime qu'EDF devrait mentionner, dans son programme de maintenance des manchettes, la présence potentielle de condensats tritiés afin de définir des dispositions de protection des travailleurs et de l'environnement.**

Concernant le palier CPY, EDF a transmis au cours de l'expertise des éléments démontrant que, du fait de la conception, les condensats non retenus par la casemate s'écouleraient dans la rétention de la bêche PTR sans interaction avec le réseau SEO. **Ces éléments n'appellent pas de commentaire de la part de l'IRSN.**

4. CONCLUSION

L'IRSN estime que les mesures compensatoires temporaires et pérennes, présentées par EDF au cours de l'expertise, permettent de pallier les défauts de conception et de mise en œuvre de la modification matérielle conçue pour limiter les rejets de la bâche PTR, mis en exergue dans les événements déclarés par EDF.

L'IRSN estime néanmoins qu'EDF devrait mentionner, dans son programme de maintenance des manchettes, la présence potentielle de condensats tritiés afin de définir des dispositions de protection des travailleurs et de l'environnement.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Hervé BODINEAU

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté