

Fontenay-aux-Roses, le 3 juillet 2020

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n° 2020-00107

| | |
|----------------------------|---|
| Objet... | CNPE de Flamanville - Redémarrage du réacteur n° 2 avec des grappes sources secondaires désactivées » |
| Réf(s) .. | [1] Lettre ASN - CODEP-CAE-2020-033645 du 25 juin 2020 [2] Avis IRSN - IRSN/2017-00276 du 31 août 2017 |
| Nbre de page(s) ... | 6 |

Conformément à la demande de l'autorité de sûreté nucléaire (ASN) en référence [1], l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a examiné l'acceptabilité sur le plan de la sûreté d'une demande d'autorisation de modification transmise par EDF, sur le réacteur n° 2 de Flamanville pour son cycle 24, portant sur l'évolution du chapitre X (essais physiques) des règles générales d'exploitation (RGE) et une modification du paramétrage associé aux chaînes de niveau source (CNS¹) à partir du système de mesure de la puissance nucléaire (RPN).

Contexte

La protection et la surveillance du réacteur lors d'un redémarrage après un arrêt pour rechargement du combustible ou un arrêt en cours de cycle nécessitent, entre autres, la mesure du flux de neutrons de fuite du cœur au moyen des CNS. La surveillance relative à la détection d'une erreur de rechargement lors des manipulations d'assemblages de combustible ou d'une dilution du réfrigérant primaire, dans certains états d'arrêt, tant que l'essai de temps de chute des grappes n'a pas été réalisé, est assurée au moyen de l'alarme « flux élevé à l'arrêt ». Après l'essai de vérification du temps de chute des grappes d'arrêt, la protection, notamment en cas d'accident de dilution, est assurée par l'arrêt automatique du réacteur (AAR) par « haut flux CNS », jusqu'à la mise hors tension des CNS.

La disponibilité des CNS est vérifiée si leur taux de comptage est supérieur au bruit de fond lorsque qu'une source de neutrons est positionnée dans leur voisinage. Cette vérification est effectuée au cours des quatre premières séquences de rechargement du cœur par le positionnement, en regard de chaque CNS, d'un assemblage de combustible comportant une grappe source secondaire (GSS²) émettrice de neutrons. Cependant, les GSS ne sont pas

¹ Les CNS sont des capteurs proportionnels à dépôt de bore. Sur le palier 1300 MWe, elles sont au nombre de quatre. Elles sont placées au contact extérieur de la cuve, aux bouts des médianes du cœur.

² Sur les réacteurs de 1300 MWe, la surveillance neutronique requiert l'utilisation de quatre GSS actives afin de rendre possible la vérification de la disponibilité des chaînes neutroniques niveau source, en assurant un taux de comptage minimal dès le début du rechargement et jusqu'à la divergence (état réacteur en

Adresse Courrier
BP 17
92262 Fontenay-aux-Roses
Cedex France

Siège social
31, av. de la Division Leclerc
92260 Fontenay-aux-Roses

Standard +33 (0)1 58 35 88 88
RCS Nanterre 8 440 546 018

MEMBRE DE

ETSON

EUROPEAN
TECHNICAL SAFETY
ORGANISATIONS
NETWORK

spontanément émettrices de neutrons : leur activation préalable sous flux neutronique est nécessaire. Par ailleurs, les GSS se désactivent progressivement dès lors qu'elles ne sont plus sous flux neutronique.

Le réacteur n° 2 de Flamanville (palier 1300 MWe) est à l'arrêt pour sa troisième visite décennale depuis le 10 janvier 2019 et ses quatre GSS sont donc considérées comme inactives. Pour permettre le redémarrage du réacteur, EDF souhaite vérifier la disponibilité des CNS en utilisant des assemblages fortement irradiés qu'il remplacera en fin de chargement par des assemblages de combustible neufs contenant les GSS inactives.

De plus, une CNS a été remplacée pendant cet arrêt et la requalification du détecteur de la CNS neuve est normalement finalisée avant le retour en puissance du réacteur, dans un état dans lequel le taux de comptage minimal requis ne sera pas atteint compte tenu de l'activité insuffisante des GSS.

Enfin, lors de ce redémarrage, sont prévus l'étalonnage du boremètre installé sur le système de contrôle volumétrique et chimique du circuit primaire (RCV).

La demande d'autorisation vise à permettre le redémarrage du réacteur n° 2 de Flamanville pour son cycle 24 alors que ses quatre GSS sont désactivées.

L'ASN souhaite connaître l'avis de l'IRSN sur l'acceptabilité au plan de la sûreté de la demande de modification portant sur l'évolution du chapitre X des RGE et de la demande de modification matérielle sur le paramétrage des CNS. En particulier, l'ASN souhaite connaître l'avis de l'IRSN sur les questions suivantes :

- les dispositions prises par EDF lors du rechargement permettent-elles de garantir la disponibilité des CNS ?
- la réalisation d'une pré-dilution avant l'approche sous-critique dans le cadre de l'étalonnage du boremètre RCV est-elle acceptable ?
- les conditions de réalisation de l'étalonnage du boremètre RCV sont-elles acceptables ?
- le programme de requalification de la CNS neuve est-il acceptable ?
- les nouvelles valeurs du paramétrage RPN sont-elles acceptables ?
- la dérogation à la disposition transitoire n° 207 est-elle acceptable ?

Rechargement du combustible

De manière à assurer un taux de comptage³ suffisant des CNS pour que celles-ci soient considérées disponibles pour permettre le suivi du rechargement, EDF prévoit, en début de chargement, de placer quatre assemblages sources « *intérimaires* » irradiés à 48 GWj/t en remplacement des quatre assemblages munis des GSS. Ces assemblages « *intérimaires* » seront ensuite déchargés lors des dernières séquences du rechargement au profit des assemblages neufs munis des GSS désactivées.

Par ailleurs, afin d'obtenir un taux de comptage des CNS supérieur au bruit de fond, EDF prévoit de placer huit assemblages de 41 GWj/t en positions diagonales et symétriques.

Enfin, EDF intègre des points d'arrêt pour vérifier le taux de comptage des CNS afin d'autoriser le franchissement des différentes étapes du rechargement du combustible prévues pour le réacteur n° 2 de Flamanville.

puissance (RP)). Les GSS comportent chacune quatre crayons sources secondaires à l'Antimoine 123 et au Béryllium 9.

³ Le taux de comptage est le nombre de désintégrations détectées par unité de temps.

Compte tenu de la faible augmentation du temps de survol engendré par les huit séquences supplémentaires par rapport à un chargement classique et des points d'arrêts retenus par EDF, l'IRSN n'a pas de remarque sur la mise en œuvre du chargement du combustible. Toutefois, l'IRSN estime qu'EDF devrait fournir les éléments permettant de tirer le retour d'expérience de cette procédure nouvelle, ce qui fait notamment l'objet de l'observation n° 1 en annexe.

Modification temporaire n° 1 du chapitre X

Cette modification temporaire vise à remplacer, dans la règle d'essais physiques à puissance nulle au redémarrage après rechargement (REPR), la valeur de « 2 c/s » à vérifier lors de la présentation d'un assemblage combustible en face d'une CNS neuve par le terme « seuil défaut chaîne source ». **L'IRSN n'a pas de remarque concernant cette modification temporaire.**

Modification temporaire n° 2 du chapitre X

Cette modification temporaire vise à supprimer l'exigence de la REPR, en cas de changement d'une seule CNS, de débiter l'approche sous-critique avec une concentration en bore minimale du circuit primaire de 2385 ppm. EDF souhaite donc pouvoir procéder à une pré-dilution de 2385 ppm jusqu'à la « concentration en bore minimale » du circuit primaire (2000 ppm) afin de mettre à profit la plage entre 2385 et 2000 ppm pour réaliser des mesures en bore par titrimétrie, nécessaires à l'étalonnage du boremètre RCV lors de ce cycle, en vue de sa mise en exploitation au prochain rechargement. EDF prévoit comme mesures compensatoires, lors de la pré-dilution, le suivi de l'inverse des taux de comptage et la vérification de la corrélation entre le volume d'eau injecté lors de la pré-dilution et la différence de niveau sur la bêche REA eau utilisée.

Durant cette phase de pré-dilution, la démonstration relative au risque de dilution homogène incontrôlée repose sur l'atteinte du seuil d'AAR par « haut flux CNS », qui n'est pas affecté par la présente demande de modification. **L'IRSN n'a donc pas d'objection à cette modification temporaire, compte tenu notamment des mesures compensatoires retenues. Concernant les conditions de réalisation de l'étalonnage du boremètre RCV, l'IRSN ne formule pas de remarque dans la mesure où elles respectent les exigences fixées et que la phase de pré-dilution ne fait pas l'objet de réserves.**

Modification temporaire n° 3 du chapitre X

Certaines vérifications nécessaires à la requalification fonctionnelle des CNS doivent se faire à un taux de comptage supérieur à 100 c/s. Or, la désactivation des GSS suite à un arrêt long ne permettrait pas d'atteindre un taux de comptage suffisant en arrêt normal sur les générateurs de vapeur (AN/GV) ou en réacteur en production (RP) pendant la levée des grappes. Ainsi, cette modification temporaire a pour objectif de reporter au besoin ces vérifications des CNS au cours de la dilution du réfrigérant primaire lors de l'approche sous-critique.

Un tel report de la qualification d'une CNS neuve a déjà été envisagé sur les réacteurs n° 1 de Nogent et n° 2 de Belleville en 2017 avec les mêmes mesures compensatoires et n'avait pas fait l'objet de remarque de l'IRSN [2]. **Ainsi, l'IRSN estime acceptable ce report de la requalification de la CNS neuve.** Toutefois, l'IRSN estime qu'EDF devrait

fournir les éléments permettant de tirer le retour d'expérience de cette procédure nouvelle, ce qui fait notamment l'objet de l'observation n° 1 en annexe.

Nouvelles valeurs du paramétrage du RPN

L'alarme « Flux Élevé à l'Arrêt » (FEA) a pour objectif d'avertir l'opérateur qu'un incident de dilution intempestive est en cours, dans certains états d'arrêt tant que l'essai de temps de chute de grappes n'a pas été réalisé. Elle est élaborée à partir des mesures de flux par les CNS. Afin de prendre en compte les faibles taux de comptage des CNS induits par l'absence de GSS activées au redémarrage, certains paramètres du RPN sont modifiés. **Après expertise, l'IRSN ne formule pas de remarque concernant les nouvelles valeurs du paramétrage du RPN.**

Dans ce cadre, EDF prévoit de déroger à la disposition transitoire (DT) n° 207⁴ dans certains états d'arrêt en réglant le seuil de l'alarme « Flux Élevé à l'Arrêt » à 3 fois le flux mesuré sur les CNS au lieu de 2,5 fois. En contrepartie, EDF prévoit le renforcement de la surveillance de la concentration en bore avec des mesures titrimétriques plus fréquentes. L'IRSN rappelle que la surveillance de la dilution par les CNS fait l'objet d'une anomalie d'étude qui a conduit à la valorisation des mesures de concentration en bore (automatiques ou manuelles) pour avertir l'opérateur qu'un incident de dilution intempestive est en cours. **Ainsi, l'IRSN estime acceptables les dispositions prises par EDF pour prévenir et détecter le risque de dilution homogène incontrôlée en cas de dérogation à la DT 207.**

Enfin, EDF prévoit d'abaisser le seuil « bas perte signal CNS », qui constitue l'un des initiateurs d'une alarme permettant de s'assurer de la disponibilité des CNS en vérifiant que le taux de comptage est supérieur au bruit de fond. Dans la mesure où le retour d'expérience montre que le bruit de fond mesuré sur le réacteur n° 2 de Flamanville est deux fois inférieur au nouveau seuil « bas perte signal CNS » et qu'un point d'arrêt est prévu après la pose des quatre assemblages « *intérimaires* » pour vérifier que le taux de comptage est suffisant, **l'IRSN estime cette modification temporaire acceptable.** Néanmoins, l'IRSN estime qu'EDF devrait fournir un bilan concernant l'apparition de l'alarme par franchissement du seuil « bas perte signal CNS » ainsi que la conduite adoptée. Ceci fait notamment l'objet de l'observation n° 1.

Conclusion

Compte tenu des analyses de sûreté d'EDF, des mesures compensatoires prévues, et du référentiel applicable, l'IRSN estime acceptables du point de vue de la sûreté :

- les dispositions prises par EDF lors du rechargement pour garantir la disponibilité des CNS ;
- la réalisation d'une pré-dilution avant l'approche sous-critique dans le cadre de l'étalonnage du boremètre RCV ;
- les conditions de réalisation de l'étalonnage du boremètre RCV ;
- le programme de requalification de la CNS neuve ;
- les nouvelles valeurs du paramétrage RPN ;
- la dérogation à la disposition transitoire n° 207.

⁴ La DT n° 207 permet d'encadrer la surveillance de la dilution homogène du bore par les CNS dans les états d'arrêt. Notamment, elle prévoit d'abaisser les seuils de l'alarme FEA, dans les états d'arrêt APR cœur complet, API et AN/RRA selon la configuration des grappes, au maximum à 2,5 fois le flux mesuré par les CNS au lieu de 3 fois préconisé dans les STE.

En conséquence, l'IRSN estime acceptables la demande de modification sur le réacteur n° 2 de Flamanville pour son cycle 24 portant sur l'évolution du chapitre X des RGE ainsi que la demande de modification matérielle sur le paramétrage des CNS.

Toutefois, l'IRSN estime qu'EDF devrait fournir, dans les meilleurs délais, les informations permettant de tirer le retour d'expérience de cette situation nouvelle. Ceci fait l'objet de l'observation n° 1 en annexe.

Pour le Directeur général et par délégation,
Olivier DUBOIS
Directeur adjoint de l'expertise de sûreté

Annexe à l'avis IRSN n° 2020-00107 du 3 juillet 2020

Observations de l'IRSN

Observation n° 1

L'IRSN estime qu'EDF devrait transmettre, dans les meilleurs délais :

- la comparaison des taux de comptage mesurés par les chaînes niveaux sources (CNS) avec ceux prédits par EDF aux différents points d'arrêt prévus lors du rechargement du réacteur ;
- la conduite adoptée suite à l'application des logigrammes en cas de taux de comptage insuffisant, que ce soit au début ou en fin de chargement ;
- les taux de comptage des quatre CNS en AN/GV, en RP lors de la levée des grappes et avant la dilution lors de l'approche sous-critique ;
- le cas échéant, le bilan concernant l'apparition de l'alarme par franchissement du seuil « bas perte signal CNS » ainsi que la conduite adoptée.