



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

IRSN
INSTITUT DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Fontenay-aux Roses, le 3 mai 2024

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2024-00070

Objet : EDF – REP – Palier 1300 MWe – Prise en compte du retour d'expérience d'exploitation – Impact sur la sûreté du déploiement de la modification PNPP 2/3447 tomes A et C relative à l'isolement automatique de l'ASG et de l'ARE.

Réf. : Saisine cadre ASN - CODEP-DCN-2012-220476 du 11 mars 2013.

Conformément à la saisine de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) en référence, l'Institut de radioprotection et de sûreté de nucléaire (IRSN) a analysé le retour d'expérience (REX) du déploiement des volets « isolement automatique de l'alimentation en eau de secours des générateurs de vapeur (ASG) » et « isolement automatique du système de régulation de débit alimentaire des générateurs de vapeur (ARE) » de la modification PNPP 2/3447 « Rénovation du système RPR¹ » déployée sur les réacteurs de 1300 MWe. Cette analyse conduit l'IRSN à réinterroger l'impact sur la sûreté de la modification.

➤ PRÉSENTATION DE LA MODIFICATION PNPP 2/3447 RELATIVE À L'ISOLEMENT AUTOMATIQUE DE L'ASG ET DE L'ARE

La modification PNPP 2/3447 introduite lors de la troisième visite décennale du palier 1300 MWe intègre plusieurs volets, dont deux font partie du plan d'action proposé par EDF pour réduire les conséquences radiologiques de l'accident de rupture d'un tube sur un générateur de vapeur de quatrième catégorie du domaine de dimensionnement (RTGV4²). Cet accident est identifié comme celui pouvant conduire aux conséquences radiologiques les plus élevées parmi les scénarios sans fusion du cœur.

Un premier volet de modifications, intégré dans le tome A de la modification PNPP 2/3447, concerne l'isolement automatique de l'ASG d'un générateur de vapeur (GV) en cas de dépassement du niveau très haut. Son objectif est d'éviter un débordement en eau d'un GV qui serait affecté par la rupture d'un de ses tubes et ainsi de limiter les conséquences radiologiques de l'accident alors que le réacteur est à faible puissance.

¹ RPR : système de protection des réacteurs.

² RTGV4 : l'accident d'intérêt consiste en la rupture guillotine totale d'un tube de générateur de vapeur avec un blocage en position ouverte d'une soupape secondaire lors de sa sollicitation en eau, cumulée à une situation de manque de tension externe.

MEMBRE DE
ETSON

Un second volet, intégré dans le tome C de la modification PNPP 2/3447, concerne l'isolement automatique de l'ARE sur un signal de « bas débit dans deux boucles primaires ». L'objectif de ce volet est également de limiter le risque de débordement d'un GV affecté par la rupture d'un de ses tubes.

➤ **REX DE LA MISE EN ŒUVRE DE LA MODIFICATION PNPP 2/3447 RELATIVE À L'ISOLEMENT AUTOMATIQUE DE L'ASG ET DE L'ARE**

Isolement automatique de l'ASG (PNPP 2/3447 tome A)

En mai 2022, l'atteinte d'un niveau très haut dans un des GV du réacteur n° 1 du centre nucléaire de production d'électricité (CNPE) de Belleville conduit temporairement à l'arrêt de l'alimentation en eau de ce dernier. Moins de vingt minutes plus tard, un arrêt automatique du réacteur (AAR) survient du fait de l'atteinte d'un niveau très bas sur ce même GV. L'arrêt temporaire d'alimentation en eau du GV est lié à la mise en œuvre de la modification PNPP 2/3447 tome A. Ce risque d'AAR en fonctionnement normal du fait de la perte d'alimentation en eau d'un GV n'avait pas été identifié par EDF dans son analyse d'impact de la modification.

Isolement automatique de l'ARE (PNPP 2/3447 tome C)

En août 2021, lors de la préparation de l'essai de contrôle de la décroissance de débit primaire sur le réacteur n° 3, le CNPE de Cattenom identifie un risque de refroidissement excessif du fluide primaire pendant l'essai qui est lié à la mise en œuvre de la modification PNPP 2/3447 tome C. Ce refroidissement est induit par le démarrage à plein débit des turbopompes (TPS) du système ASG sur le signal de « bas débit dans deux boucles primaires »³ introduit par la modification. Il serait susceptible de provoquer le démarrage de l'injection de sécurité (IS) et de la fonction de borication automatique (FBA).

Le 21 décembre 2023, lors de l'essai périodique de contrôle de la décroissance du débit primaire sur le réacteur n° 1 du CNPE de Nogent, l'atteinte d'une très basse température en branche froide du circuit primaire provoque le démarrage de l'IS et la mise en service de la FBA, confirmant ainsi le risque identifié par le CNPE de Cattenom. De même, en novembre 2022, alors que le réacteur n° 2 du CNPE de Saint-Alban est en arrêt à chaud, les opérateurs procèdent à l'arrêt de groupes motopompes primaires (GMPP) pour n'en maintenir qu'une seule en fonctionnement. Cette action, du fait de la mise en œuvre de la modification matérielle PNPP 2/3447 tome C, provoque le démarrage automatique des TPS ASG à plein débit et conduit à un refroidissement excessif du circuit primaire.

Le risque de refroidissement excessif du fluide primaire et de démarrage inopportun de l'IS et de la FBA du fait du démarrage des TPS ASG à plein débit n'avait pas été identifié par EDF dans son analyse d'impact de la modification.

➤ **ANALYSE DU REX**

Isolement automatique de l'ASG (PNPP 2/3447 tome A)

L'atteinte d'un très haut niveau dans un GV pouvant survenir en-dehors d'un accident de RTGV (du fait de difficultés de pilotage des niveaux GV par exemple), l'isolement automatique de l'ASG mis en place est susceptible de conduire à l'arrêt inopportun de l'alimentation en eau d'un GV et à un risque d'AAR sur atteinte d'un bas niveau dans le GV isolé. À cet égard, EDF a d'ores et déjà pris des mesures pour maintenir les réacteurs dans leur domaine de fonctionnement normal et ainsi éviter la sollicitation de l'isolement automatique du système ASG. Au cours de l'expertise, EDF s'est engagé à compléter ces mesures d'ici fin 2025 pour prévenir le risque de perte temporaire de l'alimentation en eau d'un GV, lié à la mise en œuvre de la modification matérielle, qui ne soit pas justifiée. **L'IRSN estime que cet engagement est satisfaisant.**

³ L'essai de contrôle de la décroissance de débit primaire nécessite l'arrêt de toutes les pompes primaires, entraînant un bas débit dans toutes les boucles du circuit primaire.

En cas de dépassement du niveau très haut dans un GV, en plus de l'isolement automatique du système ASG, le tome A de la modification PNPP 2/3447 introduit un démarrage automatique des TPS et des motopompes (MPS) du système ASG. Pour l'IRSN, le démarrage des TPS en plus des MPS n'apparaît pas justifié : il participe, en cas d'accident de RTGV, au remplissage du GV affecté par la rupture d'un de ses tubes quand le seul démarrage des MPS serait suffisant pour alimenter en eau les GV. À l'issue de l'expertise, EDF s'est engagé à réinterroger la conception de la modification PNPP 2/3447 tome A et ce démarrage automatique des TPS ainsi qu'à évaluer l'intérêt de réaliser des modifications complémentaires. **L'IRSN estime que cet engagement est satisfaisant.**

Isolement automatique de l'ARE (PNPP 2/3447 tome C)

Dès lors que deux GMPP sur les quatre sont arrêtées (l'arrêt des pompes étant programmé ou fortuit), le démarrage à plein débit des TPS du système ASG, sollicité par l'automatisme d'isolement automatique du système ARE, est susceptible d'induire un-refroidissement excessif du circuit primaire. Le risque est alors un démarrage inopportun de l'IS et de la FBA, susceptible de générer des contraintes mécaniques sur les piquages système d'injection de sécurité si l'IS devait être débitante et de perturber la conduite des transitoires en conduite incidentelle et accidentelle. De plus, le démarrage à plein débit de l'ASG et des TPS en particulier génère des contraintes mécaniques sur les piquages ASG/ARE. Des mesures préventives ont d'ores et déjà été mises en place par EDF dans la documentation d'exploitation normale pour sensibiliser les opérateurs à ce risque. Pour renforcer ces mesures, EDF s'est engagé à mettre en œuvre des mesures compensatoires lors des essais de contrôle de la décroissance de débit primaire pour prévenir le risque de démarrage intempestif de l'IS et de la FBA. Pour autant, l'IRSN estime que l'objectif de sûreté à plus long terme doit être la suppression du risque de sur-refroidissement du fluide primaire lié au démarrage à plein débit des TPS ASG. À ce sujet, EDF s'est également engagé à réaliser une étude d'opportunité et de faisabilité d'une modification matérielle sur le tome C de la modification PNPP 2/3447 d'ici fin 2025, l'objectif de cette étude étant de réinterroger certains choix de conception (notamment le démarrage des TPS). **L'IRSN estime que cet engagement est satisfaisant.**

➤ **CONCLUSION**

Le REX du déploiement de la modification matérielle PNPP2/3447 tome A et tome C met en évidence des impacts sur la sûreté des réacteurs électronucléaires de 1300 MWe qui n'avaient pas été identifiés par EDF à la conception de la modification. **Ces impacts sur la sûreté ont été partagés avec EDF dans le cadre de l'expertise. À son issue, EDF a mis en place des mesures et pris des engagements qui, pour l'IRSN, sont de nature à répondre aux enjeux de sûreté identifiés.**

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Hervé BODINEAU

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté