



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

IRSN
INSTITUT DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Fontenay-aux-Roses, le 26 janvier 2024

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2024-00008

Objet : EDF – REP – Réacteurs du palier CPY – Modification du système de lubrification de la motopompe de la voie B du système d'alimentation de secours des générateurs de vapeur – Volet qualification

Réf. : [1] Saisine ASN – CODEP – DCN – 2023-000514 du 8 février 2023.
[2] Avis IRSN n° 2023-00114 du 19 juillet 2023.

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 du système de lubrification de la motopompe voie B du système d'alimentation de secours des générateurs de vapeur (ASG) soumise à l'autorisation de l'ASN par Électricité de France (EDF) le 21 avril 2022, conformément aux dispositions de l'article R.593-56 du code de l'environnement.

L'expertise de l'IRSN a porté sur la non-régression pour la sûreté lors de la mise en œuvre et l'exploitation de cette modification et notamment sur :

- l'impact sur la sûreté lors des travaux de réalisation de la modification ;
- l'impact sur la sûreté lors de l'exploitation de la modification ;
- le programme de requalification réalisé à l'issue de la modification ;
- l'évolution des règles d'essais périodiques du système ASG ;
- la qualification du groupe motopompe dans sa nouvelle configuration.

Les quatre premiers points ont été traités dans l'avis de l'IRSN en référence [2].

La non-régression concernant la qualification du groupe motopompe ASG fait l'objet du présent avis.

MEMBRE DE
ETSON

1. CONTEXTE ET DESCRIPTION DE LA MODIFICATION

En réponse aux prescriptions techniques de l'ASN concernant l'évacuation de la puissance résiduelle dans les situations H1¹ et H1+H3² consécutives à des agressions externes d'intensité noyau dur (ND), EDF a prévu de modifier l'installation pour garantir :

- l'alimentation en eau des générateurs de vapeur (GV), via la motopompe ASG de la voie B, dans les domaines de fonctionnement « réacteur en production » (RP) à « arrêt pour intervention – circuit primaire entrouvert » API-EO (piscine non remplissable), pour refroidir le cœur et évacuer la puissance résiduelle par le circuit secondaire ;
- un appoint en eau à la piscine du bâtiment combustible (BK) dans l'ensemble des domaines de fonctionnement, et un appoint à la piscine du bâtiment réacteur (BR), dans le domaine de fonctionnement « arrêt pour rechargement » (APR) lorsque le tube de transfert est ouvert, afin d'évacuer la puissance résiduelle et d'éviter le découverture des assemblages de combustible.

Bien qu'elle concerne d'autres systèmes que l'ASG, cette modification est appelée de manière simplifiée « ASG ND ».

Le système ASG des réacteurs de 900 MWe du palier CPY est équipé de deux motopompes, l'une appartenant à la voie A et l'autre à la voie B, et d'une turbopompe.

À l'issue de la mise en œuvre de la modification « ASG ND » dans sa totalité, en situation ND, l'alimentation en eau des GV est assurée par la motopompe de la voie B, prélevant de l'eau dans la bêche ASG dont le remplissage est réalisé par une pompe située au niveau du poste de vannage du système SEG. La motopompe de la voie B peut être alimentée électriquement par le groupe électrogène d'ultime secours (DUS).

Le dossier en support de la demande de modification « ASG ND » comporte plusieurs tomes. L'objectif du tome I de la modification est de rendre robuste au séisme de niveau noyau dur (SND) la motopompe de la voie B qui appartient au ND. Pour ce faire, le circuit de lubrification du dispositif actuel de guidage en rotation de l'arbre de la pompe est supprimé, et les paliers actuels sont remplacés par des paliers autolubrifiés. Selon EDF, cette modification permet de lever les difficultés récurrentes rencontrées avec ce circuit et nécessitant des actions de maintenance fréquentes, ce qui globalement contribue à améliorer la fiabilité et la disponibilité en exploitation de la motopompe.

Concrètement, la modification « ASG ND » Tome I consiste à remplacer, lors d'un arrêt de réacteur, la pompe existante par une pompe modifiée dont les circuits de lubrification et de réfrigération de l'huile auront été supprimés. Une noria de remplacement est mise en place ; ainsi, les premières pompes de remplacement sont neuves et les suivantes sont des pompes précédemment déposées et reconditionnées.

Outre le retrait du circuit de lubrification existant raccordé au système ASG et du circuit de réfrigération associé, les principales modifications apportées à la motopompe de la voie B sont :

- le remplacement de l'accouplement de liaison au moteur ;
- côté accouplement, le remplacement d'un palier lisse par un palier constitué d'un roulement à rouleaux cylindriques ;
- côté opposé à l'accouplement, le remplacement d'un palier lisse et de la butée à patins respectivement par un palier constitué d'un roulement à billes et par un roulement de type butée à rotules sur rouleaux ;
- l'ajout d'un ventilateur fixé en bout d'arbre côté libre afin d'assurer le refroidissement du palier et de la butée.

¹ H1 : perte totale de la source froide.

² H3 : perte totale des alimentations électriques externes et internes ou perte des tableaux secourus par défaillances intrinsèques.

La présente modification concerne l'ensemble des réacteurs de 900 MWe du palier CPY. Sa première mise en œuvre a été réalisée sur le réacteur n° 1 du site du Tricastin lors de sa visite partielle en septembre 2023.

2. DOSSIER D'EDF

Afin de justifier la qualification de la pompe ASG modifiée et l'absence de régression vis-à-vis de la pompe non modifiée, EDF a fait le choix de réaliser une qualification complète de la pompe « ASG ND » en considérant les chargements noyau dur.

La méthode de qualification retenue par EDF est une méthode mixte. La démonstration s'appuie ainsi sur des essais et sur des calculs. La qualification a été réalisée avec une pompe identique à celles qui sont installées sur site, prenant en compte les évolutions matérielles.

Dans ce cadre, EDF doit démontrer le respect des exigences suivantes :

- la résistance à la pression du fluide ;
- la vérification du comportement dynamique du groupe motopompe ;
- la vérification de l'opérabilité pendant et après un séisme ;
- les performances requises de la pompe ;
- la vérification du comportement à l'irradiation des matériaux non métalliques et des lubrifiants en situation accidentelle ;
- le maintien des performances requises de la pompe dans le temps.

3. ANALYSE DE L'IRSN

Les principes de démonstration de la qualification de la pompe « ASG ND » retenus par EDF n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN. Lors de son expertise, l'IRSN a analysé les différents points mentionnés ci-après pour s'assurer que les différentes exigences permettant de justifier la non-régression de la pompe ASG ND vis-à-vis de la qualification sont bien vérifiées.

Les calculs menés par EDF, complétés par un essai d'épreuve hydrostatique, permettent de démontrer la tenue mécanique de l'enceinte sous pression.

L'analyse du comportement dynamique nécessite le calcul des fréquences propres du groupe motopompe ainsi que des fréquences propres de torsion et de flexion de la ligne d'arbre. Les fréquences propres du groupe motopompe et de son arbre doivent être éloignées des plages de fréquences d'excitation prévisibles dues au fonctionnement de la pompe. Les résultats transmis par EDF indiquent qu'il n'y a pas de fréquence propre du corps de la pompe dans les intervalles de fréquences d'excitation. Concernant l'analyse en torsion et en flexion de la ligne d'arbre, EDF indique que des fréquences propres sont présentes dans ces zones. EDF a alors justifié l'absence d'impact sur la tenue mécanique de la ligne d'arbre en s'appuyant notamment sur un calcul en fatigue de cette ligne et en vérifiant le bon alignement de la pompe lors de son installation. Ceci est satisfaisant.

EDF a démontré l'opérabilité de la pompe « ASG ND » pendant et après séisme par calcul, malgré l'identification d'un risque de contact entre le rotor et le stator de la pompe.

Les essais de performances et d'endurance réalisés par EDF, complétés par une expertise finale (démontage de la pompe), ont permis de démontrer le respect des capacités hydrauliques attendues de la pompe et sa capacité à fonctionner pendant 15 jours dans les situations accidentelles.

EDF indique que l'irradiation n'a pas d'impact sur la tenue des joints et des graisses car ces derniers sont protégés des rayonnements par l'acier de la pompe et que le niveau d'irradiation est inférieur à celui qu'ils ont subi lors de leur qualification.

Enfin, EDF a démontré le fonctionnement de longue durée des roulements (paliers) par calcul. Les résultats indiquent que, pour l'ensemble des roulements, le critère de durée de vie est respecté, que ce soit en situation normale ou accidentelle.

Après l'expertise des éléments transmis par EDF, l'IRSN considère que la modification de la pompe ASG n'entraîne pas de régression vis-à-vis de sa qualification et qu'en outre la démonstration de sa qualification aux conditions noyau dur a été apportée.

4. CONCLUSION

Afin de rendre la pompe ASG voie B robuste aux situations noyau dur, EDF a choisi de supprimer les circuits de lubrification et de réfrigération de l'huile et de changer les paliers afin de les remplacer par des paliers auto-lubrifiés. Compte tenu de ces modifications, EDF devait démontrer qu'il n'y avait pas de régression vis-à-vis de la qualification de la pompe. Pour cela, EDF a fait le choix de réaliser une séquence de qualification complète de la pompe ASG modifiée. La méthode de qualification retenue pour la pompe « ASG ND » est une méthode mixte, la démonstration s'appuyant sur des essais et sur des calculs.

Compte tenu des éléments de justification présentés par EDF, l'IRSN considère que la modification de la pompe ASG n'entraîne pas de régression vis-à-vis de sa qualification et qu'en outre la démonstration de sa qualification aux conditions noyau dur a été apportée.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Frédérique PICHEREAU

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté