



RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

Liberté  
Égalité  
Fraternité

**IRSN**  
INSTITUT DE RADIOPROTECTION  
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Fontenay-aux-Roses, le 7 février 2024

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

## AVIS IRSN N° 2024-00018

**Objet :** EDF – REP – Réacteur n° 3 de la centrale nucléaire de Tricastin – INB 88 – Prise en compte du retour d'expérience – Accroissement du risque de fusion du cœur induit par l'inétanchéité de l'accouplement équipant la turbopompe du système d'alimentation en eau de secours des générateurs de vapeur détectée début 2022.

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

Dans le cadre de la saisine citée en référence, l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a réalisé une analyse probabiliste de l'événement significatif pour la sûreté (ESS) survenu sur le réacteur n° 3 de la centrale nucléaire de Tricastin, relatif à une perte d'étanchéité de l'accouplement équipant la turbopompe (TPS) du système d'alimentation en eau de secours des générateurs de vapeur (ASG) constatée début 2022, afin d'évaluer son niveau de gravité.

Le circuit ASG constitue un moyen d'extraction de la puissance résiduelle du cœur par les générateurs de vapeur qui peut être utilisé après l'arrêt du réacteur, en fonctionnement normal aussi bien qu'en situation incidentelle ou accidentelle, lorsque le circuit primaire est fermé ou pressurisable. Son fonctionnement est nécessaire jusqu'à ce que les conditions de mise en service du système de refroidissement du cœur à l'arrêt (RRA) soient atteintes ou, à long terme, si l'initiateur de la situation accidentelle rend indisponible le système RRA.

Le circuit ASG comporte deux motopompes (pour tous les réacteurs) et une turbopompe (réacteurs de 900 MWe) ou deux turbopompes (réacteurs de 1300 MWe ou de 1450 MWe). Chaque motopompe ou turbopompe est équipée d'un accouplement, dont le rôle est de transmettre le mouvement de rotation du moteur électrique ou de la turbine à vapeur vers la pompe.

Pour les réacteurs de 900 MWe du palier CPY et pour les réacteurs de 1300 MWe, les motopompes et les turbopompes ASG sont équipées chacune d'un accouplement à dentures, rempli d'huile et muni de joints d'étanchéité. En revanche, pour les réacteurs de la centrale nucléaire du Bugey (900 MWe – Palier CP0) et pour ceux de 1450 MWe (Palier N4), les pompes ASG (motopompes et turbopompes) sont équipées d'accouplement sec.

### 1. ÉVÉNEMENT SURVENU À TRICASTIN DÉBUT 2022

Le 27 janvier 2022, lorsque le réacteur n° 3 de la centrale nucléaire de Tricastin, de 900 MWe, est en puissance, une fuite d'huile est détectée au niveau de l'accouplement de la TPS ASG, alors que la machine est à l'arrêt. L'exploitant soupçonne une détérioration mineure du joint d'étanchéité de l'accouplement côté turbine et un

MEMBRE DE  
**ETSON**

vieillessement du joint supplémentaire en silicone appliqué à cet endroit. Ce dernier est refait et, par la suite, la TPS ASG fonctionne à deux reprises, pendant quelques dizaines de minutes, sans fuite.

Le 30 janvier, une nouvelle fuite d'huile est détectée au niveau de l'accouplement. L'exploitant soupçonne désormais une détérioration importante du joint d'étanchéité, qui est d'origine. Il effectue un nettoyage renforcé des portées d'application du joint supplémentaire avant de le refaire en utilisant un autre type de silicone. Lorsque la TPS est remise en service, la persistance de la fuite d'huile au niveau de l'accouplement conduit l'exploitant à engager le repli du réacteur.

Afin de stopper la fuite, l'exploitant remplace le lubrifiant habituel de l'accouplement par une huile plus visqueuse. Le 1<sup>er</sup> février, la TPS ASG est requalifiée et déclarée disponible. Le 12 mars 2022, le réacteur est mis à l'arrêt pour le renouvellement du combustible. Les joints d'étanchéité de l'accouplement équipant cette TPS ASG sont remplacés lors de cet arrêt conformément à l'échéance prévue au titre de la maintenance préventive.

Selon EDF, les fuites d'huile concernent tous les accouplements à dentures des pompes ASG dont la vitesse élevée de rotation provoque une augmentation locale de la pression de l'huile, notamment au niveau des joints d'étanchéité. En cas de faiblesse de l'un des joints, dû à la perte d'élasticité (vieillessement) ou aux désaccouplements successifs des pompes ASG, une fuite d'huile peut alors se produire. Si cette fuite est importante, un cheminement de l'huile s'établit sous le joint supplémentaire en silicone, diminuant au fur et à mesure son adhérence aux pièces à étancher. La perte de la charge d'huile d'un accouplement à dentures d'une pompe conduira, à terme, à l'endommagement des dentures et à la défaillance de la pompe.

## 2. ANALYSE PROBABILISTE – RÉSULTATS ET ENSEIGNEMENTS

En utilisant ses propres modèles EPS de niveau 1<sup>1</sup>, l'IRSN a estimé l'accroissement du risque de fusion du cœur du réacteur n° 3 de la centrale nucléaire de Tricastin induit par le défaut constaté début 2022 au niveau de l'accouplement équipant la TPS ASG, pendant le cycle précédant ce constat. **Il est supérieur au seuil au-delà duquel un événement est considéré précurseur**<sup>2</sup>.

Ce surcroît de risque de fusion du cœur est induit notamment lorsque le réacteur est en puissance, par une perte longue des deux sources électriques externes. Ensuite, la perte des deux sources internes conduirait à l'entrée en situation H3. La défaillance de la TPS ASG au bout de quelques heures de fonctionnement, du fait de l'anomalie, cumulée à l'impossibilité de réalimenter une motopompe ASG, du fait de la perte des deux sources électriques d'ultime secours<sup>3</sup> et la non-récupération de l'initiateur, conduirait à la perte de la fonction de refroidissement et au découverture des assemblages de combustible.

Pour ce qui concerne la prévention des fuites d'huile au niveau des accouplements des pompes ASG, EDF s'est engagé, lors de l'expertise, à identifier, avant la fin de l'année 2023, les TPS ASG des réacteurs du palier CPY munies de joints d'origine ou détériorés et à se prononcer, en fonction de l'état des lieux, sur l'opportunité de

<sup>1</sup> EPS : études probabilistes de sûreté. Les EPS de niveau 1 permettent d'estimer la fréquence annuelle de fusion du cœur d'un réacteur.

<sup>2</sup> L'analyse probabiliste apporte des éléments chiffrés qui permettent de mieux appréhender la gravité des événements. Elle aide ainsi à hiérarchiser les priorités dans le traitement des événements, à évaluer la pertinence des actions de retour d'expérience et l'efficacité des mesures correctives. Elle permet également de relativiser l'importance de certains incidents ou de mettre en évidence des situations qui auraient pu ne pas être identifiées à risque. 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  $10^{-4}$  font l'objet d'une attention particulière : l'exploitant définit un traitement spécifique et des délais de mise en œuvre des mesures correctives.

<sup>3</sup> Il s'agit de la source électrique d'ultime secours du réacteur (DUS) et de la source électrique d'ultime secours commune aux réacteurs de la centrale nucléaire de Tricastin (GUS). Le GUS permet de réalimenter un tableau 6,6 kV secouru de l'un des réacteurs de la centrale ayant perdu ses sources électriques externes et internes (et donc une motopompe ASG, voie A ou B, de ce réacteur). Quant au DUS, il a été installé sur chaque réacteur à la suite des évaluations complémentaires de sûreté réalisées après l'accident de Fukushima Daiichi. À l'état technique VD3, auquel était début 2022 le réacteur n° 3 de la centrale nucléaire de Tricastin, le DUS permet de réalimenter le tableau LHA (et donc la motopompe ASG voie A).

procéder préventivement à certains remplacements de joints. De plus, EDF s'est engagé à mettre à jour en 2024 le référentiel de maintenance du palier CPY de façon à ce que les remplacements des joints d'étanchéité des pompes ASG soient explicitement et périodiquement demandés. Enfin, EDF a indiqué que cette mesure sera étendue aux pompes ASG des réacteurs de 1300 MWe. **Ces points n'appellent plus de commentaire de la part de l'IRSN.**

Quant au remplacement des accouplements à dentures, peu adaptés à la vitesse importante de rotation des pompes ASG, par un autre type d'accouplement, sans charge d'huile, qu'EDF envisage depuis une quinzaine d'années, lors de l'expertise, EDF a indiqué qu'à ce jour, seule la motopompe ASG voie B du palier CPY était concernée. En effet, pour les autres pompes ASG du palier CPY ou des réacteurs de 1300 MWe, EDF n'a pour l'instant pas décidé de remplacement, car il préfère encore poursuivre l'expérimentation du fonctionnement des accouplements à dentures avec une huile très visqueuse. L'IRSN souligne que, pour cette expérimentation, EDF n'a fourni aucun détail, ni de date butoir, alors que l'huile très visqueuse est déjà utilisée depuis plusieurs années sur plusieurs pompes ASG. **L'IRSN estime que, indépendamment des résultats de cette phase d'expérimentation, le remplacement de l'accouplement à dentures des motopompes ASG voie B du palier CPY par un accouplement sans lubrification apporte une plus-value pour la sûreté, au titre de la diversification.** En effet, cette diversification permet de réduire le risque de défaillance par la même cause des trois pompes ASG équipant un même réacteur lors d'une situation incidentelle-accidentelle. Néanmoins, EDF ne prévoit *a priori* pas d'intégrer prochainement de remplacement similaire pour les réacteurs de 1300 MWe, alors que ces derniers sont également équipés de pompes ASG présentant, elles-aussi, au vu du retour d'expérience, un risque de défaillance dû à l'endommagement de leurs accouplements. Pour sa part, l'IRSN estime nécessaire, en conformité avec les principes de la défense en profondeur, qu'une diversification, similaire à celle du palier CPY, des accouplements des pompes ASG soit envisagée pour les réacteurs de 1300 MWe, sans attendre les résultats de la phase d'expérimentation avec l'utilisation de l'huile très visqueuse. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 1 en annexe.**

Pour ce qui concerne le traitement d'une fuite d'huile survenue au niveau d'un accouplement à dentures d'une pompe ASG, EDF considère que, l'application d'un joint supplémentaire en silicone et le remplacement de l'huile habituelle par une huile plus visqueuse sont suffisants. Le remplacement du joint défectueux peut, quant à lui, attendre l'échéance (plus ou moins lointaine) de remplacement prescrite au titre de la maintenance préventive. Néanmoins, EDF n'a pas démontré que la pompe ASG concernée peut, dans ces conditions, assurer les fonctions qui lui sont assignées dans la démonstration de sûreté avec les performances requises. L'IRSN considère, par conséquent, que le traitement assuré par EDF en cas de fuite d'huile au niveau de l'accouplement est insuffisant. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 2 en annexe.**

**IRSN**

Le Directeur général

Par délégation

Hervé BODINEAU

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

## **ANNEXE À L'AVIS IRSN N° 2024-00018 DU 7 FÉVRIER 2024**

### **Recommandations de l'IRSN**

#### **Recommandation n° 1**

Pour les réacteurs de 1300 MWe, à l'instar des réacteurs du palier CPY, l'IRSN recommande qu'EDF diversifie les accouplements des pompes ASG en équipant au moins une pompe par réacteur d'un accouplement sans lubrification.

#### **Recommandation n° 2**

Pour les accouplements à dentures des pompes ASG de l'ensemble des réacteurs concernés, l'IRSN recommande qu'EDF fasse évoluer le référentiel de maintenance afin que le remplacement du joint d'étanchéité soit demandé systématiquement en cas de constat de fuite d'huile.