



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

IRSN
INSTITUT DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Fontenay-aux-Roses, le 21 décembre 2021

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2021-00211

Objet : EDF - REP - Réacteurs de 900 MWe / Palier CPY - Prise en compte du retour d'expérience d'exploitation - Défaut d'étanchéité des raccords vissés présents sur les tuyauteries d'alimentation en eau des échangeurs de refroidissement de l'huile de lubrification des motopompes d'alimentation de secours des générateurs de vapeur.

Réf. : [1] Saisine cadre de l'ASN - CODEP-DCN-2012-040076 du 11 mars 2013.
[2] Avis IRSN N° 2016-00414 du 28 décembre 2016.

Conformément à la saisine de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) en référence [1], l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a examiné le retour d'expérience (REX) tiré par EDF après le constat d'inétanchéité de plusieurs raccords vissés des tuyauteries d'alimentation en eau des échangeurs refroidissant l'huile de lubrification des motopompes d'alimentation de secours des générateurs de vapeur (MPS ASG). L'IRSN considère que ces défauts d'étanchéité sont potentiellement génériques pour les réacteurs du palier 900 MWe/CPY et doivent donner lieu à des actions complémentaires à celles déjà mises en œuvre par EDF.

Le système ASG assure l'alimentation de secours en eau des générateurs de vapeur (GV). Afin de permettre le repli du réacteur et d'évacuer la puissance résiduelle du cœur, il doit fonctionner jusqu'à l'atteinte des conditions de mise en service du circuit de réfrigération du réacteur à l'arrêt (RRA) ou à plus long terme si ce circuit est indisponible. Chaque réacteur de 900 MWe/CPY est équipé de deux voies du système ASG, comprenant chacune une motopompe de secours (MPS ASG). Le système ASG de ces réacteurs dispose également d'une turbopompe de secours (TPS ASG) fonctionnant grâce à la vapeur produite par les GV. En cas de situation de perte totale de la source froide du site, le système ASG peut être sollicité pour un fonctionnement en continu pendant une durée pouvant aller jusqu'à 100 heures.

La partie hydraulique des pompes des MPS ASG est à axe horizontal ; elle supportée et guidée en rotation par deux paliers et une butée, lisses. L'huile de lubrification des paliers et de la butée est refroidie par un échangeur dont le circuit secondaire est alimenté par de l'eau en provenance du refoulement de la première roue de la pompe par une tuyauterie constituée de deux tronçons. L'un est raccordé à la pompe et l'autre à l'échangeur par des raccords vissés étanches, reliés entre eux par un raccord vissé permettant une jonction bout à bout qui autorise un jeu axial de montage. Ce raccord intermédiaire, d'une technologie différente de ceux situés aux extrémités de la tuyauterie, permet d'assurer une liaison mécanique rigide des deux tronçons de tuyauterie. C'est un raccord dit « à compression » muni de joints toriques en élastomère. Le serrage des écrous du raccord lui confère sa raideur et sa résistance mécanique, ainsi que son étanchéité. Un vieillissement des joints ou un

MEMBRE DE
ETSON

dévisage des écrous de serrage de ces trois raccords pourrait provoquer une fuite externe d'eau et donc une altération du refroidissement de l'huile de lubrification, dont les conséquences peuvent aller jusqu'à la dégradation irréversible des paliers et de la butée de la pompe et, par conséquent, jusqu'à l'indisponibilité de la pompe dans un délai inférieur à 100 heures.

Le 21 février 2021, lors d'une ronde sur le réacteur n° 4 de la centrale nucléaire du Tricastin, il est constaté une fuite d'eau au niveau du raccord intermédiaire vissé de la tuyauterie d'alimentation en eau de l'échangeur refroidissant l'huile de lubrification de la MPS ASG de la voie B. Il est à noter que cette fuite, présente alors que la pompe est à l'arrêt, aurait été plus importante si la pompe avait fonctionné et que la tuyauterie avait été sous pression. D'après EDF, cette fuite serait due à une usure des joints en élastomère du raccord ou à un dévisage des écrous du raccord. En effet, aucune exigence de couple de serrage n'étant définie dans le corpus documentaire de maintenance, le couple appliqué était probablement inapproprié. Il n'a pas été constaté de défaut d'alignement des tronçons de tuyauterie, qui aurait également pu entraîner un défaut de montage du raccord. Il n'a pas non plus été identifié d'activité lors de laquelle la tuyauterie aurait été anormalement sollicitée, entraînant une dégradation du raccord vissé. La résorption de cette fuite a donc nécessité le remplacement des joints et un resserrage du raccord au couple défini par le fabricant. Cette fuite a été traitée rapidement et n'a pas eu de conséquence sur le refroidissement de l'huile de lubrification de la MPS ASG.

Le REX montre que des fuites similaires ont déjà été constatées pour d'autres MPS ASG de réacteurs du palier 900 MWe/CPY. Une fuite a notamment été constatée lors d'un essai périodique, réalisé le 19 novembre 2020, de la MPS ASG de la voie A du réacteur n° 4 de Cruas, dont la cause est un défaut d'alignement des deux tronçons de tuyauterie reliés par le raccord vissé, empêchant le bon centrage du raccord et induisant des contraintes de flexion dans la tuyauterie, ce qui a, selon EDF, finalement entraîné la perte d'étanchéité du raccord. Ce défaut de montage aurait été présent depuis la visite complète de la pompe en 2016. À l'instar de l'exploitant de la centrale du Tricastin en 2021, celui de la centrale de Cruas a également souligné qu'aucune exigence de couple de serrage du raccord n'était définie dans le référentiel de maintenance, conduisant par défaut à un serrage « selon les règles de l'art ». Malgré l'intervention réalisée pour réparer le raccord de la MPS ASG en voie A du réacteur n° 4 de Cruas en 2020 et alors qu'aucune autre fuite n'avaient été constatée depuis lors des essais périodiques (EP), une fuite importante a de nouveau été constatée au niveau du raccord, lorsque la pompe a été démarrée à la suite d'un arrêt automatique du réacteur le 9 septembre 2021. L'expertise a montré un désalignement ainsi qu'un écartement des deux tronçons de tuyauteries qui ne permettaient pas de respecter les préconisations de montage du fabricant du raccord. Selon EDF, ces défauts de montage ont pu entraîner un déboîtement progressif du raccord sous l'effet des à-coups de pression au démarrage de la pompe lors des EP. Ces défauts de montage remontent à l'intervention qui a été réalisée en 2020.

Une autre fuite, relativement plus importante, avait également été constatée le 21 juin 2014 au niveau de la MPS ASG de la voie B du réacteur n° 2 de la centrale de Gravelines, dont la cause était un desserrage du raccord vissé sous l'effet des sollicitations vibratoires en fonctionnement de la MPS ASG. L'analyse de l'évènement significatif pour la sûreté, qui avait été alors déclaré par l'exploitant de Gravelines, mettait en cause l'absence de contrôle périodique du serrage de ce raccord vissé, ce qui avait conduit l'exploitant de Gravelines à demander aux services centraux d'EDF d'ajouter ce contrôle dans le référentiel de maintenance. Cet évènement avait été analysé par EDF et par l'IRSN dans le cadre de leurs programmes « précurseurs », dont le résultat avait été partagé dans le cadre de la réunion du groupe permanent relatif au retour d'expérience pour la période allant de 2012 à 2014 [2]. Cette analyse avait montré que l'accroissement de risque de fusion du cœur calculé dans le cadre des études probabilistes de sûreté induit par la perte de la MPS ASG en voie B du réacteur n° 2 de Gravelines, était supérieur au seuil au-delà duquel un évènement est considéré précurseur¹.

¹ Un évènement est dit « précurseur » lorsque son occurrence sur un réacteur induit un accroissement du risque de fusion du cœur, appelé « indice de risque potentiel », supérieur à 10^{-6} par rapport à la valeur de référence.

Enfin, lors d'un EP réalisé le 10 octobre 2021 lors de l'arrêt du réacteur n° 2 de la centrale de Cruas, il a été constaté une fuite, mais cette fois au niveau du raccord situé en sortie de la première roue de la pompe et dont l'étanchéité a, selon l'hypothèse la plus probable, été dégradée lors de la réparation du raccord intermédiaire de la tuyauterie en septembre 2021. Lors de la remise en état de ce raccord vissé, il a été constaté l'absence de préconisation technique, à savoir aucune exigence de couple de serrage, de freinage ou concernant les joints d'étanchéité.

Les événements rappelés ci-avant montrent l'impact de l'absence d'exigences de montage ou de maintenance permettant d'assurer l'étanchéité des trois raccords vissés présents sur les tuyauteries d'alimentation en eau des échangeurs refroidissant l'huile de lubrification des MPS ASG du palier 900 MWe/CPY. Notamment, concernant le raccord vissé intermédiaire, le couple de serrage à appliquer au montage n'est pas spécifié, alors que la valeur de ce couple, qui est définie dans la documentation du fabricant du raccord, conditionne son comportement mécanique et son étanchéité. De même, l'exigence d'alignement des tronçons de tuyauterie raccordés lors du montage de ce raccord n'est pas précisée, alors que le fabricant du raccord précise dans sa documentation la tolérance associée à un défaut de coaxialité des tronçons de tuyauterie. En outre le REX montre qu'un tel défaut d'alignement induit des contraintes de flexion dans la tuyauterie, qui peuvent finalement entraîner la perte d'étanchéité du raccord. Par ailleurs, les événements survenus sur les réacteurs n° 4 de Tricastin en 2021 et de Cruas en 2020 montrent qu'aucune activité de maintenance n'a été mise en place pour ces raccords vissés, malgré la demande formulée à cet égard par l'exploitant de la centrale de Gravelines en 2014. Pourtant, a minima, une périodicité de remplacement des joints toriques en élastomère de ces raccords doit être définie car le vieillissement de ces joints affecte leurs propriétés mécaniques. De même, le couple de serrage doit être contrôlé selon des périodicités adaptées.

Au cours de l'expertise, EDF a indiqué qu'une étude avait été lancée fin août 2021 avec le constructeur de la pompe afin d'identifier les différentes causes, sollicitations et contraintes pouvant conduire à une fuite du raccord intermédiaire. Celle-ci sera terminée fin 2021 et permettra de proposer une solution soit par une modification matérielle (remplacement par un raccord soudé ou mise en place de supports sur la tuyauterie par exemple), soit par une précision des exigences à appliquer dans le référentiel de maintenance sur les matériels existants. EDF s'est également engagé à inclure, dans cette étude, le cas des deux autres raccords vissés de la tuyauterie d'alimentation en eau de l'échangeur de refroidissement d'huile de la pompe.

Cependant, les événements rappelés ci-avant montrent que des défauts latents de montage de ces raccords, lors d'interventions antérieures peuvent, sous l'effet des sollicitations répétées de démarrage des pompes, entraîner des dégradations progressives de l'étanchéité de ceux-ci conduisant à des fuites sans signe avant-coureur. En conséquence, l'IRSN considère qu'EDF devrait s'assurer rapidement de la conformité de montage de ces raccords. À cet égard, EDF s'est engagé à contrôler la conformité de montage des trois raccords vissés des tuyauteries d'alimentation en eau des échangeurs refroidissant l'huile de lubrification des MPS ASG, lors des prochains arrêts programmés des réacteurs du palier 900 MWe/CPY. Pour ce faire, il définira les exigences relatives aux deux autres raccords situés aux extrémités de la tuyauterie, en complément celles associées au raccord intermédiaire, déjà disponibles dans la documentation du fournisseur, afin d'être en mesure de les intégrer dans le référentiel de maintenance début 2022.

En conclusion, en regard des enjeux pour la sûreté, le plan d'actions présenté par EDF n'appelle plus de commentaire de la part de l'IRSN.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Hervé BODINEAU

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté