



Fontenay-aux-Roses, le 23 janvier 2023

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2023-00014

Objet : EDF - REP – Tous paliers – Analyse du retour d'expérience – Sous débit d'eau de refroidissement des motopompes de sauvegarde d'injection de sécurité (RIS) et d'aspersion dans l'enceinte de confinement (EAS).

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

Conformément à la saisine de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) en référence, l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a analysé l'événement significatif pour la sûreté (ESS) déclaré en 2020 par l'exploitant du centre nucléaire de production d'électricité (CNPE) de Golfech qui concerne un sous débit de refroidissement d'une motopompe de sauvegarde du circuit d'aspersion dans l'enceinte de confinement (EAS), à la suite d'une non-qualité de maintenance. L'IRSN considère que cet événement, potentiellement générique pour l'ensemble des réacteurs du parc en exploitation, doit donner lieu à des actions complémentaires à celles déjà mises en œuvre par EDF.

Le circuit de sauvegarde EAS permet, lors d'un accident conduisant à une augmentation de la pression et de la température dans l'enceinte de confinement, d'évacuer la puissance résiduelle du réacteur afin de réduire, puis de maintenir, la pression et la température dans l'enceinte de confinement à des valeurs compatibles avec sa résistance mécanique. Ce circuit est constitué de deux voies redondantes, chacune comprenant principalement une pompe entraînée par un moteur électrique, un échangeur, des tuyauteries et des rampes d'aspersion situées dans le bâtiment réacteur (BR). L'aspersion de l'eau borée dans l'enceinte est réalisée par les pompes EAS qui aspirent au début de l'accident dans la bache PTR¹ dont la température est comprise entre 7 et 40 °C puis, lorsque celle-ci est vide, dans des puisards situés dans le BR. **Dans cette seconde phase, la température de l'eau des puisards, aspirée par ces pompes, peut atteindre 120 °C et les pompes EAS fonctionnent alors dans des conditions bien plus pénalisantes que celles rencontrées lors des essais périodiques (EP) eu égard à la température de l'eau à leur aspiration, au débit pompé, à la température du circuit RRI² qui sera plus élevée et à leur durée de fonctionnement.** Enfin, en cas de défaillance de l'EAS, il s'ensuit une augmentation de la température de l'eau des puisards qui n'est plus refroidie par les échangeurs EAS/RRI, ce qui conduit à terme au

¹ Le système PTR dispose d'une réserve d'eau borée utilisée en situations normale et incidentelle (dite « bache PTR »).

² Le circuit de refroidissement intermédiaire (RRI) permet, en particulier, l'évacuation de la puissance résiduelle lors d'un accident de perte de réfrigérant primaire (APRP) par l'intermédiaire du circuit EAS. Il permet également d'assurer, dans tous les cas de fonctionnement, la réfrigération des équipements des circuits auxiliaires y compris les circuits de sauvegarde.

dépassement de la température de l'eau des puisards, qui alimente les pompes RIS³, considérée lors de leur qualification et à l'échec du fonctionnement du système RIS en recirculation.

Concernant les pompes des systèmes EAS et RIS du palier 1300 MWe, les internes, notamment les paliers/butées⁴ et les garnitures mécaniques (GM), sont refroidis par un fluide en circuit fermé, lui-même refroidi par le circuit RRI via un échangeur. De même, le refroidissement des moteurs de ces pompes est assuré par un échangeur alimenté par de l'eau du circuit RRI. **En conséquence, le débit d'eau dans chaque circuit RRI doit être suffisant pour garantir le fonctionnement de ces pompes en situation accidentelle et plus particulièrement lors de leur fonctionnement en recirculation sur les puisards.**

Présentation de l'événement déclaré par l'exploitant de Golfech

Au mois d'août 2020, un agent de terrain du réacteur n° 2 du CNPE de Golfech détecte l'absence de rotation de la roue d'un indicateur (IC) du débit d'eau RRI de refroidissement de la boîte palière de la pompe EAS de la voie A. Les investigations mettent en évidence que le joint du diaphragme (DI), qui est un assemblage boulonné situé sur ce circuit, est désaxé, ce qui diminue la section de passage de l'eau. Cette non-qualité de maintenance date de la dernière intervention sur la pompe réalisée au mois d'août 2019 et n'a été détectée ni lors des contrôles et des essais de requalification réalisés à la suite de l'intervention, ni lors des EP. La remise en place de ce joint a permis de retrouver un débit d'eau de refroidissement. Jusqu'à la détection de cet écart, l'exploitant a conclu à la disponibilité de cette pompe, la température de la butée des paliers étant toujours restée inférieure au seuil d'alarme lors des essais de requalification réalisés à la suite de l'intervention et lors des EP.

Afin d'éviter le renouvellement d'un écart de ce type lors des prochaines interventions sur les pompes EAS, **l'exploitant de Golfech a défini plusieurs actions, comme le contrôle de la rotation des roues des IC des circuits de refroidissement des trois autres pompes EAS du site, et a précisé les attendus du contrôle technique lors du montage de ce type d'assemblage boulonné. Celui-ci a également demandé la modification de la gamme de requalification à la « structure palier »⁵ pour imposer un contrôle de la rotation de la roue des IC.**

Analyse de l'IRSN

Afin d'évaluer le niveau de gravité de cet événement survenu sur la centrale nucléaire de Golfech, l'IRSN a estimé, en utilisant ses propres modèles EPS, l'accroissement du risque de fusion du cœur induit par la présence d'un sous-débit de refroidissement du palier/butée de la pompe EAS voie A sur une période de 335 jours, dont 314 jours réacteur en puissance. En effet, du fait de l'absence de refroidissement du palier/butée, l'IRSN considère que la pompe n'aurait pas pu assurer sa fonction durant le fonctionnement en recirculation en situation accidentelle. Il en ressort que l'accroissement du risque de fusion du cœur obtenu est supérieur d'un facteur six au seuil au-delà duquel un événement est considéré précurseur⁶. La présence d'un sous-débit de refroidissement au niveau du palier/butée de la pompe EAS redondante ne pouvant pas non plus être écartée,

³ Le circuit RIS permet d'injecter de l'eau dans le circuit primaire en cas de brèche sur ce circuit afin de maintenir l'inventaire en eau dans le cœur et de le refroidir. À l'identique des pompes EAS, les pompes RIS sont alimentées tout d'abord par de l'eau provenant de la bêche PTR, puis par des puisards situés dans le BR lorsque cette bêche est vide. Dans cette seconde phase, l'eau qui transite alors dans les pompes RIS pourra également atteindre 120 °C.

⁴ Éléments mécaniques assurant le support et le guidage en rotation de l'arbre et empêchant tout déplacement le long de son axe.

⁵ Structure palier : entité nationale d'EDF dédiée à l'élaboration des documents opérationnels d'exploitation et de maintenance. Chaque palier dispose d'une structure palier. Pour le palier 1300 MWe, cette entité nationale est basée sur le site de Paluel.

⁶ 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. 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. 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.

l'IRSN a effectué une deuxième estimation en supposant la défaillance certaine des deux pompes EAS lors de leur fonctionnement en recirculation en situation accidentelle. **Pour ce deuxième cas, très pénalisant pour la sûreté, l'accroissement du risque de fusion du cœur obtenu serait supérieur d'au moins un facteur cent au seuil au-delà duquel un événement est considéré précurseur.**

Les pompes des systèmes EAS et RIS ont fait l'objet d'essais de qualification afin de démontrer leur fonctionnement en situation accidentelle, notamment avec une eau dite « chargée » et différentes températures jusqu'à la température maximale de 120 °C. Ces essais ont été réalisés avec un débit d'eau du circuit RRI dans chaque échangeur permettant leur bon refroidissement. Or les circuits des échangeurs de refroidissement des pompes de sauvegarde des réacteurs nucléaires du parc en exploitation comportent plusieurs organes pour lesquels un mauvais montage ou un mauvais réglage peut remettre en cause le débit RRI nécessaire au bon refroidissement de celles-ci en situation accidentelle. **À cet égard, le retour d'expérience survenu sur le site de Golfech amène l'IRSN à s'interroger sur la suffisance des essais de requalification effectués à la suite d'interventions réalisées sur les circuits de refroidissement des pompes de sauvegarde ainsi que des EP permettant de vérifier la conformité des débits d'eau transitant dans les échangeurs de refroidissement des pompes de sauvegarde.**

Lors de la présente expertise, EDF a indiqué que la mesure de la répartition des débits RRI au niveau des différents circuits de refroidissement des pompes a été réalisée au démarrage des réacteurs. Sur le circuit EAS, ces débits sont garantis via le dimensionnement des diaphragmes présents sur ce circuit. Concernant les essais de requalification à réaliser lors d'interventions sur les circuits de refroidissement de ces pompes, les exploitants disposent d'un guide méthodologique de requalification (GMR) pour les guider dans la définition de ces essais qui préconise, par exemple, de contrôler le débit en cas d'intervention sur des diaphragmes, de réaliser une requalification en débit lors du remplacement de joints sur des assemblages sensibles comme les diaphragmes, ou de régler le débit lors d'une intervention sur un robinet manuel assurant un réglage de débit. Enfin, les exploitants vérifient que les roues des IC tournent correctement à l'issue d'opérations de maintenance. Concernant la suffisance des EP, EDF précise que le débit global de refroidissement RRI vers les pompes et les moteurs des systèmes RIS et EAS est contrôlé dans le cadre des EP. Ce débit est vérifié avec une périodicité d'un cycle et est associé à un critère de groupe A⁷. **Ces éléments conduisent EDF à conclure que l'événement survenu sur le site de Golfech est dû à une non-qualité de maintenance ponctuelle et qu'il n'est pas nécessaire de vérifier les débits RRI transitant dans les différents circuits de refroidissement des motopompes du système EAS dans le cadre des EP, ni de compléter le GMR. Cette conclusion est applicable aux autres pompes classées de sûreté qui sont refroidies par de l'eau en provenance du circuit RRI.**

Ces différents éléments de réponse d'EDF appellent les remarques suivantes de la part de l'IRSN.

Concernant la vérification lors des EP du débit global⁸ d'eau du circuit RRI de refroidissement des motopompes EAS et RIS des réacteurs de 1300 MWe, la note d'analyse d'exhaustivité des EP du système RRI justifie la suffisance du contrôle d'un débit global par le fait que tout dysfonctionnement des systèmes de réfrigération sera mis en évidence lors des essais de ces groupes motopompes. Or, cette assertion est remise en cause par le retour d'expérience survenu sur le réacteur n° 2 du CNPE de Golfech en 2020 puisque, pendant toute la période couverte par l'écart, les températures surveillées sur la motopompe EAS voie A ont été conformes aux exigences prescrites dans les règles générales d'exploitation. Par ailleurs, l'absence de contrôle de débit dans les différents utilisateurs du circuit RRI concerne également les groupes motopompes du circuit RIS. **En conséquence, l'IRSN estime qu'EDF doit réexaminer la suffisance des EP du système RRI, eu égard à la justification de l'absence de contrôle de débit des différents utilisateurs du circuit RRI, notamment pour la réfrigération des motopompes**

⁷ Sont classés en groupe A les critères d'essais dont le non-respect compromet un ou plusieurs objectifs de sûreté.

⁸ Lors de ces EP, des mesures de débit d'eau RRI par échangeur peuvent être réalisées, mais elles ne sont utilisées que pour calculer le débit global et ne font l'objet d'aucun critère de sûreté.

RIS et EAS des réacteurs de 1300 MWe. En outre, cette problématique concerne également les réacteurs de 1450 MWe du palier N4. Ce point fait l'objet de la recommandation n° 1 présentée en annexe.

Concernant les essais de requalification à réaliser à l'issue d'interventions sur le circuit de refroidissement d'une motopompe EAS ou RIS, l'IRSN estime que la vérification du débit d'eau de refroidissement RRI ne peut être que quantitative et que la seule vérification de la présence du mouvement de la roue des IC montés sur ce circuit, qui permet uniquement d'indiquer la présence ou l'absence d'un débit mais pas d'en estimer la valeur, n'est pas suffisante. De plus, l'IRSN estime que les divers documents d'EDF permettant de définir les essais de requalification à la suite d'interventions sur des DI ou robinets réglants, comme par exemple le GMR, ne sont pas nécessairement correctement déclinés, d'autant plus qu'il n'y a aucune exigence associée. **L'IRSN estime donc nécessaire de prescrire la vérification de la conformité du débit des différents circuits de refroidissement des motopompes EAS et RIS après toute intervention de nature à le modifier eu égard aux exigences de conception qui leur sont assignées. Ces éléments conduisent l'IRSN à formuler la recommandation n° 2 présentée en annexe.**

Par ailleurs, les interventions réalisées jusqu'à ce jour sur les motopompes EAS et RIS des réacteurs du parc en exploitation n'ayant pas été suivies d'une vérification des débits dans chacun des circuits d'eau de refroidissement, l'IRSN estime nécessaire de réaliser un « point zéro » de ces débits afin de s'assurer de leur conformité eu égard aux exigences prises en compte pour la qualification de ces équipements. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 3 présentée en annexe.**

En conclusion, l'IRSN estime que l'événement survenu sur le CNPE de Golfech met en évidence la nécessité de compléter les essais de requalification à l'issue d'interventions réalisées sur le circuit d'eau de refroidissement des motopompes de sauvegarde des circuits EAS et RIS afin de vérifier la conformité des débits transitant dans chacun de leur circuit de refroidissement pour garantir leur bon fonctionnement en situation accidentelle et de s'interroger sur la complétude des essais périodiques afférents à ces matériels.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Frédérique PICHEREAU

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

ANNEXE A L'AVIS IRSN N° 2023-00014 DU 23 JANVIER 2023

Recommandations de l'IRSN

Recommandation N° 1

L'IRSN recommande qu'EDF examine la suffisance des essais périodiques prescrits sur le système RRI des réacteurs de 1300 MWe et du palier N4 au regard du retour d'expérience de l'événement significatif pour la sûreté survenu sur le CNPE de Golfech au cours duquel un sous débit d'eau d'un circuit de refroidissement d'une motopompe de sauvegarde EAS n'a pas été détecté lors des essais périodiques.

Recommandation N° 2

L'IRSN recommande que, pour l'ensemble des motopompes EAS et RIS du parc nucléaire en exploitation refroidies par de l'eau, EDF prescrive une vérification des débits d'eau dans chaque circuit de refroidissement de ces motopompes, à l'issue d'une intervention de nature à modifier ces débits, au regard des débits d'eau pris en compte lors des essais de qualification de ces équipements.

L'IRSN recommande également que le guide méthodologique de requalification soit complété pour mentionner ce contrôle.

Recommandation N° 3

L'IRSN recommande qu'EDF vérifie pour chaque réacteur du parc nucléaire en exploitation, lors de son prochain arrêt pour renouvellement du combustible, la conformité et la répartition des débits d'eau de refroidissement des motopompes de sauvegarde EAS et RIS lorsque celles-ci n'ont pas été vérifiées lors d'interventions réalisées par le passé de nature à modifier ces débits.