



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

IRSN
INSTITUT DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Fontenay-aux-Roses, le 21 juin 2023

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2023-00090

Objet : EDF - REP – Réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Chooz B – INB 144 – Prise en compte du retour d'expérience – Accroissement du risque de fusion du cœur induit par l'inétanchéité de la garniture mécanique d'une pompe du circuit d'aspersion dans l'enceinte de confinement détectée en août 2021.

Réf. : Saisine 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 survenu sur le réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Chooz B, relatif à une perte d'étanchéité de la garniture mécanique d'une pompe du circuit d'aspersion dans l'enceinte de confinement (EAS) constatée en août 2021, afin d'évaluer son niveau de gravité.

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 du 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 bêche PTR¹ puis, lorsque celle-ci est vide, dans des puisards situés dans le BR. En cas de défaillance de l'EAS, il s'ensuivrait une augmentation de la température de l'eau des puisards, qui n'est plus refroidie, ce qui conduirait à terme au dépassement de la température de l'eau considérée pour la qualification des pompes RIS², et à l'échec du fonctionnement du système RIS en recirculation.

Les pompes du système EAS de la centrale nucléaire de Chooz B sont des pompes verticales centrifuges, équipées de paliers lubrifiés par des bains d'huile et dont l'étanchéité est assurée par des garnitures mécaniques (GM).

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

² Le circuit de sauvegarde RIS permet d'injecter de l'eau borée 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.

MEMBRE DE
ETSON

1. EVENEMENT SURVENU SUR LA CENTRALE DE CHOOZ B EN AOUT 2021

Le 16 août 2021, le réacteur n° 2 de 1450 MWe de la centrale nucléaire de Chooz B est dans le domaine d'exploitation AN/GV³, en cours de redémarrage après un arrêt pour renouvellement du combustible ayant débuté le 12 février 2021. Lors d'un essai périodique de la pompe EAS voie A, effectué l'après-midi, une fuite d'eau est observée, dès le démarrage de cette pompe, au niveau de sa GM, avec projection d'eau dans le local. Le réacteur est conduit dans l'état sûr prescrit par les spécifications techniques d'exploitation, le temps nécessaire pour effectuer l'échange standard de la GM étant supérieur au délai autorisé pour rester en AN/GV avec une pompe EAS indisponible. La disponibilité de la pompe est retrouvée le 21 août 2021 au soir.

L'exploitant de la centrale nucléaire de Chooz B précise avoir effectué le dernier appoint d'huile au palier de cette pompe le 11 février 2021, jusqu'au niveau maximal autorisé, mais sans que ce niveau ne soit dépassé.

Le retour d'expérience de ce type de pompes révèle une anomalie : lors du fonctionnement de la pompe, l'huile du palier parvient à franchir la cheminée de la boîte de butée et couler le long de l'arbre vers la GM, située en dessous. Il s'agit d'un phénomène de pompage naturel qui s'amorce lorsque le niveau d'huile se situe dans la bande haute de remplissage optimal du palier et s'atténue avec la baisse de niveau d'huile dans le réservoir. De très faibles quantités d'huile, constituées de gouttelettes, sont ainsi fréquemment projetées sur le couvercle de la GM. Néanmoins, le 16 août 2021, la quantité d'huile éjectée a été inhabituellement importante, avec une stagnation d'huile sur le couvercle.

La GM est équipée de joints toriques en EPDM⁴. Lorsqu'ils sont au contact d'une grande quantité d'hydrocarbure, les joints en EPDM gonflent. Cette dégradation compromet l'étanchéité des joints et génère une fuite d'eau importante au niveau de la GM.

Ce défaut de conception concerne les réacteurs de la centrale nucléaire de Chooz B ainsi que les réacteurs de 1300 MWe du palier P'4, les pompes EAS étant de conception similaire.

Or, dans certaines situations accidentelles comme les brèches primaires de taille importante ou le fonctionnement en « gavé-ouvert »⁵, le fonctionnement du système EAS est nécessaire sur le long terme et le système EAS doit rester étanche pour prévenir la perte des systèmes de sauvegarde par perte de l'inventaire en eau des puisards à l'extérieur du BR ; or EDF n'a pas apporté d'élément permettant de statuer sur l'absence de dégradation hydraulique et mécanique d'une pompe EAS qui fonctionne sans que le joint de sa garniture mécanique n'assure son rôle. De surcroît, pour les conditions de fonctionnement de dimensionnement avec perte partielle de l'intégrité des gaines, l'étanchéité du système EAS est également requise afin de prévenir les rejets radioactifs à l'extérieur du BR. Par conséquent, si une fuite d'eau importante se déclarait au niveau d'une pompe EAS, les mesures prises pour stopper la fuite conduiraient à l'arrêt de la pompe.

L'ensemble de ces éléments a conduit l'IRSN à considérer que la pompe EAS voie A du réacteur n° 2 de Chooz B ne pouvait plus assurer ses fonctions dès lors que la GM était au contact d'hydrocarbure en grande quantité.

³ AN/GV : arrêt normal sur les générateurs de vapeur (GV).

⁴ EPDM : Ethylène-Propylène-Diène-Monomère.

⁵ La configuration « gavé-ouvert » consiste à évacuer la puissance résiduelle du réacteur par l'ouverture forcée des soupapes SEBIM du pressuriseur et l'injection d'eau froide dans le cœur par le système RIS, en cas d'impossibilité d'évacuer cette puissance par le circuit secondaire.

2. ANALYSE PROBABILISTE – RESULTATS ET ENSEIGNEMENTS

En utilisant ses propres modèles EPS de niveau 1⁶, l'IRSN a estimé l'accroissement du risque de fusion du cœur du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Chooz B induit par le défaut de conception du palier de la pompe EAS voie A sur la durée comprise entre la date du dernier appoint d'huile au palier et celle à laquelle la disponibilité de la pompe a été retrouvée. **Il est supérieur d'un facteur six au seuil au-delà duquel un événement est considéré précurseur⁷.**

Ce surcroît du risque de fusion du cœur est induit notamment par l'occurrence d'une perte de l'alimentation en eau des GV lorsque le réacteur est dans le domaine d'exploitation AN/GV, suivie par l'échec du fonctionnement en « gavé-ouvert » du fait de la défaillance des pompes EAS par mode commun, étant donné le défaut de conception. L'absence de récupération du refroidissement par les GV dans le délai imparti mènerait alors au découverture du combustible en cuve.

Une autre séquence accidentelle prépondérante est celle initiée par la perte du système de refroidissement à l'arrêt lorsque le réacteur est dans une configuration d'exploitation qui autorise de consigner l'une des deux voies EAS sans limite de temps. Dans ce cas, la perte du refroidissement par les GV cumulée à l'échec du fonctionnement en « gavé-ouvert », dû à la défaillance des pompes EAS par mode commun ou à la défaillance de la pompe EAS voie A lorsque la voie B est consignée, mènerait au découverture du combustible.

Pour pallier ce dysfonctionnement, une modification matérielle, proposée par le constructeur de la pompe en 2019, devrait être intégrée à partir de 2024 sur les réacteurs de 1450 MWe de la centrale nucléaire de Chooz B.

Lors de la présente expertise, l'IRSN a interrogé EDF à l'égard de la mise en œuvre de cette modification matérielle sur les pompes EAS des réacteurs du palier P'4, concernées par la même anomalie.

EDF a indiqué que cette modification matérielle est d'ores et déjà prévue d'être intégrée sur les réacteurs de 1300 MWe du palier P'4 et il a précisé qu'elle est déjà en cours de validation sur deux pompes EAS de ce palier. EDF s'est à cet égard engagé à faire, fin 2023, un bilan du fonctionnement des pompes modifiées du palier P'4 et, si la modification s'avère satisfaisante, à établir au premier trimestre 2024 un programme de déploiement de la solution sur l'ensemble des réacteurs du palier P'4.

Au 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

Frédérique PICHEREAU

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

⁶ EPS : études probabilistes de sûreté. Les EPS de niveau 1 permettent d'estimer la fréquence annuelle de fusion du cœur d'un réacteur.

⁷ 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.