

Fontenay-aux-Roses, le 6 juillet 2022

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2022-00138

Objet : EDF – REP – Tous paliers – Mesures mises en oeuvre sur le parc en exploitation à la suite de la détection de fissures de corrosion sous contrainte sur des tuyauteries auxiliaires du circuit primaire principal.

Réf. : Saisine ASN - CODEP-DEP-2022-001563 du 11 février 2022.

CONTEXTE

En 2021, au cours de l'arrêt pour visite décennale (VD) du réacteur n° 1 de la centrale nucléaire de Civaux, des contrôles par ultrasons de plusieurs soudures de tuyauteries des circuits auxiliaires du circuit primaire principal, les circuits RIS¹ et RRA², ont révélé des indications notables aux abords de soudures provenant de fissures de corrosion sous contrainte³ (CSC). De même, au cours de l'arrêt pour VD du réacteur n° 1 de la centrale nucléaire de Penly, des contrôles ont mis en évidence des indications dues au même mécanisme. La fissuration par CSC n'est toutefois pas un mécanisme d'endommagement identifié dans la doctrine de maintenance d'EDF. Aussi, fin 2021, EDF a engagé des actions afin d'une part de détecter les fissures de CSC des tuyauteries en acier inoxydable des circuits primaires de tous les réacteurs du parc en exploitation, d'autre part de caractériser la nocivité de ces fissures et d'en comprendre l'origine.

Dans l'attente des conclusions de ces actions, en avril 2022, EDF a défini et mis en application des mesures compensatoires pour tous les réacteurs du parc en exploitation, dans le cadre de la disposition transitoire n° 392 (DT 392), afin de limiter le risque lié à la présence éventuelle de CSC sur les tuyauteries des circuits RIS et RRA. Dans le cadre de la saisine en référence, l'ASN demande l'avis de l'IRSN sur la suffisance des dispositions prévues par EDF pour détecter de manière anticipée les fuites du circuit primaire qui seraient générées par une propagation éventuelle de défauts initié par la CSC, ainsi que pour limiter les transitoires ou essais sollicitant ces potentiels défauts.

Concernant les conséquences sur la sûreté, une évolution des fissures de CSC sur les tuyauteries des circuits RIS ou RRA pourrait conduire à une brèche non isolable sur le CPP⁴. En cas de défaillance des dispositions prévues

¹ RIS : système d'injection de sécurité.

² RRA : système de refroidissement du réacteur à l'arrêt.

³ La corrosion sous contrainte est un mode d'endommagement qui résulte généralement de l'action conjuguée d'une contrainte mécanique et d'un milieu agressif vis-à-vis du matériau.

⁴ CPP : circuit primaire principal.

pour maintenir l'inventaire en eau et évacuer la puissance résiduelle, il s'ensuit un risque de découverture du combustible. De même, si une fuite survenait simultanément sur plusieurs tuyauteries du circuit RIS, le refroidissement du combustible du réacteur pourrait ne plus être assuré.

SUIVI RENFORCÉ DU BILAN DE FUITES PRIMAIRES

Une mesure quotidienne du débit de fuites du circuit primaire est réalisée au titre du chapitre IX des règles générales d'exploitation (RGE). Les critères de groupe A⁵ à vérifier sont un débit de fuites non quantifiées⁶ inférieur à 230 l/h et un débit de fuites globales inférieures à 2300 l/h.

De manière à détecter rapidement une fuite issue d'une éventuelle fissure de CSC qui se serait propagée, **la DT 392 renforce le suivi des fuites du circuit primaire et définit deux seuils complémentaires :**

- un seuil correspondant à une variation du débit de fuites non quantifiées de 50 l/h par rapport à l'essai réalisé la veille, afin de détecter une évolution rapide du débit de fuites non quantifiées ;
- un seuil correspondant à une évolution de 70 l/h sur sept jours glissants, afin de détecter une évolution lente du débit de fuites primaires non quantifiées.

En cas de dépassement confirmé d'un de ces deux seuils, une recherche de l'origine de la fuite sera engagée dans un délai d'une heure. Si une fuite sur une tuyauterie du circuit RIS ou RRA est détectée, le réacteur sera replié en état d'arrêt, avec un délai d'amorçage du repli de 8 heures.

Par ailleurs, le suivi du niveau du puisard des drains de planchers du bâtiment réacteur (BR)⁷ permet d'identifier rapidement la présence éventuelle d'une fuite dans le BR. Aussi, EDF s'est engagé à réaliser un suivi quotidien du niveau de ce puisard pour l'ensemble des réacteurs du parc, afin de renforcer le suivi des fuites du circuit primaire. **Ce point sera précisé dans la prochaine mise à jour de la DT 392. L'IRSN estime cet engagement satisfaisant.**

SURVEILLANCE RÉALISABLE PAR LE SYSTÈME DE DÉTECTION D'INCENDIE

En cas d'aggravation d'une fissure de CSC sur une tuyauterie du circuit RIS ou RRA conduisant à une fuite de fluide primaire, l'exposition d'un détecteur ou d'une sonde thermostatique du système de détection incendie (JDT) à la vapeur, consécutive à cette fuite de fluide primaire, pourrait générer une alarme en salle de commande. À cet égard, en fonction des paliers de réacteur (900, 1300 et 1450 MWe), entre 37 et 68 % des locaux dans lesquels transitent des tuyauteries des circuits RIS ou RRA sont surveillés par le système JDT.

Afin de confirmer la présence d'une fuite en cas d'apparition d'une telle alarme, la DT 392 demande notamment d'analyser l'évolution du bilan de fuites non quantifiées du circuit primaire. À cet égard, EDF s'est engagé à prescrire la réalisation d'un nouveau bilan de fuites du circuit primaire dès l'apparition d'une alarme du système JDT, afin de disposer d'un moyen de corrélation approprié. **Ce point sera pris en compte lors de la prochaine mise à jour de la DT 392. L'IRSN estime cet engagement satisfaisant.**

Par ailleurs, il n'y a pas de requis précis dans les spécifications techniques d'exploitation (STE) lorsqu'un seul détecteur ou une seule sonde JDT est indisponible. Par conséquent, en cas d'une défaillance fortuite d'un détecteur ou d'une sonde JDT valorisé dans la DT 392 en cours de cycle, EDF s'est engagé à réparer le détecteur

⁵ Sont classés en groupe A les critères d'essais dont le non-respect compromet un ou plusieurs objectifs de sûreté.

⁶ Il existe deux types de fuites du circuit primaire : les fuites quantifiées et les fuites non quantifiées. Les fuites quantifiées sont collectées et confinées dans des récipients dédiés exclusivement aux fuites du circuit primaire et munis d'une instrumentation permettant d'évaluer le débit d'arrivée d'eau et de suivre l'évolution de ce débit au cours du temps. Il s'agit en général des fuites envisagées ou prévues à la conception. Les fuites non quantifiées sont toutes les autres fuites non identifiées, non collectées ou non confinées. Le débit de fuites globales correspond à la somme des fuites quantifiées et non quantifiées.

⁷ Le puisard des drains de planchers du BR collecte des fuites non quantifiées qui peuvent être issues du circuit primaire principal ou des fuites associées à des circuits non actifs (par exemple le système de réfrigération intermédiaire (RRI)).

ou la sonde lors de l'arrêt fortuit suivant, dans la mesure du possible. Toutefois, EDF ne s'est pas formellement engagé à requérir la disponibilité de l'ensemble des détecteurs et sondes JDT valorisés dans la DT 392 au redémarrage d'un réacteur après un arrêt programmé pour renouvellement du combustible. **Étant donné que l'ensemble des détecteurs et sondes JDT doit être disponible afin de détecter rapidement une éventuelle fuite issue d'un phénomène de CSC, ce point fait l'objet de la recommandation formulée en annexe.**

DISPOSITIONS POUR LIMITER ET DIMINUER LES RISQUES D'OCCURRENCE D'INJECTION DE SÉCURITÉ INTEMPESTIVE

Une injection de sécurité dans le CPP conduirait à un choc thermique⁸ sur les tronçons de tuyauterie du système RIS et les contraintes mécaniques induites sont de nature à solliciter les éventuelles fissures de CSC. Aussi, dans le cadre de la DT 392, EDF prend des dispositions afin de limiter le risque d'occurrence d'une injection de sécurité intempestive.

En particulier, pour le palier 900 MWe, EDF identifie un risque d'injection de sécurité intempestive lors des essais périodiques (EP) de certains capteurs intervenant dans un signal de protection du système RPR⁹. En effet, lors de ces EP, un capteur est inhibé et une défaillance fortuite d'un autre capteur conduirait à un ordre d'injection de sécurité intempestif. À cet égard, la DT 392 demande de privilégier la réalisation des essais de ces capteurs lorsque la température du circuit primaire est inférieure à 120 °C, valeur en deçà de laquelle EDF considère comme faible la sollicitation mécanique d'une éventuelle fissure de CSC.

Enfin, la DT 392 demande aux opérateurs en salle de commande de réaliser, dans un délai de six mois, une formation visant à renforcer leur compréhension des phénomènes susceptibles d'entraîner la mise en service d'une injection de sécurité.

L'ensemble de ces mesures n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.

CONCLUSION

En conclusion, sous réserve de la prise en compte de la recommandation formulée en annexe et de la mise en œuvre, dans la prochaine mise à jour de la DT 392, des engagements pris par EDF au cours de l'expertise, l'IRSN n'a pas de remarque concernant les mesures conservatoires et compensatoires prises par EDF pour l'ensemble des réacteurs du parc en exploitation, afin de limiter le risque lié à la corrosion sous contrainte des tuyauteries des circuits RIS et RRA.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Hervé BODINEAU

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

⁸ Lors d'une injection de sécurité, de l'eau froide, comprise entre 7 et 40 °C, est injectée dans le CPP dont la température est de l'ordre de 300 °C.

⁹ RPR : système de protection du réacteur.

ANNEXE À L'AVIS IRSN N° 2022-00138 DU 6 JUILLET 2022

Recommandation de l'IRSN

L'IRSN recommande qu'EDF requière la disponibilité de l'ensemble des détecteurs et sondes JDT valorisés dans la DT 392 au redémarrage d'un réacteur après un arrêt programmé pour renouvellement du combustible.