

Référence courrier :
CODEP-DEP-2022-049004

**Monsieur le Directeur
de la Division Production Nucléaire
Site Cap Ampère
1, place Pleyel
92282 SAINT DENIS CEDEX**

Dijon, le 21 octobre 2022

Objet : Fissures de corrosion sous contraintes détectées sur les tuyauteries auxiliaires en acier austénitique du circuit primaire principal (CPP) de différents réacteurs à eau sous pression - suite de la réunion des groupe permanent des 22 et 23 septembre 2022

Références : [1] CODEP-DEP-2022-039910 – saisine du groupe permanent
[2] CODEP-MEA-2022-038445 - Avis du Groupe Permanent « Equipements sous pression nucléaires » émis lors de sa réunion des 22 et 23 septembre 2022.
[3] Avis IRSN N° 2022-00189 - EDF – REP – Soudures des circuits auxiliaires du circuit primaire principal affectées par la corrosion sous contrainte – Analyse des causes : volet chimie des fluides.
[4] D455022005039 - Affaire CSC – Réponses au projet de rapport d’expertise concernant le volet Chimie « Dossier CSC Inox - Analyse des causes de la CSC : volet chimie des fluides »

Monsieur,

En fin d’année 2021, dans le cadre de la deuxième visite décennale du réacteur de Civaux 1 ainsi que durant la troisième visite décennale du réacteur de Penly 1, les contrôles périodiques ont révélé la présence de fissures dans des tuyauteries des circuits d’injection de secours (RIS) du circuit primaire principal (CPP).

L’état d’avancement des connaissances sur le phénomène, confirmé comme résultant d’un mécanisme de fissuration par corrosion sous contraintes (CSC), a été présenté au groupe permanent d’experts pour les équipements sous pression nucléaires (GPESPN) lors d’une séance d’information qui s’est tenue le 11 mars 2022. Une seconde séance, destinée à présenter l’évolution des connaissances et à examiner certaines questions précises, s’est tenue les 22 et 23 septembre 2022 [1]. Ces réunions ont été tenues avec l’appui des membres du groupe permanent d’experts pour les réacteurs.

Le groupe permanent a notamment entendu les éléments présentés par EDF portant sur :

- les contrôles et expertises réalisés et les conclusions tirées pour les circuits d’injection de sécurité (RIS) et de refroidissement du réacteur à l’arrêt (RRA) ;
- la connaissance relative à l’occurrence du phénomène pour les circuits autres que RIS et RRA ;
- le développement des essais non destructifs (END) aptes à détecter des fissures de CSC sur des tuyauteries en acier austénitique ;

- la cinétique du phénomène de propagation des fissures ;
- les résultats des calculs mécaniques relatifs à l’amorçage et l’instabilité des défauts ;
- les conséquences pour la sûreté de la rupture postulée de deux lignes RIS pour les réacteurs de 1300 MWe ;
- les mesures particulières d’exploitation mises en œuvre pour détecter au plus tôt des fuites des circuits affectés de défauts et éviter certaines sollicitations de ces circuits ;
- la stratégie de maintenance et de suivi en exploitation jusqu’à fin 2022 et à compter de 2023.

Le groupe permanent a également entendu les conclusions de l’IRSN portant sur :

- l’analyse de sûreté associée aux conséquences potentielles de l’écart observé ;
- les mesures particulières mises en œuvre sur le parc en exploitation afin de limiter les risques liés à la CSC ;
- l’analyse des causes (volet chimie du fluide primaire) ;
- la démarche d’analyse du risque de rupture brutale des soudures affectées par la CSC.

Le GPESPN a fait part à l’ASN de son avis et de ses recommandations par document en référence [2].

Vous trouverez en annexe à ce courrier les demandes de l’ASN au regard de l’instruction menée par l’ASN et l’IRSN sur les points objet de l’avis du GPESPN précité. **Les réponses à ces demandes sont attendues sous un délai de 1 mois.**

Enfin, le collectif d’experts a identifié une liste d’une dizaine de points sur lesquels il lui paraît opportun d’exprimer sa compréhension des enjeux de la situation, et de formuler des préconisations ou recommandations. Ainsi, un avis complémentaire sera émis prochainement, qui pourra m’amener à compléter ces demandes.

Je vous prie d’agréer, Monsieur le directeur, l’expression de ma considération distinguée.

*Pour le président de l’ASN et par délégation,
le directeur général adjoint*

signé

Julien COLLET

Annexe à la lettre CODEP-DEP-2022-049004

Caractéristiques des matériaux retenus dans les études mécaniques

Dans le cadre des études menées pour justifier la tenue mécanique des fissures, vous avez retenu la valeur de résistance à la déchirure ductile d'un acier inoxydable écroui à 30 %. Vous considérez cette valeur comme enveloppe des niveaux d'écrouissage estimés dans les zones affectées par la CSC des tuyauteries auxiliaires des réacteurs du parc. Cette valeur a été déterminée sur la base d'une étude bibliographique.

Afin de conforter le critère retenu, vous avez débuté des essais de résistance à la déchirure ductile, qui seront réalisés sur des éprouvettes prélevées au niveau de la zone affectée thermiquement de soudures de tuyauteries déposées (issues des systèmes RIS de Civaux 1 et Penly 1).

Ces essais sont réalisés selon une approche normalisée et à partir de fissures initiées par un processus de fatigue mécanique. Le groupe permanent estime que ce programme est utile. Néanmoins, sur la base des considérations indiquées dans l'avis [2], **je vous demande de vous positionner sur la faisabilité d'essais sur des fissures de corrosion sous contrainte, en particulier celles issues des déposes de soudures provenant de réacteurs du parc. Le cas échéant, vous complétez votre programme par de tels essais. Dans le cas contraire, je vous demande de justifier que la résistance à la déchirure du métal retenue pour le calcul à partir des essais sur fissures de fatigue est conservative pour l'analyse de la résistance à la déchirure lorsque ces fissures ont pour origine la corrosion sous contrainte.**

Influence de la composition chimique du fluide primaire

Votre analyse des causes de la fissuration par corrosion sous contrainte, telle qu'observée aux abords des soudures de certaines lignes RIS et RRA, vous conduit à identifier, comme paramètres de premier ordre, le chargement thermomécanique des lignes et la température de fonctionnement. Vous concluez en effet qu'un chargement thermomécanique dû à de la stratification thermique dans certains tronçons horizontaux des lignes est à l'origine de la fissuration par corrosion sous contrainte. Vous identifiez comme autre paramètre les conditions de soudage.

Par contre, à ce stade, vos analyses ne vous ont pas conduit à identifier de facteur aggravant lié au matériau ou à la composition chimique du fluide primaire dans les conditions de fonctionnement de vos réacteurs.

Une teneur anormalement élevée d'oxygène dans le fluide primaire pourrait constituer un aggravant du risque de corrosion sous contrainte. Dans le cadre des échanges techniques tenus avec l'IRSN [3], [4], une analyse particulière a porté sur la teneur en oxygène du fluide primaire.

Celle-ci met en évidence que les réservoirs d'eau d'appoint (REA-eau et REA-bore) sont susceptibles de présenter des taux d'oxygène dissous élevés. Par ailleurs, le point de prélèvement pour la mesure de la teneur en oxygène dissous (en branche chaude) n'est pas nécessairement le plus représentatif de la teneur en oxygène dissous maximale susceptible d'être rencontrée dans le circuit primaire.

En réponse à ces constats, vous vous êtes engagé à mettre en place, à court terme, un suivi renforcé de la teneur en oxygène dans le fluide primaire de réacteurs représentatifs des différents paliers. Ce suivi permettra :

- de réaliser un programme de mesure des teneurs en oxygène dans le fluide primaire et de les corrélérer aux appoints des réservoirs REA-eau et REA-bore ;
- d'identifier la capacité à mettre en œuvre des mesures de la teneur d'oxygène du fluide primaire à d'autres points de prélèvement que celui actuellement utilisé.

Je prends note par ailleurs de votre engagement à conduire un projet de R&D qui examinera l'effet du potentiel de corrosion et de la température sur la CSC, pour différentes vitesses de circulation du fluide. Les résultats de ces études ont vocation à compléter, à moyen terme, vos modèles d'amorçage et de propagation de la CSC.

Les résultats de ces études de R&D et du suivi renforcé permettront, à moyen terme, de statuer sur la nécessité de faire évoluer les spécifications chimiques d'exploitation concernant la maîtrise de l'oxygène dans le circuit primaire ou les circuits auxiliaires tels que le circuit REA.

Le groupe permanent a examiné les travaux menés par EDF et l'avis de l'IRSN pour évaluer l'influence de la composition chimique du fluide primaire sur le risque d'apparition de corrosion sous contrainte.

Au regard des données disponibles, le groupe permanent considère comme approprié vos engagements qui permettront à terme de quantifier plus précisément l'effet de l'oxygène sur l'initiation et la cinétique de développement de fissures de corrosion sous contrainte dans des conditions représentatives de vos réacteurs. Dans l'attente de l'obtention et de la prise en compte de ces nouvelles connaissances, le groupe permanent estime qu'il convient, d'une part de minimiser ce facteur de risque en opérant un suivi plus encadré de l'oxygène présent dans les eaux d'appoint au circuit primaire, d'autre part de contrôler plus fréquemment la teneur en oxygène du fluide primaire.

Ainsi, je vous demande :

- **de préciser les échéances et le programme de travail déclinant vos engagements concernant le suivi de l'oxygène dissous dans le fluide primaire (capacité à réaliser des mesures en un ou plusieurs autres points, recherche d'une corrélation entre la teneur en oxygène du fluide primaire et les appoints en eau) ;**
- **de préciser les échéances et le programme de travail déclinant vos engagements concernant l'effet du potentiel de corrosion et de la température sur la CSC ;**
- **de rechercher, pour le réservoir d'eau d'appoint REA-eau, des axes d'amélioration des activités de maintenance, de conduite et de contrôle, puis de les intégrer, le cas échéant, dans les documents d'exploitation, notamment les spécifications chimiques ;**

- **d'étudier la faisabilité de modifications visant à limiter et contrôler les apports d'oxygène dans le milieu primaire via le système REA-bore ; le cas échéant, EDF fera évoluer les spécifications chimiques en conséquence ;**
- **de modifier les spécifications chimiques portant sur le paramètre oxygène dans le circuit primaire principal des réacteurs, en tenant compte des meilleures pratiques internationales.**