

Fontenay-aux-Roses, le 29 juillet 2022

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2022-00169

Objet : Réacteur EPR de Flamanville - Évaluation de la contrôlabilité ultrasonore des soudures set-in

Réf. : Saisine ASN CODEP-DEP-2021-027705 du 2 septembre 2021.

EDF a déclaré à l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) un événement significatif pour la sûreté (ESS) relatif à un écart de conception concernant trois piquages¹ du circuit primaire principal (CPP) du réacteur EPR de Flamanville, raccordés à la tuyauterie du CPP par l'intermédiaire de soudures nommées *set-in*.

Le traitement de cet écart consiste à mettre en place un collier de maintien au niveau des piquages pour limiter l'aire de la brèche qui résulterait de la rupture totale de la soudure et à ne plus considérer les soudures set-in dans le périmètre d'exclusion de rupture.

Un préalable à la mise en place du collier de maintien est la qualité de réalisation des soudures set-in. Dans ce cadre, les contrôles non destructifs réalisés en fin de fabrication ont pour but la détection de défauts de fabrication spécifiés comme inacceptables dans la totalité du volume des soudures concernées.

Néanmoins, alors que les défauts de type manque de fusion non débouchant et orientés parallèlement aux peaux font partie des défauts dits inacceptables, ils n'ont pas été contrôlés en fin de fabrication.

EDF considèrerait alors qu'une étude de faisabilité était nécessaire pour établir la capacité à détecter de tels défauts en mettant en œuvre des contrôles par ultrasons en ondes longitudinales droites (OLO°).

Par la lettre en référence, l'ASN a souhaité recueillir l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur les travaux d'EDF visant à établir la contrôlabilité des soudures set-in à l'aide des ondes ultrasonores droites (OLO°) conformément à la démarche définie dans le dossier défauts inacceptables (DDI).

¹ Le piquage représente la partie d'une tuyauterie qui la raccorde à une autre tuyauterie ou un récipient. Les trois piquages concernés par l'écart raccordent des tuyauteries de petits diamètres (environ 100 mm) aux tuyauteries primaires principales, de diamètre plus important (environ 780 mm).

1. ENJEUX DE SÛRETÉ

Les soudures concernées par l'écart de conception sont situées au niveau des piquages qui relient respectivement les branches froides² des boucles 2 et 3 du CPP à la ligne d'aspersion du pressuriseur ainsi que la branche en U² de la boucle 1 à la ligne de décharge du circuit de contrôle chimique et volumétrique.

Les branches froides ainsi que les branches en U sont des équipements soumis à pression formant une partie de l'enceinte sous pression du CPP. Une brèche dans ces équipements entraînerait la perte d'intégrité de l'enveloppe sous pression avec un dégagement brutal d'énergie et une émission de rayonnement ionisant.

2. ÉTUDE DE FAISABILITÉ RÉALISÉE PAR EDF

En 2018, dans le DDI, EDF avait identifié des limitations au contrôle ultrasonore en OLO° (par exemple liées au manque d'accessibilité ou à la structure métallurgique du matériau) et estimait que ce type de contrôle n'était pas envisageable.

En 2021, à la suite du traitement d'écart consécutif à l'ESS, EDF a engagé des travaux de faisabilité de la mise en œuvre de contrôles ultrasonores OLO° pour détecter les défauts plans orientés parallèlement aux surfaces interne et externe de la tuyauterie primaire, et ce à partir d'études expérimentales menées sur des maquettes représentatives et sur les soudures set-in.

Les conclusions d'EDF à la suite de ces travaux rapportent la présence d'échos parasite et d'une atténuation, liés au matériau. Ainsi, pour EDF, la possibilité de réaliser un contrôle uniquement depuis la paroi externe pour contrôler toute l'épaisseur serait limitée par la présence des échos parasites. Néanmoins, à l'issue des études expérimentales menées, EDF a montré qu'il était possible de réaliser le contrôle depuis la paroi interne et depuis la paroi externe avec un nouveau transducteur optimisé afin d'augmenter le rapport signal à bruit sur toute l'épaisseur de la soudure.

Par ailleurs, pour le réacteur EPR implanté en Finlande, le procédé de contrôles en OLO° a été mis en œuvre sur les soudures set-in dans le but de détecter le même type de défaut. En complément des études expérimentales, EDF a alors consolidé son étude de faisabilité en prenant en compte les limites du procédé utilisé en Finlande.

In fine, sur la base des éléments présentés ci-dessus et à la suite de discussions menées avec l'IRSN, EDF a retenu une solution avec un contrôle depuis l'intérieur et depuis l'extérieur de la tuyauterie. Il permet de garantir la détection des défauts de type manque de fusion orientés parallèlement aux peaux tels que définis dans le DDI. La démonstration s'est appuyée sur l'utilisation d'une maquette représentative déjà à disposition d'EDF dans laquelle EDF a implanté des réflecteurs artificiels. L'IRSN a pu observer la mise en œuvre du contrôle en OLO° depuis l'intérieur et depuis l'extérieur d'une des soudures set-in lors d'une inspection réalisée le 20 avril 2022.

3. ANALYSE DE L'IRSN

Les travaux menés par EDF à la suite des échanges techniques avec l'IRSN aboutissent à la démonstration de la faisabilité du contrôle en OLO°. L'IRSN estime que ces travaux étaient pertinents, avec en particulier la prise en compte de la structure métallurgique du matériau, des conditions d'accessibilité et le travail d'analyse réalisé par EDF pour identifier les limites des contrôles réalisés sur les soudures set-in du réacteur EPR implanté en Finlande.

² Sur une boucle du CPP, la branche chaude relie la sortie de la cuve au générateur de vapeur, la branche en U relie le générateur de vapeur au groupe motopompe primaire (GMPP) et la branche froide relie le GMPP à la cuve.

L'IRSN considère que la solution in fine retenue, avec un contrôle manuel depuis l'intérieur et l'extérieur de la tuyauterie et une optimisation des traducteurs, doit permettre de garantir pour les soudures set-in la détection des défauts parallèles aux peaux de dimensions minimales définies dans le DDI, **ce qui est satisfaisant**.

Toutefois, l'IRSN rappelle que l'état actuel des technologies dans le domaine des équipements ultrasonores permettrait à EDF d'améliorer à la fois la traçabilité des résultats et leur interprétation en passant du contrôle manuel au contrôle automatisé avec l'enregistrement des signaux lorsque que l'accessibilité des zones d'examen le permet.

C'est pourquoi l'IRSN considère qu'EDF doit envisager systématiquement lors des développements des nouveaux contrôles la solution d'un contrôle UT automatisé avec enregistrement des signaux.

4. CONCLUSION

À l'issue de son expertise, l'IRSN estime que les travaux menés par EDF pour établir la contrôlabilité des soudures set-in à l'aide des ondes ultrasonores OLO° pour détecter les défauts de fabrication spécifiés comme inacceptables et orientés parallèlement aux surfaces étaient pertinents. Ils ont permis d'aboutir à la mise en œuvre d'une solution permettant de garantir l'absence de défauts dits inacceptables de type manque de fusion non débouchant et orientés parallèlement aux peaux dans les soudures set-in sur EPR FA3.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Frédérique PICHEREAU

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté