

Fontenay-aux-Roses, le 21 juillet 2022

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2022-00156

Objet : EDF – REP – Palier 1300 MWe – Fissures de corrosion sous contraintes détectées sur les tuyauteries auxiliaires en acier inoxydable austénitique du CPP – Analyse de sûreté des conséquences associées à l'écart.

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

Lors de la deuxième visite décennale (VD) du réacteur n° 1 de Civaux de 1450 MWe, des examens ont été réalisés sur les soudures des tuyauteries du système d'injection de sécurité (RIS) connecté au circuit primaire principal (CPP) dans le but de s'assurer de l'absence de fissures liées à de la fatigue thermique. La caractérisation des indications issues de ces examens conclut à la présence de fissures intergranulaires d'orientation circonférentielle, situées à proximité du cordon de soudure dont les dimensions peuvent atteindre l'ensemble de la circonférence et plusieurs millimètres de hauteur. Concomitamment, un contrôle similaire a mis en évidence des indications au niveau d'une soudure du circuit RIS du réacteur n° 1 de Penly de 1300 MWe. Les expertises menées concluent également à la présence de fissures intergranulaires d'orientation circonférentielle. Les contrôles complémentaires effectués sur les autres boucles mettent également en évidence des indications. Au regard des expertises menées, EDF attribue ces fissures au phénomène de corrosion sous contrainte (CSC) sur acier inoxydable austénitique écroui et non à de la fatigue thermique.

Compte-tenu de ces éléments, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) a notamment demandé à EDF d'étudier les conséquences sur la sûreté des installations de la rupture complète de tuyauteries sur deux lignes RIS au niveau de ces défauts.

Dans le cadre de la demande d'expertise citée en référence, l'ASN sollicite l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire au sujet de l'analyse des conséquences potentielles sur la sûreté de la présence de défauts liés à de la corrosion sous contrainte sur plusieurs lignes d'injection de sécurité (RIS) des réacteurs du parc en exploitation. À cet égard, pour les réacteurs du palier 1300 MWe, EDF a transmis une étude qui présente, conformément à la demande de l'ASN, les conséquences sur l'installation de la rupture de deux lignes RIS.

Ainsi, l'ASN souhaite que l'IRSN se prononce sur :

- l'acceptabilité des hypothèses prises par EDF pour réaliser l'étude ;
- la démonstration de son caractère enveloppe au regard d'autres situations envisageables ;
- les conclusions qu'EDF en tire.

EDF évalue les conséquences potentielles sur la sûreté de la présence de défauts à l'aide d'une étude thermohydraulique, consistant en une rupture guillotine de deux piquages RIS, pour un réacteur de 1300 MWe. Par hypothèse, l'eau issue de l'injection de sécurité et des accumulateurs est considérée perdue pour les deux lignes affectées. De manière pénalisante, un manque de tension externe (MDTE) est également considéré à l'instant de l'arrêt automatique du réacteur (AAR). En revanche, certaines hypothèses de l'étude sont considérées de manière réaliste, c'est-à-dire sans prise en compte de leurs incertitudes. Par ailleurs, l'étude ne prend pas en compte d'aggravant, contrairement à ce qui est habituellement retenu dans le cadre d'une démonstration de sûreté. L'objectif premier d'EDF étant de démontrer la tenue des lignes RIS même en présence des défauts détectés, la présente étude, qui suppose une rupture complète de deux lignes RIS, constitue une étude de robustesse au regard de la démonstration de sûreté. **Ainsi, l'IRSN estime que le fait que certaines hypothèses soient prises en compte de manière réaliste et qu'aucun aggravant ne soit considéré est justifié.**

La perte de l'inventaire en eau du circuit primaire du fait de la rupture complète de deux lignes RIS est susceptible de provoquer une montée en température des gaines des crayons de combustible, avec un risque à terme de perte d'intégrité de la première barrière. Sur la base des hypothèses retenues par EDF, le calcul thermohydraulique réalisé montre que le pic de température des gaines des crayons de combustible présente une marge substantielle par rapport aux critères de sûreté en vigueur, malgré la sévérité de l'initiateur. En effet, l'eau injectée dans le circuit primaire par l'injection de sécurité et les accumulateurs, *via* les boucles primaires non affectées par les brèches, permet de limiter l'échauffement des gaines. **EDF conclut ainsi au respect des critères de sûreté pour un transitoire initié par la rupture concomitante et totale de deux lignes RIS, en tenant compte d'un manque de tension externe à l'instant de l'arrêt automatique du réacteur.**

L'IRSN a analysé l'étude présentée par EDF, au regard du scénario à considérer pour une telle étude et des hypothèses retenues pour le calcul thermohydraulique associé à ce scénario.

S'agissant du premier point, l'IRSN estime qu'une rupture partielle de plusieurs lignes RIS (jusqu'à quatre) pourrait conduire à des conséquences sur le cœur plus pénalisantes que celles obtenues en considérant une rupture complète de deux lignes RIS, et ce à taille de brèche équivalente. En effet, dans cette configuration, la perte de l'inventaire en eau du circuit primaire pourrait être plus importante.

S'agissant du second point, l'IRSN estime que certaines hypothèses d'entrée retenues dans l'étude sont discutables et que la relaxation ou la non prise en compte de certains postes d'incertitudes n'est pas satisfaisante. En effet, même dans le cadre d'une étude de robustesse reposant sur des hypothèses réalistes, il convient de différencier le traitement de certains paramètres selon leur statut. Notamment, il est nécessaire de couvrir les lacunes de validation identifiées des outils de calcul utilisés. En revanche, l'IRSN souligne positivement le fait que certaines hypothèses retenues sont conservatives.

En support de son expertise et pour évaluer l'influence des réserves identifiées sur les marges affichées, l'IRSN a réalisé ses propres calculs. Les résultats de ces calculs montrent que l'échauffement des gaines des crayons de combustible reste limité et que la marge au critère de sûreté reste notable malgré ces réserves.

***In fine*, l'IRSN estime que la marge notable en termes de température de gaine permet d'accommoder les réserves identifiées. Ainsi, compte tenu des marges obtenues et du fait que certaines hypothèses restent conservatives, l'IRSN a la raisonnable assurance du respect des critères de sûreté en cas de brèches complètes sur deux lignes RIS ou de rupture partielle de plusieurs lignes RIS.**

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Hervé BODINEAU

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté