

Fontenay-aux-Roses, le 23 février 2024

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2024-00028

Objet : EDF – REP – Palier 1300 MWe – Piquages moulés inclinés RIS BF – Poursuite de l'exploitation après la quatrième visite décennale (VD4).

Réf. : [1] Saisine ASN – CODEP-DEP-2022-063168 du 16 mars 2023.
[2] Lettre ASN – CODEP-DEP-2023-039232 du 13 juillet 2023.

Les circuits primaires principaux (CPP) des réacteurs à eau sous pression (REP) du palier 900 MWe et du palier 1300 MWe sont pour la majeure partie équipés de produits moulés en acier austénoferritique (coudes et piquages inclinés du circuit d'injection de sécurité (RIS¹) notamment). Ces produits moulés sont sensibles au phénomène de vieillissement thermique, ce qui dégrade leurs propriétés de résistance à la déchirure ductile. Ce phénomène peut donc conduire à limiter la durée de vie de certains composants.

Les piquages inclinés à 45° en acier austénoferritique moulé sont implantés en branche froide des CPP des REP. Le présent avis concerne les piquages du palier 1300 MWe. Pour ce palier, chacune des quatre branches froides possède un piquage réalisant la connexion au CPP des tuyauteries du système RIS qui assurent la décharge des accumulateurs et l'injection de sécurité. Les piquages des réacteurs n° 1, n° 2 et n° 3 de la centrale nucléaire de Paluel sont en acier de nuance CF8M (12 piquages). Les autres piquages du palier 1300 MWe (68 piquages) sont en acier CF8, nuance moins sensible au vieillissement thermique que le CF8M.

Dans le cadre de l'analyse du risque de rupture ductile de ces piquages, EDF a transmis un dossier constitué d'une note de synthèse et de notes de calcul.

Par le courrier en référence [1], l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) sollicite l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) pour expertiser le dossier transmis par EDF. Concernant les piquages du palier 1300 MWe, l'ASN souhaite recueillir l'avis de l'IRSN sur les études mécaniques remises par l'exploitant pour la justification de leur maintien en service au-delà de la quatrième visite décennale (VD4), notamment la valorisation des hypothèses et éléments suivants :

- la valorisation pour certains piquages de l'épreuve hydraulique réalisée en usine en fin de fabrication ;
- la surépaisseur au droit du bec du piquage ainsi que la présence d'une zone de compression en peau externe ;

¹ Le circuit d'injection de sécurité est un système de sauvegarde qui injecte de l'eau borée dans le circuit primaire principal du réacteur pour refroidir le cœur en cas de brèche sur le circuit primaire.

- les résultats d'essais sur maquette.

Concernant les deux derniers points, l'IRSN souligne qu'ils ont été valorisés par l'exploitant uniquement pour la justification du maintien en service des piquages des réacteurs n° 1 et n° 2 de la centrale nucléaire de Paluel jusqu'en VD4. À la suite de la séance du groupe permanent d'experts des équipements sous pression nucléaires (GP-ESPN) du 1^{er} juin 2023, cette justification a été acceptée par l'ASN par sa lettre en référence [2]. Aussi, l'IRSN ne revient pas, dans son analyse, sur ces points.

1. MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE

L'IRSN n'a pas de remarque sur la méthodologie générale d'analyse du risque de rupture brutale, comprenant le choix du modèle numérique mis en œuvre et des sections analysées, retenue pour la justification des piquages RIS moulés du palier 1300 MWe qui est analogue à celle employée pour l'analyse des coudes moulés.

De même, l'IRSN n'a pas de remarque concernant la taille des défauts postulés dans l'analyse.

2. MODÉLISATION DE L'ÉPREUVE HYDRAULIQUE USINE

L'exploitant a pris en compte l'influence de l'épreuve hydraulique usine (EHU) réalisée sur chaque piquage en fin de fabrication pour justifier la tenue vis-à-vis du risque de rupture brutale de certains piquages dans certaines situations.

L'IRSN considère que la prise en compte de l'EHU peut faire partie des éléments complémentaires de second ordre pris en compte pour évaluer le risque de rupture brutale des piquages moulés RIS 1300 et autoriser leur maintien en service pour une durée limitée dans le temps, comme dans le cas des piquages des réacteurs n° 1 et n° 2 de la centrale nucléaire de Paluel. Le gain en termes de facteur de marge apporté par la prise en compte de l'épreuve hydraulique usine est cependant assez faible. **En revanche, l'IRSN estime que la stratégie de remplacement des piquages doit être fondée uniquement sur l'analyse du risque de rupture brutale selon les méthodes codifiées sans prise en compte de l'EHU.**

3. PIQUAGES EN CF8

3.1. PIQUAGES EN CF8 HORS PIQUAGE 106P

Tous les piquages en CF8 sont justifiés, selon EDF, pour 500 000 h (enveloppe de VD3+30 ans) sans prise en compte de l'épreuve hydraulique. L'IRSN n'a pas de remarque sur les méthodes de justifications retenues par l'exploitant.

Concernant la localisation des défauts postulés, l'IRSN souligne que les hypothèses retenues par l'exploitant ne sont pas les plus pénalisantes. Toutefois, par comparaison aux analyses de nocivité de défaut conduites pour les piquages en CF8M, l'IRSN considère justifié le maintien en exploitation des piquages en CF8 jusqu'à la VD4. En effet, le CF8 est une nuance moins sensible au vieillissement thermique que le CF8M.

Concernant la consolidation de la justification de la poursuite d'exploitation au-delà de la VD4, compte tenu de l'engagement pris par l'exploitant de revoir les hypothèses de ses analyses, notamment concernant le positionnement des défauts pénalisants, dans le cadre de l'établissement des dossiers rupture brutale (DRB) lors de la VD4 des réacteurs de 1300 MWe, l'IRSN n'a pas de remarque à formuler.

3.2. PIQUAGE 106P

Pour la justification du maintien en fonctionnement de ce piquage au-delà de la VD4, EDF a dans son dossier initial valorisé l'effet de l'épreuve hydraulique usine. Pour l'IRSN, cette valorisation n'est dans ce cas pas acceptable (cf. §2). À ce sujet, l'exploitant s'est engagé, dans le cadre de l'établissement des DRB VD4 des

réacteurs de 1300 MWe, à justifier la tenue à la rupture brutale du piquage 106P du réacteur n° 1 de la centrale nucléaire de Saint-Alban au-delà de sa VD4 sans valorisation de l'épreuve hydraulique usine pour un défaut débouchant de 10 mm de hauteur en amont de la VD4 de ce réacteur qui est prévue en 2027. **L'IRSN considère que cet engagement est satisfaisant.**

De plus, l'exploitant indique que la dépose du piquage 106P pour expertise est envisagée postérieurement à celle des piquages des réacteurs n° 1 et ° 2 de la centrale nucléaire Paluel. Le calage précis de l'opération de remplacement du piquage 106P du réacteur n° 1 de la centrale nucléaire de Saint-Alban prendra en considération les résultats des calculs de justification à la rupture brutale au référentiel VD4, ainsi que le programme industriel d'interventions sur des gros composants du CPP des réacteurs du parc en exploitation sur la fenêtre 2027-2030. **Ce point n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

4. PIQUAGES EN CF8M

La justification du maintien en service des piquages des réacteurs n° 1 et n° 2 de la centrale nucléaire de Paluel jusqu'à leur VD4 a fait l'objet d'une prise de position de l'ASN [2]. L'ASN n'a pas émis d'objection à la poursuite de leur fonctionnement jusqu'à VD4.

Pour justifier la tenue à la rupture brutale des piquages du réacteur n° 3 de la centrale nucléaire de Paluel à VD3 + 30 ans, la prise en compte de l'EHU est utilisée pour les situations d'épreuve hydraulique et pour le risque d'instabilité pour la situation la plus pénalisante de 3^{ème} catégorie. Pour ces situations les facteurs de marge minimaux sont largement supérieurs à 1. L'IRSN estime que ces piquages pourraient être justifiés au moins jusqu'à VD4 + 10 ans sans prise en compte de l'EHU. En tout état de cause, la tenue à la rupture brutale des piquages du réacteur n° 3 de la centrale nucléaire de Paluel sera réévaluée dans le cadre de l'établissement des DRR VD4 des réacteurs de 1300 MWe qui doit être finalisé avant la première VD4 du palier 1300 MWe (Paluel 1 tête de série, en janvier 2026).

5. CONCLUSION

En conclusion, l'IRSN a la raisonnable assurance que les actions programmées par EDF (remplacement des piquages en CF8M des réacteurs n° 1 et n° 2 de la centrale nucléaire de Paluel en VD4) et les engagements pris par EDF (révision des études de nocivité de défauts des piquages en CF8 et des piquages en CF8M du réacteur n° 3 de la centrale nucléaire de Paluel, approvisionnement d'un piquage en prévision d'un remplacement éventuel du piquage 106P du réacteur n° 1 de la centrale nucléaire de Saint Alban), sont de nature à maîtriser la poursuite d'exploitation des piquages RIS des réacteurs du palier 1300 MWe au-delà de la VD4 et jusqu'à VD4 + 10 ans.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Hervé BODINEAU

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté