

Fontenay-aux-Roses, le 4 août 2022

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2022-00172

Objet : EDF – REP – Centrale nucléaire de Saint-Laurent B – Réacteur n° 2 – INB 100 – Modification PNPE 1200A – Remplacement de composants du circuit primaire.

Réf. : [1] Saisine ASN CODEP-DCN-2022-021839 du 29 avril 2022.
[2] Avis IRSN n° 2022-00064 du 30 mars 2022.

En réponse à la saisine de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) en référence [1], l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a examiné l'acceptabilité, au plan de la sûreté et de la radioprotection, de la mise en œuvre de la modification relative au remplacement de composants du circuit primaire du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Saint-Laurent B, soumise à l'autorisation de l'ASN par Électricité de France (EDF) le 31 mars 2022, conformément aux dispositions de l'article R.593-56 du code de l'environnement. L'IRSN a plus particulièrement examiné le caractère suffisant des mesures prises en matière de radioprotection des travailleurs durant la mise en œuvre de la modification.

1. CONTEXTE ET DESCRIPTION DE LA MODIFICATION

Dans le cadre du suivi du phénomène de vieillissement des produits moulés en acier austéno-ferritiques du circuit primaire des réacteurs de 900 MWe, certains composants du circuit primaire ont été identifiés comme « sensibles » au vieillissement thermique et font à ce titre l'objet de justifications particulières. C'est en particulier le cas des coudes moulés chauds et froids ainsi que du tronçon de tuyauterie où vient se connecter le circuit RIS¹ qui sont des composants de tuyauterie installés sur le CPP².

Pour les réacteurs du parc nucléaire pour lesquels les générateurs de vapeur (GV) ont déjà été remplacés, un certain nombre d'opérations de remplacement de composants du circuit primaire (RCCP) doivent en outre être réalisées et ce de manière spécifique à chaque réacteur. Cela concerne les coudes 48C et 44C situés respectivement sur les branches chaudes des boucles n° 1 et n° 2 (coudes connectés à la boîte à eau chaude des GV) du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Saint-Laurent B, composants évalués comme « sensibles », que l'ASN considère nécessaire de remplacer à l'échéance de la quatrième visite décennale (VD4) du réacteur qui débutera le 1^{er} octobre 2022.

¹ RIS : système d'injection de sécurité.

² CPP : circuit primaire principal.

Par ailleurs, le coude 50A (situé côté aspiration du GMPP³) et le coude 50B (situé en aval de la boîte à eau froide du GV), localisés sur la branche en U (portion de tuyauterie qui relie le GV et le GMPP) de la boucle n° 3, issus d'une coulée « spécifique », présentent des valeurs de résistance à la déchirure très basses ; de ce fait, les projections de leur exploitation jusqu'à 60 ans ne montrent aucune marge. Ainsi, dans le cadre de l'intervention programmée pour les coudes « C », EDF a pris la décision de remplacer également ces composants. Le tronçon droit horizontal (TDH) situé entre les coudes 50A et 50B est également remplacé pour des raisons pratiques.

Les matériels remplacés à neuf sont donc les suivants :

- les coudes 48C (boucle n° 1) et 44C (boucle n° 2) ainsi que les coudes 50A et 50B (boucle n° 3) ;
- le tronçon droit horizontal (TDH) situé entre les coudes 50A et 50B ;
- les doigts de gant des sondes de température associées aux coudes 44C et 48C ;
- deux tronçons de lignes connectées à la demi-branche en U remplacée en boucle n° 3 correspondant à la ligne de by-pass et à la ligne de purge vers le circuit RPE⁴ ;
- les calages CPP situés dans la zone d'intervention (principalement le calage de la butée branche chaude situé sous chaque coude C ainsi que le calage de la branche en U en boucle n° 3) ;
- le calorifuge des coudes et du TDH neufs ainsi que des tronçons de lignes déposés ;
- certains éléments de tuyauteries auxiliaires incluant les robinets situés dans la zone d'intervention.

Certains essais de requalification devront être réalisés dans les domaines d'exploitation AN/GV⁵ et RP⁶ (100 % Pn). En effet, la vérification de l'absence d'impact des nouveaux composants sur le débit primaire nécessite que des essais soient réalisés dans différentes configurations, notamment avec les pompes primaires en service.

2. ANALYSE DE L'IRSN

2.1. RADIOPROTECTION DES TRAVAILLEURS DURANT LA MISE EN ŒUVRE DE LA MODIFICATION

Selon EDF, l'intervention de RCCP présente un enjeu radiologique fort. Toutefois, les éléments transmis par EDF indiquent que la préparation de l'activité en termes de radioprotection des travailleurs n'est pas terminée et que certaines étapes majeures de la préparation de l'activité sont programmées au plus proche de l'arrêt du réacteur, soit après la fin de l'expertise de l'IRSN. À ce jour, l'évaluation dosimétrique prévisionnelle optimisée connue est de 1 136 H.mSv, EDF précise que cette évaluation sera complétée à l'issue de la phase de préparation et que l'intégration des tâches manquantes à ce jour ne devrait pas modifier notablement l'ordre de grandeur.

Risque d'exposition externe

Les sources d'exposition externe (rayonnement gamma) des travailleurs sont essentiellement celles habituellement rencontrées lors des arrêts de réacteur pour maintenance et sont principalement localisées dans les locaux du BR⁷ abritant les différentes parties du CPP composant les trois boucles primaires. En outre, d'autres tuyauteries irradiantes, situées à proximité ou connectées aux boucles primaires, sont également présentes ainsi que des points chauds irradiants pour lesquels la localisation et les valeurs de débit d'équivalent de dose (DED) peuvent évoluer avec les mouvements d'eau dans ces circuits.

³ GMPP : groupe moto pompe primaire.

⁴ RPE : système de collecte des purges, évènements et exhaures nucléaires.

⁵ AN/GV : arrêt normal sur les générateurs de vapeur.

⁶ RP : réacteur en production.

⁷ BR : bâtiment réacteur.

Après la découpe et le retrait des coudes (48C et 44C) et de la demi-branche en U (coudes 50A, 50B et tronçon droit horizontal entre ces coudes), certaines valeurs de DED pourraient augmenter dans les zones d'intervention situées à proximité des embouts de la tuyauterie primaire. Afin de limiter les risques d'exposition, le DED sera réduit dans ces zones en décontaminant l'intérieur des embouts des branches chaudes découpées (boucles n° 1 et n° 2) et l'intérieur de la volute de la pompe primaire et de la branche en U de la boucle n° 3. Cette décontamination sera complétée par la pose d'obturateurs (protections biologiques assurant également le confinement de la contamination) dans les branches chaudes découpées (coté cuve et coté GV), ainsi que de part et d'autre de la demi-branche en U déposée. **Ce point n'appelle pas de remarque de l'IRSN.**

Durant la phase d'évacuation des coudes et de la demi-branche en U hors du BR et de transport sur les voies de circulation internes du centre nucléaire de production d'électricité (CNPE) jusqu'au BEGV⁸, les sources de rayonnement gamma seront constituées par ces mêmes portions de tuyauteries. EDF se donne pour objectif que les DED à proximité des caisses de transport des éléments découpés respectent le critère de transport interne de « 2 mSv/h au contact de la caisse de transport ». En outre, EDF indique qu'un DED maximal de 2 µSv/h est attendu au poste de travail « mobile » de l'intervenant en charge du transport sur la voirie du CNPE. **Toutefois, l'IRSN souligne qu'EDF n'a présenté ni les éléments permettant d'expliquer le choix de la valeur de 2 µSv/h attendue au poste de travail « mobile », ni la délimitation des zones radiologiques à proximité des caisses de transport. Ceci amène l'IRSN à formuler l'Observation N° 1 en annexe.**

Optimisation des expositions externes et internes

Une des actions d'optimisation consiste à maintenir le CPP ainsi que les GV pleins d'eau (circuit secondaire principal) jusqu'à la première coupe du circuit primaire. Une autre action, relative au maintien en eau des branches en U, n'est pas retenue, EDF mettant en avant les résultats d'une étude qui montreraient l'absence d'impact d'une telle action sur les DED aux postes de travail associés aux opérations de RCCP. Cette étude n'a toutefois pas été transmise à l'IRSN. **Ceci fait l'objet de l'Observation N° 2 en annexe.**

D'autres actions d'optimisation consistent à poser des protections biologiques à différents niveaux du BR. Le plan de pose des protections retenu pour le RCCP sur le réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Saint-Laurent B sera celui habituellement mis en œuvre pour les remplacements de générateur de vapeur. EDF indique que, en fonction des DED mesurés et de la présence de points chauds, des protections biologiques pourront être ajoutées afin de respecter, dans la mesure du possible, les valeurs de DED retenues en phase d'étude. Par ailleurs, en complément des dispositions prévues pour le réacteur n° 1 de la centrale nucléaire du Blayais⁹, le plan de pose des protections biologiques du chantier de RCCP sur le réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Saint-Laurent B comprend la « ceinture¹⁰ GV » au niveau des trous d'œil et trous de poing, dans la casemate des trois GV à 11 m, car celle-ci sera déjà en place pour les activités de lancement des GV qui auront lieu en amont du chantier. **L'IRSN considère que ce point est satisfaisant.**

Par ailleurs, le retour d'expérience des opérations de RCCP sur les réacteurs n° 4 des sites de Gravelines (demi-branche en U) et de Dampierre (coude) montre que la décontamination des embouts de tuyauterie, associée à la pose d'obturateurs, permet de réduire les DED ambiants. Ces dispositions ont également pour objectif de réduire le risque de dispersion de contamination en vue des opérations d'usinage, de soudage, et de contrôle réalisées à proximité des tuyauteries et permettent ainsi aux opérateurs d'intervenir sans protection des voies respiratoires. **Ces dispositions étant reconduites pour le réacteur n° 2 de Saint-Laurent B, ce point n'appelle pas de remarque de l'IRSN.**

⁸ BEGV : bâtiment d'entreposage des GV.

⁹ Une opération similaire de RCCP est prévue sur le réacteur n° 1 de la centrale nucléaire du Blayais et a fait l'objet d'un avis favorable de l'IRSN (voir référence [2]) ainsi que d'une autorisation de l'ASN.

¹⁰ La ceinture GV est généralement composée de matelas de plomb de 40 x 40 cm aimantés sur tout le périmètre des parois du GV au niveau 11 m (du sol jusqu'à hauteur de tête environ).

Risques « alpha » et iodes

Au cours de l'expertise, EDF n'a pas mis en avant de problématique de risque « alpha » et iodes pour le réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Saint-Laurent B. **Ceci n'appelle pas de remarque de l'IRSN.**

2.2. RISQUES LIÉS À LA PRÉPARATION DU CHANTIER ET À LA MISE EN ŒUVRE DE L'OPÉRATION DE RCCP

La mise en œuvre de la modification de RCCP est de nature à impacter la sûreté car elle a lieu à proximité de matériels EIPS¹¹.

Au cours de l'expertise, EDF a indiqué que l'opération de RCCP sur le réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Saint-Laurent B s'opèrera de manière similaire (préparation, réalisation et surveillance) à celle prévue sur le réacteur n° 1 de la centrale nucléaire du Blayais. Le même intervenant que celui œuvrant sur le réacteur n° 1 de la centrale nucléaire du Blayais réalisera des études cinématiques et des simulations 3D, en phase de préparation, qui seront analysées par EDF. En particulier, le site disposera d'une équipe dédiée à la réalisation et à la surveillance de l'opération de RCCP.

Concernant les activités de manutention et de préparation de l'opération de RCCP dans les domaines d'exploitation autres que RCD¹², EDF mettra en œuvre les parades classiques et usuelles (analyse de risque spécifique, balisage, moyens de protection standards, dimensionnement de l'échafaudage au séisme événement si requis par l'analyse) afin d'éviter le risque d'agression des EIPS requis.

De plus, il est prévu de déposer, en fonction du domaine d'exploitation et en cohérence avec les spécifications techniques d'exploitation, puis de reposer, en fin d'intervention, les équipements dits interférents à proximité des zones de manutention. Cette dépose, initialement prévue pour garantir la circulation des composants et des outillages, permettra également de se prémunir d'un endommagement de ces équipements, comprenant les EIPS ainsi déposés.

Enfin, une vérification du bon état général de la zone de chantier sera faite conjointement par le prestataire et par EDF en fin de chantier, ce qui permettra d'identifier un éventuel endommagement d'EIPS.

Les dispositions prises par EDF afin de maîtriser les risques liés au chantier de RCCP n'appellent pas de commentaire de l'IRSN.

2.3. RISQUE DE RÉGRESSION SUR LE PLAN DE LA SÛRETÉ

L'absence de régression sur le plan de la sûreté induite par le changement des coudes et du TDH est vérifiée au travers des essais de requalification suivants :

- des essais préliminaires avant les opérations de RCCP afin de réaliser un point zéro sur l'instrumentation qui sera impactée par les travaux ou nécessaire aux essais fonctionnels ;
- des essais élémentaires et fonctionnels à l'issue des opérations de RCCP afin de vérifier la disponibilité des matériels impactés ;
- des essais de performance thermohydraulique.

Au cours de l'expertise, EDF a précisé le périmètre des essais de requalification. Cela concerne notamment les vannes et l'instrumentation qui seront déposées pendant le chantier et feront l'objet de tests à l'issue des opérations de RCCP via des essais de manœuvrabilité et des procédures d'exécution d'essai dédiées. **Ces éléments n'appellent pas de remarque de l'IRSN.**

¹¹ EIPS : élément important pour la protection des intérêts qui contribue à la prévention des risques liés aux accidents radiologiques.

¹² RCD : réacteur complètement déchargé.

Concernant les calorifuges remplacés à neuf des coudes, du TDH et des lignes déposées, EDF a indiqué que des essais de performance seront réalisés en AN/GV afin de mesurer les déperditions calorifiques et les températures de surface et ambiantes à 1 mètre. Ces mesures de performance du calorifuge seront ensuite comparées à des valeurs de référence. **Ces éléments n'appellent pas de commentaire de l'IRSN.**

Par ailleurs, les nouveaux coudes et le TDH auront des dimensions internes identiques aux composants d'origine remplacés. Les conséquences potentielles de ces remplacements peuvent être une légère dissymétrie des pertes de charge entre les boucles, compte tenu de la différence de l'état de surface des nouveaux composants. Ces modifications des caractéristiques hydrauliques du circuit seront évaluées par les essais de performance thermohydraulique qui permettront de vérifier que les caractéristiques thermohydrauliques du circuit primaire sont cohérentes avec les hypothèses des études de sûreté. **Le respect des critères relatifs à ces essais permettra de garantir l'absence d'impact sur la démonstration de sûreté.**

Enfin, bien que les nouveaux coudes aient les mêmes dimensions internes que les anciens, leur épaisseur est légèrement plus grande du fait d'un matériau différent, ce qui a un impact sur la masse (environ 1 tonne supplémentaire au total) et donc sur la tenue des supportages en cas de sollicitation. Au cours de l'expertise, EDF a indiqué que les études de justification de la tenue du CPP prennent en compte les caractéristiques des nouveaux coudes de remplacement et que les différences de masse ne sont pas de nature à remettre en cause le comportement des boucles ainsi que la tenue des supportages, y compris en cas de séisme. Concernant les TDH d'origine et de remplacement, le matériau est très proche et, par conséquent, les masses sont semblables. **Ces éléments n'appellent pas de commentaire de l'IRSN.**

3. CONCLUSION

En conclusion, l'IRSN estime que le remplacement des coudes 44C, 48C, 50A et 50B ainsi que du tronçon droit horizontal situé entre les coudes 50A et 50B du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Saint-Laurent B n'entraîne pas de régression de la sûreté, sous réserve de la validation des essais de performance thermohydraulique.

Par ailleurs, afin d'optimiser la protection des travailleurs eu égard aux risques radiologiques pendant le chantier de remplacement de composants du circuit primaire, l'IRSN estime qu'EDF devrait prendre en compte les deux observations formulées en annexe.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Frédérique PICHEREAU

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

ANNEXE À L'AVIS IRSN N° 2022-00172 DU 4 AOÛT 2022

Observations de l'IRSN

Observation N° 1

L'IRSN considère qu'EDF devrait présenter les éléments permettant d'expliquer le choix de la valeur de 2 $\mu\text{Sv/h}$ attendue au poste de travail « mobile », ainsi que la délimitation des zones radiologiques à proximité des caisses de transport.

Observation N° 2

L'IRSN considère qu'EDF devrait apporter les éléments (concernant notamment la localisation des DED et le périmètre des activités retenues) permettant de justifier que le maintien en eau des branches en U durant les activités de RCCP sur le réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Saint-Laurent B n'est pas de nature à réduire l'exposition externe des intervenants.