



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

IRSN
INSTITUT DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Fontenay-aux-Roses, le 30 mars 2022

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2022-00064

Objet : EDF – REP – Centrale nucléaire du Blayais – Réacteur N° 1 – INB 86 – Modification PNPE 1193A
Remplacement des composants du circuit primaire.

Réf. : Saisine ASN – CODEP-DCN-2022-000364 du 4 janvier 2022.

En réponse à la saisine de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) en référence, l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a examiné l'impact sur la sûreté ainsi que le caractère suffisant des mesures prises en matière de radioprotection des travailleurs durant la mise en œuvre de la modification relative au remplacement d'un coude du circuit primaire du réacteur n° 1 de la centrale nucléaire du Blayais, soumise à l'autorisation de l'ASN par Électricité de France (EDF) le 10 novembre 2021, conformément aux dispositions de l'article R.593-56 du code de l'environnement.

1. CONTEXTE ET DESCRIPTION DE LA MODIFICATION

Dans le cadre du suivi du phénomène de vieillissement des produits moulés en acier austénoferritiques des réacteurs de 900 MWe, certains composants primaires 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 et les piquages RIS¹ qui sont des composants de tuyauterie installés sur le CPP².

Pour les réacteurs du parc nucléaire dont les générateurs de vapeur (GV) ont déjà été remplacés, des opérations de RCCP³ doivent être réalisées spécifiquement. C'est le cas du coude dit 41C de la boucle 2 du réacteur n° 1 de la centrale nucléaire du Blayais, composant évalué comme « sensible », que l'ASN considère nécessaire de remplacer à l'échéance de la quatrième visite décennale (VD4) du réacteur.

Ainsi, ce coude sera remplacé par un coude neuf, lors de la VD4 dont le début est prévu en juin 2022.

Les caractéristiques de conception du coude neuf (dimensions, matériaux et technologie de fabrication) sont déterminées en application des exigences ESPN⁴. Par ailleurs, cette intervention nécessite la dépose de différents matériels interférents (tuyauteries auxiliaires et robinets associés). Ceux-ci sont remplacés à iso-fonctionnalité

¹ RIS : Système d'injection de sécurité.

² CPP : Circuit primaire principal.

³ RCCP : Remplacement de composants du circuit primaire.

⁴ ESPN : Équipement sous pression nucléaire.

MEMBRE DE
ETSON

et iso-positionnement. Les supportages des lignes sont strictement remplacés à l'identique dans les tolérances de montage.

Afin de permettre l'évacuation du coude usé et l'acheminement du coude neuf jusqu'à sa position d'exploitation, il est nécessaire de modifier le génie civil au niveau de la trémie EVR⁵ du plancher +4,65 m. Cette anticipation de modification de l'installation est prévue sur l'arrêt précédent la VD4 et ne fait pas partie du périmètre d'analyse de cet avis.

Les matériels remplacés à neuf après intervention sont les suivants :

- le coude 41C de la boucle n° 2 ;
- le doigt de gant de la sonde de température associée au coude ;
- le calage du CPP situé dans la zone de travail (concerne principalement le calage de la butée branche chaude située sous le coude) ;
- le calorifuge du coude neuf ;
- certains éléments de tuyauteries auxiliaires incluant des tuyauteries et des robinets situés dans la zone de travail.

Certains essais de requalification devront être réalisés dans les domaines d'exploitation AN/GV⁶ et RP⁷ (100 % Pn). En effet, la mesure d'absence d'impact du coude de remplacement sur le débit primaire nécessite des essais 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 finalisée et que certaines étapes majeures du processus 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 307 H.mSv.

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 BR⁸ abritant les différentes parties du CPP composant la boucle primaire n° 2. En outre, d'autres tuyauteries irradiantes situées à proximité de, ou connectées à, la boucle n° 2, sont également présentes ainsi que des points chauds irradiants dont la localisation et les valeurs de débits d'équivalents de dose (DED) peuvent évoluer avec les mouvements d'eau dans ces circuits.

Après la découpe du coude, certaines valeurs de DED (supérieures à 2 mSv/h) conduiraient à délimiter la casemate du coude 41C en zone orange (ZO). Cette ZO, située à proximité des embouts de la tuyauterie primaire une fois le coude déposé, accueillerait de nombreux intervenants. Afin de limiter les risques d'exposition, le DED sera réduit pour déclasser la ZO en une zone contrôlée jaune (soit une DED compris entre 25 µSv/h et 2 mSv/h)

⁵ EVR : système de ventilation de l'enceinte de confinement.

⁶ AN/GV : arrêt normal sur GV.

⁷ RP : réacteur en production.

⁸ BR : Bâtiment réacteur.

en décontaminant l'intérieur des embouts de la branche chaude découpée (sur environ 1 m depuis le plan de coupe) ainsi qu'en posant des obturateurs dans la branche chaude coté cuve et coté GV. **Ce point n'appelle pas de remarque de l'IRSN.**

Durant la phase d'évacuation du coude primaire hors du BR et sur les voies de circulation du centre nucléaire de production d'électricité (CNPE) jusqu'au BEGV⁹, la source de rayonnement gamma est constituée par ce même coude. Les DED attendus à proximité de la caisse de transport du coude découpé doivent, selon EDF, respecter les critères de transport interne (2 mSv/h au contact). En outre, EDF n'indique pas si un DED significatif, redevable de la délimitation en zone réglementée, est attendu autour de la caisse de transport lors de son cheminement sur la voirie du CNPE, en dehors des BR, BAN¹⁰ et BEGV. **Ainsi, l'impact du coude découpé en termes de DED, de dose et de délimitation des zones durant son transfert depuis le BR jusqu'au BEGV, n'est à ce jour pas évalué par EDF dans les documents transmis. Ceci amène l'IRSN à formuler l'observation n° 1 en annexe.**

Optimisation des expositions externes

Une des actions d'optimisation consiste à maintenir le CPP ainsi que le GV pleins d'eau jusqu'à la préparation des premières activités de coupe du coude. D'autres actions relatives aux niveaux d'eau ont été demandées, ou ont fait l'objet d'interrogations par Framatome à EDF, comme le maintien en eau de la branche en « U » pendant toute la durée du chantier, et du circuit RRA¹¹ durant les phases d'évacuation du coude 41C usagé et l'acheminement du coude neuf. Ces dernières actions n'ont pas été validées par EDF d'après les éléments disponibles au moment de l'expertise de l'IRSN. Or le bénéfice apporté, en termes d'exposition des travailleurs, par le maintien en eau des portions de tuyauterie situées sous la boucle n° 2 serait significatif sur un chantier de cette envergure.

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 remplacement du coude du réacteur n° 1 du Blayais sera celui habituellement mis en œuvre pour les RGV¹². En fonction des DED mesurés et de la présence de points chauds, EDF indique que des protections biologiques pourront être ajoutées afin d'atteindre, dans la mesure du possible, les valeurs de DED retenues en phase d'étude. Dans la casemate GV à 11 m, le plan de pose ne semble pas encore décidé, car la question de l'intérêt de la « ceinture¹³ GV » au niveau des trous d'œil et trous de poing à 11 m est posée. Sur la base du plan habituel de pose de protections pour un RGV, EDF indique que le coût dosimétrique de la pose de ces protections serait du même ordre de grandeur que la dose collective épargnée pour les intervenants pouvant en bénéficier.

Par ailleurs, le retour d'expérience des opérations de RCCP sur les réacteurs n° 4 des sites de Gravelines et de Dampierre montrent que la décontamination des embouts de tuyauterie, associée à la pose d'obturateurs, permet de réduire les DED ambiants. Elle a également pour objectif de réduire le risque de dispersion de contamination en vue des opérations de soudure et de permettre aux opérateurs d'intervenir sans protection des voies respiratoires. Concernant le remplacement de coude du réacteur n° 1 du Blayais, un obturateur sera introduit dans la branche chaude entre le plan de coupe et la cuve. La mise en place d'un second obturateur en branche chaude entre le plan de coupe et le GV n'est pas identifié dans la note d'analyse de postes.

L'IRSN considère qu'EDF doit justifier la réelle mise en œuvre des actions d'optimisation permettant de réduire l'exposition externe des travailleurs. Ce point fait l'objet de l'observation n° 2 en annexe.

⁹ BEGV : bâtiment d'entreposage des GV.

¹⁰ BAN : bâtiment des auxiliaires nucléaires.

¹¹ RRA : système de refroidissement à l'arrêt.

¹² RGV : remplacement des générateurs de vapeur.

¹³ Ceinture GV : 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

Durant la phase de travaux, le risque de contamination provient essentiellement de la contamination présente dans les équipements du circuit primaire et des tuyauteries auxiliaires découpés. La composition isotopique de la contamination vient principalement des produits d'activation émettant des rayonnements bêta et gamma. Dans le cas particulier de ruptures de gaine du combustible avec dissémination dans le circuit primaire, il est possible de détecter, dans l'eau du circuit primaire ainsi que dans les dépôts internes des tuyauteries, des produits de fission (iodes et autres radionucléides émetteurs de rayonnements bêta et gamma, tels que le césium-137 et le strontium-90) et des actinides (radionucléides émetteurs alpha). À la date de rédaction de cet avis, l'impact éventuel sur la cible dosimétrique lié au risque « alpha » et au risque iodes potentiel n'a pas été évalué. Si la présence d'iodes ou de radionucléides émetteurs alpha était confirmée, le classement de l'enjeu radiologique de l'activité, en termes de contamination, évoluerait au niveau supérieur et conduirait potentiellement à appliquer les plans de surveillance particuliers « plan iodes » et « plan alpha » définis dans le référentiel national de radioprotection d'EDF. Des mesures de contamination « alpha » seraient ensuite réalisées et feraient l'objet d'un suivi par le SCR¹⁴. Le chantier bénéficierait de dispositions de radioprotection renforcées et le personnel exposé à ces risques ferait l'objet d'un suivi médical. **À ce titre, l'IRSN formule l'observation n° 3 en annexe.**

2.2. RISQUES LIÉS À LA PRÉPARATION DU CHANTIER NÉCESSAIRE À LA MANUTENTION DES COUDES USÉS ET DE REMPLACEMENT

Afin de se prémunir d'un éventuel endommagement d'EIPS¹⁵ à proximité du chantier, EDF estimera les marges de passage en s'appuyant sur une étude de cinématique et préparera l'intervention à l'aide d'une maquette représentative de l'environnement réel.

De plus, il est également prévu de déposer, puis reposer en fin d'intervention, les équipements 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.

Par ailleurs, EDF indique que les activités liées au remplacement du coude ne présentent pas de risques pour la sûreté concernant les EIPS présents dans le BR, car ceux-ci ne sont pas requis en RCD¹⁶. De ce fait, EDF prend en compte le risque de séisme événement seulement pour les matériels temporaires présents dans le BR en dehors du domaine d'exploitation RCD et à ce titre, prévoit de mettre en place des moyens de protection standard pour protéger certains EIPS d'une chute de matériel si cela est requis par l'analyse. En cas de séisme, des contrôles seront réalisés sur les EIPS à proximité du chantier afin de s'assurer qu'aucun de ces équipements n'a été endommagés. En cas d'aléas lors de l'opération, une analyse spécifique des conséquences serait menée et un traitement adapté sera apporté au cas par cas.

Les justifications apportées par EDF pour s'assurer de l'absence d'endommagement des EIPS en dehors du domaine RCD n'appellent pas de remarque de l'IRSN. Cependant, bien que les matériels EIPS environnants ne sont pas requis en RCD, il est pour autant nécessaire pour redémarrer le réacteur que les EIPS n'aient pas été dégradés lors des activités de RCCP. Ainsi, l'IRSN estime qu'une attention particulière devra être portée, à la fin des travaux, aux EIPS à proximité du chantier et des voies de cheminement, afin de s'assurer que le réacteur

¹⁴ SCR : service compétent en radioprotection.

¹⁵ EIPS : élément important pour la protection des intérêts qui contribue à la prévention des risques liés aux accidents radiologiques.

¹⁶ RCD : réacteur cœur déchargé.

ne se retrouve pas avec des matériels dégradés lors du redémarrage. Ce point fait l'objet de l'observation n° 4 en annexe.

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 de coude est vérifiée au travers des essais de requalifications suivants :

- des essais préliminaires avant le remplacement du coude afin de réaliser un point zéro sur l'instrumentation impactée par les travaux ou nécessaire aux essais fonctionnels ;
- des essais élémentaires et fonctionnels afin de vérifier la disponibilité des matériels impactés ;
- des essais de performance thermohydraulique.

Dans le cadre de l'opération RCCP, le doigt de gant de la sonde de température ainsi que le supportage du coude seront remplacés. EDF a indiqué que les essais élémentaires et fonctionnels permettront la requalification du capteur de température via des essais RGE¹⁷. Quant au supportage du coude (au niveau de la liaison du coude avec la branche chaude), EDF a indiqué qu'à la suite de l'opération de remplacement du coude, il est prévu de réaliser des mesures à froid et à chaud du supportage du CPP, afin d'être en conformité avec le PBMP¹⁸ en vigueur. **Ces éléments n'appellent pas de remarque de l'IRSN.**

Par ailleurs, le coude de remplacement aura des dimensions internes identiques au coude initial. Les conséquences potentielles de ce remplacement peuvent être une légère dissymétrie des pertes de charge entre les boucles (changement d'un seul coude), compte tenu de la différence de l'état de surface des coudes. 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 le nouveau coude ait les mêmes dimensions internes que l'ancien, l'épaisseur n'est pas la même du fait d'un matériau légèrement différent ce qui a un impact sur la masse et donc sur la tenue des supportages en cas de sollicitation. Le support exposé à cette différence de masse est la butée branche chaude. Elle est composée de l'ensemble support et cerclage au niveau du raccord branche chaude et permet de limiter le débattement en cas de brèche. Au cours de l'expertise, EDF a indiqué que les études de justification de la tenue du CPP prennent en compte les caractéristiques du nouveau coude de remplacement (dimension, masse et raideur) pour l'ensemble des sollicitations y compris en cas d'APRP¹⁹. **Ces éléments n'appellent pas de commentaire de l'IRSN.**

¹⁷ RGE : règles générales d'exploitation.

¹⁸ PBMP : programme de base de maintenance préventive.

¹⁹ APRP : accident de perte de réfrigérant primaire.

3. CONCLUSION

En conclusion, l'IRSN estime que le remplacement du coude 41C du réacteur n° 1 de la centrale nucléaire du Blayais n'entraîne pas de régression de la sûreté, sous réserve de la validation des essais de performance thermo-hydraulique.

Par ailleurs, afin d'optimiser la protection des travailleurs eu égard aux risques radiologiques pendant le chantier et de s'assurer de l'absence de désordres sur des EIPS avant le redémarrage du réacteur, l'IRSN estime qu'EDF devrait prendre en compte les observations formulées en annexe.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Hervé BODINEAU

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

ANNEXE À L'AVIS IRSN N° 2022-00064 DU 30 MARS 2022

Observations de l'IRSN

Observation N° 1

L'IRSN considère qu'EDF devrait estimer, notamment en termes de DED, l'impact sur la délimitation des zones (voirie de site) des opérations de transport interne du coude découpé depuis le BR jusqu'au BEGV. Ces estimations, ainsi que l'évaluation dosimétrique prévisionnelle optimisée associée à cette opération, devraient être présentées en tenant compte des valeurs de DED dues au coude dans sa caisse de transport.

Observation N° 2

L'IRSN considère qu'EDF devrait, compte tenu de l'éventuel coût dosimétrique associé et du gain dosimétrique estimé, confirmer et justifier la mise en œuvre ou l'absence de mise en œuvre des actions d'optimisation suivantes :

- le maintien en eau du GV et de certaines portions du circuit primaire principal et du circuit de refroidissement du réacteur à l'arrêt [RRA] (lors des phases identifiées en phase de préparation) ;
- la pose de protections biologiques au niveau de la casemate du GV n° 2 à 11 m ;
- la pose de l'obturateur de type « matelas d'eau » dans la branche chaude, entre le plan de coupe et le GV, en complément de la tape renforcée insérée par la boîte à eau du GV.

Observation N° 3

L'IRSN considère qu'EDF devra compléter son dossier si la présence d'iodes et de radionucléides émetteurs alpha était confirmée sur le réacteur n°1 de la centrale nucléaire du Blayais. Ce complément devra, le cas échéant, présenter les conclusions du comité ALARA²⁰ réalisé sur le CNPE, notamment les dispositions particulières de radioprotection (prévention, protection, suivi) mises en œuvre à l'égard de ces deux risques ainsi que l'impact éventuel sur l'évaluation dosimétrique prévisionnelle de l'activité.

Observation N° 4

Afin de s'assurer de l'absence d'agression d'EIPS à l'issue de l'intervention, l'IRSN estime qu'EDF devrait réaliser un contrôle visuel de l'intégrité des EIPS à proximité du chantier et également sur les chemins de manutention des coudes usé et de remplacement, ainsi que des machines-outils et des matériels de logistique.

²⁰ ALARA est l'acronyme anglophone de « As Low As Reasonably Achievable » que l'on peut traduire en Français par « Aussi basse que raisonnablement possible ». Le principe ALARA est un des principes de base de la protection contre les rayonnements ionisants. L'objectif est de réduire la dose individuelle et collective au cours d'un chantier.