



Fontenay-aux-Roses, le 11 mars 2022

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2022-00054

Objet : Réacteurs électronucléaires CPY PMOX à l'état VD4 – EDF
Demande d'autorisation de modification notable
Dossier d'amendement relatif aux assemblages RFA 900 ZIRLO

Réf. : [1] Saisine ASN - CODEP-DCN-2022-000653 du 20 janvier 2022.
[2] Avis IRSN n° 2022-00047 du 1^{er} mars 2022.
[3] Lettre ASN – CODEP-DCN-2021-028969 du 17 juin 2021.
[4] Lettre ASN - CODEP-DCN-2020-041887 du 8 décembre 2020.

Conformément à la demande formulée par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) en référence [1], l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a analysé les éléments transmis par EDF dans le cadre de sa demande de chargement d'assemblages de combustible Westinghouse à gainage ZIRLO sur les réacteurs du palier CPY à la suite de leur quatrième réexamen périodique (RP4 900), le référentiel associé au RP4 900 ayant intégré un certain nombre d'évolutions par rapport au référentiel précédent.

1. CONTEXTE

Dans le cadre de l'examen des études d'accidents associées à la phase générique du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, l'expertise relative à l'acceptabilité sur le plan de la sûreté de l'utilisation d'assemblages de combustible de fabrication Westinghouse de type RFA 900 ZIRLO n'a pas été finalisée, certains éléments de justification n'étant pas disponibles.

Afin de compléter la démonstration de sûreté en gestion Parité MOX à l'état technique RP4, EDF a donc transmis des éléments complémentaires.

Ces éléments consistent en deux évolutions du rapport de sûreté des réacteurs du palier CPY : d'une part, l'ajout de l'étude de l'accident de perte de réfrigérant primaire provoqué par une brèche de taille intermédiaire (APRP BI) pour le cas d'un cœur comportant des assemblages de combustible Westinghouse de type RFA ZIRLO 900 et d'autre part, l'apport de compléments concernant la démonstration de la sûreté des recharges pour les cœurs mixtes¹.

¹ Le terme de cœur mixte désigne un cœur chargé avec des assemblages de combustible qui ont au moins deux conceptions distinctes. Par opposition, un cœur est dit « homogène » lorsqu'un seul type d'assemblages est présent.

De telles évolutions du rapport de sûreté des réacteurs du palier CPY relèvent d'une modification notable soumise à autorisation.

Par ailleurs, EDF a transmis en parallèle un dossier concernant la justification de la conception de l'assemblage RFA 900 ZIRLO et l'applicabilité de la corrélation de flux critique² FC2002r à cet assemblage. Ce dossier a fait l'objet de l'avis en référence [2].

Les réacteurs concernés par la présente modification sont l'ensemble des réacteurs du palier CPY en gestion de combustible Parité MOX à l'état technique RP4. Le premier chargement de combustible RFA 900 ZIRLO sur un réacteur à l'état RP4 est prévu sur le réacteur n° 3 du centre nucléaire de production d'électricité de Gravelines en septembre 2022.

2. REFROIDISSABILITÉ DES ASSEMBLAGES RFA 900 ZIRLO LORS D'UN APRP-BI

EDF a transmis une étude d'APRP BI, pour les assemblages de combustible Westinghouse de type RFA 900 comportant des crayons de combustible UO₂ à gainage ZIRLO, tenant compte des exigences de sûreté du nouveau référentiel APRP³.

L'analyse de l'IRSN a été menée sur la base des conclusions de l'expertise de l'étude d'APRP BI faite pour les assemblages de combustible Framatome de type AFA 3G, comportant des crayons de combustible UO₂ à gainage M5, expertise réalisée dans le cadre de l'instruction des études d'accidents associées au quatrième réexamen de sûreté pour les réacteurs du palier CPY en gestion Parité MOX. En effet, l'étude réalisée pour les assemblages de type RFA 900 met en œuvre la même méthode, mais introduit deux évolutions.

La première évolution est relative au modèle utilisé pour décrire la déformation et la rupture de la gaine. Sa validation fait actuellement l'objet d'une expertise dans un cadre spécifique, mais cette dernière ne devrait pas remettre en cause le respect des critères de sûreté au vu des marges disponibles. Par ailleurs, l'IRSN constate que, pour le gainage ZIRLO, EDF a retenu un choix qui conduit notamment à surestimer la déformation de la gaine pour les faibles irradiations, ce qui est satisfaisant.

La seconde évolution est relative à la méthode de calcul de la puissance résiduelle. L'étude initialement transmise par EDF ne prenait pas en compte les pénalités à appliquer afin notamment de couvrir les lacunes de validation identifiées dans la lettre en référence [3] à l'issue de l'instruction de cette nouvelle méthode de calcul de la puissance résiduelle. EDF a donc réalisé une étude complémentaire au cours de l'expertise, montrant que ces pénalités ont un impact limité sur les paramètres d'intérêt.

In fine, les résultats obtenus pour l'étude d'APRP BI pour les crayons UO₂ à gainage ZIRLO sont moins pénalisants que pour les crayons MOX à gainage M5 et respectent les critères de sûreté. Par ailleurs, en prenant en compte la modification consistant à augmenter la pression de remplissage des accumulateurs, prévue en phase B du RP4 900, les critères de sûreté sont alors respectés avec une marge confortable par rapport au risque de contact entre les crayons de combustible.

² La corrélation de flux critique permet, en fonction des conditions thermohydrauliques locales (pression, température, vitesse massique du réfrigérant) de déterminer numériquement la valeur du flux critique, correspondant au flux thermique qui conduirait à l'apparition d'un film de vapeur sur les parois des crayons de combustible.

³ Compte tenu de l'état des connaissances sur le comportement du combustible en APRP, il est apparu nécessaire de faire évoluer le référentiel d'étude associé. EDF a notamment fait évoluer les exigences et critères techniques d'acceptation relatifs au comportement du combustible ainsi que les phénomènes physiques à prendre en compte dans la démonstration de sûreté. Dans le cadre de sa première mise en œuvre, en RP4 900, EDF utilise une nouvelle méthode d'étude pour l'APRP BI (dénommée CathSBI) afin de prendre en compte l'évolution des connaissances sur le comportement du combustible.

3. DÉMONSTRATION DE LA SÛRETÉ DES RECHARGES POUR LES CŒURS MIXTES

Concernant la démonstration de la sûreté des recharges pour les cœurs mixtes, la démarche de traitement des cœurs mixtes ainsi que son application ont déjà fait l'objet d'une instruction et ont été jugées satisfaisantes, comme indiqué dans la lettre en référence [4].

Par ailleurs, afin d'étendre la démonstration de sûreté générique pour de nouveaux cycles variables de conception en configuration de cœurs mixtes, une pénalité sur le calcul du nombre de crayons entrant en crise d'ébullition lors du transitoire d'éjection d'une grappe initié pour les états en puissance a été introduite dans ce calcul, ce qui est satisfaisant.

Enfin, s'agissant des ajouts concernant les données neutroniques spécifiques relatives au transitoire d'APRP BI à vérifier en recharge pour les assemblages RFA ZIRLO, l'IRSN ne formule pas de remarque.

4. CONCLUSION

En conclusion de son expertise, l'IRSN estime acceptable sur le plan de la sûreté le chargement d'assemblages de combustible Westinghouse à gainage ZIRLO sur les réacteurs du palier CPY en gestion de combustible Parité MOX à l'état technique RP4.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Frédérique PICHEREAU

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté