

**Référence courrier :**  
CODEP-DCN-2023-058183

**Monsieur le Directeur du projet Flamanville 3**  
EDF-DIPNN-DP FA3  
97 rue Pierre Brossolette  
92120 Montrouge

Montrouge, le 2 novembre 2023

**Objet :** Réacteurs électronucléaires EDF – EPR - Corrosion du gainage en alliage M5 des assemblages de combustible

**Références :** **[1]** Lettre CODEP-DCN-2023-023678 du 17 avril 2023 : Réacteur EPR de Flamanville - Combustible - Prise en compte du retour d'expérience de la mise en service des premiers EPR  
**[2]** Note Framatome - FS1-0068017 rev. 2.0 du 27 juin 2023 : EPR Flamanville 3 - Prise en compte du retour d'expérience de corrosion des gainages.

Monsieur le Directeur,

En vue du premier cycle du réacteur EPR de Flamanville, l'ASN a souhaité instruire les éléments de retour d'expérience dont vous disposez, portant sur le risque de corrosion du gainage en alliage M5 des assemblages de combustible.

En effet, en février 2021, lors du déchargement du 18<sup>e</sup> cycle du réacteur n° 2 de Chooz B, EDF a observé une corrosion excessive d'un nombre important de crayons de combustible gainés avec un alliage de type M5. Cette corrosion importante, localisée en partie haute des assemblages de combustible (au voisinage de l'extrémité supérieure de la colonne fissile), a de plus conduit à une desquamation<sup>1</sup> de la couche de zircone, en raison de sa forte épaisseur locale (> 100 µm).

Un phénomène similaire, mais sans desquamation de la couche de zircone, a par la suite été observé sur certains assemblages lors du déchargement du 22<sup>e</sup> cycle du réacteur n° 3 de Cattenom. Le 7 juillet 2021, EDF a déclaré un événement significatif pour la sûreté à caractère générique portant sur les réacteurs n° 2 de Chooz B, n° 2 de Civaux et n° 3 de Cattenom.

---

<sup>1</sup> La desquamation correspond à la perte localisée d'une partie de la couche d'oxyde se formant à la surface du crayon au cours de l'irradiation.

Ce phénomène de corrosion accélérée des gaines en alliage M5 a également été identifié sur des assemblages de combustible du premier EPR mis en service.

Les causes identifiées portent notamment sur :

- la sensibilité du matériau M5 à la corrosion du fait de sa faible teneur en fer (320 à 360 ppm) ;
- la présence d'un début de phénomène d'ébullition nucléée en partie haute des assemblages de crayons de combustible.

Par ailleurs, certains crayons, issus de coulées particulières, seraient plus sensibles au phénomène de corrosion que d'autres.

Pour le premier cycle de fonctionnement du réacteur EPR de Flamanville, EDF a augmenté la teneur en fer (450 à 700 ppm) des gaines des 64 assemblages qui seront installés en périphérie du cœur. Néanmoins, EDF prévoit aussi d'utiliser certains assemblages comportant des crayons issus de coulées réputées sensibles.

Le 17 avril 2023, l'ASN a adressé à EDF un courrier portant sur la prise en compte du retour d'expérience de la mise en service des premiers EPR [1]. À la suite de ce courrier, pour ce qui concerne la corrosion de l'alliage M5, EDF a transmis la note [2], qui prévoit une sélection des assemblages et un plan de chargement pour le premier cycle permettant de limiter l'exposition des assemblages, appartenant à une coulée sensible ou à fort enrichissement, à un régime d'ébullition nucléée.

À la fin du premier cycle et pour les cycles ultérieurs, le programme d'inspection du combustible au déchargement intègrera des mesures d'épaisseur d'oxyde sur les assemblages présentant des signes de corrosion accélérée, sur la base des analyses et des critères actuellement définis pour les inspections télévisuelles (ITV) pour les réacteurs d'EDF actuellement en fonctionnement.

Par ailleurs, au titre de la défense en profondeur, vous vous êtes engagé à faire parvenir à l'ASN, avant fin novembre 2023, une étude complémentaire au dossier de sûreté, prenant en compte une épaisseur d'oxyde maximale de 100 µm en fin de cycle 1, ainsi qu'une analyse de sensibilité à une valeur supérieure visant à confirmer l'absence de nocivité de la présence de cet oxyde, y compris au-delà des épaisseurs déjà observées.

**Compte tenu de ces éléments, du retour d'expérience d'exploitation de combustibles neufs sensibles pendant un cycle (en particulier vis-à-vis de la cinétique du phénomène), ainsi que de l'absence de nocivité du phénomène pour le cas où la perte d'épaisseur des gaines est maîtrisée, l'ASN considère acceptable les mesures que vous avez mises en œuvre ou prévoyez de mettre en œuvre pour le plan de chargement et la surveillance du combustible lors du premier cycle du réacteur EPR de Flamanville,**

**visant à réduire le risque de survenue d'une corrosion des gaines d'assemblage en M5, et le cas échéant à la caractériser pour les cycles ultérieurs.**

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Directeur, l'expression de ma considération distinguée.

Signé par le directeur de la direction des centrales  
nucléaires

**Rémy CATTEAU**