

Fontenay aux roses, le 8 septembre 2022

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2022-00185

Objet : Réacteurs électronucléaires EDF - Présence de débris dans des assemblages de combustible de conception Westinghouse - Levée de la demande relative à la réalisation de deux essais de temps de chute de grappes en cas de rechargement d'assemblages de combustible de conception Westinghouse avec des P-grid comportant des ligaments rompus et piégés entre les grilles.

Réf. : [1] Lettre ASN - CODEP-DCN-2022-041174 du 18 août 2022.
[2] Avis IRSN N° 2020-00158 du 16 octobre 2020.
[3] Lettre ASN - CODEP-DCN-2020-056994 du 30 novembre 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 examiné les éléments apportés par EDF visant à démontrer l'absence de risque d'endommagement des mécanismes de commande de grappes induit par le rechargement dans un réacteur d'assemblages de conception Westinghouse concernés par une dégradation de la *Protective Grid*¹ (*P-Grid*). Cet examen intervient dans le cadre de la demande faite par EDF à l'ASN de ne plus réaliser les essais supplémentaires de temps de chute de grappes² en cours de cycle requis par l'ASN depuis 2020 sur les réacteurs affectés par cette problématique.

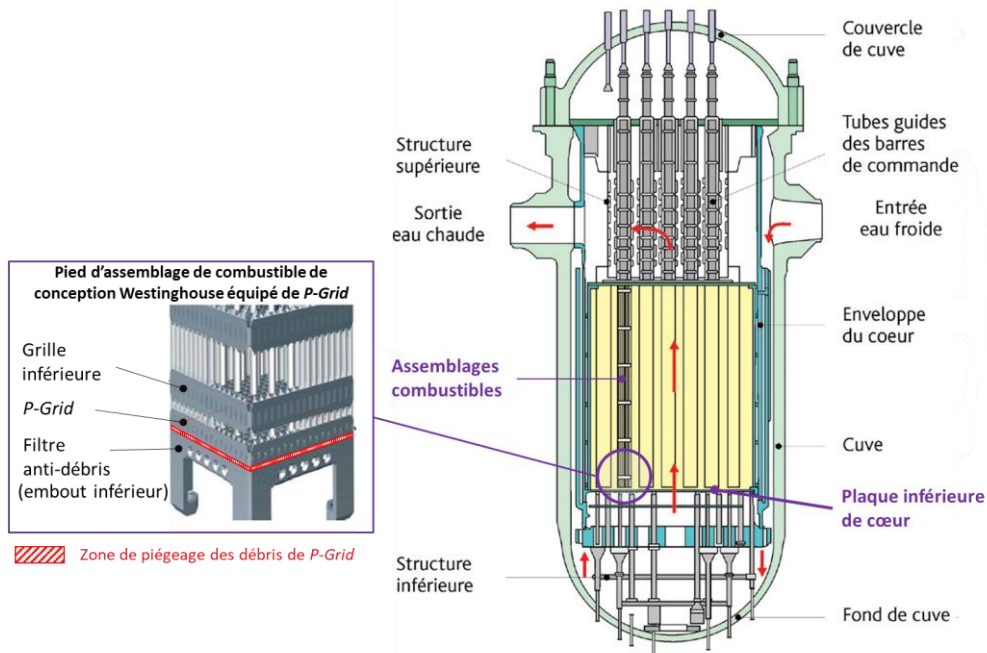
1. CONTEXTE

Mi-septembre 2020, EDF a informé l'ASN de difficultés rencontrées lors de l'arrêt pour rechargement du combustible du réacteur n° 1 du centre nucléaire de production d'électricité (CNPE) de Golfech pour extraire des débris bloqués en partie basse de plusieurs assemblages de combustible de conception Westinghouse. Ces

¹ La *Protective Grid*, grille en Inconel 718, a pour objectif de maintenir les crayons de combustible en partie basse pour éviter le risque de perte d'étanchéité par usure vibratoire en fonctionnement normal (*fretting*) et de retenir les éventuels corps migrants circulant dans le circuit primaire. Ce type de grille a été introduit au début des années 2000 pour tous les assemblages de combustible de conception Westinghouse.

² Les grappes sont composées d'un faisceau de crayons qui s'insèrent dans les tubes guides des assemblages afin de réguler le comportement neutronique du cœur ou d'arrêter la réaction en chaîne.

débris, en nombre important, étaient plus spécifiquement localisés entre la *P-Grid* et le dispositif anti-débris³ des assemblages de combustible affectés (voir figure ci-après).



Par la suite, EDF a informé l'ASN que deux autres réacteurs à l'arrêt étaient également concernés par la présence de ce même type de débris, à savoir le réacteur n° 4 du CNPE de Cattenom et le réacteur n° 1 du CNPE de Penly.

La présence de ces débris a été observée lors des inspections télévisuelles réalisées lors des opérations de déchargement du combustible. Les analyses d'EDF ont montré que les débris correspondaient à des ligaments inférieurs des plaquettes internes constituant les cellules de la *P-Grid*, le mécanisme d'endommagement suspecté étant la fatigue vibratoire.

Compte tenu des difficultés rencontrées pour extraire les débris (peu de débris ont en effet pu être extraits malgré de nombreuses tentatives⁴), EDF a produit une analyse de sûreté visant à démontrer l'absence de leur nocivité⁵, en considérant notamment que certains débris peuvent s'échapper de la zone située entre la *P-Grid* et le dispositif anti-débris pendant l'irradiation des assemblages concernés et circuler dans le circuit primaire, et par conséquent à justifier la rechargeabilité des assemblages de combustible affectés. En tout état de cause, EDF ne recharge pas d'assemblage présentant un nombre important de débris⁶.

La présence de ces débris, en quantité importante, provenant d'une dégradation au niveau des ligaments inférieurs de la *P-Grid* de certains assemblages de conception Westinghouse et irradiés dans plusieurs réacteurs d'EDF, est un phénomène inédit⁷. À l'issue de l'expertise menée par l'IRSN faisant l'objet de l'avis de l'IRSN en référence [2], l'ASN a considéré en 2020 qu'EDF devait poursuivre ses analyses et *in fine* statuer sur son potentiel caractère évolutif [3].

³ Le dispositif anti-débris, situé au niveau de l'embout inférieur des assemblages de combustible, a pour objectif de filtrer et de capturer les potentiels corps migrants qui circulent dans le circuit primaire.

⁴ EDF a essayé plusieurs procédés d'extraction par soufflage, aspiration ou encore en utilisant des pinces.

⁵ L'évaluation de sûreté prend en compte un nombre maximal de débris par assemblage, bloqués en partie basse d'assemblage.

⁶ Le nombre maximum de débris vus par assemblage est inférieur à dix.

⁷ Le retour d'expérience acquis à l'international relatif à l'exploitation de ce type de grille de conception Westinghouse fait état uniquement de dégradations au niveau des ligaments supérieurs de *P-Grid*.

De plus, dans l'attente d'éléments complémentaires permettant de mieux caractériser le phénomène et en particulier de s'assurer du caractère non nocif de ces débris, l'ASN a demandé à EDF, en cas de rechargement d'assemblages de conception Westinghouse avec des *P-grid* comportant des débris piégés, de réaliser deux essais supplémentaires de temps de chute de grappes au cours du cycle⁸ afin de s'assurer de la disponibilité de l'arrêt automatique du réacteur. En effet, celle-ci pourrait être mise en cause en cas d'endommagement des mécanismes de commande de grappes par des débris de *P-grid* échappés des assemblages de combustible.

Par ailleurs, l'IRSN rappelle que, en termes de mesure corrective, afin de limiter les divers phénomènes pouvant conduire à la dégradation de *P-Grid* et à la formation de débris, EDF annonçait en 2020 qu'il étudiait la faisabilité de mettre en œuvre, rapidement, une conception améliorée de la *P-Grid* (dite *Robust P-Grid*), déjà déployée chez la majorité des exploitants à l'international⁹. Le déploiement de cette conception sur le parc d'EDF, qui constitue une amélioration de sûreté notable, a de fait débuté mi-2022 pour les recharges comportant des assemblages de combustible fournis par Westinghouse.

En avril 2022, EDF a sollicité l'autorisation de l'ASN de ne plus réaliser les essais de temps de chute de grappes supplémentaires compte tenu, d'une part de l'absence d'anomalie constatée lors des nombreux essais réalisés sur les réacteurs exploités avec des assemblages de combustible de conception Westinghouse présentant des débris de *P-Grid*, et d'autre part d'une caractérisation plus fine du phénomène réalisée par EDF et Westinghouse. Les essais de début et de fin de cycle sont quant à eux maintenus conformément aux spécifications techniques en vigueur.

Ainsi, par la lettre en référence [1], l'ASN souhaite recueillir l'avis de l'IRSN sur « *la caractérisation des débris effectuée par EDF et permettant de conclure à l'absence de risque d'endommagement des mécanismes de commande de grappes en cas de rechargement d'au moins un assemblage de conception Westinghouse à P-grid dégradée* », afin de se positionner sur la demande d'EDF de ne plus réaliser les essais de temps de chute de grappes supplémentaires en cours de cycle requis par l'ASN depuis 2020. L'avis de l'IRSN sur ce point est présenté ci-dessous.

2. RISQUE D'ENDOMMAGEMENT DES MÉCANISMES DE COMMANDE DE GRAPPES

EDF indique que, lors des essais supplémentaires de temps de chute de grappes réalisés depuis fin 2020 (cela concerne une quinzaine de campagnes d'irradiation de cœurs présentant des assemblages de combustible de conception Westinghouse avec des débris de *P-Grid* bloqués en partie basse des assemblages), aucune anomalie pouvant être reliée à la problématique des débris de *P-Grid* n'a été constatée, **ce qui est satisfaisant**.

De plus, les inspections télévisuelles de la plaque inférieure de cœur, notamment celles réalisées en 2022 sur le réacteur n° 1 du CNPE de Golfech (46 assemblages sont concernés) et le réacteur n° 4 du CNPE de Cattenom (51 assemblages sont concernés), qui sont les réacteurs les plus touchés depuis la mise en exergue de cette problématique, n'ont révélé aucun débris de *P-Grid* échappé des assemblages de combustible. Ce constat global tend à confirmer que les débris restent bloqués en partie basse des assemblages et ne peuvent donc pas circuler dans le circuit primaire, ce qui permet d'exclure à ce jour le risque d'endommagement de mécanismes de commande des grappes. **L'IRSN estime ces éléments rassurants.**

⁸ Le premier entre 10 % et 30 % d'avancement dans le cycle et le second entre 60 % et 80 % d'avancement dans le cycle.

⁹ Le retour d'expérience acquis à l'international relatif à l'exploitation de la *Robust P-Grid* ne fait à ce jour pas état de dégradation des ligaments inférieurs et supérieurs.

Par ailleurs, EDF et Westinghouse ont réalisé des essais vibratoires sur des *P-Grid* dégradées afin d'évaluer l'effet de la perte des ligaments inférieurs sur le comportement vibratoire de la *P-Grid*¹⁰. Les résultats obtenus montrent que la perte d'un ligament inférieur n'engendre pas de risque de dégradation ultérieure de la *P-Grid* (notamment des ligaments supérieurs) ou de mise en cause de sa fonction « anti-fretting¹¹ », **ce qui est positif et de surcroît conforté par les inspections télévisuelles de la plaque inférieure de cœur et des *P-Grid* présentant des débris après irradiation en réacteur.**

Compte tenu de l'ensemble des éléments disponibles à ce jour, l'IRSN estime que le risque d'endommagement des mécanismes de commande de grappes induit par le rechargement d'au moins un assemblage de conception Westinghouse avec des débris de *P-Grid* peut être exclu. Ceci permet de justifier l'acceptabilité, au plan de la sûreté, de la demande d'EDF de ne plus réaliser les essais de temps de chute de grappes supplémentaires requis en cours de cycle depuis fin 2020 lorsque des assemblages de combustible de conception Westinghouse avec des débris de *P-Grid* sont rechargés en cœur.

L'IRSN souligne toutefois l'importance qu'EDF, d'une part, veille à ce que les CNPE poursuivent leurs efforts afin d'extraire le maximum de débris détectés avant le rechargement des assemblages affectés, et d'autre part continuent à ne pas recharger d'assemblage présentant un nombre important de débris.

3. CONCLUSION

À l'issue de l'expertise des éléments apportés par EDF, l'IRSN estime à ce jour que le risque d'endommagement des mécanismes de commande de grappes induit par le rechargement d'au moins un assemblage de conception Westinghouse avec des débris de *P-Grid* peut être exclu. Dès lors, ceci permet de justifier l'acceptabilité, au plan de la sûreté, de ne plus réaliser les essais de temps de chute de grappes supplémentaires en cours de cycle requis par l'ASN depuis fin 2020.

En tout état de cause, l'IRSN estime que le déploiement de la « *Robust P-Grid* » dans les recharges de combustible de conception Westinghouse, initié depuis mi-2022, devrait garantir à terme la suppression du risque de rupture des ligaments inférieurs et supérieurs pour les assemblages nouvellement introduits.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Frédérique PICHEREAU

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

¹⁰ Ces essais ont été réalisés sur une boucle d'essai hydraulique, simulant des conditions représentatives des vitesses de fluide rencontrées en cœur, afin de comparer le comportement vibratoire de *P-Grid* dégradées avec celui de *P-Grid* intactes.

¹¹ Il convient de noter qu'aucune perte d'étanchéité d'assemblage de conception Westinghouse avec *P-Grid* dégradée n'a été à ce jour constatée.