

Monsieur le Directeur de la direction des centrales nucléaires

Fontenay-aux-Roses, le 27 mai 2025

AVIS D'EXPERTISE N° 2025-00050 DU 27 MAI 2025

Objet : EDF – REP – Centrale nucléaire de Flamanville – Réacteur n° 3 – INB 167 – Demande d'autorisation de modification temporaire des spécifications techniques d'exploitation pour utiliser une concentration en bore optimisée lors des essais de temps de chute de grappes afin de minimiser les effluents produits liés à la borication/dilution du circuit primaire.

Références : [1] Saisine ASNR – CODEP-DCN-2025-015920 du 17 mars 2025.
[2] Décision DGSNR/SD2/N°95/2005 du 1^{er} mars 2005.

Conformément à la saisine citée en référence [1], la Direction de l'expertise en sûreté de l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR) a examiné l'acceptabilité, du point de vue de la sûreté, de la demande modification temporaire (DMT) des spécifications techniques d'exploitation concernant le réacteur EPR de Flamanville (EPR FA3), qui vise à diminuer la concentration en bore¹ (CB) lors de l'essai de temps de chute des grappes en milieu et fin de cycle. Cette demande ne concerne que le premier cycle de l'EPR de Flamanville.

1. CONTEXTE

Afin de s'assurer de la capacité des grappes de contrôle à chuter rapidement lors d'un arrêt automatique du réacteur² (AAR), EDF réalise des essais de temps de chute des grappes en début de cycle, mais également en milieu et en fin de cycle. Ces essais, nécessitant de relever les grappes à tester³, sont effectués lorsque le réacteur est dans le domaine d'exploitation AN/GV⁴ pour lequel toutes les grappes doivent être insérées. Ainsi, pour compenser le fait que certaines grappes requises insérées sont extraites, la CB à respecter par les spécifications techniques d'exploitation (STE) lors de l'essai est élevée et correspond actuellement à celle requise lors des opérations de chargement ou de déchargement du combustible (CB RE). Réaliser l'essai à une telle CB entraîne la production d'une quantité importante d'effluents.

Dans l'objectif de minimiser la production d'effluents, EDF souhaite réaliser l'essai de temps de chute des grappes en milieu et fin de cycle à une CB inférieure à la CB RE. Une nouvelle CB est donc déterminée par EDF pour cet essai.

¹ Le bore est un poison soluble neutronique. Il est présent dans l'eau du circuit primaire et permet de contrôler les réactions nucléaires en capturant les neutrons. Plus la concentration en bore est élevée, plus la réactivité du cœur diminue. Pendant l'essai de temps de chute des grappes, il permet notamment de s'assurer qu'aucune réaction en chaîne de fission nucléaire ne se produise. Le cœur est dit « sous-critique » et doit le rester tout au long de l'essai.

² Lors d'arrêt automatique du réacteur, les grappes de contrôle s'insèrent par gravité au fond du cœur, permettant un apport d'antiréactivité et mettant fin à la réaction en chaîne de fission nucléaire.

³ Lors de l'essai de temps de chute des grappes, les grappes ne sont pas toutes extraites simultanément. EDF procède au retrait des grappes, groupe par groupe. Pour l'EPR, trois groupes de grappes sont considérés. Lorsque qu'un groupe de grappes est extrait pour effectuer l'essai de temps de chute, les deux autres groupes restent insérés dans le cœur.

⁴ Arrêt normal du réacteur pendant lequel l'évacuation de la puissance thermique est effectuée par les générateurs de vapeur.

2. PRATIQUE EN VIGUEUR SUR LES RÉACTEURS DU PARC EN EXPLOITATION ET SPÉCIFICITÉS EPR

Pour les autres réacteurs du parc en exploitation (réacteurs de 900 MWe, 1300 MWe et 1450 MWe), la décision [2] demande également la réalisation d'essais de temps de chute de grappes en milieu et en fin de cycle avec une CB inférieure à celle spécifiée dans les STE.

Cependant, la pratique en vigueur sur le parc n'est pas directement transposable à l'EPR FA3 du fait des spécificités propres à ce réacteur, notamment liées à la configuration des grappes de contrôle dans le domaine AN/GV totalement insérées pour le cas de l'EPR FA3 alors que, sur les autres réacteurs, certains groupes de grappes sont totalement extraits dans ces états. De plus, la démarche de dimensionnement de la CB à respecter lors des essais diffère entre les réacteurs du parc en exploitation et l'EPR FA3 en cohérence avec la démarche de dimensionnement des CB dans les états d'arrêt : pour l'EPR FA3, la démarche vise le respect d'une sous-criticité post-accidentelle⁵ nulle, contrairement au parc pour lequel un niveau de sous-criticité pré-accidentelle est défini et permet de garantir le respect d'un critère en réactivité en situation post-accidentelle. Les éléments apportés par EDF au cours de l'expertise permettent *in fine* de s'assurer que, pour le premier cycle de l'EPR FA3, la sous-criticité pré-accidentelle obtenue avec la nouvelle CB retenue pour la réalisation des essais de temps de chute des grappes est équivalente à celle des autres réacteurs du parc. **Ainsi, la Direction de l'expertise en sûreté estime que la demande présentée par EDF pour l'EPR de Flamanville est cohérente avec la pratique en vigueur sur les autres réacteurs du parc.**

3. MESURES PRÉALABLES, PALLIATIVES ET COMPENSATOIRES

Lors de l'essai de temps de chute des grappes, la démonstration de sûreté repose sur le respect d'une CB suffisante dans l'eau du circuit primaire. En préalable à l'essai, la CB du primaire doit donc être supérieure à cette CB et ne doit diminuer pendant l'essai. À ce titre, une des mesures palliatives mise en œuvre par EDF consiste à s'assurer que toutes arrivées d'eau dans le primaire à une CB plus faible que la CB RE sont isolées. De plus, des mesures compensatoires sont appliquées, consistant à garantir la disponibilité du boremètre⁶ afin de surveiller l'évolution de la CB et celle des chaînes neutroniques de niveau source⁷ pour suivre l'évolution de la criticité du cœur. **La Direction de l'expertise en sûreté souligne que ces mesures sont celles usuellement mises en œuvre pour prévenir le risque de dilution.** De plus au regard de la durée relativement courte de l'essai (une dizaine de minutes environ) pendant laquelle le réacteur est en configuration défavorable⁸ vis-à-vis de la maîtrise de la réactivité, **la Direction de l'expertise en sûreté estime suffisantes les dispositions d'exploitation prises par EDF.**

4. SITUATIONS ACCIDENTELLES CONSIDÉRÉES

Pour ce qui concerne la démonstration de sûreté, les différentes situations accidentelles considérées en AN/GV sont celles apportant de la réactivité par retrait d'absorbant dans le cœur (RIGZ, EDG)⁹ ou par refroidissement¹⁰ de l'eau du circuit primaire. En dehors des configurations de l'essai de temps de chute des grappes, EDF a apporté la démonstration que c'est le transitoire de RIGZ qui nécessite la CB la plus importante pour maintenir le cœur sous-critique. En configuration d'essai, pour laquelle toutes les grappes sont insérées sauf le groupe de grappes à tester, EDF a apporté des éléments en cours d'expertise pour démontrer que le transitoire de RIGZ couvre¹¹ les

⁵ Les accidents de réactivité susceptibles de se produire lors de ces essais sont : le retrait incontrôlé de groupe (RIGZ), l'éjection d'une grappe (EDG), le refroidissement incontrôlé et la diminution incontrôlée de la concentration en bore.

⁶ Le boremètre permet de mesurer l'évolution de la CB. Une alarme associée à cette mesure prévient l'opérateur d'une diminution de la CB.

⁷ Ces capteurs permettent le suivi du flux neutronique lors des phases d'arrêt et de recherche de divergence. Une alarme associée à cette mesure prévient l'opérateur d'une élévation du flux neutronique.

⁸ La configuration défavorable durant l'essai correspond au moment où le groupe de grappes à tester est en position extraite du cœur.

⁹ L'accident de dilution n'est pas considéré comme indiqué dans le § 3.

¹⁰ Le refroidissement du circuit primaire apporte de la réactivité par « effet modérateur ». La réduction de la température entraîne une augmentation de la densité du modérateur. Cette augmentation de densité a, pour effet global, une augmentation de la réactivité.

¹¹ La CB pour garder le cœur sous critique en cas de transitoire de RIGZ est supérieure aux CB déterminées pour les autres transitoires. C'est donc elle qui dimensionne la CB requise.

autres situations accidentelles. **La Direction de l'expertise en sûreté estime donc acceptable le principe de calcul de la nouvelle CB basé uniquement sur le transitoire de RIGZ du fait de son caractère enveloppe.**

5. DÉMARCHE DE CALCUL

Pour déterminer la nouvelle CB, EDF fait évoluer les hypothèses et les conditions de calcul en cohérence avec les conditions de l'essai, notamment pour tenir compte de la configuration initiale des grappes de contrôle toutes insérées sauf le groupe de grappes à tester maintenu en position haute avant sa chute. De plus, il considère des incertitudes identiques à celles utilisées dans le calcul des CB requises en AN/GV, appelées CB AAC¹². Enfin, il retient, par conservatisme, le maximum entre la nouvelle CB calculée et la CB AAC. *In fine*, sur l'ensemble du premier cycle de l'EPR FA3, la CB retenue est celle de la CB AAC. **La Direction de l'expertise en sûreté estime donc acceptable la démarche de détermination de la nouvelle CB à respecter lors des essais de temps de chute des grappes en milieu et fin de cycle.**

6. CONCLUSION

À l'issue de l'expertise, la Direction de l'expertise en sûreté de l'ASNR estime acceptable, du point de vue de la sûreté, la modification temporaire des STE concernant le premier cycle de l'EPR FA3 consistant à réaliser des essais de temps de chute des grappes en milieu et en fin de cycle à une concentration en bore d'arrêt à chaud (CB AAC).

Pour le Directeur de l'expertise en sûreté

Hervé BODINEAU

Adjoint au Directeur de l'expertise en sûreté

¹² CB d'arrêt à chaud.