



Fontenay-aux-Roses, le 30 avril 2024

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2024-00069

Objet :	EDF – REP – Réacteur n° 2 du CNPE du Tricastin – INB 87 Demande de modification temporaire des RGE III et RGE X nécessaires pour la réalisation des essais physiques particuliers en puissance au titre de l'article R.593-56 du code de l'environnement.
Réf. :	[1] Saisine ASN – CODEP-DCN-2024-013655 du 6 mars 2024. [2] Lettre ASN – CODEP-DCN-2016-007286 du 20 avril 2016. [3] Avis IRSN n° 2020-00049 du 27 mars 2020.

Conformément à la demande l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) en référence [1], l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a examiné l'acceptabilité au plan de la sûreté de la demande de modification temporaire des chapitres III¹ et X² des règles générales d'exploitation (RGE) transmise par EDF, afin de permettre la réalisation d'essais physiques particuliers lors de la campagne n° 41 du réacteur n° 2 du centre nucléaire de production d'électricité (CNPE) du Tricastin.

1. CONTEXTE

À l'occasion de l'orientation du réexamen périodique associé à la quatrième visite décennale des réacteurs de 900 MWe d'EDF (VD4 900), l'ASN a demandé [2] à EDF la programmation et la réalisation d'essais particuliers complémentaires à ceux prescrits par le référentiel d'exploitation. Ces essais visent notamment à s'assurer du maintien de la conformité du réacteur aux exigences définies lors de sa conception et de sa conformité aux exigences de sûreté réévaluées depuis la dernière vérification réalisée. La pertinence et l'exhaustivité des essais proposés par EDF ont fait l'objet d'une expertise de l'IRSN dans le cadre du quatrième réexamen périodique [3].

À l'issue de la précédente expertise, EDF s'est engagé (engagement n° 7 [3]) à mettre en œuvre un programme d'essais physiques particuliers similaire au programme d'essais physiques associé au premier démarrage des réacteurs du palier 900 MWe. Ces essais particuliers ont pour objectif de conforter la validation des chaînes de

¹ Le chapitre III des RGE définit les règles techniques qui doivent être respectées en fonctionnement normal afin de maintenir le réacteur dans le domaine couvert par les études d'accidents du rapport de sûreté.

² Le chapitre X des RGE prescrit notamment les essais physiques de redémarrage à puissance nulle et en puissance après rechargement des assemblages de combustible qui seront mis en œuvre à chaque rechargement à partir du deuxième cycle de fonctionnement du réacteur.

calcul des cœurs des réacteurs à partir de mesures de paramètres physiques représentatifs de la réactivité et de la distribution de puissance.

Pour ce qui concerne les réacteurs CPY du palier 900 MWe, EDF prévoit de réaliser des essais physiques particuliers à puissance nulle et en puissance lors de la campagne n° 41 du réacteur n° 2 du CNPE du Tricastin. La réalisation de certains de ces essais requiert de modifier temporairement des prescriptions des chapitres III et X des RGE. Conformément à l'engagement susmentionné, EDF prévoit également de réaliser des essais de chute de grappes à 50 % de la puissance nominale du cœur (P_n). Ces essais seront réalisés ultérieurement pour un autre réacteur du palier CPY et feront l'objet d'une demande de modification des RGE dédiée.

Par la saisine en référence [1], l'ASN souhaite recueillir l'avis de l'IRSN sur l'acceptabilité sur le plan de la sûreté nucléaire des mesures compensatoires et la suffisance des lignes de défense disponibles pour la réalisation de ces essais. Les conclusions de cette expertise sont présentées ci-après.

2. ANALYSE DES MODIFICATIONS TEMPORAIRES DES RGE

Les essais physiques particuliers à puissance nulle sont constitués notamment de mesures de la concentration en bore critique (CB)³, du coefficient de température isotherme⁴, du coefficient Doppler puissance⁵ et des efficacités différentielle⁶ et intégrale des groupes⁷.

Les essais physiques particuliers en puissance sont constitués notamment de mesures du coefficient Doppler puissance.

Les paragraphes ci-après décrivent les modifications temporaires des RGE nécessaires à la réalisation de ces essais ainsi que les dispositions (lignes de défense et mesures compensatoires) prévues pour limiter leur conséquence sur la sûreté.

La réalisation de certains essais à puissance nulle conduira à ne pas respecter les prescriptions STE relatives à la position des groupes du système de commande des grappes (insertion maximale, désalignement entre grappes d'un même groupe), à la disponibilité d'une ligne du système de contournement turbine à l'atmosphère et à la disponibilité d'une chaîne neutronique de niveau puissance (CNP). Des modifications temporaires similaires sont prescrites par le chapitre X des RGE et EDF prévoit de reconduire les lignes de défenses d'ores et déjà prévues (maintien du niveau de puissance sous 2 % P_n ⁸, abaissement de seuils du système de protection...).

L'évolution prévisionnelle de la puissance du réacteur lors de l'essai de mesure du coefficient Doppler puissance à puissance nulle est susceptible de conduire à un risque d'AAR intempestif. Afin de limiter ce risque, EDF prévoit de maximiser l'inventaire en eau dans les générateurs de vapeur (GV) en début d'essai afin conserver des marges suffisantes vis-à-vis du seuil d'AAR bas niveau GV. L'évolution de la puissance lors de l'essai est également

³ La CB critique correspond à la CB du circuit primaire associée à une situation de fonctionnement où la population neutronique dans le cœur est stable, c'est-à-dire lorsque la réactivité du cœur est nulle.

⁴ Le coefficient isotherme de température correspond à la variation de la réactivité du cœur consécutive à une variation homogène de la température du modérateur et du combustible.

⁵ Le coefficient Doppler puissance correspond à la variation de la réactivité consécutive à une variation de la température du combustible, elle-même induite par une variation de la puissance neutronique du réacteur.

⁶ Les groupes sont constitués de plusieurs grappes se présentant sous la forme de crayons absorbants les neutrons. L'efficacité différentielle d'un groupe correspond à la variation de la réactivité du cœur consécutive au déplacement d'un pas mécanique de chacune des grappes appartenant à ce groupe.

⁷ L'efficacité intégrale d'un groupe correspond à la variation de la réactivité du cœur consécutive au passage de la position complètement extraite à la position complètement insérée des grappes dans le cœur.

⁸ Sauf lors de l'essai physique particulier de mesure du coefficient Doppler puissance initié à puissance nulle. Au cours de cet essai, la puissance est maintenue en deçà de 5 % P_n compte tenu de l'abaissement des seuils de protection.

susceptible de conduire à un dépassement du volume minimum de la bêche ASG⁹ requis par les STE. Sur ce point, EDF a transmis une analyse visant à vérifier que la capacité d'évacuation de la puissance résiduelle du cœur n'était pas mise en cause et a prévu de maximiser l'inventaire en eau de la bêche ASG en début d'essai et de sécuriser les moyens de réalimentation de cette bêche en fin d'essai pour éviter ce dépassement.

La mise en œuvre de ce programme d'essais particuliers à puissance nulle conduira également à mettre en cause la périodicité de vérification du bon fonctionnement du réactimètre¹⁰ prescrite par le chapitre X des RGE. Au cours de l'expertise, EDF s'est engagé à s'assurer de l'absence de dérive du réactimètre à la fin des essais physiques particuliers à puissance nulle.

La réalisation des essais de mesure du coefficient Doppler puissance à 100 % Pn conduira à ne pas respecter les prescriptions STE relatives à la température moyenne du circuit primaire. Afin de limiter les conséquences de ce dépassement sur la sûreté, EDF prévoit de surveiller en continu la CB du circuit primaire, de veiller à la disponibilité de l'alarme associée au signal de température moyenne maximale sur une boucle et de recalibrer les mesures de puissance nucléaire par les CNP en amont de l'essai, afin d'améliorer leur représentativité.

L'IRSN constate que les lignes de défense et les mesures compensatoires prévues par EDF visent à limiter une éventuelle excursion intempestive de la puissance, à garantir l'évacuation de la puissance résiduelle et à limiter le risque d'AAR intempestif. À ce titre, l'IRSN estime pertinentes ces dispositions.

EDF a également transmis des éléments techniques visant à démontrer que les modifications temporaires des RGE occasionnées par la réalisation de ces essais ne mettent pas en cause les conclusions de la démonstration de sûreté du rapport de sûreté. Cette démonstration s'appuie sur une approche duale probabiliste-déterministe¹¹. EDF conclut que la sûreté lors des essais physiques particuliers à puissance nulle et en puissance est garantie en considérant les lignes de défenses et les mesures compensatoires prévues.

L'IRSN estime acceptable cette démarche d'analyse dans la mesure où celle-ci a déjà été employée afin de justifier la sûreté lors des essais de démarrage du réacteur EPR de Flamanville 3.

L'IRSN note que les analyses de sûreté déterministes ont été menées pour des plans théoriques de chargement des assemblages dans le cœur. Bien que ces plans de chargement soient considérés dans la démonstration de sûreté du rapport de sûreté, ceux-ci diffèrent de celui prévu pour la campagne n° 41 du réacteur n° 2 du CNPE du Tricastin. À cet égard, EDF prévoit de justifier la transposabilité des conclusions de ses analyses au plan de chargement prévu, ce que l'IRSN juge nécessaire.

L'IRSN estime que les éléments techniques transmis par EDF tendent à démontrer que les dispositions prévues permettent de garantir la disponibilité des fonctions fondamentales de la sûreté « maîtrise de la réactivité » et « refroidissement » lors des essais physiques particuliers à puissance nulle et en puissance.

Sous réserve que les conclusions de la vérification de la transposabilité des résultats des analyses de sûreté obtenus soient favorables, l'IRSN estime acceptables et suffisantes, sur le plan de la sûreté, les mesures compensatoires et les lignes de défense prévues par EDF pour réaliser les essais physiques particuliers pour le réacteur n° 2 du CNPE de Tricastin.

⁹ La bêche ASG est un réservoir d'eau utilisé pour alimenter les générateurs de vapeur afin d'évacuer la puissance résiduelle du cœur du réacteur.

¹⁰ Le réactimètre est un appareil de mesure de la réactivité utilisé pendant les essais physiques à puissance nulle. Il existe deux modèles : les anciens sont analogiques et les nouvelles générations sont désormais numériques.

¹¹ L'approche déterministe s'appuie sur des calculs de paramètres physiques en conditions accidentelles.

3. CONCLUSION

En conclusion de son expertise, l'IRSN estime acceptables sur le plan de la sûreté les justifications apportées par EDF pour la réalisation des essais physiques particuliers à puissance nulle et en puissance sur le réacteur n° 2 du CNPE du Tricastin.

Par ailleurs, l'IRSN estime suffisantes les mesures compensatoires et les lignes de défense prévues par EDF pour la réalisation de ces essais.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Hervé BODINEAU

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté