



Montrouge, le 1^{er} février 2023

Référence courrier : CODEP-DCN-2023-002598

**Monsieur le Directeur du projet
Flamanville 3
DIPNN/ Direction du projet Flamanville 3
EDF
97 avenue Pierre Brossolette
92120 MONTROUGE**

Objet : Flamanville 3, réacteur de type EPR (INB 167)

Thème : Analyse de la version de juin 2020 du bilan des essais de démarrage du réacteur EPR de Flamanville et analyse de la note bilan des essais à chaud d'avril 2021

Monsieur le Directeur,

Les essais de démarrage sont les essais réalisés sur les équipements importants pour la protection des intérêts (EIP) au sens de l'arrêté en référence [1] dans le périmètre de l'installation nucléaire de base (INB) une fois ces derniers construits ou installés sur le site. Les résultats de ces essais de démarrage sont une donnée d'entrée importante en vue de la délivrance de l'autorisation de mise en service de l'installation puisqu'ils permettent notamment de démontrer que les équipements seront en capacité de remplir les exigences prévues dans le dossier de demande de mise en service.

La prescription [INB167-50-1] de la décision en référence [2] impose que «*I. Au plus tard deux mois avant la date envisagée par l'exploitant pour la mise en service partielle ou la mise en service de l'INB n°167 Flamanville 3, l'exploitant transmet à l'ASN :*

- a. La liste des essais de démarrage restant à réaliser d'ici à la mise en service partielle ou la mise en service de l'INB n°167 Flamanville 3 ;*
- b. La liste des essais de démarrage déjà réalisés et dont les résultats ne permettraient pas à ce stade la mise en service partielle ou la mise en service de l'INB n°167 Flamanville 3 et les actions engagées ou envisagées pour remédier à cette situation ;*
- c. La liste de tout autre essai ou contrôle mentionné à la prescription [INB167-A] qui resterait à réaliser d'ici à la mise en service partielle ou la mise en service de l'INB n°167 Flamanville 3.*

II. Ensuite, l'exploitant transmet de manière hebdomadaire à l'ASN les documents et informations complémentaires visant à démontrer le caractère suffisant des essais et contrôles, l'acceptabilité des résultats obtenus vis-à-vis de la mise en service partielle ou de la mise en service de l'INB n°167 Flamanville 3 et l'acceptabilité des éventuels écarts dont le traitement ne serait pas achevé. [...] ».

Compte-tenu de l'avancement de la réalisation des essais de démarrage de l'installation, vous avez pris la décision de maintenir l'envoi d'une première version du bilan des essais de démarrage à l'issue de la phase d'essais à chaud. Cette première version est parvenue à l'ASN le 30 juin 2020 [3].

L'ASN a examiné cette première version en portant notamment une vigilance particulière au traitement des écarts et aux points techniques majeurs soldés par EDF au cours des essais, aux propositions de traitement des réserves d'essais non soldées et dont la résorption est prévue avant la mise en service de l'installation ainsi qu'aux justifications accompagnant la modification de critères importants pour la sûreté (classés S ou I). De plus, dans le cas d'écarts non soldés pour lesquels un traitement serait prévu postérieurement à la mise en service de l'installation, l'ASN s'est attachée à examiner l'analyse justifiant du maintien en l'état ainsi que les éventuelles mesures complémentaires mises en œuvre pour la mise en service de l'installation.

Par ailleurs, l'ASN a également examiné la représentativité des essais réalisés vis-à-vis des futures conditions de fonctionnement du réacteur.

Un premier courrier en référence [4] vous a été transmis. Ce courrier faisait suite à l'examen d'une première sélection d'essais de démarrage réalisés jusqu'à la première phase des essais à chaud. Le présent courrier porte sur une seconde sélection d'essais présentés dans le bilan des essais de démarrage [3] ainsi que dans la note que vous avez transmise suite à la réalisation de la deuxième phase des essais à chaud [5].

Vous trouverez en annexe de ce courrier les demandes relatives à cet examen.

*

Analyse de l'étude des causes et conséquences des vibrations affectant les groupes motopompes primaires

Vous avez identifié, au sein de la première version du bilan des essais de démarrage transmise [3], des points techniques particuliers qui ont fait l'objet d'une instruction dédiée.

C'est le cas des phénomènes vibratoires observés sur les groupes motopompes primaires (GMPP) lors de la deuxième phase d'essais à chaud (EAC 2). Le phénomène observé est une variation de l'amplitude de vibration du déplacement des arbres et d'accélération de la carcasse des moteurs des GMPP. Ce phénomène est observé à chaud, en fonctionnement normal pour le GMPP n° 3 et à l'arrêt de l'injection aux joints d'arbre des pompes primaires (IJPP) pour l'ensemble des pompes.

L'ASN a examiné le dossier relatif à la recherche des causes et conséquences des vibrations anormales observées au niveau des GMPP du réacteur EPR de Flamanville [6] que vous avez transmis.

L'ASN considère que l'analyse réalisée par vos services ainsi que les actions mises en œuvre sont satisfaisantes et permettent de garantir l'absence d'impact en vue du démarrage du réacteur.

*

Examen du dossier de transposition des essais relatifs au comportement vibratoire des internes de cuve prévus uniquement sur la tête de série EPR

La maîtrise des déformations des internes de cuve d'un réacteur nucléaire, tant sous l'effet des contraintes thermiques que vibratoires, est nécessaire en particulier pour maintenir une géométrie du cœur qui permette son refroidissement et l'insertion des grappes de commande.

Pour s'assurer de la maîtrise des contraintes vibratoires, des essais de validation du comportement vibratoire des internes de cuve du réacteur de Flamanville 3 (FLA3) ont été réalisés sur maquette. Dans le sous-chapitre 3.6.4 du rapport de sûreté remis à l'occasion de la demande d'autorisation de mise en service de FLA3, vous avez indiqué que des essais vibratoires pré-opérationnels (essais à chaud) sur les internes de cuve seraient réalisés à Flamanville, mais que les essais nécessitant une instrumentation spécifique seront réalisés uniquement sur la tête de série (TTS) des réacteurs EPR.

Pour évaluer le comportement vibratoire des internes de cuve de Flamanville 3 (FLA3), vous avez retenu comme référentiel technique le Regulatory Guide 1.20 (RG-1.20) de l'Autorité de sûreté nucléaire américaine (US-NRC). Le RG-1.20, moyennant des justifications adaptées, permet de mener le programme de mesure vibratoire uniquement sur le premier réacteur dont les internes présentent des caractéristiques nouvelles par rapport aux réacteurs existants. Ce premier réacteur est ainsi une Tête de série (TTS). Compte-tenu de l'avancée des projets EPR dans le monde, c'est sur le réacteur EPR de Taishan 1 (TSN) qu'ont été réalisés l'ensemble des programmes prévus par le RG-1.20.

Par courrier en référence [7], l'ASN a demandé à EDF de lui transmettre, avant la réalisation des essais, une analyse justifiant la transposabilité des résultats d'essais réalisés sur la TTS à FLA3. L'examen de la transposabilité par l'ASN a fait l'objet du courrier en référence [8].

Par la suite, vous avez transmis un dossier de transposition par courrier en référence [9] et [10] dans lequel vous concluez que les résultats obtenus sur le réacteur de Taishan 1 permettent de valider le classement des internes de l'EPR FLA3 en tant que « non prototype catégorie 1 » et ne nécessitent pas la réalisation d'essais complémentaires. Cependant, lors des essais de TSN1, les niveaux vibratoires enregistrés sur les guides de grappes ne sont pas conformes à l'attendu. Vous avez choisi de réaliser des mesures vibratoires complémentaires sur les guides de grappes de FLA3. Les résultats de ces essais ont été transmis en complément du dossier de transposition par le courrier en référence [11].

Après examen du dossier de transposition transmis, l'ASN considère que le dossier transmis ainsi que les résultats des essais obtenus sur les EPR de Taishan 1, Olkiluoto 3 et Flamanville 3, permettent d'établir que le comportement vibratoire des internes de cuve des réacteurs de type EPR est conforme aux attentes.

En complément, l'ASN considère qu'EDF devra porter une attention particulière au bon comportement des internes de cuve après la mise en service du réacteur ainsi qu'au temps de chute des grappes avec un débit nominal dans chaque boucle du circuit primaire.

Par ailleurs, la direction technique de la DIPNN a réalisé une revue indépendante des essais menés sur les internes de cuve du réacteur N° 1 de Taishan. Cette revue juge que les résultats des essais réalisés sur les internes de la tête de série EPR sont transposables aux internes de cuve du réacteur EPR de Flamanville mais recommande de surveiller le phénomène d'usure des guides de grappes au cours des premiers arrêts de tranche. L'ASN partage ces conclusions.

*

L'examen par l'ASN des résultats des essais de démarrage va se poursuivre au cours de l'année 2023. Les mises à jour du bilan des essais de démarrage transmises par EDF feront l'objet de courriers ultérieurs. Par ailleurs, certains des points techniques particuliers ou transverses identifiés dans la première version du bilan des essais de démarrage transmise feront l'objet de courriers dédiés.

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

Signé par : L'adjointe au directeur de la DCN,

Stéphanie PEIRO

A. Essais de démarrage du système de dégazage (TEG) - Fins de course des robinets électriques du système TEG

Lors des essais sur site réalisés en amont de la deuxième phase d'essais à chaud, vous avez rencontré des difficultés pour régler les fins de course de tige des robinets dont la course est particulièrement faible. Vous avez identifié 115 robinets concernés dont 12 seront remis en conformité après la mise en service du réacteur et 103 nécessitent une modification en amont de la mise en service.

Au cours de l'instruction, vous avez présenté la solution technique retenue [12]. L'ASN considère que cette solution est acceptable.

Cependant, l'ASN relève que la modification des robinets électriques du système TEG référencés 5140/5150/5160 et 5170VJ est prévue postérieurement à la mise en service de l'installation. Ces robinets électriques ont pour rôle en situation PCC-4 et en accident grave de s'ouvrir pour diriger les fuites des isolements enceintes TEG vers le système EBA. A ce titre, ces robinets sont qualifiés aux conditions accidentelles.

Vous avez indiqué dans le document en référence [12] que chaque traversée enceinte dispose de deux robinets redondants en parallèle et qu'une ouverture partielle des robinets ne remet à votre sens pas en cause le bon accomplissement de cette fonction. Cependant, l'ASN considère, compte-tenu du rôle de ces robinets électriques, qu'il est nécessaire de procéder à leur remise en conformité en amont de la mise en service du réacteur.

Demande A : Je vous demande de procéder à la remise en conformité des fins de course des robinets TEG électrique en amont de la mise en service du réacteur.

B. Mesures vibratoires et mesures de température des paliers et des butées des pompes principales du système incendie (JAC)

Lors de l'instruction, l'ASN a relevé la suppression des critères de sûreté relatifs à la mesure par les capteurs d'exploitation des températures au niveau des paliers et butées des pompes principales du système JAC. La périodicité de ces essais était de quatre mois.

Les guides d'exploitation et d'entretien de ces pompes indiquent, pour le moteur, que la température normale du stator doit être inférieure ou égale à 130 °C avec une température d'alarme fixée à 145 °C et que la température normale du palier doit être inférieure ou égale à 95 °C avec une température d'alarme fixée à 95 °C.

Concernant la pompe, il est indiqué que la température des bagues extérieures des roulements doit être inférieure à 75 °C après plus de deux heures de fonctionnement. Dans le guide, le constructeur fixe également des valeurs critiques de température et de vibration.

Par ailleurs, ces motopompes du système JAC ne fonctionnent pas de manière continue et doivent faire l'objet d'une surveillance à chaque démarrage. Le dossier de système élémentaire relatif au contrôle commande indique quant à lui l'existence d'alarmes de température pour alerter l'opérateur en cas de dysfonctionnement de ces motopompes.

Compte-tenu des éléments susmentionnés et des préconisations du constructeur, l'ASN considère qu'il apparaît nécessaire de surveiller ces températures. Ainsi, les critères de sûreté doivent être rétablis et des essais périodiques doivent être prévus.

Demande B1 : Je vous demande de rétablir les critères de sûreté relatifs à la mesure des températures au niveau des paliers et butées des pompes principales du système JAC. Ces essais devront être réalisés en amont de la mise en service du réacteur. Par la suite, un essai périodique devra être prévu.

L'objectif des mesures de vibration lors des essais de démarrage est de détecter des anomalies de conception, de fabrication ou de montage et d'identifier des phénomènes de résonance et de cavitation pouvant entraîner la dégradation des équipements. Le traitement des vibrations excessives en amont de la mise en service du réacteur revêt une importance significative pour se prémunir du risque de fissuration et de rupture par fatigue.

Lors d'une mise à jour des procédures d'essais du système JAC, vous avez supprimé une partie des critères de sûreté relatifs aux vibrations des pompes principales du système JAC pour ne conserver qu'une configuration d'essai enveloppe. Au cours de l'instruction, vous avez indiqué [13] que la présence sur le circuit JAC de la vanne déverseuse sur la ligne de débit nul permet de limiter la pression à 13,5 bar au niveau de cette vanne quel que soit le mode de fonctionnement des groupes motopompes. Vous avez ajouté que la vanne déverseuse ouverte correspond à la configuration de fonctionnement la plus pénalisante du point de vue vibratoire.

L'ASN considère que vous devez fournir une analyse justifiant que la configuration de débit nul avec la vanne déverseuse en position ouverte couvre toutes les autres configurations prescrites dans les procédures d'essais de démarrage en termes de relevés vibratoires.

Demande B2 : Je vous demande de justifier que la configuration de débit nul avec la vanne déverseuse ouverte est enveloppe sur le plan vibratoire des autres configurations qui étaient initialement prescrites dans le programme d'essais de démarrage.

C. Conditions de sollicitation des mécanismes de commande de grappes (MCG) du système de régulation des grappes longues (RGL)

Vous avez identifié, au sein de la première version du bilan des essais de démarrage transmise [3], des points techniques particuliers significatifs au regard de la conception de l'installation. Parmi ces points techniques particuliers figure un bilan des essais du système RGL associé au retour d'expérience international.

Lors des essais à chaud de réacteurs EPR à l'international, deux non-qualités de fabrication de nature différente (absence de sertissage d'une rondelle sur son axe pouvant occasionner des blocages des mécanismes de commande de grappes et problèmes d'appairage de cliquets pouvant induire des anomalies du temps de commutation) ont été détectées sur un nombre limité de MCG. Un retour d'expérience complémentaire est associé à l'observation d'un défaut dans la logique du système de limitation de puissance (RCSL) lors d'un mouvement de grappe à grande vitesse.

Vous avez indiqué au cours de l'instruction que la manœuvre des MCG à la montée et à la descente (procédures d'essais RGL 039 et OCC 300) était réalisée dans des conditions thermohydrauliques pénalisantes. Vous considérez que les conditions normales d'exploitation, hors palier d'arrêt à chaud, soumettent les MCG, grappes extraites, à une pression et des débits de contournement sous le dôme supérieurs à ceux d'une situation rencontrée avant le palier à chaud, grappes insérées.

L'ASN considère que cette assertion doit être démontrée.

Demande C : Je vous demande de justifier que les conditions normales d'exploitation constituent bien des conditions thermohydrauliques pénalisantes comme requis par ces essais.

REFERENCES DE LA LETTRE CODEP-DCN-2023-002598

- [1] Arrêté du 7 février 2012 fixant les règles relatives aux INB
- [2] Décision n°2013-DC-0347 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 7 mai 2013 fixant à EDF-SA les prescriptions relatives au site électronucléaire de Flamanville (Manche) pour les essais de démarrage du réacteur « Flamanville 3 » (INB n°167)
- [3] Courrier EDF D458520021433 du 30 juin 2020 « EPR FA3 – Transmission du bilan des essais de démarrage de Flamanville 3 »
- [4] Courrier ASN CODEP-DCN-2022-000868 du 18 mars 2022 « Flamanville 3, réacteur de type EPR (INB 167) – Analyse de la première version du bilan des essais de démarrage du réacteur EPR de Flamanville »
- [5] Note EDF D458520019312 ind.B du 16 avril 2021 « Note de bilan des EAC phase 2 – EPR Flamanville 3 »
- [6] Courrier EDF D458521052235 du 30 septembre 2021 « EPR FA3 – Envoi du dossier support à l'instruction de la thématique vibration GMPP »
- [7] Lettre ASN CODEP-DCN-2014-021146 du 12/06/2014 « Flamanville 3 - Réacteur EPR, Internes de cuve »
- [8] Courrier ASN CODEP-DCN-2017-001875 du 3 mars 2017 « Flamanville 3, réacteur de type EPR (INB 167) – Éventuelle valorisation pour Flamanville 3 des essais de comportement vibratoire des internes de cuve réalisés sur le réacteur EPR de Taishan 1 »
- [9] Courrier EDF D305117068032 « EPR FLA3 : Essais de vibrations des internes de cuve – valorisation des essais de TSN1 »
- [10] Courrier EDF D458518068365 « EPR FA3 – Essais de vibrations des internes de cuve – Valorisation des essais de TSN1 »
- [11] Courrier EDF D458521006375 du 04 février 2021 « EPR FLA3 : dossier de transposition vibrations des internes de cuve - valorisation des essais de TSN1 »
- [12] Courrier EDF EDV-FA3-CTR-2021-0233 du 13 juillet 2021 « Fiche réponse – Gestion du réglage des fins de course sur les robinets à faible course »
- [13] Lettre EDF D458522009952 du 16 mars 2022 « Positions et actions EDF à la suite du projet de rapport de l'avis n°2 de l'IRSN relatif aux bilans des essais de démarrage du réacteur EPR »