

Référence courrier : CODEP-DCN-2023-005834

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

Montrouge, le 16 mai 2023

Objet : Réacteur EPR de Flamanville 3 - Instruction de la conception et de la qualification des soupapes de sûreté du pressuriseur

Références : [1] Courrier D458521023286 du 4 juin 2021 – EPR Flamanville 3 – Demande d’autorisation de mise en service
[2] Arrêté du 30 décembre 2015 relatif aux équipements sous pression nucléaires et à certains accessoires de sécurité destinés à leur protection
[3] Lettre ASN CODEP-DCN-2019-032705 du 19 juillet 2019 – Conception des soupapes de sûreté du pressuriseur
[4] Courrier D458520045852 du 1^{er} décembre 2020 - EPR FLA3 - Programme de travail PSRV conception du piston réf. 29
[5] Lettre ASN CODEP-DEP-2023-009964 du 27 février 2023 - EPR FA3 – Questions relatives aux soupapes du circuit primaire principal
[6] Note Framatome D02-IBUE-F-22-0144 – Description du modèle d’évolution de la pression d’ouverture avec la dilatation thermique du pilote SIERION
[7] Compte rendu D458522005028 de la réunion ASN IRSN EDF du 20 décembre 2021
[8] Note Framatome D02-DTIMA-F-17-0203 – Etude de l’influence des fuites sur la PSRV
[9] Lettre EDF D458522023734 du 10 juin 2022 – Positions et actions EDF
[10] Note Framatome D02-IBUE-F-22-0310 du 2 décembre 2022 - PSRV EPR Calcul du taux de fuite du clapet de remplissage du pilote Sierion en présence de particules
[11] Constat Caméleon C0000197776 – Risque d’explosion interne TEG

Monsieur le Directeur,

Dans le cadre de l’examen de votre demande d’autorisation de mise en service du réacteur EPR de Flamanville [1], l’ASN poursuit actuellement l’examen de la conception détaillée des soupapes de sûreté du pressuriseur, avec l’appui de l’Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN).

Ces trois soupapes, installées sur des lignes indépendantes les unes des autres, assurent la protection du circuit primaire vis-à-vis des surpressions à chaud, des surpressions à froid, permettent d’effectuer la dépressurisation sûre du circuit primaire jusqu’aux conditions de connexion du système d’injection de sécurité et permettent l’évacuation de la chaleur du cœur pour certains types de brèches sur ce système.



Jouant un rôle essentiel de protection du circuit primaire contre les surpressions, elles doivent être conformes aux exigences essentielles de sécurité de l'arrêté dit ESPN en référence [2].

Les soupapes de sûreté du pressuriseur doivent en outre être capables de se refermer de manière sûre après leur ouverture afin d'éviter un accident de perte de refroidissement primaire. Enfin, elles font partie du noyau dur.

La capacité des soupapes de sûreté du pressuriseur à accomplir leurs fonctions de manière fiable revêt donc un enjeu particulièrement important pour la sûreté du réacteur EPR de Flamanville.

En 2019, par courrier en référence [3], l'ASN vous a alerté sur le fait que l'instruction menée avec l'appui de l'IRSN avait conclu que des sujets nécessitaient des compléments et que ceux-ci devaient trouver une réponse favorable avant la mise en service du réacteur. Il s'agissait en particulier de :

- démontrer l'absence d'accumulation d'hydrogène dans les soupapes pilotées, susceptible de compromettre leur fonctionnement ;
- déterminer l'impact des fuites de faible débit sur le respect des critères fonctionnels ;
- justifier le caractère suffisant de l'instrumentation prévue pour détecter les faibles fuites au niveau des clapets des pilotes ;
- compléter la surveillance en fonctionnement.

Par ailleurs, à la suite de la découverte d'une fuite sur le pilote mécanique d'une des soupapes installées sur le réacteur EPR d'Olkiluoto, vous avez procédé à l'expertise des pilotes installés sur le réacteur EPR de Flamanville [4]. À la suite de cette expertise, vous avez décidé de modifier la conception et le matériau de certains composants des pilotes mécaniques.

L'ASN a sollicité l'avis de l'IRSN sur la conception des soupapes de sûreté du pressuriseur installées sur le réacteur EPR de Flamanville. Pour cette expertise, l'ASN a demandé à l'IRSN de tenir compte des phénomènes observés lors des essais réalisés sur boucle, ainsi que des modifications prévues par EDF dans le cadre du retour d'expérience issu de la rupture d'un clapet de remplissage sur le réacteur EPR d'Olkiluoto.

Ce courrier présente les conclusions intermédiaires de cette instruction.

J'attire votre attention sur le fait que cette instruction est toujours en cours. En complément à ce courrier, un courrier dédié à l'état d'avancement de l'évaluation de la conformité aux exigences essentielles de sécurité a été adressé à Framatome [5]. Je prends note par ailleurs du déménagement de la boucle d'essais KOPRA, vous privant ainsi temporairement d'un moyen d'essais important.



Ce déménagement pourrait être problématique si des essais complémentaires sont demandés à l'issue de l'instruction.

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

Signé par : Le directeur des centrales nucléaires,

Remy CATTEAU

ANNEXE À LA LETTRE CODEP-DCN-2023-005834

A. Effets de la température et des fuites internes sur les critères fonctionnels de la soupape

Les essais KOPRA et COLOMBUS ont montré que l'échauffement des composants du pilote mécanique présente des effets sur la pression d'ouverture en cas de sollicitations multiples de la soupape. Les évolutions de la pression d'ouverture doivent rester contenues dans la plage autorisée par le critère fonctionnel associée. Cet échauffement peut-être aggravé par les éventuelles fuites au niveau d'un clapet du pilote mécanique et peut conduire à un non-respect des critères fonctionnels.

Afin de caractériser les effets de l'échauffement des composants du pilote mécanique sur la pression d'ouverture, vous avez développé un modèle thermique reliant la température de certains de ses composants à la pression d'ouverture de cette dernière. Ce modèle, décrit dans la note en référence [6], doit démontrer que le réglage des alarmes de température permet de détecter toute élévation de température susceptible de conduire à un non-respect des critères fonctionnels. En cas de dépassement du seuil de température, une conduite adaptée doit être mise en œuvre.

Lors de l'instruction, vous vous êtes engagé [7] à caractériser par calcul l'échauffement du pilote SIERION en présence de fuites et à intégrer les résultats de cette caractérisation dans la note en référence [8]. Vous vous êtes également engagé [9] à mettre à jour les spécifications techniques d'exploitation et les règles particulières de conduite afin de les rendre cohérentes avec la note [8]. **La mise à jour du modèle en référence [6], transmise en septembre 2022, est en cours d'expertise par l'IRSN. Son instruction est un préalable à la mise en service du réacteur EPR de Flamanville. Sans attendre les conclusions de cette instruction, je considère que le réglage des alarmes doit permettre de détecter toute élévation de température susceptible de remettre en cause le respect des critères fonctionnels de la soupape, et que l'activation d'une telle alarme doit conduire à déclarer la soupape indisponible.**

Par ailleurs, l'ASN considère qu'il est nécessaire de caractériser les niveaux de fuite pouvant avoir des effets notables sur le fonctionnement des soupapes, et qu'il est nécessaire de prévoir des dispositions adaptées afin de prévenir de telles fuites. À la suite d'une réunion du groupe permanent d'experts pour les réacteurs en 2016, vous avez ajouté un déflecteur à l'entrée de la ligne d'alimentation de chaque pilote mécanique afin de limiter l'entrée de particules. L'ASN considère que l'ajout de déflecteurs constitue une amélioration notable de la conception ne permettant toutefois pas d'exclure totalement le risque de défaillance des soupapes par l'introduction de particules.

En particulier, des particules de faible diamètre contenues dans l'eau du circuit primaire pourraient être introduites via le déflecteur lors de la réalimentation du pilote. Sur ce point, vous avez transmis une évaluation [10] de l'impact, sur la pression d'ouverture, d'une fuite du clapet de remplissage causée



par la présence d'une particule de faible diamètre entre le clapet de remplissage et son siège. **Cette évaluation fera l'objet d'une analyse avec l'appui de l'IRSN préalablement à l'autorisation de mise en service du réacteur EPR de Flamanville.**

Enfin, des particules pourraient être introduites dans les pilotes par inadvertance lors des opérations de maintenance. Ce point est détaillé ci-après.

B. Sensibilité de la soupape aux non-qualités de maintenance

Le retour d'expérience issu des essais sur site et en usine a montré une forte sensibilité de la soupape aux non-qualités de maintenance.

Vous vous êtes engagé [9] à sensibiliser les intervenants au risque d'introduction de corps étrangers, et à tester les modes opératoires ainsi que les outillages spécifiques aux essais et à la maintenance des soupapes de sûreté du pressuriseur. De plus, vous indiquez, dans votre lettre en référence [9], que, à partir du chargement, les intervenants devront avoir suivi une formation ou à défaut une validation des acquis afin d'être habilité à intervenir sur ces soupapes. Enfin, vous précisez qu'il n'est pas prévu de recyclage périodique, mais que les intervenants feront une mise en situation sur prototype au plus près des interventions selon l'activité et le profil.

Je considère que, si ces engagements peuvent contribuer à prévenir les non-qualités de maintenance, ils nécessitent d'être complétés. En effet, vous indiquez, sans en préciser les conditions, que, en fonction de l'activité et du profil, les intervenants feront une mise en situation. Compte tenu du retour d'expérience, des enjeux et de la fréquence à laquelle il est prévu d'intervenir sur les soupapes de sûreté du pressuriseur, je considère que toute intervention intrusive doit faire l'objet d'une mise en situation afin que les intervenants se réapproprient les gestes et les contrôles à réaliser lors de l'intervention. De plus, le retour d'expérience issu des essais sur site et en usine, et des futures activités devra être intégré aux formations dans une démarche d'amélioration continue. Enfin, je note qu'il n'est pas prévu de transfert de connaissance par compagnonnage, bien que ce soit une bonne pratique mise en œuvre sur les réacteurs français en fonctionnement.

Demande n° 1 : Je vous demande de compléter la formation et la préparation aux interventions intrusives sur les soupapes de sûreté du pressuriseur. En particulier, la préparation aux interventions intrusives devra systématiquement prévoir une mise en situation au plus près de ces dernières et la formation des intervenants devra intégrer le retour d'expérience dans une démarche d'amélioration continue.

C. Risque de formation d'atmosphère explosive en cas de fuite dans le réservoir de décharge du pressuriseur

L'ASN, avec l'appui de l'IRSN, a examiné le risque de formation d'atmosphère explosive en cas de fuite des soupapes dans le réservoir de décharge du pressuriseur (RDP). Elle a notamment examiné ce risque en cas de perte du bouchon d'eau présent dans chaque soupape. Ce bouchon d'eau vise à éviter l'accumulation dans la soupape de l'hydrogène gazeux présent dans le pressuriseur. Les éléments que vous avez transmis lors de l'instruction permettent de considérer que l'évaluation du niveau des fuites d'hydrogène attendues et de leurs conséquences présente des marges et des conservatismes satisfaisants.

Je note toutefois que la disponibilité et la fiabilité du système de traitement des effluents gazeux (TEG) sont des hypothèses structurantes de votre démonstration d'absence de risque d'explosion interne dans le RDP. Vous avez informé l'ASN de la détection d'un écart [11] concernant la probabilité d'occurrence d'une formation d'atmosphère explosive dans le système TEG. L'instruction de cet écart est toujours en cours et pourrait avoir un impact sur les conclusions du présent paragraphe.

Compte tenu de ces éléments, je considère que la gestion du risque de formation d'atmosphère explosive, en cas de fuite d'une soupape de sûreté du pressuriseur, est satisfaisante, sous réserve des conclusions de l'instruction en cours sur la formation d'atmosphère explosive au sein du circuit TEG.

D. Sensibilité des composants de la soupape à la corrosion sous contrainte

À la suite de la découverte d'une fuite sur le pilote mécanique d'une des soupapes installées sur le réacteur EPR d'Olkiluoto, vous avez procédé à l'expertise des pilotes mécaniques installés sur le réacteur EPR de Flamanville [4]. Les conclusions de cette expertise ont montré une sensibilité de certains composants du pilote mécanique à la corrosion sous contrainte.

Afin de corriger cet écart, vous avez modifié le matériau des clapets de remplissage et de contrôle par un matériau dont le retour d'expérience montre une plus grande robustesse à la corrosion, et vous avez modifié la conception du clapet de remplissage afin de réduire les contraintes mécaniques qu'il est amené à subir en fonctionnement. À la suite de ces modifications, vous avez réalisé des essais de qualification afin de valider le fonctionnement du pilote mécanique modifié. Vous vous êtes également engagé [7] à vérifier l'absence de particules et de traces sur les composants à l'issue des premiers cycles de fonctionnement.

L'ASN, avec l'appui de l'IRSN, a examiné les modifications mises en œuvre dans le cadre du traitement de cet écart. En particulier, elle a vérifié que ces modifications n'étaient pas de nature à dégrader le fonctionnement du pilote mécanique, qu'elles permettaient de corriger l'écart et qu'elles avaient fait l'objet d'un programme de qualification adéquat.



À la suite de cet examen, je considère que le traitement de l'écart ayant mis en évidence la sensibilité du clapet de contrôle du pilote mécanique à la corrosion sous contrainte est satisfaisant.

Par ailleurs, vous avez informé l'ASN de la détection de corrosion au niveau des vannes « Nico 3 voies ». Le matériau utilisé pour ces vannes, sensible à la corrosion, est également utilisé pour d'autres composants de la soupape. Vous prévoyez de traiter cet écart par un remplacement à l'identique des composants corrodés, sans avoir présenté d'action corrective empêchant une nouvelle occurrence de ce phénomène. **L'instruction de cet écart se poursuit, mais l'ASN considère qu'il convient de mettre en place une action corrective permettant d'empêcher la réapparition de celui-ci, sous un délai à définir.**

E. Réglage de la pression d'ouverture de la soupape de sûreté

La pression d'ouverture de la soupape de sûreté est réglée lors des essais périodiques de tarage en azote. La pression d'ouverture de la soupape comporte des incertitudes qui sont notamment liées à la variabilité de la température ambiante et à la précision des mesures et du réglage.

Malgré la prise en compte de ces différentes incertitudes, vous considérez être en mesure de garantir que la pression à la première ouverture des soupapes se situe dans un intervalle inclus dans celui des critères fonctionnels du rapport de sûreté.

Les essais de requalification d'ensemble ERE023 programmés en 2023 doivent permettre de confirmer ce point car ils permettront de mesurer les températures d'ambiance et de corps des pilotes mécaniques. Vous vous êtes ainsi engagé [9] à installer des capteurs supplémentaires lors de ces essais. Vous vous êtes également engagé [9] à adapter si nécessaire la plage de réglage de la soupape en fonction des paramètres mesurés lors de ces essais, et à confirmer, par ces essais, le caractère adapté des seuils d'alarme et d'indisponibilité de la soupape préalablement définis à partir de votre modèle thermique.

Demande n° 2 : Je considère ces engagements satisfaisants et vous demande de me transmettre les résultats de ces essais ainsi que votre analyse concernant le besoin ou non de réviser la plage de réglage et les seuils d'alarme et d'indisponibilité de la soupape.