



RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

Liberté  
Égalité  
Fraternité

**IRSN**  
INSTITUT DE RADIOPROTECTION  
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Fontenay-aux-Roses, le 3 juillet 2023

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

## AVIS IRSN N° 2023-00108

---

**Objet :** EPR de Flamanville – Soupapes de sûreté pilotées du pressuriseur.

---

**Réf. :** [1] Avis IRSN/2016-00386 du 13 décembre 2016.  
[2] Avis IRSN/2018-00029 du 2 février 2018.  
[3] Avis IRSN/2022-00134 du 30 juin 2022.  
[4] Lettre ASN - CODEP-DCN-2023-027748 du 3 mai 2023.

---

### 1. CONTEXTE

Le circuit primaire principal du réacteur EPR de Flamanville (EPR FA3) est muni de trois soupapes de sûreté pilotées installées au sommet du pressuriseur. Ces soupapes de sûreté pilotées assurent la protection du circuit primaire contre les surpressions à chaud et à froid. Elles permettent également dans certaines conditions de fonctionnement incidentelles ou accidentelles de référence de dépressuriser le circuit primaire afin d'atteindre les conditions de connexion du système d'injection de sécurité et de refroidissement à l'arrêt (RIS-RA). De plus, l'ouverture des soupapes de sûreté pilotées du pressuriseur peut être requise avant l'entrée en accident grave afin d'éviter la fusion du cœur à haute pression.

Par ailleurs, à la suite de leur ouverture, les soupapes pilotées doivent se refermer de manière fiable et sûre afin d'éviter une situation de perte de réfrigérant primaire.

Pour ces fonctions, le rapport de sûreté définit les différents critères de sûreté fonctionnels que chaque soupape pilotée doit respecter. Ces critères sont relatifs aux temps d'ouverture et de fermeture de la soupape, à sa pression d'ouverture et à son hystérésis<sup>1</sup> ainsi qu'à son débit de décharge.

---

<sup>1</sup> L'hystérésis est la différence entre la pression d'ouverture et la pression de refermeture de la soupape, exprimée en pourcentage de la pression d'ouverture.

MEMBRE DE  
**ETSON**

Afin de s'assurer que les soupapes de sûreté du pressuriseur disposent d'un haut niveau de fiabilité et qu'elles répondent aux exigences de sûreté qui leur sont assignées, des essais ont été menés sur les boucles COLOMBUS<sup>2</sup> et KOPRA<sup>3</sup>.

Chaque soupape de sûreté pilotée comprend une soupape principale et deux types de pilotes ayant des rôles fonctionnels différents :

- deux pilotes mécaniques « passifs », montés en parallèle, intervenant pour la protection du circuit primaire contre les surpressions à chaud et avant l'atteinte des conditions d'entrée en accident grave. Au cours du cycle de fonctionnement du réacteur, un seul pilote est opérationnel, l'autre est isolé (le basculement d'un pilote à l'autre se fait à chaque cycle ou en cas d'indisponibilité du pilote actif). Chaque pilote mécanique permet l'activation de la soupape de sûreté pilotée (à l'ouverture ou à la fermeture) grâce au déplacement de ses clapets internes : les clapets de remplissage, de décharge et de contrôle. L'ouverture de ce dernier clapet permet l'ouverture de la soupape ;
- un pilote électrique nécessitant un ordre d'activation par le contrôle-commande et intervenant pour la protection du circuit primaire contre les surpressions à froid, pour sa dépressurisation et pour l'évacuation de la puissance résiduelle du cœur en cas de brèche sur le système RIS-RA. Ce pilote est constitué de deux actionneurs à solénoïdes montés en série afin d'éviter une ouverture intempestive de la soupape.

Les soupapes de sûreté du pressuriseur du réacteur EPR FA3 ont fait l'objet de plusieurs avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) en 2016 [1], 2018 [2] et 2022 [3]. Ces expertises, ainsi que les enseignements issus des essais et de la mise en service d'autres réacteurs de type EPR, ont mené à plusieurs évolutions de la conception des soupapes. En particulier, EDF a procédé à la mise en place d'un coude anti-particules en amont des lignes d'alimentation des pilotes mécaniques. De plus, lors des essais sur la boucle COLOMBUS, il a été constaté qu'un échauffement du pilote mécanique d'une soupape pouvait conduire à une élévation de la pression d'ouverture. Cet échauffement pouvant être accentué en cas de fuite au niveau d'un des clapets des pilotes mécaniques, l'IRSN a estimé que l'effet de ces fuites sur le respect des critères fonctionnels de la soupape devait être évalué. Pour cela, EDF a développé un modèle de dilatation thermique que l'IRSN a jugé non représentatif (nombre de pièces retenues et recalage<sup>4</sup> insuffisants) [3]. EDF a alors poursuivi le développement de son modèle de dilatation thermique. Ceci l'a conduit à réviser la plage de la pression d'ouverture admissible associée aux soupapes de sûreté du pressuriseur dans l'état du réacteur « arrêt normal, réacteur refroidi par les générateurs de vapeur » (AN /GV). De plus, EDF s'est engagé à réaliser une étude de faisabilité d'essais fonctionnels du pilote mécanique avec des fuites calibrées sur ses différents clapets [3]. Dans l'attente, EDF a abaissé les seuils limites de température sur le pilote mécanique conduisant à déclarer une soupape indisponible au sens des spécifications techniques d'exploitation (STE)<sup>5</sup>.

Dans son avis [3], l'IRSN a également estimé nécessaire qu'EDF détermine le débit de fuite induit par des particules de faible taille, telles que celles susceptibles d'être présentes dans le fluide primaire, et qu'il en évalue l'impact sur les paramètres fonctionnels de la soupape. De plus, des particules qui seraient introduites dans les

<sup>2</sup> Les essais sur la boucle COLOMBUS comprennent les essais de qualification de la soupape du pressuriseur de l'EPR FA3 et les essais de robustesse destinés à justifier la non-application du critère de défaillance unique à la refermeture de la soupape.

<sup>3</sup> Les essais de 2017 sur la boucle KOPRA visent à caractériser d'une part l'écart entre la pression de tarage du pilote réalisé à froid en azote et la pression d'ouverture à la première décharge de la soupape dans les conditions d'exploitation, d'autre part l'augmentation de la pression d'ouverture en cas de sollicitations répétées de la soupape. Les essais de 2021 sur la boucle KOPRA sont des essais complémentaires de qualification du pilote mécanique à la suite des modifications apportées sur les clapets de remplissage et de contrôle après la qualification initiale sur la boucle COLOMBUS.

<sup>4</sup> Le recalage d'un modèle pour des conditions données consiste à ajuster des paramètres de ce modèle afin que sa réponse soit la plus fidèle possible aux mesures relevées lors d'essais réalisés dans les mêmes conditions.

<sup>5</sup> Les spécifications techniques d'exploitation (STE) constituent le troisième chapitre des règles générales d'exploitation (RGE).

pilotes lors des opérations de maintenance pouvant initier des fuites au niveau des clapets, l'IRSN a souligné l'importance de la réalisation de ces opérations par des intervenants dûment qualifiés (formés et habilités).

Enfin, l'IRSN a considéré qu'une soupape de sûreté du pressuriseur devait être déclarée indisponible dès l'atteinte du premier seuil d'alarme sur une température, mesurée sur ses équipements, significative d'une fuite au niveau d'un de ses pilotes mécaniques [3].

## 2. CONTOUR DE L'ANALYSE

Dans le cadre de la demande d'autorisation de mise en service du réacteur EPR FA3, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), par sa lettre en référence [4], sollicite l'avis de l'IRSN sur :

- le modèle de dilatation thermique d'EDF et sur ses conclusions. Cette analyse prendra en compte les conservatismes identifiés par EDF pour ce modèle, ainsi que les recalages effectués à partir des résultats d'essais ;
- l'acceptabilité de l'extension du critère de pression d'ouverture de la soupape pour les états d'arrêt en AN/GV ;
- la pertinence du seuil d'alarme sur la température du corps du pilote retenu par EDF dans ses règles générales d'exploitation (RGE) ;
- la sensibilité de la soupape aux fuites induites par la présence de particules de faible taille au niveau du clapet de remplissage, et sur les éventuelles dispositions retenues par EDF afin de retarder la survenue d'une telle fuite ou la rendre suffisamment improbable.

L'IRSN expose ci-après les conclusions de l'expertise qu'il a menée pour répondre aux différents points susmentionnés. De plus, l'IRSN a examiné la suffisance des contrôles prévus sur les soupapes pilotées du pressuriseur du réacteur EPR FA3 après les premiers cycles de fonctionnement au regard de l'événement survenu sur un autre réacteur EPR, ayant mis en évidence la présence de dépôts de bore dans les internes des pilotes électriques.

## 3. MODÈLE DE DILATATION THERMIQUE ET ÉVOLUTION DE LA PRESSION D'OUVERTURE EN FONCTION DU DÉBIT DE FUITE

Depuis l'avis de juin 2022 [3], EDF a complété son modèle de dilatation thermique du pilote mécanique en y ajoutant des pièces appartenant à sa partie dite « pilote »<sup>6</sup>. Ce nouveau modèle a été recalé à partir des essais en ambiance dégradée et ceux réalisés sur la boucle KOPRA en 2021. Il permet en fonction du débit de fuite au niveau des différents clapets, d'évaluer la hausse de la pression d'ouverture induite par l'échauffement des pièces du pilote sur une séquence de plusieurs décharges. Sur cette base, EDF détermine les débits de fuite minimaux conduisant au non-respect du critère sur la pression d'ouverture selon l'état initial du réacteur (réacteur en production (RP) ou en AN/GV) en tenant compte des incertitudes associées aux paramètres du modèle.

Dans l'état du réacteur AN/GV, EDF considère que la pression d'ouverture est respectée si elle est inférieure ou égale à la pression nominale d'ouverture augmentée de 4 bar dès la première décharge de la soupape (initialement l'augmentation était de +1,5 bar). Cette augmentation du critère sur la pression d'ouverture est liée à la perte de l'effet autoclave<sup>7</sup> des clapets du pilote mécanique dans cet état du réacteur pouvant induire

---

<sup>6</sup> La partie dite « pilote » du pilote mécanique permet l'actionnement du clapet de contrôle de ce pilote pour ouvrir ou fermer la soupape principale.

<sup>7</sup> L'effet autoclave d'un clapet assure l'étanchéité de ce clapet sur son siège sous l'effet de la pression qui lui est appliquée.

une perte d'étanchéité qui se résorbe à une pression du circuit primaire plus élevée. L'impact de cette augmentation sur les études de la démonstration de sûreté est examiné au § 5.

Pour l'IRSN, la démarche adoptée pour évaluer la hausse de la pression d'ouverture d'une soupape pilotée au cours de décharges successives, avec ou sans fuite sur un clapet d'un pilote mécanique, est satisfaisante. Toutefois, les résultats montrent que la hausse de la pression d'ouverture est très sensible à une faible fuite interne et que, même sans fuite, la pression d'ouverture maximale est proche, à la deuxième décharge, du critère fonctionnel de sûreté d'une soupape (écart de - 0,25 bar). Par ailleurs, l'IRSN estime que les incertitudes de modélisation ont correctement été appréhendées par EDF. Cependant, le caractère suffisant de certains conservatismes retenus ainsi que la validité du recalage effectué sur le modèle sont difficiles à apprécier et méritent d'être consolidés. Les essais à fuites calibrées qu'EDF s'est engagé à réaliser en 2025 permettront de conforter les résultats de modélisation.

**Enfin, pour l'IRSN, les résultats du modèle de dilatation thermique confirment le caractère satisfaisant des seuils limites de la température au niveau du corps d'un pilote mécanique, fixés dans les STE (100 °C en AN/GV et 80 °C en RP) pour définir la disponibilité d'une soupape pilotée du pressuriseur.**

## 4. IMPACT DES PARTICULES SUR LA PRESSION D'OUVERTURE

Les essais de qualification et de robustesse ont mis en évidence la sensibilité du fonctionnement de la soupape à la présence de particules au niveau des clapets du pilote mécanique. De telles particules peuvent provenir du fluide primaire ou être déjà présentes dans le pilote (à la suite de la dégradation des joints en graphite du pilote ou du fait de l'introduction de particules lors des opérations de maintenance) avant la sollicitation de la soupape associée.

EDF a évalué les conséquences sur la hausse de la pression d'ouverture d'une soupape pilotée d'une fuite induite par une particule logée au niveau d'un clapet d'un pilote mécanique. Cette évaluation est menée sur plusieurs décharges successives de la soupape. Elle est particulièrement importante pour le cas du clapet de remplissage, une fuite sur ce clapet n'étant pas détectable lors du fonctionnement normal du réacteur<sup>8</sup>. EDF détermine tout d'abord le débit de fuite au niveau de ce clapet induit par une particule de 10 ou de 100 microns puis le compare à celui conduisant au non-respect du critère sur la pression d'ouverture (cf. § 3). Pour une particule de 10 microns, correspondant à la taille caractéristique des produits de corrosion du circuit primaire, la fuite induite est d'un débit légèrement inférieur à celui entraînant un non-respect du critère de pression d'ouverture de la soupape à la deuxième décharge. À la fin de cette décharge, la particule serait ensuite évacuée selon EDF, permettant ainsi un retour au fonctionnement normal du pilote (absence de fuite).

Pour une particule de 100 microns susceptible de remonter au niveau d'une soupape sous l'effet d'une décharge de celle-ci, la valeur de débit de fuite au niveau du clapet de remplissage est plus élevée. EDF justifie l'innocuité d'une telle particule par une analyse d'impact sur les études de la démonstration de sûreté (cf. § 5) d'une réduction de l'hystérésis cumulée à la hausse de la pression d'ouverture induite par cette particule.

Selon EDF, le risque lié à la présence de particules provenant du circuit primaire à la deuxième décharge peut être écarté grâce à des dispositions de conception et de surveillance (coude anti-particules, volume de la ligne d'alimentation, analyse de la courbe caractéristique<sup>9</sup> obtenue lors de l'essai périodique). En complément de ces dispositions, EDF s'est engagé à contrôler l'absence de particules dans les écopés<sup>10</sup> des soupapes pilotées du

<sup>8</sup> Le clapet de remplissage est ouvert en fonctionnement normal, une fuite sur ce clapet n'est donc pas détectable lors du fonctionnement normal du réacteur.

<sup>9</sup> La courbe caractéristique du pilote mécanique correspond au déplacement de ce pilote en fonction de la pression primaire.

<sup>10</sup> À l'intérieur du pressuriseur, en amont de la soupape pilotée, une écope est installée de manière à former, par condensation de la vapeur, un bouchon d'eau chaude qui remplit tous les volumes internes de la soupape de sûreté pilotée y compris la tubulure d'admission et l'écope. Ce bouchon d'eau vise à éviter l'accumulation d'hydrogène dans les internes de la soupape de sûreté pilotée.

pressuriseur lors du premier arrêt pour rechargement du combustible du réacteur EPR FA3<sup>11</sup> (cf. engagement n° 1 en annexe 2), ce qui est satisfaisant.

Concernant les particules éventuellement générées par l'extrusion des joints en graphite du pilote mécanique, EDF a rappelé que ces joints seront systématiquement remplacés lors des inspections des pilotes mécaniques et s'est engagé à réaliser à la suite de tout transitoire sollicitant une soupape et pouvant conduire à des variations significatives des conditions de chargement mécanique des joints, une visite interne du pilote mécanique concerné (cf. engagement n° 2 en annexe 2). L'IRSN estime cet engagement satisfaisant.

Les différentes actions susmentionnées permettent de réduire les risques d'introduction de particules dans le pilote mécanique sauf en ce qui concerne les risques associés aux opérations de maintenance. Sur ce point, EDF a précisé que les inspections des composants internes de chaque soupape pilotée ainsi que les essais de vérification de la pression de tarage et des étanchéités des pilotes mécaniques seront réalisés dans une aire de travail déportée bénéficiant du requis de propreté le plus strict selon le code RCC-M<sup>12</sup> Volume F. Il a également pris un engagement sur la propreté des flexibles utilisés pour le tarage des pilotes mécaniques (cf. engagement n° 3 en annexe 2). Si l'IRSN estime que ces mesures sont nécessaires, elles ne couvrent pas les interventions réalisées dans le local du pressuriseur pouvant générer des particules. Pour l'IRSN, l'ensemble des opérations de maintenance se déroulant dans le local du pressuriseur nécessitent des dispositions de mise en propreté visant à exclure l'introduction dans les internes des soupapes pilotées de telles particules susceptibles de remettre en cause leur bon fonctionnement. **Ceci conduit l'IRSN à formuler la recommandation n° 1 présentée en annexe 1.**

## 5. IMPACT DES FUITES AU NIVEAU DES PILOTES MÉCANIQUES SUR LES ÉTUDES DE LA DÉMONSTRATION DE SÛRETÉ

EDF a évalué l'impact sur les études de la démonstration de sûreté d'une baisse de l'hystérésis et d'une augmentation de la pression d'ouverture pour des débits de fuite susceptibles d'être induits par la présence de particules. Il a également évalué l'impact sur les études de la démonstration de sûreté d'une augmentation de la pression d'ouverture pour les états d'arrêt en AN/GV dès la première sollicitation de la soupape pilotée. Ces évolutions des paramètres fonctionnels n'ont pas d'impact sur les conclusions des études de la démonstration de sûreté, ce qui n'appelle pas de remarque de l'IRSN.

Toutefois, ces études réalisées au titre de la robustesse devraient être intégrées, selon l'IRSN, à la démonstration de sûreté. Pour répondre à cette réserve, EDF s'est engagé à mener en 2025 des essais de fonctionnement des pilotes mécaniques des soupapes en présence de fuites calibrées. Suivant les résultats de ces essais, il intégrera dans les études de la démonstration de sûreté l'impact sur les critères fonctionnels de la soupape d'une particule logée au niveau du clapet de remplissage, ce qui est satisfaisant (cf. engagement n° 4 en annexe 2).

## 6. CONDUITE EN CAS D'ALARME SUR UN PILOTE MÉCANIQUE

Une fuite significative sur un clapet fermé en fonctionnement normal d'un pilote mécanique actif d'une soupape du pressuriseur serait détectée par une instrumentation d'exploitation (élévation de température due à la fuite, mesurée sur le corps du pilote ou sur une ligne de décharge). La soupape serait déclarée indisponible et le réacteur serait replié vers un état d'arrêt afin de réaliser une permutation des pilotes mécaniques de la soupape (connexion du pilote initialement inactif en lieu et place du pilote initialement actif et en défaut). Or, selon les RGE actuelles, préalablement à cette permutation, l'exploitant devrait contrôler le tarage du pilote qui serait rendu actif (opération nécessitant le démontage de ce pilote) et procéder à sa requalification fonctionnelle. Ainsi, pendant cette phase, le respect des critères fonctionnels ne serait pas garanti en cas de sollicitation de la

<sup>11</sup> Le premier arrêt pour rechargement du réacteur EPR FA3 correspond à la première visite complète de ce réacteur.

<sup>12</sup> Règles du code de conception et de construction des matériels mécaniques des îlots nucléaires REP.

soupape. De ce fait, EDF a proposé de porter la périodicité de l'essai de tarage des pilotes mécaniques à deux cycles (*cf. engagement n° 5 en annexe 2*), ce qui permettra de considérer le pilote initialement inactif disponible au sens des RGE. **L'IRSN estime que l'amendement des RGE proposé par EDF est acceptable.**

Toutefois, EDF a précisé que la vérification du tarage des six pilotes a été réalisée lors des essais de démarrage à chaud avant la mise en service et qu'il ne prévoit pas de vérifier à nouveau ce tarage dans la phase de préparation au chargement du combustible, juste en amont du démarrage du réacteur. Ainsi, en cas de défaillance du pilote actif lors du second cycle de fonctionnement du réacteur, le pilote mécanique inactif pourrait ne pas être disponible au sens des RGE (dépassement de sa périodicité de tarage correspondant à la durée de deux cycles), ce qui remettrait en cause la stratégie de conduite proposée par EDF dans le cadre de son amendement aux RGE et lui imposerait d'arrêter le réacteur. **Ceci pourrait être évité, selon l'IRSN, par une vérification dans la phase de préparation au chargement du tarage des pilotes qui seront actifs lors du premier cycle de fonctionnement du réacteur.**

## 7. RISQUE DE DÉPÔTS DE BORE DANS LES COMPOSANTS INTERNES DES SOUPAPES DU PRESSURISEUR

En février 2023, un défaut de manœuvrabilité d'une des soupapes pilotées équipant le pressuriseur d'un autre réacteur EPR a été constaté. La cause de cet écart est une fuite anormale présente sur un robinet du pilote électrique de la soupape faisant l'objet de l'essai. Le robinet du pilote électrique d'une autre soupape présentait également une fuite importante, sans pour autant entraîner un défaut de manœuvrabilité. À la suite de ces essais, tous les pilotes électriques ont été démontés et ont fait l'objet d'expertises.

Pour la soupape ayant présenté le défaut de manœuvrabilité, des traces de marquage par un corps étranger métallique d'environ 0,1 mm ont été constatées dans son pilote électrique. La présence de ce corps étranger, dont l'origine est liée à une non-qualité de maintenance, est la cause avérée de ce dysfonctionnement. Pour l'IRSN, ce retour d'expérience confirme l'importance des dispositions visant à réduire les risques d'introduction de particules dans les pilotes des soupapes lors des opérations de maintenance (*cf. § 4*).

Par ailleurs, des traces de bore ont été constatées en aval des clapets des deux pilotes électriques ayant présenté des fuites. Des traces de bore moins importantes ont également été constatées sur le troisième pilote électrique pour lequel aucune fuite n'a été détectée. Pour l'IRSN, ce retour d'expérience montre qu'une faible fuite présente sur un clapet d'un pilote électrique, sans nécessairement conduire à l'atteinte d'un seuil d'indisponibilité de la soupape, peut entraîner des dépôts de bore sur des surfaces des composants internes.

De surcroît, EDF a identifié un risque de formation de cristaux de bore par évaporation de l'eau présente dans des volumes morts des soupapes pilotées lors des phases d'arrêt de tranche où le circuit primaire est inerté par balayage à l'azote<sup>13</sup> ou lorsque la cuve est ouverte.

L'IRSN rappelle qu'EDF s'est engagé dans le cadre de l'avis [3] à effectuer une inspection des internes des pilotes mécaniques des soupapes de sûreté pilotée du pressuriseur lors du deuxième arrêt pour rechargement du réacteur. Au regard des causes possibles de présence de dépôts de bore, l'IRSN estime qu'EDF doit anticiper cette inspection au premier arrêt pour rechargement, et l'étendre à l'ensemble des composants de la soupape pilotée afin notamment de s'assurer de l'absence de dépôt de bore. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 2 en annexe 1.**

---

<sup>13</sup> Le balayage à l'azote est effectué lors de la phase de déshydrogénation chimique réalisée en amont de l'ouverture de la cuve ainsi que lors des phases de démarrage du réacteur.

## 8. CONCLUSION

À l'issue de son expertise, l'IRSN estime qu'EDF a apporté des éléments étayés et pertinents afin de mieux caractériser les effets thermiques, liés à la réalimentation d'un pilote mécanique au cours de décharges successives ou de fuites internes, sur la variation de la pression d'ouverture d'une soupape de sûreté du pressuriseur. Ces éléments devront être corroborés par les essais à fuites calibrées qu'EDF s'est engagé à réaliser en 2025.

De plus, l'IRSN estime que les valeurs des seuils limites de surveillance retenus par EDF pour caractériser la disponibilité d'une soupape en fonctionnement normal sont satisfaisants.

La modélisation des effets thermiques montre néanmoins que le respect des critères fonctionnels de sûreté nécessite l'absence de particules dans les composants internes d'une soupape. Pour satisfaire cette exigence, l'IRSN estime que toutes les interventions pouvant présenter un risque d'introduction de particules dans les internes des soupapes pilotées du pressuriseur doivent être réalisées dans des conditions optimales de propreté, y compris celles effectuées dans leur local.

En outre, le retour d'expérience sur des soupapes pilotées des pressuriseurs d'autres réacteurs EPR montre des occurrences de non-qualités de maintenance altérant leur fonctionnement. Ainsi, comme souligné dans ses précédents avis, l'IRSN estime essentiel qu'EDF mette en place des outils de partage des pratiques et du retour d'expérience à destination des personnels susceptibles d'intervenir sur ces soupapes. Leur niveau de connaissance devra régulièrement être contrôlé dans le cadre du renouvellement de leur habilitation.

Enfin, l'IRSN estime qu'EDF doit programmer une inspection des composants internes des soupapes pilotées du pressuriseur de l'EPR FA3 à l'issue du premier cycle de fonctionnement du réacteur afin de s'assurer de l'absence de dépôt de bore.

**IRSN**

Le Directeur général

Par délégation

Thierry PAYEN

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

## **ANNEXE 1 À L'AVIS IRSN N° 2023-00108 DU 3 JUILLET 2023**

### **Recommandations de l'IRSN**

#### **Recommandation n° 1**

L'IRSN recommande qu'EDF mette en place des dispositions de mise en propreté pour l'ensemble des opérations de maintenance se déroulant dans le local du pressuriseur du réacteur EPR de Flamanville, de manière à exclure l'introduction dans les internes des soupapes pilotées de particules susceptibles de conduire au non-respect des critères fonctionnels de ces soupapes en cas de sollicitation.

#### **Recommandation n° 2**

L'IRSN recommande qu'EDF effectue une inspection de l'ensemble des composants internes des soupapes pilotées du pressuriseur au cours du premier arrêt pour rechargement du réacteur EPR de Flamanville, afin de vérifier notamment l'absence de dépôt de bore sur leurs surfaces internes.



## ANNEXE 2 À L'AVIS IRSN N° 2023-00108 DU 3 JUILLET 2023

### Engagements principaux de l'exploitant

#### Engagement n° 1

EDF s'est engagé à contrôler, à l'issue de l'épreuve hydraulique du circuit primaire lors de la première visite complète du réacteur EPR de Flamanville, l'absence de particule dans les écopés du pressuriseur pouvant impacter le fonctionnement de la soupape en cas de migration de ces particules vers ses pilotes.

#### Engagement n° 2

EDF s'est engagé à confirmer l'absence de dégradation des joints et la pertinence de la stratégie de maintenance proposée à l'issue de la visite interne des pilotes mécaniques après le deuxième cycle de fonctionnement. La stratégie de maintenance actuellement retenue est la suivante :

- visite interne tous les 4 cycles ;
- visite interne à l'arrêt de tranche qui suivra des situations d'exploitation qui pourraient conduire à des variations significatives des conditions de chargement mécanique des joints, en cas de décharges successives rapprochées de la soupape pilotée dans le cas d'un transitoire de surpression à chaud.

#### Engagement n° 3

EDF s'est engagé à intégrer avant le démarrage les mesures préventives suivantes :

- toute inspection des composants internes des soupapes principales, les pilotes mécaniques et électriques ainsi que sur les robinets d'isolement sera réalisée dans une aire de travail déportée de propreté de niveau I, respectant le requis de propreté du guide RCC-M Volume F ;
- le contrôle des étanchéités des pilotes mécaniques sera également réalisé dans une aire de travail déportée de propreté de niveau I selon le guide RCC-M Volume F ;
- le contrôle du tarage des pilotes mécaniques sera réalisé dans une aire de travail déportée de propreté de niveau I selon le guide RCC-M Volume F et à température ambiante contrôlée.

EDF s'est également engagé à réaliser un nettoyage en azote des flexibles du banc de tarage avant chaque essai périodique de tarage du pilote mécanique.

#### Engagement n° 4

EDF s'est engagé à intégrer si nécessaire, d'ici fin 2025, dans sa mise à jour des études de la démonstration de sûreté, l'analyse de l'impact d'une particule au niveau du clapet de remplissage sur la pression d'ouverture de la soupape, une fois les essais avec fuites calibrées sur le pilote mécanique réalisés et analysés.

#### Engagement n° 5

EDF s'est engagé à mettre à jour avant le démarrage du réacteur EPR FA3 :

- la règle d'essais périodiques en portant à deux cycles la périodicité de l'essai de manœuvrabilité de la soupape avec assistance du pilote mécanique, tout en conservant l'alternance du tarage des pilotes d'une même soupape effectué tous les deux cycles ;
- le document justificatif des STE afin de préciser que la permutation des pilotes mécaniques ne nécessite pas de requalification fonctionnelle ;
- la règle particulière de conduite précisant les actions en cas d'anomalie affectant une soupape du pressuriseur, en précisant la gestion d'un fortuit sur un pilote mécanique.