

Fontenay-aux-Roses, le 2 mars 2017

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN/2017-00075

Objet : REP - PALIER 900 MWe CPY
Modification matérielle associée au remplacement des têtes de soupapes SEBIM® du pressuriseur et de leurs capteurs de déplacement

Réf. 1. Lettre ASN - CODEP-DCN- 2015-029126 du 5 octobre 2015 : « Réacteurs électronucléaires - EDF - Palier CPY - État technique « VD3 » - Modification des têtes de soupapes SEBIM du pressuriseur ».

Conformément à la demande formulée par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) [1], l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a analysé l'acceptabilité de la modification en objet aux plans de la sûreté et de la radioprotection, en regard des exigences applicables aux réacteurs de 900 MWe CPY ou des autres paliers.

Sur les centrales de 900 MWe du palier CPY, la protection du circuit primaire principal contre les surpressions est assurée par trois lignes de deux soupapes pilotées, appelées soupapes SEBIM®, installées sur le pressuriseur et assemblées en série. Elles sont commandées et actionnées directement par la pression du fluide primaire. La première ligne de soupapes assure la décharge du circuit primaire (RCP) lors d'incidents courants de fonctionnement. Les deux autres assurent la protection contre les surpressions accidentelles, en maintenant une pression du RCP acceptable au regard de sa pression de calcul.

Lorsque la température du circuit primaire est inférieure à 160 °C, ces soupapes assurent également une protection contre le risque de rupture fragile de la cuve sur les réacteurs de 900 MWe. À cette fin, une modification associée au troisième réexamen de sûreté a été apportée afin de forcer automatiquement l'ouverture de soupapes SEBIM® du circuit primaire en-dessous de leur seuil de tarage en actionnant un électroaimant tirant sur une came de leur armoire de pilotage. Cet automatisme est déclenché, moyennant plusieurs conditions, sur une surpression du circuit primaire voisine de 60 bar.

L'ouverture manuelle de soupapes SEBIM® du pressuriseur est également possible par action sur l'électroaimant de commande dans le cadre d'une procédure accidentelle d'appoint de secours au circuit primaire en « gavé ouvert » et lors d'un accident grave.

Adresse Courrier
BP 17
92262 Fontenay-aux-Roses
Cedex France

Siège social
31, av. de la Division Leclerc
92260 Fontenay-aux-Roses
Standard +33 (0)1 58 35 88 88
RCS Nanterre 8 440 546 018

Ces soupapes doivent être opérationnelles de façon fiable en conditions de fonctionnement incidentel, accidentel et en accident grave.

La modification des soupapes du pressuriseur vise à augmenter leur capacité de décharge à basse pression et à améliorer leur fonctionnement général (robustesse, stabilité du débit évacué en vapeur et eau, etc.). Elle permettra également à terme de renforcer la prévention de la fusion du cœur dans les situations dites « noyau dur » (ND) post-Fukushima en permettant de rejoindre la pression d'injection de la pompe d'appoint de secours ultime au circuit primaire.

L'objet de la présente modification consiste à remplacer les têtes de soupapes SEBIM® sur un seul tandem sur un réacteur « tête de série » (TTS) de 900 MWe ayant intégré le référentiel matériel et documentaire applicable à la suite de sa troisième visite décennale « VD3 ». À la suite de cette première intégration, la modification sera généralisée aux autres réacteurs de 900 MWe (hors Fessenheim) : un ou deux tandems de soupapes seront alors modifiés en anticipation de la quatrième visite décennale « VD4 ». L'ensemble des tandems de soupapes sera modifié sur l'ensemble des réacteurs concernés lors de la « VD4 ».

Cette modification concerne principalement :

- la tête de chacune des soupapes du tandem ;
- la nouvelle conception des têtes de soupapes impose l'utilisation d'un capteur de déplacement externe (de type magnétomètre).

D'une manière générale, l'IRSN relève des objectifs d'amélioration significatifs concernant le comportement des soupapes modifiées dans les différentes conditions de fonctionnement. Parmi celles-ci, figurent principalement :

- une dépressurisation plus rapide du circuit primaire dans le cadre de la fonction de protection des soupapes SEBIM® contre les surpressions à chaud¹ ;
- un comportement proportionnel auto-stable des soupapes modifiées lorsque les soupapes sont commandées par la pression primaire, propice à la diminution du risque de battements : le débit moyen du tandem égalise le débit à l'origine de la surpression tant que le débit à l'origine de la surpression ne correspond pas au débit de la soupape pleine ouverte ;
- un abaissement significatif de la pression permettant d'obtenir une pleine ouverture des soupapes de protection lors de leur ouverture manuelle. Il permet de valoriser un moyen d'injection d'eau basse pression au circuit primaire en application d'une procédure de conduite « gavé ouvert ». Cette caractéristique favorise également la gestion d'un accident grave en limitant les risques de fusion du combustible en pression.

Le remplacement des têtes de soupapes SEBIM® impacte les études de sûreté du fait :

- de l'augmentation des débits de décharge, en liquide et en vapeur : cela se traduit, pour certains transitoires, par une dépressurisation plus rapide qu'avec les soupapes actuelles et une masse d'eau déchargée plus importante ;
- de la modification des efforts hydrauliques lors de l'ouverture d'un tandem.

¹ Protection des soupapes SEBIM® contre les surpressions à chaud : En condition de fonctionnement de dimensionnement de deuxième catégorie, la pression au point le plus chargé du circuit primaire doit rester inférieure à la pression de calcul (PS). En condition de fonctionnement de dimensionnement de troisième catégorie, la pression au point le plus chargé du circuit primaire doit rester inférieure à 110 % de PS dans le cas où trois tandems sont disponibles et à 120 % de PS dans le cas où deux tandems sont disponibles.

L'analyse de l'impact de la modification sur les transitoires incidentels ou accidentels a été menée en évaluant, d'une part, la masse d'eau déchargée au réservoir de décharge du pressuriseur (RDP) pour les incidents de 2^e catégorie sollicitant les soupapes SEBIM[®] et pour lesquels l'intégrité du RDP est susceptible d'être remise en cause, d'autre part, les transitoires nécessitant l'application d'une procédure de conduite en « gavé ouvert » (rupture de tuyauterie d'eau alimentaire (RTE), perte totale de l'eau alimentaire (PTEA)). Cette analyse met en évidence que :

- la modification des têtes de soupapes SEBIM[®] est légèrement plus pénalisante vis-à-vis de la masse d'eau déchargée au RDP pour les transitoires de perte transitoire de charge (PTC) et de démarrage intempestif de l'injection de sécurité (DIIS) ;
- le caractère proportionnel auto-stable des nouvelles têtes de soupapes n'est pas de nature à pénaliser la phase B² du transitoire RTE, vis-à-vis de la masse en eau déchargée au RDP ;
- la modification est légèrement pénalisante vis-à-vis du critère de non-découvrement du cœur pour la phase C du transitoire de RTE ;
- la modification est également légèrement pénalisante vis-à-vis du temps d'intervention de l'opérateur pour gérer le transitoire de perte totale de l'eau alimentaire (PTEA), ce qui est cependant sans impact sur la valorisation probabiliste du risque de fusion du cœur.

Au vu des marges importantes disponibles et du faible impact de la modification sur les études de sûreté, les critères de sûreté restent respectés.

En ce qui concerne les dossiers d'études mécaniques, l'IRSN considère que la modification des têtes de soupapes SEBIM[®] :

- ne remet pas en cause le respect des critères associés aux dossiers de protection contre les surpressions ;
- a un impact négligeable sur le dossier des situations (DDS) du circuit primaire principal, et sur les autres dossiers mécaniques associés. Les profils thermohydrauliques éventuellement modifiés (associés au dossier de référence réglementaire (DDR) des soupapes SEBIM[®] ainsi qu'au DDS du pressuriseur) seront mis à jour à l'occasion des VD4 ;
- induit une augmentation des efforts hydrauliques en amont et en aval des soupapes, qui n'est pas de nature à remettre en cause le respect des critères mécaniques associés.

Par ailleurs, l'IRSN a vérifié que la nouvelle conception des têtes de soupapes SEBIM[®] tient compte de manière satisfaisante du retour d'expérience disponible sur les têtes de soupapes de conception actuelle. En particulier, la liaison entre le raccord orientable et la tête de soupape, à l'extrémité de la ligne d'asservissement, a fait l'objet d'une amélioration constructive qui va dans le sens de la facilité de montage et de la fiabilité de cette liaison.

² La phase A est comprise entre l'instant initial de l'accident et l'instant de l'apparition de la première alarme. La phase B est comprise entre l'instant de l'apparition de la première alarme et l'instant de la première action manuelle. La phase C est comprise entre l'instant de la première action manuelle et l'atteinte de l'état d'arrêt sûr.

Vis-à-vis de la qualification des équipements modifiés, des modifications du programme d'essais de qualification sont intervenues au cours de l'instruction. Notamment, cette qualification n'a pas été réalisée avec le capteur de déplacement qui sera finalement monté sur ces réacteurs. Néanmoins, ce capteur, de par son caractère non intrusif, n'a aucun impact sur le fonctionnement de la soupape. De plus, ce capteur a fait l'objet d'essais de qualification avec la tête de soupape SEBIM® destinée à équiper le palier N4 en conditions normales et dans différents laboratoires pour les conditions accidentelles et accidents graves. Les résultats de ces derniers essais sont tout à fait transposables aux paliers 900 et 1300 MWe.

L'ensemble de ces modifications doivent être formalisées dans un rapport d'essais complémentaires (incluant notamment des essais de vibrations et de tenue au séisme ainsi que les essais d'irradiation et la description des expertises à réaliser ou réalisées) et une note de synthèse de la qualification (NSQ) des équipements modifiés dont la transmission est annoncée par EDF pour la fin du premier semestre 2017.

Sur la base des éléments instruits, l'IRSN considère que la nouvelle tête de soupape est qualifiée aux conditions normales et accidentelles et estime que les nombreux essais réalisés et les résultats obtenus confèrent une raisonnable assurance dans le comportement proportionnel et auto-stable du nouveau tandem de soupapes SEBIM®.

Les essais réalisés sur les soupapes modifiées montrent que leur pression de pleine ouverture, lorsqu'elles sont commandées par leur électroaimant, est significativement abaissée : les soupapes de protection sont très proches de leur pleine ouverture sous 5 bar, ce qui permet de valoriser des moyens d'injection d'eau basse pression en « gavé ouvert ». **L'IRSN estime qu'il s'agit d'une amélioration importante pour la sûreté qui devrait être prise en compte dès sa mise en œuvre, notamment dans le cadre du guide d'intervention à suivre en accident grave.** En réponse à cette remarque, EDF a mis en avant que la modification partielle des lignes de soupapes sur un certain nombre de réacteurs avant les quatrièmes visites décennales introduira une succession de variantes à l'échelle d'un site et du palier CPY qui seraient trop complexes à intégrer dans le guide d'intervention dédié aux accidents graves. **EDF propose donc de valoriser la modification des soupapes SEBIM® et de leur instrumentation dans le cadre du référentiel technique et documentaire associé aux VD4 et prend l'engagement rappelé dans l'observation n° 1 en annexe.**

Au cours de l'instruction, la qualification du mode opératoire de dépose des anciennes têtes de soupape et de montage des nouveaux sous-ensembles tête de soupape SEBIM® sur site a fait l'objet d'échanges techniques entre l'IRSN et les représentants d'EDF. Des compléments de justification et/ou des améliorations ont été apportés par EDF à l'issue de ces échanges, notamment sur les points suivants :

- le contrôle systématique de l'état de surface des raccords orientables de manière à garantir l'étanchéité de la liaison ;
- le recours à un outillage spécifique permettant de garantir la bonne position joint torique inférieur dans la gorge usinée du raccord orientable et son maintien pendant la phase d'accostage du raccord orientable sur le support déporté de la soupape ;
- le respect d'un alignement parfait entre la tête de soupape et l'orifice du corps de la soupape pendant l'assemblage, afin de garantir pendant l'assemblage l'absence d'endommagement des joints ;

- le risque de mauvais alignement de la ligne d'asservissement avec le support déporté du raccord orientable de la tête de soupape. La présence de ce défaut nécessite d'exercer des efforts sur la ligne pour aligner et connecter l'ensemble, pouvant entraîner des contraintes mécaniques résiduelles dans la ligne d'asservissement. Cette difficulté de montage, associée à un défaut de parallélisme du raccord orientable par rapport à la surface de montage du raccord déporté, peut présenter un risque de dégradation des surfaces d'appui pouvant entraîner des fuites liquides. **En fin d'instruction, EDF a pris un engagement sur ce point dans le cadre de la généralisation de la modification aux réacteurs de 900 MWe (hors Fessenheim) à l'état VD3 (objet de l'observation n° 2 en annexe).**

Les essais de requalification de la modification qu'EDF propose dans le cadre de la présente demande sont cohérents avec les exigences actuelles des soupapes SEBIM®. L'IRSN considère néanmoins souhaitable de requalifier également la possibilité de manoeuvrer les soupapes à basse pression en vérifiant la pleine ouverture de l'opercule de la soupape sous un effort de traction à définir et d'associer à cette vérification un critère S³ ou I⁴. Pour sa part, EDF considère que la valorisation des soupapes SEBIM® modifiées et de leur instrumentation pour la gestion des situations requérant la mise en œuvre du « gavé ouvert » et des situations « accident graves » n'est pas exigible lors de l'intégration du dossier de modification sur le réacteur TTS en 2017. Pour autant, EDF signale que la manoeuvrabilité de chaque soupape à basse pression est vérifiée en usine au titre d'un test dédié. **Par ailleurs, EDF ne voit pas d'inconvénient à rajouter un essai de requalification permettant de vérifier la pleine ouverture d'une soupape sur site, objet de l'engagement rappelé dans l'observation n° 3 en annexe.**

Enfin, les exigences en exploitation associées à la vérification périodique de la position des soupapes SEBIM® comportent actuellement une incohérence au regard du rôle pour la sûreté qui leur est attribué. En effet, la fonction de détection de non-fermeture des soupapes du pressuriseur est actuellement importante pour la sûreté. Or la vérification du bon fonctionnement de ce seuil de détection ne bénéficie pas d'exigences adaptées. En fin d'instruction, EDF a pris un engagement visant à résorber cette incohérence au niveau des essais de requalification **(objet de l'observation n° 4 en annexe).**

À l'issue de son instruction, l'IRSN considère que le dossier de modification tel que déposé est acceptable sous réserve du respect par EDF des engagements mentionnés dans les observations n° 3 et n° 4.

Pour le Directeur général et par délégation,

Franck BIGOT

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

³ Critère S : critère de sûreté.

⁴ Critère I : valeur importante pour la sûreté.

Annexe à l'Avis IRSN/2017-00075 du 2 mars 2017

Observations

Essais de qualification des équipements modifiés

Observation n° 1 :

EDF s'engage à réexaminer la démarche d'utilisation des soupapes SEBIM® et de leur instrumentation pour la mitigation d'une situation d'accident grave dans le cadre du référentiel technique et documentaire VD4 900 incluant non seulement la modification des têtes de soupapes SEBIM® mais aussi les nouvelles dispositions d'injection ultime post Fukushima. Il sera en particulier examiné si les soupapes ont besoin d'être ouvertes de manière différée ou refermées lors de la gestion long terme d'un accident grave. En tant que de besoin, EDF complètera la qualification des soupapes et/ou des détecteurs pour prendre en compte ces nouveaux requis.

Qualification du mode opératoire de l'intervention

Observation n° 2 :

Dans le cadre de la généralisation de cette modification, EDF s'oriente vers un remplacement quasi systématique d'un tronçon de la ligne d'asservissement au niveau du raccord orientable (coupe-soude) afin de permettre l'accostage de ce dernier sur la nouvelle tête de soupape dans les règles de l'art. Cette intervention sera consignée dans la note d'analyse du cadre réglementaire nécessaire à la constitution du dossier de demande d'autorisation au titre de l'article 26 du décret n° 2007-1557 du 2 novembre 2007 modifié.

Essais de requalification de la modification

Observation n° 3 :

EDF s'engage à rajouter un essai de requalification visant à vérifier la pleine ouverture de la soupape en corrélation avec la pression injectée dans le vérin de l'outillage de manœuvrabilité. Cet outillage devra subir une adaptation permettant le contrôle de cette pression (par manomètre de précision). Le programme de principe de requalification et les procédures d'exécution d'essais concernées seront repris afin d'intégrer cet essai. Cette vérification sera associée à un critère important pour la sûreté soit (I), la démonstration de sûreté étant basée sur l'essai périodique à 27 bar.

Observation n° 4 :

EDF s'engage à reprendre le programme de principe de requalification et les procédures d'exécution d'essais concernées afin de faire évoluer la vérification de l'état non-fermée des soupapes, du critère technologique (T) au critère important pour la sûreté (I).