



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

IRSN
INSTITUT DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Fontenay-aux-Roses, le 7 janvier 2021

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2021-00002

Objet	: Dossiers d'options de la cuve et des générateurs de vapeur destinés aux futurs réacteurs EPR2.
Réf.	: [1] Arrêté du 30 décembre 2015 modifié relatif aux équipements sous pression nucléaires et à certains accessoires de sécurité destinés à leur protection. [2] Lettre ASN – CODEP-DEP-2020-033702 du 8 juillet 2020.

L'arrêté du 30 décembre 2015 modifié, cité en première référence, dispose que « *Tout fabricant qui prévoit de fabriquer [un équipement sous pression nucléaire] peut demander à l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) un avis sur tout ou partie des options qu'il a retenues pour assurer et démontrer la conformité aux exigences essentielles de sécurité [...]* ». Dans ce cadre, Framatome a soumis à l'avis de l'ASN un dossier d'options pour chacun des principaux équipements sous pression nucléaires du circuit primaire principal des futurs réacteurs EPR2. L'ASN a sollicité, par lettre citée en seconde référence, l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur les dossiers d'options de la cuve et des générateurs de vapeur (GV) des futurs réacteurs EPR2. L'IRSN a donc examiné les principales options de ces équipements, et plus particulièrement les situations de fonctionnement et charges retenues, les éléments de retour d'expérience pris en compte et l'impact sur la sûreté des différentes évolutions de conception au regard des options retenues pour le parc en exploitation et l'EPR de Flamanville.

Dans les dossiers d'options de la cuve et des générateurs de vapeur, Framatome fournit à titre indicatif des valeurs extrêmes de pression et température qui seront vues par ces équipements pour les différentes situations de fonctionnement. Ces valeurs apparaissent très similaires à celles retenues jusqu'à présent sur le parc en exploitation et pour l'EPR de Flamanville. La durée de vie envisagée pour ces équipements est de 60 ans. En complément, Framatome a indiqué que les pressions et températures vues par ces équipements lors des situations d'essais ont bien été transmises par l'exploitant et prises en compte dans le dimensionnement. **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

MEMBRE DE
ETSON

Cuve du Réacteur

Le périmètre du dossier d'options couvre la cuve du réacteur équipée de ses embouts de sécurité¹, le couvercle muni de ses adaptateurs, ainsi que le système de fermeture. Framatome indique avoir pris en compte, dans la définition des options de conception de la cuve, son propre retour d'expérience de fabricant et celui de l'exploitant.

Les évolutions de conception par rapport à la cuve de l'EPR de Flamanville apparaissent limitées. Elles concernent l'épaississement du revêtement des coins de tubulures pour accroître leur résistance mécanique et la modification de la partie inférieure de la virole porte-tubulure pour améliorer la contrôlabilité en service de la soudure située entre la virole porte-tubulure et la virole de cœur. Hormis ces éléments, les options de conception sont identiques à celles de la cuve de l'EPR de Flamanville : il est retenu par exemple une virole porte tubulure monobloc intégrant la bride avec des tubulures rapportées. L'IRSN a par ailleurs examiné les dispositions retenues par Framatome pour limiter les effets des différents modes de vieillissement de la cuve. **À l'issue de leur expertise, les évolutions de conception retenues pour la cuve et les dispositions retenues vis-à-vis des effets du vieillissement sont jugées satisfaisantes par l'IRSN.**

Le retour d'expérience de la fabrication de la cuve de l'EPR de Flamanville a été pris en compte par Framatome et notamment la présence d'une zone avec une concentration élevée en carbone dans le couvercle et le fond de cuve. Celle-ci sera exclue par une évolution de la gamme de fabrication par rapport à l'EPR de Flamanville. Framatome a également pris en compte les difficultés apparues lors de la réalisation des soudures des adaptateurs sur le couvercle de cuve de l'EPR de Flamanville. **Tout ceci est jugé satisfaisant.**

Enfin, l'IRSN constate que le dossier d'options de la cuve évoque la dégradation par usure des manchettes thermiques d'adaptateur de cuve, observée principalement sur les réacteurs de 1300 MWe. Framatome a indiqué que ce retour d'expérience sera pris en compte par une modification de la conception mais que la solution technique finale ne sera pas disponible avant fin 2021. Pour l'IRSN, une évolution de conception est effectivement nécessaire pour se prémunir de ce mode de dégradation. **À cet égard, la future solution devra être présentée une fois finalisée.**

Générateurs de vapeur

Le périmètre du dossier d'options couvre l'ensemble du générateur de vapeur muni de ses embouts de sécurité jusqu'à la soudure de raccordement à chaque circuit connecté (ASG², ARE³, VVP⁴). Framatome propose des évolutions de conception et de fabrication pour tenir compte du retour d'expérience des GV du parc en exploitation et des nouvelles exigences réglementaires pour les équipements sous pression nucléaires.

Framatome précise que le circuit ASG sera utilisé en fonctionnement normal et en situations accidentelles, ce qui constitue une différence notable par rapport à l'EPR de Flamanville où ce circuit est uniquement utilisé en situations accidentelles. **Ce circuit sera donc dimensionné vis-à-vis du dommage de fatigue, ce qui est satisfaisant.**

Les principales évolutions de conception des GV par rapport à celles de l'EPR de Flamanville sont le choix d'une autre nuance d'acier faiblement allié pour la plaque tubulaire afin d'accroître sa résistance mécanique, des tirants épaissis et moins nombreux et la modification de la liaison de la plaque de partition qui permet la

¹ Embout évitant de réaliser une soudure bimétallique directement sur site lors du raccordement au circuit primaire d'un équipement. Celle-ci est réalisée en atelier pour faciliter sa réalisation et son contrôle.

² Circuit d'alimentation de secours des GV.

³ Circuit d'eau alimentaire principale des GV.

⁴ Circuit de vapeur principal.

suppression d'une soudure située dans le fond primaire du GV. Le revêtement du fond primaire du GV est en alliage base nickel au lieu d'un acier inoxydable et le polissage est amélioré pour diminuer la dosimétrie. À l'instar du projet EPR Hinkley Point, les tubes de purge sont supprimés et les piquages de purge sont directement positionnés en périphérie de la plaque tubulaire pour les futurs réacteurs EPR2. **À l'issue de leur expertise, les évolutions de conception retenues pour les générateurs de vapeur sont jugées satisfaisantes par l'IRSN.**

L'IRSN constate que le dossier d'options des GV n'évoque pas le retour d'expérience récent concernant la réalisation du traitement thermique de détensionnement des soudures circulaires entre viroles sur plusieurs GV de remplacement du parc en exploitation mais aussi des GV de l'EPR de Flamanville. L'IRSN souligne que Framatome devra prendre en compte ce retour d'expérience et retenir un procédé de détensionnement thermique ayant fait l'objet d'une qualification.

L'IRSN rappelle que les GV du parc en exploitation sont sujets à un phénomène de colmatage au niveau des plaques entretoises. À cet égard, Framatome a indiqué que des dispositions sont prévues pour maîtriser le colmatage des GV des futurs réacteurs EPR2 en limitant le terme source, grâce à la sélection de nuances d'acier pour le circuit secondaire principal et un conditionnement chimique selon un pH élevé du poste d'eau. Il a aussi souligné le retour d'expérience positif pour les GV des réacteurs de 1450 MWe qui sont les GV en fonctionnement les plus proches des GV des futurs réacteurs EPR2. Enfin, il a précisé la position des orifices de visite pour l'inspection de la partie supérieure de ces GV : des examens télévisuels seront possibles au niveau d'une plaque entretoise intermédiaire et d'une plaque supérieure pour y suivre le colmatage. L'IRSN considère que le colmatage devrait rester modéré compte tenu des dispositions retenues mais cela ne dispense pas de définir des moyens d'accès pour assurer un suivi du colmatage, en adéquation avec la stratégie de suivi mise en place sur le parc en exploitation. Celle-ci demande de suivre le colmatage au niveau des plaques entretoises proches de la plaque tubulaire lorsque ce dernier devient significatif au niveau de la plaque entretoise supérieure. **Ceci conduit l'IRSN à formuler la recommandation en annexe.**

Embouts de sécurité et liaisons bimétalliques

L'IRSN note que, dans les dossiers d'options de la cuve et des générateurs de vapeur, les embouts de sécurité ne font pas l'objet de qualification technique. Ils seront approvisionnés suivant une spécification technique de référence dont le domaine d'application est limité à des pièces de 10 tonnes, afin de limiter le risque d'hétérogénéité de leurs caractéristiques mécaniques. Au stade actuel, Framatome n'a pas encore défini le processus de fabrication des embouts de sécurité. Aussi, l'IRSN considère qu'une attention particulière devra être accordée aux dispositions de réalisation des embouts de sécurité pour limiter le risque d'hétérogénéité.

S'agissant des liaisons bimétalliques situées entre les gros composants non ruptibles tels que la cuve ou les générateurs de vapeur et leurs embouts de sécurité, l'IRSN souligne que celles-ci devraient faire l'objet d'exigences au moins équivalentes à celles qui sont retenues, à ce stade, pour les soudures homogènes des tuyauteries du circuit primaire principal en exclusion de rupture. Ceci permettra d'assurer la cohérence entre le référentiel associé aux gros composants non ruptibles et celui associé, à ce stade, aux tuyauteries primaires principales en exclusion de rupture.

Conclusion

Pour les futurs réacteurs EPR2, les dossiers d'options de la cuve et des générateurs de vapeur présentent les principales options de conception et de fabrication retenues pour ces équipements en tenant compte du retour d'expérience de fabrication et d'exploitation. L'IRSN estime que les options retenues à ce stade de la conception

pour ces deux équipements, complétées par la prise en compte de la recommandation en annexe, sont adaptées au regard des enjeux de sûreté.

IRSN
Le Directeur général
Par délégation
Thierry PAYEN
Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

ANNEXE A L'AVIS IRSN N° 2021-00002 DU 7 JANVIER 2021

Recommandation de l'IRSN

L'IRSN recommande que Framatome prévoie, pour les futurs réacteurs EPR2, des orifices de visite situés sur l'enveloppe des générateurs de vapeur pour réaliser le suivi du colmatage par examen télévisuel d'au moins une plaque entretoise parmi celles les plus proches de la plaque tubulaire.