

Fontenay-aux-Roses, le 26 juin 2020

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n° 2020-00098

Objet	Réacteurs électronucléaire 1300 MWe - EDF - Autorisation d'une modification des RGE - Chapitre IX - Fiche d'amendement (FA) au programme d'essais périodiques du circuit de refroidissement principal (RCP) - FA RCP 079
Réf(s)....	[1] Lettre ASN - CODEP-DCN-2020-027141 du 29 mai 2020. [2] Lettre ASN - CODEP-DCN-2011-052558 du 11 décembre 2011.
Nbre de page(s)	4

Conformément à la saisine de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) citée en référence [1], l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a examiné la demande d'Électricité de France (EDF) de modification du critère d'essai périodique du chapitre IX des règles générales d'exploitation (RGE) portant sur le débit primaire maximal admissible des réacteurs du palier 1300 MWe. Ces réacteurs sont exploités en gestion de combustible GEMMES à l'état deuxième (VD2) et troisième visite décennale (VD3).

Dans le cadre du traitement des demandes de l'ASN formulées à l'issue de la réunion du groupe permanent (GP) de 2011 relative au retour d'expérience (REX) du combustible [2], EDF et ses fournisseurs (Framatome et Westinghouse) ont fait évoluer la méthodologie de traitement des cœurs mixtes¹ et en particulier les valeurs des coefficients de perte de charge utilisées dans les études de sûreté pour les produits combustibles. EDF a constaté que les coefficients de perte de charge provenant des dossiers de conception Westinghouse (pour les assemblages de combustible RFA 900 et RFA 1300 respectivement chargés dans les réacteurs des paliers 900 MWe et 1300 MWe), et donc retenus dans les études du rapport de sûreté (RDS), étaient différents de ceux mesurés expérimentalement. À cet égard, EDF a déclaré une anomalie d'étude en 2015 et a procédé à la réévaluation de ces coefficients ainsi qu'à une mise à jour des documents de conception des produits Westinghouse.

La modification des coefficients de perte de charge de l'assemblage de combustible affecte plusieurs études de conception, notamment celle relative au maintien axial des assemblages de combustible chargés dans les réacteurs². Cette étude permet de définir le critère de débit

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

¹ Les cœurs chargés avec des assemblages combustibles de types différents constituent des cœurs mixtes.

² Afin de se prémunir contre le soulèvement de l'assemblage, la force développée par le système de maintien des assemblages doit être suffisante pour contrecarrer les efforts hydrauliques provoqués par l'écoulement du fluide dans le circuit primaire et dans le cœur. Les sur-débits locaux, notamment en cas de cœurs mixtes, augmentent ces efforts.

primaire maximal admissible qui est vérifié en exploitation au titre d'un essai périodique relatif au circuit de refroidissement principal (EP RCP) réalisé à chaque démarrage de réacteur après rechargement du combustible³.

Dans ce cadre, EDF et ses fournisseurs ont également proposé des évolutions de la méthode de justification relative à la conception mécanique du système de maintien axial des assemblages pour dégager des marges vis-à-vis du respect du critère de débit primaire maximal. À ce titre, ces évolutions de méthode ont conduit EDF à déclarer à l'ASN une modification des RGE relative à de nouveaux débits limites admissibles spécifiques pour chaque réacteur du palier 1300 MWe⁴.

Ainsi, l'ASN souhaite recueillir l'avis de l'IRSN sur l'acceptabilité au plan de la sûreté pour les réacteurs de 1300 MWe de :

- la résorption de l'anomalie d'étude relative aux pertes de charge des assemblages de combustible de conception Westinghouse ;
- la pertinence de la démarche permettant de définir *in fine* les critères de débit cuve maximal propre à chacun des réacteurs, qui s'appuie sur des évolutions de la méthode de justification relative à la conception mécanique du système de maintien axial des assemblages de combustible.

Anomalie d'étude relative aux pertes de charge des assemblages de combustible RFA 1300

Les pertes de charge de l'assemblage de combustible sont obtenues par des mesures expérimentales de pression différentielle aux bornes de ses composants (embouts inférieur et supérieur, grilles de maintien, grilles de mélange, faisceau de crayons et tubes-guides). Dans le cadre du traitement de l'anomalie, EDF et Westinghouse ont réévalué le coefficient de perte de charge due au frottement du fluide le long du faisceau (de crayons de combustible et de tubes-guides entre deux grilles) en cohérence avec les mesures expérimentales⁵. **Cette réévaluation des coefficients de perte de charge des assemblages RFA 1300 réalisée par Westinghouse, motivée notamment par la résorption de l'anomalie d'étude les affectant, n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

Méthodes de justification du maintien axial des assemblages de combustible

Le système de maintien axial des assemblages de combustible doit empêcher tout déplacement vibratoire entre l'embout inférieur des assemblages de combustible et la plaque inférieure de cœur, et éviter l'usure des pions de centrage de celle-ci. Le respect de cette condition dépend du bilan (ou marge minimale) entre :

- d'une part la force minimale exercée par les ressorts de maintien de l'assemblage de combustible (force dépendant de la distance entre les plaques inférieure et supérieure du cœur encore appelée hauteur cavité cœur) cumulée au poids minimal de l'assemblage de combustible ;
- et d'autre part la force hydraulique maximale (somme de la force hydrodynamique et de la poussée d'Archimède, dépendante du débit).

Dans le cadre du traitement de l'anomalie d'étude relative aux pertes de charge des assemblages de combustible Westinghouse, EDF a proposé des évolutions de la méthode de calcul du bilan de maintien axial des assemblages de

³ D'autres études (par exemple celle sur le temps de chute de grappe) sont prises en compte pour définir le critère sur le débit maximal admissible. La valeur la plus limitative est retenue pour définir la valeur du critère.

⁴ Le traitement de cette anomalie pour les réacteurs de 900 MWe est réalisé dans le cadre des VD4 900. De plus, à ce jour, aucun assemblage de conception Westinghouse n'est chargé dans les réacteurs du palier N4.

⁵ L'anomalie d'étude provient d'une erreur méthodologique puisque, dans les dossiers de conception, Westinghouse retenait une corrélation théorique à la place des mesures expérimentales.

combustible par rapport à celle utilisée actuellement par les deux fournisseurs. Ces évolutions diffèrent selon les fournisseurs (Framatome et Westinghouse) mais portent toutes les deux sur le traitement des incertitudes.

Évolution de la méthode du concepteur Framatome

Pour Framatome, l'évolution de méthode porte uniquement sur le calcul de l'effort minimal développé par les ressorts de maintien des assemblages qui prévoit un traitement statistique partiel (cumul quadratique)⁶ des incertitudes contrairement au traitement déterministe (cumul arithmétique) adopté dans la méthode actuelle : les postes d'incertitude concernent la longueur de l'assemblage de combustible, la hauteur cavité cœur, la caractéristique des ressorts et la dilation thermique due aux conditions de fonctionnement dans les réacteurs.

Évolution de la méthode du concepteur Westinghouse

Pour Westinghouse, l'évolution de méthode porte sur le traitement des incertitudes liées aux forces intervenant dans le calcul du bilan de maintien axial des assemblages qui prévoit un traitement statistique (cumul quadratique) des postes d'incertitude contrairement au traitement déterministe (cumul arithmétique) dans la méthode actuelle : les postes d'incertitude concernent donc les quatre forces intervenant dans le bilan du maintien axial.

Applicabilité des nouvelles méthodes

Au cours de l'expertise, EDF a apporté des éléments permettant de justifier l'applicabilité du cumul quadratique des postes d'incertitude aussi bien pour le calcul de l'effort minimal développé par les ressorts de maintien (méthode Framatome) que pour le calcul du bilan de maintien axial des assemblages (méthode Westinghouse). Si ces nouvelles démarches sont moins conservatives que la démarche actuelle, d'une part, elles conservent plusieurs conservatismes importants (leur permettant notamment de garantir un taux de couverture supérieur à 99 %) et, d'autre part, elles conduisent à des bilans de marges similaires sur un cas d'application commun. **En conclusion, l'IRSN estime acceptables les évolutions des méthodes de calcul du bilan de maintien axial des assemblages de combustible prévues par EDF et ses fournisseurs.**

Critères sur le débit cuve maximal

Le débit primaire maximal est une donnée d'entrée pour la vérification du maintien axial des assemblages de combustible dans le cœur du réacteur ainsi que de la tenue mécanique des équipements internes de la cuve. Il est également une donnée d'entrée de certaines études de transitoires accidentels et du calcul du temps de chute des grappes de commande du réacteur. Enfin, il a une influence sur la mesure du niveau d'eau dans la cuve et sur l'incertitude de mesure du débit cuve par bilan enthalpique.

Les évolutions de méthodes d'évaluation du bilan de maintien axial des assemblages ont donc un impact sur le débit limite admissible vis-à-vis de ce phénomène. À cet égard, EDF a notamment estimé ce débit limite de manière spécifique à chaque réacteur en valorisant ses caractéristiques propres (hauteur cavité cœur, présence de guides à ressort⁷ implantés pour six réacteurs et types de combustible chargés) en considérant :

- des situations de fonctionnement permettant de couvrir les états d'arrêt, le fonctionnement normal ainsi que la prolongation de cycle (la situation pénalisante correspond au fonctionnement à 100 % PN), ce qui assure l'exhaustivité des situations couvertes ;

⁶ Les incertitudes sur les paramètres relatifs au comportement de l'assemblage sous irradiation restent traitées de manière déterministe (cumul arithmétique des incertitudes).

⁷ Les guides à ressort sont positionnés au niveau des 58 positions instrumentées par le système RIC (qui mesure le flux neutronique dans le cœur du réacteur) et imposent une compression sous la plaque de l'embout inférieur de l'assemblage.

- d'une part toutes les conceptions Framatome et Westinghouse des assemblages (y compris celles actuellement en réserve de gestion), et d'autre part des configurations de cœur permettant de couvrir tous les plans de chargement possibles, ce qui est satisfaisant ;
- les assemblages limitatifs pour les bilans minimaux de maintien axial, ce qui est satisfaisant.

En conséquence, l'IRSN considère acceptables les nouvelles valeurs de débits limites admissibles vis-à-vis du maintien axial des assemblages évaluées par EDF.

Pour définir le critère sur le débit cuve maximal à respecter en exploitation, EDF considère la valeur minimale entre les débits limites admissibles vis-à-vis du maintien axial des assemblages de combustible et les débits limites admissibles issus des études de sûreté (maintien des internes de cuve, temps de chute de grappes, mesure de niveau cuve et incertitude sur la mesure du débit cuve par bilan enthalpique).

Suite à la réévaluation des débits limites admissibles pour le maintien axial, deux scénarios sont rencontrés :

- la valeur du critère est dorénavant définie par l'étude relative au temps de chute des grappes pour lequel le débit limite admissible est de 102 000 m³/h⁸. Dans ce cas, le maintien axial conduit à un débit limite admissible plus important ;
- la valeur du critère est définie par le maintien axial (débit limite admissible inférieur à 102 000 m³/h).

Ainsi, EDF définit un critère de débit cuve maximal qui diffère selon le réacteur et les types de combustibles chargés. Bien que cette approche complexifie la définition du critère de débit cuve maximal admissible (par rapport au critère unique de 100 500 m³/h actuellement en vigueur pour tous les réacteurs du palier 1300 MWe contenant les assemblages Westinghouse), elle n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.

En conclusion, l'IRSN estime acceptables les nouveaux critères de débit cuve maximal admissible définis par EDF pour chaque réacteur du palier 1300 MWe.

Conclusion

À l'issue de l'expertise, l'IRSN n'a pas de remarque sur la résorption de l'anomalie d'étude relative aux pertes de charge des assemblages de combustible RFA de conception Westinghouse chargés dans les réacteurs de 1300 MWe (RFA1300). Par ailleurs, l'IRSN estime acceptables les évolutions de méthodes de calcul du bilan de maintien axial présentées par EDF et ses fournisseurs. Ces évolutions de méthodes sont prises en compte de manière satisfaisante afin de définir de nouvelles valeurs de débit cuve maximal admissible pour les réacteurs du palier 1300 MWe.

En conséquence, l'IRSN estime acceptables, du point de vue de la sûreté, les nouveaux critères d'essais périodiques du chapitre IX des RGE relatifs au débit cuve maximal telle que déclarés par EDF dans la fiche d'amendement RCP 079 pour le palier 1300 MWe.

Pour le Directeur général et par délégation,
Olivier DUBOIS
Adjoint à la Directrice de l'expertise de sûreté

⁸ En effet, à partir de 102 000 m³/h, l'étude vis-à-vis du temps de chute de grappes devient plus limitative que les autres études de sûreté pour lesquelles le débit cuve maximal a une influence.