

**GROUPE PERMANENT D'EXPERTS
POUR LES EQUIPEMENTS SOUS PRESSION
NUCLEAIRES**

**Avis
relatif à la tenue en service des cuves des réacteurs de
1300 MWe pour la période décennale suivant leur
troisième visite décennale**

Réunion tenue à Montrouge le 24/09/2015

I

Conformément à la demande de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), par sa lettre CODEP-DEP-2015-030390 du 30 Juillet 2015, le Groupe permanent d'experts pour les équipements sous pression nucléaires s'est réuni le 24 septembre 2015 avec la participation de membres du groupe permanent pour les réacteurs pour examiner la démonstration apportée par EDF en vue de justifier la tenue en service des cuves des réacteurs de 1300 MWe après leur troisième visite décennale (VD3).

Au cours de cet examen, le Groupe permanent a examiné la suffisance de la démonstration et des actions menées par EDF pour justifier le maintien de l'intégrité de l'équipement dans toutes les catégories de situations :

- en mettant en œuvre des moyens permettant de détecter suffisamment tôt des défauts préjudiciables à l'intégrité de la structure ainsi que des dispositions de surveillance de l'irradiation et de conduite du réacteur ;
- en développant, le cas échéant, une justification spécifique du maintien en l'état d'un tel défaut ;
- en appliquant les coefficients prévus par l'arrêté du 10 novembre 1999 relatif à la surveillance de l'exploitation du circuit primaire principal et des circuits secondaires principaux des réacteurs nucléaires à eau sous pression.

Comme l'a rappelé le Groupe Permanent dans sa séance du 10 juin 2015, ce cadre impose la mise en œuvre d'une méthode de démonstration déterministe.

II

Le Groupe permanent a pris connaissance de l'analyse, par l'IRSN et la direction des équipements sous pression nucléaires de l'ASN, des dispositions prises par EDF afin de répondre aux demandes précédemment formulées par l'ASN et de justifier l'aptitude au service des cuves des réacteurs de 1300 MWe pendant la période décennale suivant leur VD3.

Le Groupe permanent a entendu les conclusions du rapporteur sur les données et méthodes utilisées par EDF pour la démonstration et notamment :

- l'état des cuves en service ;
- le vieillissement sous irradiation, notamment le programme de surveillance de l'irradiation, les méthodes de prévision des effets de l'irradiation et la justification de leur caractère conservatif ;
- l'identification et la hiérarchisation des transitoires conduisant à des situations pénalisantes pour la cuve et les calculs thermohydrauliques réalisés en vue de déterminer les chargements mécaniques ;
- l'analyse mécanique réalisée par EDF en vue de démontrer le non-amorçage, pour toutes les catégories de situations, de défauts avérés ou hypothétiques.

Le Groupe permanent note également qu'EDF s'est engagé à compléter sa démonstration sur des aspects de méthode et de validation du volet thermohydraulique, notamment sur l'identification et la description des transitoires les plus pénalisants pour la cuve de manière à s'assurer de l'exhaustivité et la pertinence des situations étudiées.

III

Le Groupe permanent note que la démarche de justification est établie en conformité avec les exigences réglementaires applicables et s'appuie sur la connaissance :

- des caractéristiques des cuves des réacteurs du parc français ;
- des transitoires conduisant à des situations pénalisantes pour la cuve ;
- du comportement des matériaux à l'état irradié ;
- des défauts présents dans les viroles de cuve et de leur absence d'évolution en service.

Etat des cuves des réacteurs de 1300 MWe en service

Le Groupe permanent souligne le travail d'investigation mené par EDF en vue de vérifier le respect des critères de construction des viroles des cuves du parc électronucléaire français, notamment suite à la découverte de défauts dus à l'hydrogène dans les cuves des réacteurs belges de Doel 3 et Tihange 2. Ces défauts sont différents des défauts sous revêtement objets des contrôles et calculs à la base de la démonstration de sûreté des cuves françaises.

Le Groupe permanent note que toutes les cuves ont fait l'objet d'un contrôle des 80 premiers millimètres de leur épaisseur. Le Groupe permanent formule néanmoins la recommandation n°1 afin de conforter l'absence de défaut dû à l'hydrogène.

Vieillesse sous irradiation

Le Groupe permanent note que, conformément aux demandes formulées par l'ASN suite à son avis du 12 juillet 2010, EDF a réévalué la formule de prévision de l'irradiation à partir des données tirées du programme de suivi de l'irradiation, en les complétant par des résultats d'irradiation à forte fluence en réacteurs expérimentaux.

Le Groupe permanent souligne également l'importance des données du programme de suivi de l'irradiation pour s'assurer du caractère conservatif de la formule de prévision des effets de l'irradiation. Il formule la recommandation n° 2.

Le Groupe permanent note que, conformément aux demandes formulées par l'ASN suite à son avis du 12 juillet 2010, EDF a engagé de nouvelles expertises pour justifier l'écart-type à retenir pour le métal de base.

Afin d'assurer que les cas particuliers rencontrés ne remettent pas en cause la démarche d'ensemble, il précise son avis du 12 juillet 2010 par la recommandation n°3.

Sollicitations thermohydrauliques

Le Groupe permanent note qu'EDF a réalisé de nombreux travaux afin de démontrer que les situations présentant les risques de choc froid et de surpression les plus importants sur la cuve ont bien été prises en compte. Le Groupe permanent souligne également les actions actuellement mises en place par l'exploitant pour compléter sa démarche de sélection de transitoires pénalisants.

Le Groupe permanent note toutefois que des compléments de démonstration demeurent nécessaires sur différents aspects et formule, au-delà des engagements d'EDF en la matière, la recommandation n°4.

Analyse mécanique

Le Groupe permanent note qu'EDF a adopté, dans son dossier de justification de la tenue en service des cuves, une méthode conforme aux dispositions de l'arrêté du 10 novembre 1999 et notamment son article 13 prescrivant l'utilisation de coefficients sur les chargements.

Le Groupe permanent rappelle que l'analyse mécanique doit utiliser des données d'entrée suffisamment enveloppes pour assurer le caractère conservatif de la méthode. Le Groupe permanent considère que l'existence des effets d'échelle correspond à une réalité physique, mais formule cependant, quant à leur prise en compte, la recommandation n°5.

IV

Le Groupe permanent considère qu'à partir des éléments actuellement disponibles l'amorçage du défaut avéré dans chacune des trois cuves concernées des réacteurs de 1300 MWe peut être exclu à l'horizon des VD4 en toutes catégories de situations.

Pour ce qui concerne le défaut hypothétique, il considère que la démonstration est également acquise sur le fond à l'horizon des VD4 vis-à-vis des transitoires étudiés, malgré la prise en compte de ses recommandations n°3 et 5, compte tenu de conservatismes identifiés dans les méthodes de calcul. Il note l'engagement d'EDF à compléter sa démonstration en prenant en compte ces éléments.

Recommandations

Recommandation n°1

Le Groupe permanent recommande, au titre de la défense en profondeur, qu'EDF réalise un contrôle par ultrasons en mode expertise sur la totalité de l'épaisseur d'un échantillon de viroles de cœur à l'occasion de l'inspection des cuves du palier 1300 MWe réalisée lors des troisièmes visites décennales, afin de confirmer l'absence de défaut dû à l'hydrogène.

Recommandation n°2

Le Groupe permanent recommande qu'EDF présente un programme d'exploitation des éprouvettes du programme de surveillance de l'irradiation des cuves du palier 1300 MWe afin de confirmer le conservatisme de la méthode d'estimation de la ténacité à 40 ans pour ces cuves.

Recommandation n°3

Le Groupe permanent recommande qu'EDF ne retire du calcul de l'écart-type de la formule de fragilisation par irradiation certains points de mesure expliqués, après examen, par un effet de prélèvement, qu'après avoir vérifié expérimentalement que la ténacité à l'état vieilli pour la cuve correspondante reste compatible avec la démarche d'ensemble de justification.

Recommandation n°4

Le Groupe permanent recommande que, pour conclure sur la recommandation n°2 de son avis du 12 juillet 2010 relative à l'exhaustivité des transitoires pénalisants, soient appliquées ses recommandations n°5 et 6 de son avis du 23 juin 2015, et que la dernière phrase de cette recommandation n°2 ne soit pas interprétée comme exonérant de la prise en compte des coefficients de quatrième catégorie pour les transitoires dont la fréquence est supérieure à 10^{-6} par année réacteur.

Recommandation n°5

Le Groupe permanent constate que la nouvelle méthode de correction de longueur proposée par EDF permet de respecter le caractère enveloppe de la courbe du code pour les données du programme de suivi de l'irradiation. Toutefois, les éléments fournis ne permettent pas d'affirmer la cohérence de la prise en compte de l'effet physique de correction de longueur quand on recherche de faibles probabilités d'amorçage de la rupture. En conséquence, il recommande qu'en l'état actuel des connaissances, les calculs de non-amorçage d'éventuels défauts dans les cuves soient réalisés sans correction de longueur.