

Fontenay-aux-Roses, le 18 janvier 2011

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis/IRSN N° 2011-20

Objet : Projet EPR - Flamanville 3 - Internes de cuve

Réf. Saisine : Dep-DCN-0557-2008 du 1<sup>er</sup> décembre 2008

Par lettre citée en référence, l'ASN sollicite l'avis et les observations de l'IRSN concernant la conception des internes de cuve du réacteur EPR, tant pour le fonctionnement normal que pour les conditions accidentelles. La conception des internes de cuve du réacteur EPR prend en compte le retour d'expérience des réacteurs français et des réacteurs allemands de type Konvoi.

*Pour ce qui concerne les dispositions constructives*, la cuve du réacteur EPR et ses internes bénéficient de deux évolutions majeures par rapport aux anciennes conceptions :

- la suppression des pénétrations de fond de cuve,
- l'installation d'un réflecteur lourd.

Pour l'IRSN, la suppression des pénétrations de fond de cuve qui se traduit par un fond de cuve sans singularités constitue une amélioration forte de la conception.

L'IRSN note que l'installation du réflecteur lourd permet de limiter la fluence reçue par la cuve et donc la préserve du phénomène de fragilisation sous irradiation. L'IRSN relève également que la conception du réflecteur lourd évite l'emploi de pièces en acier inoxydable boulonnées ou soudées sensibles à la corrosion sous contrainte assistée par l'irradiation.

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

*Pour ce qui concerne les évolutions de conception*, l'IRSN note qu'il y a assez peu d'évolution dans le choix des matériaux et que le retour d'expérience est bien intégré. Toutefois, en raison d'une durée de vie de 60 ans prise en compte à la conception pour le réacteur EPR, l'IRSN considère que des éléments de démonstration restent à apporter pour s'assurer que cet objectif de durée de vie peut être atteint.

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

L'IRSN note que la conception de l'EPR a pris en compte une diminution des surfaces de revêtements durs réalisés en alliage à base de cobalt qui s'inscrit dans une démarche de réduction du terme source. L'IRSN considère que seul le retour d'expérience pourra confirmer que la diminution des surfaces de revêtements durs des internes de cuve permet effectivement de réduire le terme source.

*Pour ce qui concerne les essais de validation engagés par EDF*, l'IRSN note qu'ils ont permis de valider la conception de certaines parties des internes. Toutefois, l'IRSN note que ces essais sont réalisés sur des maquettes, parfois à une échelle réduite, qui ne représentent qu'une partie des internes et que le remontage global est effectué par calcul. L'IRSN considère que ce remontage global devra être validé par des éléments obtenus directement sur les équipements de l'installation, par exemple lors des essais à chaud. Par ailleurs, l'IRSN remarque qu'EDF n'a pas engagé d'essais sur des maquettes représentatives de situations dégradées et qu'en conséquence la robustesse de la conception des internes de cuve, en particulier celles des éléments nouveaux comme le réflecteur lourd, n'a pas été testée. L'IRSN recommande qu'EDF développe ce point.

*Pour ce qui concerne le dimensionnement des internes en situation normale*. Le réflecteur lourd est sollicité par le chargement thermique généré par le flux neutronique et l'eau de refroidissement. La répartition des températures n'étant pas homogène ni symétrique dans le réflecteur, il s'ensuit des contraintes et des déformations dans les plaques constituant le réflecteur. Les calculs effectués montrent que les contraintes sont acceptables, que les déformations des plaques ne perturbent pas le refroidissement et que la température maximum est inférieure à la température favorisant le gonflement sous irradiation. L'IRSN recommande qu'EDF présente son programme de surveillance du réflecteur afin de s'assurer que les déformations des plaques ne perturbent pas son refroidissement et que les éléments de liaison du réflecteur assurent correctement leur fonction.

Concernant le dimensionnement de l'ensemble des composants en situation de 2ème catégorie, EDF devra présenter un dossier complet de dimensionnement incluant tous les chargements normaux, perturbés et d'essais avec les configurations correspondantes de cœur.

*Pour ce qui concerne le dimensionnement des internes en situation accidentelle*, les chargements relatifs aux ruptures des gros piquages connectés sur le Circuit Primaire Principal ont été pris en compte conformément au référentiel applicable. Les sollicitations dues à la rupture de la ligne d'expansion du pressuriseur et au séisme de dimensionnement ont été cumulés, il en ressort que le dimensionnement de l'ensemble des composants est acceptable vis-à-vis de ces chargements. Concernant particulièrement le réflecteur lourd, l'exploitant conclut à l'absence de dislocation du réflecteur (désengagement des connexions entre plaques) lors des chargements dynamiques (séisme et rupture de tuyauterie). Le dimensionnement détaillé des internes en situation accidentelle sera présenté dans le Dossier d'Analyse du Comportement. L'IRSN se positionnera de façon définitive avec l'étude de ce document.

L'IRSN précise que les sollicitations hydrauliques générant les chargements mécaniques sur les composants des internes n'ont pas fait l'objet d'une évaluation (modèle, code de calcul, méthodes, résultats...)

Sous réserve de la prise en compte des éléments précédents, l'IRSN considère que la conception des équipements interne de la cuve du réacteur EPR est acceptable.

Pour le directeur général  
et par délégation

Le Directeur Adjoint  
de l'Expertise de Sûreté  
P. QUENTIN

Annexe à l'avis IRSN/2011-20 du 18 janvier 2011

Recommandations

Recommandation n° 1

L'IRSN recommande qu'EDF détaille son plan de travail relatif aux essais à froid et à chaud spécifiques à la qualification de la conception des internes de l'EPR.

Recommandation n° 2

L'IRSN recommande qu'EDF approfondisse sa démonstration de la robustesse de la conception des internes dans des situations accidentelles, en particulier pour les composants nouveaux comme le réflecteur lourd.

Recommandation n° 3

L'IRSN recommande que tout matériel présentant un risque identifié de dégradation en exploitation fasse l'objet d'une surveillance, en particulier pour la tranche tête de série.

Recommandation n° 4

L'IRSN recommande qu'EDF décline son programme de surveillance du gonflement du réflecteur dû à l'irradiation neutronique avant la mise en service industriel et réalise un point zéro afin de démontrer la faisabilité d'un tel suivi en service.

Recommandation n° 5

L'IRSN recommande qu'EDF surveille régulièrement l'état du réflecteur afin de s'assurer que les plaques ne se déforment pas de façon inacceptable et que les composants de liaisons assurent correctement leurs fonctions.

Recommandation n° 6

L'IRSN recommande qu'EDF définisse un plan d'inspection et de surveillance des pions de positionnement des assemblages de combustible, des guides de grappe, des crayons de grappes (usure), des surfaces de revêtements durs (usure), des lances d'instrumentation pour les sondes de mesure de niveau cuve.

Recommandation n° 7

Les broches des tubes guide de grappe ont bénéficié d'une conception nouvelle (choix de matériau, chargement mécanique, maîtrise des contraintes résiduelles). En l'absence de retour d'expérience sur cette nouvelle conception, l'IRSN recommande qu'EDF définisse, dans son Programme de Base de Maintenance Préventive (PBMP), les contrôles à réaliser avant la première visite décennale complète.

Recommandation n° 8

S'agissant d'une nouvelle conception, l'IRSN recommande qu'EDF définisse un plan d'inspection et de surveillance relatif à l'usure des surfaces de revêtements durs.