



Contribution - Consultation de l'ASN - Oct-Nov 2024

Orientations de la phase générique du cinquième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe d'EDF (RP5-900)

Dans cette contribution, nous nous concentrerons principalement sur la cuve qui :

- d'une part, constitue un élément central pour la sécurité et la mise en œuvre de la défense en profondeur,
- d'autre part est un des équipements qui subit pleinement les effets du vieillissement liés aux chocs thermo-mécaniques et aux flux neutroniques et radiatifs intenses.

Le vieillissement thermique sous irradiation des matériaux dans les réacteurs nucléaires 900 MW pose un problème important pour la prolongation de leur durée de fonctionnement au-delà de 40 ans. L'analyse des travaux de recherche mondiaux les plus récents sur le vieillissement thermique des aciers sous irradiation (de l'échelle nanométrique jusqu'à l'échelle de la cuve) révèlent un vieillissement accéléré des aciers fortement irradiés au-delà d'une fluence de 6.10^{19} neutrons/cm². Ce vieillissement se traduit par des modifications importantes des structures atomiques et cristallines des aciers, accélérant rapidement leur fragilité au-delà de cette limite.

La principale conséquence de ce vieillissement accéléré est que l'élévation de la température de transition ductile-fragile augmente linéairement avec la fluence neutronique aux fortes irradiations et non avec sa racine carrée comme aux faibles et moyennes irradiations, avec un risque croissant plus élevé que prévu de rupture des cuves nucléaires 900 MW par choc froid sous pression conduisant à un accident majeur.

Pour ne pas allonger cette contribution et pour plus de détails, nous renvoyons vers une publication scientifique et technique récente de Thierry de LAROCHELAMBERT, Chercheur Associé à l'Institut FEMTO-ST, Département Energie, téléchargeable au lien suivant :

https://global-chance.org/IMG/pdf/surete_des_reacteurs_nucleaires_prolongation_de_service_apres_les_4emes_visites_decennales_tdl_gc_23_janvier_2024.pdf. Les conclusions de cet article sont par ailleurs confirmées dans un article de ce chercheur à paraître en fin d'année 2024, portant sur l'impact du cumul de toutes les incertitudes (composition des alliages, sections efficaces neutroniques, flux et fluences neutroniques, ténacités enveloppes, inhomogénéité des ségrégations, méthodes de calcul des ténacités et des facteurs d'intensité des contraintes des bords de fissures, dispersion des formes et position des fissures, séquences de chocs froids, effet panache froid de l'eau d'injection, coefficients d'échange thermique instantané et contraintes thermiques, etc.) dans le calcul des facteurs de marge (faibles et possiblement inférieurs à 1) pour les risques de rupture des cuves irradiées 900 MW les plus fragilisées en cas de chocs froids sous pression tenant compte du vieillissement accéléré des aciers de cuves nucléaires faiblement alliés aux fluences élevées qu'ils subiraient en cas de prolongation de service des réacteurs.

Sur cette question centrale, l'ASN corrobore cette inquiétude en écrivant page 14 au § 1.2.1 :
« Toutefois, dans l'état des hypothèses mobilisées dans ces calculs, les marges apparaissent actuellement faibles pour certaines cuves de réacteurs de 900 MWe. Vous avez annoncé une révision de la formule de fragilisation par irradiation (FFI) de l'acier de cuve, qui vise à mieux

*modéliser les résultats obtenus à forte fluence. J'ai noté votre volonté d'appliquer cette nouvelle formule dès les cinquièmes visites décennales et votre engagement à transmettre à l'ASN vos justifications au cours de l'année 2025. **L'ASN examinera ces éléments en vue de sa position sur la phase générique du cinquième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe.** »*

« J'attire également votre attention sur certains résultats récents du programme de suivi de l'irradiation (PSI), susceptibles d'interroger la validité de la formule de fragilisation par irradiation. Ce point fait actuellement l'objet d'une expertise de l'IRSN dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe. Sous réserve des conclusions de cette expertise, il sera très vraisemblablement nécessaire de tenir compte de ces résultats du programme de suivi de l'irradiation dans la révision de la formule de fragilisation par irradiation. »

Pourquoi tant de hâte ?

Le démantèlement du réacteur REP n°1 de la plus vieille centrale nucléaire construite en France à Fessenheim pourrait être l'occasion de lancer un grand projet européen de recherche expérimental sur le vieillissement thermique réel sous irradiation des aciers des réacteurs nucléaires industriels afin de vérifier les résultats des recherches mondiales et de tester les hypothèses de prolongation de durée de service des réacteurs nucléaires au-delà de 40 ans. Les analyses « destructives » qui pourraient être menées à Fessenheim devraient fournir un RETEX appréciable sur l'évolution de la résilience de l'acier des vieilles cuves.

Au vu de ces quelques données rappelées ci-dessus, la question de la prolongation de service des réacteurs 900 MW se pose de manière aiguë.

Et, vouloir y répondre aujourd'hui, dans l'état actuel des connaissances est probablement plus que prématuré.

Ainsi que d'envisager, d'ores et déjà, les 5^{ème} et 6^{ème} visites décennales (évoquées plusieurs fois dans le projet de décision) comme si aucune incertitude ou aucun obstacle n'allaient se faire jour ou seraient assurément surmontés : risques climatiques, vieillissement thermique ou corrosion sous contrainte sur divers autres équipements (coudes E, lignes auxiliaires ...)