

Fontenay-aux-Roses, le 15 décembre 2014

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN N° 2014-00447

- Objet :** Réacteurs électronucléaires EDF de 900 MWe - Stratégie de maintenance des thermocouples d'instrumentation du cœur (agrafes et conduits).
- Réf. :** 1. Saisine ASN CODEP-DCN-2013-034752 du 1^{er} juillet 2013 : « Réacteurs électronucléaires - EDF - Stratégie de maintenance des thermocouples (agrafes et conduits) - Palier CPY et CPO ».

Depuis 1992, des dégradations des agrafes de regroupement des conduits de thermocouples de l'Instrumentation interne du cœur (RIC) ont été constatées sur le palier 900 MWe. Lors des arrêts de réacteurs en 2012, ces dégradations ont été observées à plusieurs reprises, notamment sur les réacteurs du Blayais, de Dampierre et de Gravelines.

Compte tenu de ces dégradations, l'ASN a demandé à EDF de mettre à jour le bilan du retour d'expérience (REX) réalisé en 2004, accompagné de plusieurs demandes dont les réponses ont été transmises par EDF.

À la demande de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) en référence [1], l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a évalué les points suivants du dossier transmis par EDF :

1. *la stratégie de maintenance des conduits de thermocouples et leurs agrafes de maintien, compte tenu du retour d'expérience disponible (bilan des agrafes endommagées ou retirées) et de la cinétique apparente de dégradation qui peut en être déduite ;*
2. *l'analyse de l'impact de la perte de plusieurs thermocouples vis-à-vis de la mesure du déséquilibre azimuthal de puissance et de la fonction assurée par l'ébulliomètre ;*
3. *le non remplacement des agrafes retirées.*

La perte d'un à trois thermocouples de mesure de température en sortie du cœur sur la cinquantaine de capteurs présents ne remet pas directement en cause la démonstration de sûreté. L'IRSN considère que la perte de plus de trois thermocouples au cours d'un cycle de fonctionnement à la suite de dégradations sur des agrafes et des conduits est très improbable.

Par contre, l'indisponibilité d'un seul thermocouple de mesure de la température sous le couvercle de la cuve entraînera la perte de la redondance des mesures de la température sous le couvercle, de

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 B 440 546 018

niveau cuve et de la marge à la saturation sous le couvercle. Par application des événements des Spécifications techniques d'exploitation (STE), le maintien du réacteur en production ne pourra pas être toléré au-delà de 7 jours. L'exploitant devra alors amorcer le repli du réacteur en arrêt à froid.

En conséquence, le risque principal pour la sûreté occasionné par la dégradation d'une agrafe ou d'un conduit de thermocouple est la création de corps migrants dans le circuit primaire du réacteur. L'une des conséquences potentielles de cet événement est le blocage d'une grappe ou le dysfonctionnement d'un mécanisme de commande de grappe. La probabilité d'occurrence de ce risque est difficilement appréciable car les débris libérés par la rupture d'une agrafe ou d'un conduit peuvent être de taille plus ou moins réduite.

Dans sa stratégie de maintenance, EDF a fait le choix de ne pas remplacer les agrafes endommagées compte tenu d'une part, du coût dosimétrique important qui serait associé à une telle intervention, d'autre part, que le fonctionnement sans agrafe des conduits des colonnes de thermocouples n'induit pas un risque de dégradation mécanique accru. L'IRSN estime que les études apportées par EDF pour justifier cette décision sont satisfaisantes.

L'Examen télévisuel (ETV) des agrafes est actuellement le seul contrôle périodique ou événementiel mis en œuvre par EDF pouvant permettre la détection d'une dégradation d'une agrafe ou d'un conduit avant rupture. Or la périodicité des contrôles systématiques par ETV des agrafes et des conduits de thermocouple proposée par EDF (périodicité décennale) n'est pas en adéquation avec la cinétique du phénomène de rupture, à savoir la propagation d'une fissuration amorcée par corrosion sous contraintes (CSC) des agrafes. En effet, la rupture d'une agrafe aura lieu, de façon probable, après un à deux cycles de production du réacteur à la suite de l'amorçage d'une fissure. Un contrôle périodique par ETV tous les 10 ans, certes utile pour établir un bilan de l'état des matériels, est inadapté à la prévention et à la limitation de ce phénomène de rupture. De même, l'IRSN estime que la distinction faite par EDF dans le traitement d'une agrafe rompue, à retirer au plus tard au prochain arrêt, et d'une agrafe fissurée, à retirer au plus tard après quatre cycles courts ou trois longs, n'est pas adaptée à la cinétique du mécanisme de rupture.

En conséquence, l'IRSN considère que les dispositions pouvant être mises en œuvre par EDF pour limiter le risque de création d'un corps migrant sont le retrait immédiat de toute agrafe dégradée et le retrait préventif des agrafes situées dans des zones jugées sensibles à l'amorce de fissuration au regard du retour d'expérience.

Ce point fait l'objet des recommandations n° 1 à n° 3 en annexe.

Le déséquilibre azimutal de puissance neutronique entre les différents quadrants du cœur (tilt) est suivi périodiquement en exploitation à l'aide des chambres à fissions mobiles et en continu via le signal de déséquilibre azimutal neutronique (DPAZN) mesuré par les chaînes neutroniques de niveau puissance (CNP). Dans les Spécifications techniques d'exploitation (STE), l'utilisation des thermocouples positionnés en sortie du cœur est prescrite pour mesurer un Déséquilibre azimutal de puissance (DAP) en cas d'indisponibilité fortuite ou programmée d'une CNP ou pour statuer sur l'origine de l'apparition d'une alarme DPAZN. La fonction de reconstruction du DAP à partir des thermocouples RIC est donc nécessaire dans certaines configurations dégradées d'exploitation.

L'IRSN considère que la notion de « confirmation » du tilt, réalisée à l'aide des thermocouples RIC, est à définir dans les STE des réacteurs de 900 MWe. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 4 en annexe.**

Au cours de l'instruction, EDF a proposé d'intégrer dans le STE une définition du domaine de disponibilité de la fonction de reconstruction du DAP. L'IRSN estime que cette définition pourrait être clarifiée. **Ce point fait l'objet de l'observation en annexe.**

Le domaine de disponibilité du système de mesure du flux neutronique à l'aide des chambres à fissions mobiles n'est pas défini dans les STE. Sur ce point, EDF a proposé d'intégrer une définition de ce domaine de disponibilité dans les STE. En revanche, l'IRSN note qu'EDF n'envisage pas de transmettre les éléments justificatifs de ce domaine de disponibilité. L'IRSN souligne que l'ensemble des définitions, prescriptions et conduites à tenir qui figurent dans les STE doivent être justifiées. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 5.**

En outre, à l'occasion de l'instruction, l'IRSN a identifié qu'EDF n'avait pas présenté d'analyse d'impact de la modification des transitoires de sûreté réalisée lors de la redéfinition du domaine complémentaire de la troisième visite décennale (VD3) du palier 900 MWe sur les incertitudes de l'ébulliomètre¹ et donc sur les seuils de surveillance utilisés en conduite post-accidentelle. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 6 en annexe.**

Pour le Directeur général, par ordre,

Franck BIGOT

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

¹ Outils de calcul qui élabore l'état thermohydraulique du réacteur à partir, entre autres, des informations délivrées par les thermocouples RIC.

Recommandations

Stratégie de maintenance

Recommandation n° 1 :

L'IRSN recommande qu'EDF réalise un ETV « point zéro » à 100 % de toutes les agrafes et des conduits de thermocouples regroupés par celles-ci, sans attendre les prochaines visites décennales des réacteurs de 900 MWe, et modifie sa stratégie de maintenance pour que toute agrafe découverte rompue ou fissurée soit retirée avant le redémarrage du réacteur.

Recommandation n° 2 :

Pour la planification des ETV « point zéro », l'IRSN recommande qu'EDF établisse un programme dont la priorisation devrait être établie sur la base d'une relecture des ETV existantes et d'un bilan exhaustif et actualisé des résultats des différents contrôles effectués sur les agrafes et les conduits de thermocouples RIC du palier 900 MWe.

Recommandation n° 3 :

L'examen du retour d'expérience de dégradation des agrafes et des conduits du RIC semble montrer des zones plus sensibles à la corrosion. L'IRSN recommande qu'EDF propose un retrait préventif et ciblé d'un certain nombre d'agrafes dans ces zones sensibles. Les agrafes équipant les conduits des deux thermocouples de mesure de la température sous couvercle pourraient également faire l'objet d'un tel retrait préventif.

Perte de plusieurs thermocouples vis-à-vis de la mesure du déséquilibre azimutal de puissance

Recommandation n° 4 :

L'IRSN recommande qu'EDF définisse dans les STE des réacteurs de 900 MWe la notion de « confirmation » du tilt à l'aide des thermocouples, mentionnée dans la conduite à tenir des événements relatifs à l'indisponibilité de chaînes neutroniques de puissance ou à un DPAZN élevé.

Disponibilité du système de mesure « incore » du flux neutronique

Recommandation n° 5 :

L'IRSN recommande qu'EDF apporte les éléments techniques permettant de justifier le domaine de disponibilité du système de mesure « incore » du flux neutronique du système RIC qu'il propose d'introduire dans les STE du palier 900 MWe.

Prise en compte des incertitudes de l'ébulliomètre dans les seuils associés à la conduite accidentelle

Recommandation n° 6 :

L'IRSN recommande qu'EDF justifie l'incidence des incertitudes de l'ébulliomètre, y compris celles intrinsèques à la physique de l'accident lui-même, sur les seuils de surveillance de la conduite post-accidentelle, pour les procédures de conduite incidentelle-accidentelle postérieures à l'intégration du nouveau domaine complémentaire.

Observation

Perte de plusieurs thermocouples vis-à-vis de la mesure du déséquilibre azimutal de puissance

L'IRSN considère qu'EDF devrait préciser la définition de la disponibilité du DAP qu'il propose d'introduire dans les STE en mentionnant que la puissance d'un quadrant du cœur est déterminée en cumulant les écarts entre la moyenne de l'élévation d'enthalpie de 4 thermocouples de ce quadrant à celles des trois autres quadrants, chacune déterminée également à partir de 4 thermocouples.