

Fontenay-aux-Roses, le 12 mai 2017

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN/2017-00160

Objet : REP - EDF - Analyse du retour d'expérience des événements significatifs - Dysfonctionnement à l'ouverture des vannes d'admission de vapeur à la turbopompe du système ASG des réacteurs du palier 900 MWe (CPY et Bugey).

Réf. [1] Saisine ASN - CODEP-DCN-2012-040076 du 11 mars 2013 : « Réacteurs électronucléaires - EDF - Analyse du retour d'expérience des événements significatifs (REX événementiel) ».
[2] Courrier ASN - CODEP-LIL-2015-046147 du 26 novembre 2015 : « Divergence du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Gravelines ».

En réponse à la saisine citée en référence [1], l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a examiné les récentes déclarations d'événements significatifs pour la sûreté, l'environnement ou la radioprotection transmises par EDF. Dans ce cadre, l'IRSN a retenu un événement significatif pour la sûreté (ESS) potentiellement générique qui mérite la mise en œuvre d'actions ou la transmission d'informations complémentaires de la part d'EDF.

Événement significatif pour la sûreté du réacteur n° 2 de Saint-Laurent

Le 27 octobre 2016, lors de la visite partielle du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Saint-Laurent, en raison de traces d'érosion découvertes sur la partie basse d'un robinet ASG¹ d'admission de vapeur à la turbo pompe ASG, les parties internes de ce robinet ont été remplacées. Le 25 novembre 2016, lors des essais périodiques (EP) de la voie A du système RPR², ce robinet s'est ouvert 1 heure 38 minutes après l'émission de l'ordre d'ouverture, alors que son ouverture est prévue en moins de 20 secondes. Après expertise, EDF a conclu que le temps trop long d'ouverture était dû à des efforts de frottements trop importants provenant de jeux trop

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 ASG : alimentation de secours, en eau, des générateurs de vapeur.

² RPR : système de protection du réacteur.

faibles entre les opercules et les sièges, et d'un accommodement³ des joints. EDF a alors estimé que le robinet était disponible. Toutefois, le 10 décembre 2016, lors d'un nouvel essai périodiques de la voie A du système RPR, ce robinet ASG ne s'est ouvert que deux heures après émission de l'ordre. L'expertise de la vanne a montré l'absence de désordre. Dans l'objectif de réduire les efforts de frottement en début d'ouverture, selon une préconisation des services centraux d'EDF et du constructeur, une réduction de la course du robinet et 12 manœuvres de la vanne ont été réalisées pour améliorer l'appairage entre les opercules et les sièges neufs. Pour EDF, ces mesures ont permis de requalifier ce robinet. Cependant, considérant que la disponibilité de la turbopompe ASG n'avait pas été garantie entre le 27 octobre 2016 et le 10 décembre 2016, l'exploitant de Saint-Laurent a déclaré un ESS⁴ le 23 décembre 2016.

Les enjeux de sûreté

En cas d'indisponibilité de la fonction d'alimentation normale des GV, notamment lors d'une situation H3⁵, d'un accident de perte d'eau alimentaire ou d'une rupture de tuyauterie vapeur, le système ASG a pour rôle d'assurer l'alimentation en eau des GV, permettant ainsi l'extraction de la puissance résiduelle du circuit primaire. Il est alimenté par un réservoir qui doit contenir en permanence une quantité d'eau suffisante pour refroidir le circuit primaire par les générateurs de vapeur. Il est également utilisé lors des périodes de démarrage et d'arrêt du réacteur.

La turbopompe ASG (des paliers CP0 et CPY) assure à elle seule un débit minimal d'injection d'eau dans les GV permettant de garantir l'évacuation de la puissance résiduelle, pendant le refroidissement du circuit primaire jusqu'à l'état de repli et pendant le maintien de l'état de repli jusqu'à la restauration des sources électriques. La turbopompe doit être capable de démarrer et d'établir le débit d'alimentation des GV au plus tard une minute après l'apparition du signal du système RPR. Elle est alimentée en vapeur par deux voies (A et B). Dans le cadre de l'événement survenu sur le réacteur n° 2 de Saint-Laurent, relatif au dysfonctionnement d'un robinet d'admission de vapeur de la turbopompe ASG, le refroidissement des GV n'aurait pas été assuré par la voie A du système ASG mais par la voie B qui est restée disponible (test RPR de la voie B réalisé avec succès le 17 décembre 2016).

Vannes pneumatique de sectionnement de la turbopompe ASG (Paliers CP0 et CPY)

Les deux vannes d'admission de vapeur à la turbopompe ASG sont chacune constituées d'un robinet à sièges parallèles actionné par un vérin pneumatique alimenté par le système d'alimentation d'air SAR⁶. Ces vannes s'ouvrent par manque d'air. Des rondelles ressorts imposent un effort permettant d'extraire l'obturateur de la vanne après l'évacuation de l'air présent dans l'actionneur pneumatique. Deux fins de course permettent de connaître la position de la vanne depuis la salle de commande.

³ Accommodement : Certaines pièces en élastomères placées en contact de substrats rigides présentent, au bout d'un certain temps, des phénomènes de gommage ou d'accommodement (liaisons) qui modifient les performances des systèmes (problème de glissement des joints, collage de soupapes).

⁴ Le démarrage de la turbopompe ASG correspond à un critère de groupe A du chapitre IX des règles générales d'exploitation et dans le cas de son indisponibilité, un repli du réacteur est requis aux conditions d'arrêt normal sur les générateurs de vapeur (AN/GV) sous 24 heures.

⁵ H3 : perte totale des alimentations électriques secourues.

⁶ SAR : distribution d'air comprimé de régulation.

Événements similaires survenus sur le parc depuis 2007

Depuis une décennie, EDF a déclarés six événements relatifs à des refus d'ouverture d'une ou de deux vannes d'admission de la turbopompe ASG jusqu'à fin 2016 :

- le 29 avril 2007, sur le réacteur n° 3 de la centrale du Blayais ;
- le 6 novembre 2011, sur le réacteur n° 3 de la centrale du Tricastin ;
- le 20 mars 2015, sur le réacteur n° 4 de la centrale du Tricastin ;
- le 26 septembre 2015, sur le réacteur n° 1 de la centrale de Cruas ;
- le 7 novembre 2015, sur le réacteur n° 2 de la centrale de Gravelines, les deux vannes (voies A et B) ne manœuvrent pas ;
- le 10 décembre 2016, sur le réacteur n° 2 de la centrale de de Saint-Laurent.

Les investigations menées et les actions engagées par EDF à la suite de ces événements

À l'issue de l'ESS de la centrale nucléaire de Gravelines le 7 novembre 2015, EDF a mené des investigations relatives à la conception, la qualification de la vanne et de son actionneur pneumatique, ainsi qu'au respect de l'application des gammes de maintenance.

De cette analyse, EDF conclut actuellement que le dysfonctionnement à l'ouverture des vannes d'admission de vapeur ne peut intervenir qu'immédiatement après le remplacement du corps de vanne et de ses internes, qui est une opération de maintenance exceptionnelle. EDF préconise à présent la réalisation de manœuvres successives après un remplacement. Elles ont pour objectif d'améliorer l'appairage entre les opercules et les sièges neufs pour remédier aux frottements internes initiaux qui peuvent s'avérer trop élevés, et empêcher la manœuvre de l'organe.

L'IRSN considère cependant que ces dysfonctionnements mettent en évidence des marges de fonctionnement relativement réduites, relevant de la conception d'origine de l'actionneur pneumatique. EDF identifie que l'effort d'ouverture de l'actionneur peut être amélioré par l'augmentation de la raideur des rondelles faisant ressort. Une modification de l'actionneur est à l'étude par le fabricant à cet effet, mais EDF n'est pas en mesure de communiquer un planning de déploiement de cette amélioration.

Par ailleurs, dès la campagne d'arrêt de 2017, EDF mettra en œuvre, en concertation avec le fabricant du matériel, une nouvelle gamme de maintenance visant à réduire les frottements.

L'événement significatif pour la sûreté du réacteur n° 6 de Gravelines

Très récemment, un autre refus de manœuvre s'est produit le 19 avril 2017. Il est apparu sur une vanne ASG du réacteur n° 6 de la centrale nucléaire de Gravelines, lors de la réalisation de l'EP RPR de la voie A, dans le cadre des essais de redémarrage après l'arrêt pour rechargement du réacteur. Aucune intervention n'avait pourtant été réalisée sur cette vanne lors de l'arrêt.

Une requalification intrinsèque⁷ satisfaisante de la vanne a été réalisée après le remplacement des filtres de l'actionneur, le nettoyage et la lubrification de sa tige. Cependant, un second refus de manœuvre de cette vanne a eu lieu lors d'une tentative de requalification fonctionnelle⁸. Les investigations complémentaires menées par l'exploitant ont, mis en évidence un avachissement des rondelles ressort de l'actionneur qui avaient pourtant été remplacées en 2014. Cette cote d'empilage des rondelles non conforme (inférieure aux critères prescrits par le fabricant) conduit à une réduction de l'effort d'ouverture. L'exploitant a aussi identifié la présence d'une garniture en graphite alors que le fabricant recommande, depuis 2008, l'utilisation d'une garniture en polytétrafluoroéthylène afin de limiter les efforts de frottement sur la tige. EDF poursuit actuellement ses investigations sur les phénomènes ayant conduit à la perte subite de manœuvrabilité de cette vanne ASG du réacteur n° 6 de la centrale nucléaire de Gravelines.

Le cas de Gravelines survenu en avril 2017 n'est pas consécutif à une maintenance lourde de l'organe (de type remplacement du corps de vanne et de ses internes). Ainsi, l'IRSN considère qu'EDF doit effectivement poursuivre son analyse, notamment sur la base des derniers dysfonctionnements des vannes d'admission de vapeur à la turbopompe du système ASG survenus sur les réacteurs du palier 900 MWe, afin de parfaire sa compréhension des phénomènes en jeux ainsi que leur cinétique d'évolution. Des facteurs prépondérants d'influence sur la manœuvrabilité de ces vannes ont en effet déjà été mis en évidence par EDF, à savoir notamment le réglage de la course de la vanne et de son système de guidage, la nature et le montage de sa garniture.

Dans l'attente du déploiement d'une modification matérielle, visant à augmenter la marge d'opérabilité⁹ de ces vannes, et compte tenu des incertitudes sur l'état réel de ces matériels, l'IRSN considère qu'EDF doit, dès à présent, établir un diagnostic préliminaire qualitatif pour chaque vanne. Ce bilan matériel devra notamment prendre en compte l'historique de maintenance de chaque vanne, son temps de manœuvre, ainsi que la conformité des facteurs d'influence identifiés. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 1 en annexe n° 1.**

Pour les organes présentant un bilan qualitatif défavorable des facteurs d'influences identifiés, pouvant conduire à estimer la marge d'opérabilité comme réduite, EDF devra réaliser des opérations complémentaires de diagnostic au plus tôt, en regard des enjeux de sûreté. Ce diagnostic quantitatif devra notamment permettre d'établir un point zéro de la marge d'opérabilité réelle actuellement disponible sur ces vannes et être réalisé à l'aide d'une instrumentation appropriée dans des conditions représentatives de fonctionnement. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 2 en annexe n° 1.**

L'IRSN considère que la recrudescence des dysfonctionnements de ces vannes interroge sur la maintenance actuellement réalisée. Dans l'attente du déploiement d'une éventuelle modification, l'IRSN considère qu'EDF devrait également examiner les évolutions éventuelles des activités de maintenance (contenu, périodicité, ...) en regard des dysfonctionnements rencontrés. **Ce point fait l'objet de l'observation n° 1 en annexe n° 2.**

⁷ Requalification intrinsèque : la requalification intrinsèque permet de vérifier que les performances propres du matériel n'ont pas été altérées, notamment lors des opérations de maintenance.

⁸ Requalification fonctionnelle : la requalification fonctionnelle permet de vérifier le bon fonctionnement du matériel dans sa configuration courante d'exploitation.

⁹ Marge d'opérabilité : rapport entre l'effort produit par les rondelles ressort de l'actionneur pneumatique et les efforts de frottement s'opposant à l'ouverture de la vanne.

Enfin, une vanne de même technologie est installée sur le système LLS¹⁰ et pourrait présenter le même type de dysfonctionnement. L'IRSN considère qu'EDF devrait élargir son analyse aux vannes du même type, en fonction des enjeux de sûreté, pour l'ensemble du parc électronucléaire. **Ce point fait l'objet de l'observation n° 2 en annexe n° 2.**

Fréquence d'ouverture des vannes d'admission de vapeur du réacteur n° 2 de la centrale de Gravelines depuis l'autorisation de divergence du 26 novembre 2015

À l'issue de l'ESS du 7 novembre 2015, sur le réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Gravelines, l'ASN avait demandé à l'exploitant de renforcer la périodicité des essais d'ouverture des vannes d'admission de vapeur à la turbopompe du système ASG en les réalisant deux fois par mois [2]. EDF a ainsi accumulé du retour d'expérience qui montre leur bon fonctionnement et une décroissance dans le temps de la durée d'ouverture des vannes d'admission vapeur. Ces essais ont également permis d'améliorer l'identification et la compréhension des facteurs d'influence sur l'opérabilité de ces organes.

À ce stade, l'IRSN considère que ces éléments permettent de revenir à la périodicité normale (requis par les règles générales d'exploitation) pour ce qui concerne les essais d'ouverture des vannes d'admission de vapeur à la turbopompe du système ASG du réacteur n° 2 de Gravelines.

Pour le Directeur général et par délégation,

Franck BIGOT

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

¹⁰ LLS : Groupe turbo alternateur de production de 380V d'ultime secours.

Annexe n° 1 à l'avis IRSN/2017-00160 du 12 mai 2017

Recommandations

Recommandation n° 1 :

L'IRSN recommande qu'EDF établisse au plus tôt un bilan matériel qualitatif des vannes d'admission de vapeur des turbopompes ASG des réacteurs du Bugey et du palier CPY, faisant notamment apparaître :

- l'historique de la maintenance réalisée sur chaque vanne sur les dix dernières années (relative à la partie basse et l'actionneur) en regard des préconisations applicables ;
- l'état des facteurs d'influence sur la manœuvrabilité de chaque vanne (notamment le réglage de la course, les caractéristiques des rondelles ressorts de l'actionneur, la nature de la garniture et sa conformité de montage ainsi que celle des systèmes de guidage de la vanne) ;
- une analyse des temps de manœuvre de ces vannes (en prenant en compte les conditions thermohydrauliques du circuit).

Recommandation n° 2 :

Pour les vannes présentant un bilan qualitatif défavorable des facteurs d'influence pouvant conduire à estimer leur marge d'opérabilité comme réduite, l'IRSN recommande qu'EDF réalise, au plus tôt, une vérification de la marge d'opérabilité actuellement disponible sur ces vannes à l'aide d'une instrumentation appropriée et dans des conditions représentatives de leur fonctionnement.

Annexe n° 2 à l'avis IRSN/2017-00160 du 12 mai 2017

Observations

Observation n° 1 :

EDF devrait examiner les éventuelles évolutions des activités de maintenance (contenu, périodicité, ...) à réaliser en regard des dysfonctionnements rencontrés sur les vannes d'admission vapeur des turbopompes ASG.

Observation n° 2 :

Pour l'ensemble des réacteurs électronucléaires, EDF devrait examiner si d'autres vannes pneumatiques sont susceptibles d'être affectées par les mêmes phénomènes ayant conduit au blocage des vannes ASG.