

Fontenay-aux-Roses, le 13 février 2019

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN/2019-00025

Objet : EDF - REP - REX - Tous paliers - Écart de conformité en émergence affectant les servomoteurs électriques du circuit de refroidissement intermédiaire

Réf. [1] Saisine ASN - CODEP-DCN-2012-040076 du 11 mars 2013.
[2] Rapport DSR n° 383 du 5 janvier 2011.

Conformément à la saisine de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) en référence [1], l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a examiné l'impact sur la sûreté des refus de fermeture de quatre robinets du circuit de refroidissement intermédiaire (RRI) des réacteurs n° 3 et 4 de la centrale nucléaire du Blayais, survenus en 2016 et 2017. Ces refus de fermeture ont fait l'objet d'une déclaration d'écart de conformité à caractère générique. En raison de l'existence d'autres refus de manœuvre de robinets de même type sur d'autres centrales nucléaires, l'IRSN a réalisé une analyse approfondie.

Enjeux de sûreté

Le circuit RRI a notamment pour fonction d'assurer la réfrigération des équipements des circuits auxiliaires, y compris les circuits de sauvegarde, des réacteurs nucléaires. Les robinets motorisés électriques (RME) du RRI sont en position ouverte lorsque le réacteur est en production. En situation accidentelle, ces robinets doivent se fermer suite à un ordre d'isolement de l'enceinte, afin de limiter les risques de rejets radioactifs. Un refus de fermeture d'un de ces robinets mettrait en cause le confinement de l'enceinte. Le délai nécessaire pour réaliser manuellement la fermeture du robinet en local (à l'extérieur de l'enceinte), pourrait aussi conduire à des rejets. En dehors du circuit RRI, un grand nombre de robinets importants pour la sûreté (IPS), utilisés pour des fonctions redondantes ou de sauvegarde, sont équipés de servomoteurs électriques (SME) de technologie similaire. L'IRSN ne peut exclure le caractère potentiellement générique de ces refus de manœuvre pour ce type de robinets, ce qui pourrait alors affecter ou compromettre la gestion d'autres situations normales voire accidentelles, pour d'autres circuits.

Retour d'expérience

EDF a identifié 24 refus de manœuvre sur le parc entre 2009 et 2017, soit une probabilité d'occurrence de $5,2 \cdot 10^{-4}$. Depuis 2015, des événements relatifs à des refus de manœuvre 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 8 440 546 018

robinets EIPS¹ ont été identifiés sur les réacteurs de tous les paliers ; ils concernent des RME équipés de servomoteurs électriques de type DR. Huit cas de refus de manœuvre de servomoteurs ont été constatés notamment dans le cadre d'essais de requalification après intervention de maintenance sur les robinets ou lors d'essais périodiques, compromettant ainsi le respect du critère de type A² des règles générales d'exploitation associé à cet essai. En 2018, six nouveaux refus de manœuvre de servomoteurs ont été constatés à la centrale du Blayais lors d'essais de requalification. L'exploitant a attribué ces refus de manœuvre à un débrayage défaillant de la commande manuelle.

Origines et traitement de ces refus de manœuvre

EDF a identifié trois causes principales de ces refus de manœuvre pour ce type de robinets, détaillées ci-après :

- un débrayage défaillant de la commande manuelle³ ;
- un réglage inapproprié des cames du limiteur de couple⁴;
- un réglage des couples du limiteur inférieur aux couples requis.

Le débrayage défaillant de la commande manuelle peut provenir :

- d'une présence inappropriée de graisse en partie supérieure de la commande manuelle, ou d'un graissage surabondant entre le baladeur et le volant de commande manuelle. Cela produit un effet « ventouse » ou collage du baladeur, qui perturbe le débrayage automatique de la commande manuelle ;
- d'une usure ou d'un avachissement (désalignement) du ressort du baladeur⁵ de rappel de la commande manuelle.

EDF a mis en œuvre un test, expérimenté sur la centrale du Blayais, permettant de vérifier que le ressort de rappel permet toujours de garantir le débrayage de la commande manuelle sur un ordre électrique du servomoteur. Lors de ce test, EDF ajoute à cet effet une masse de quatre kilogrammes sur le volant de la commande manuelle à axe vertical. Ce test permet, sans nécessiter l'ouverture du servomoteur, de détecter une usure ou un avachissement du ressort de rappel ainsi qu'un effet « ventouse » éventuel par un surplus de graisse au niveau du baladeur.

EDF a également défini une démarche dite « non-invasive » afin de garantir la disponibilité à la manœuvre électrique de ces robinets motorisés ; elle consiste en la mise en place d'une entretoise appelée « EITRE » (entretoise interdisant la translation du volant des robinets motorisés électriques) qui s'insère entre la commande manuelle et le carter du réducteur. Ce dispositif verrouille le déplacement de la commande manuelle et permet de garantir la disponibilité de ces servomoteurs lors d'une sollicitation électrique. À cet égard, l'IRSN estime qu'EDF devrait tracer la mise en place des entretoises « EITRE », par exemple en les considérant en tant que dispositions et moyens particuliers. **Ce point fait l'objet de l'observation n° 1 en annexe 2.**

L'IRSN considère que les deux méthodes prévues par EDF afin de garantir la disponibilité des servomoteurs sont satisfaisantes. Elles ne sont toutefois pas encore intégrées dans le référentiel d'EDF, et ne sont donc actuellement

¹ EIPS : au sens de l'arrêté du 7 février 2012 modifié fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base (INB), un EIP est un élément important pour la protection des intérêts mentionnés à l'article L.593-1 du code de l'environnement. Cet élément contribue à la prévention des risques et des inconvénients pour la sécurité, la santé et la salubrité publiques ou la protection de la nature et de l'environnement. Pour EDF, les EIPS sont les EIP relatifs à la sûreté.

² Sont classés en groupe A les critères d'essais dont le non-respect compromet un ou plusieurs objectifs de sûreté.

³ Les servomoteurs électriques comprennent une commande manuelle de secours.

⁴ Un limiteur de couple sert à protéger un système en cas de surcouple (effort trop important). Le limiteur sert de fusible au système. Les limiteurs de couple à cames arrêtent la transmission de puissance lorsque le couple transmis dépasse la valeur de tarage et se réenclenchent automatiquement une fois la cause de la surcharge éliminée.

⁵ Le baladeur du servomoteur est une pièce mobile à crabots (accouplement de deux pièces mécaniques par saillies et rainures). En fonction de sa position, le baladeur permet d'accoupler soit la commande manuelle, soit la commande électrique avec la tige de sortie du servomoteur qui commande le mouvement d'ouverture ou de fermeture du robinet.

pas mises en application de manière systématique sur l'ensemble du parc. De plus, elles ne permettent pas d'éliminer les causes de dysfonctionnement liées à un graissage inapproprié.

Graissage des servomoteurs électriques

En 2009, un risque de perte de la qualification des servomoteurs aux conditions accidentelles consécutif à des mélanges de graisse lors d'opérations de maintenance a été identifié [2]. À partir de 2010, une campagne de remise en conformité comprenant l'utilisation d'une graisse qualifiée a été mise en œuvre par EDF, pour tous les réacteurs du parc. Cependant, plusieurs cas de refus de débrayage de la commande manuelle de servomoteurs de type DR sont survenus et ont été attribués à un phénomène de vieillissement de la graisse (durcissement). À partir de 2012, EDF a mis en œuvre un remplacement progressif de cette graisse par un nouveau type de graisse (« MOV LL® ») ne présentant pas ce risque, d'après EDF, pour une durée d'exploitation de 30 ans.

Par ailleurs, les procédures nationales de maintenance (PNM) en vigueur relatives aux servomoteurs de type DR 5 et DR 10 prescrivent l'application de graisse, mais sans en préciser la quantité requise ni la localisation. Or un graissage convenable consiste à graisser, en quantité appropriée, certains composants fonctionnels ciblés. **L'IRSN considère que l'absence de plan de graissage ne permet pas à EDF de garantir que la graisse a convenablement été appliquée lors de ces deux campagnes massives et successives de graissage des servomoteurs (initiées en 2010 et en 2012), qui sont d'ailleurs toujours en cours jusqu'en 2021. Ainsi, l'IRSN considère que la présence d'un graissage surabondant ou inapproprié ne peut être exclue sur certains servomoteurs (tous types confondus) sur des réacteurs de tous les paliers.**

Afin de résorber ces éventuelles non-conformités de graissage latentes, EDF programme la mise en œuvre de deux stratégies distinctes sous quatre cycles⁶ : soit en réalisant un test de débrayage de la commande manuelle de servomoteurs avec une masse additionnelle de quatre kilogrammes, soit en installant une entretoise pour verrouiller la commande manuelle du servomoteur. L'IRSN considère qu'EDF devrait finaliser la mise à jour des PNM et s'assurer de la conformité du graissage des servomoteurs de type DR 5 et DR 10 des réacteurs de tous les paliers. **Les éléments relatifs au graissage des servomoteurs conduisent l'IRSN à formuler la recommandation n° 1 en annexe 1.**

Vieillessement du ressort de rappel

Plusieurs refus de manœuvre de servomoteurs, liés à des problèmes de débrayage de la commande manuelle des servomoteurs, ont pour origine le vieillissement du ressort de rappel de la commande manuelle des SME de type DR 5 et DR 10. La force exercée par ce ressort de rappel devient alors insuffisante pour garantir le débrayage de la commande manuelle des SME.

Ce ressort ne fait pas l'objet d'activités de contrôle ou de remplacement au titre des programmes de maintenance préventive actuellement appliqués. EDF a précisé que les essais de débrayage avec la masse additionnelle de 4 kilogrammes visent notamment à identifier les baisses de performance du ressort du baladeur des SME de type DR 5 et DR 10. Les autres types de SME ne seraient pas affectés par ce défaut.

À ce titre, l'IRSN considère qu'EDF doit inclure le risque de vieillissement de ces ressorts dans son programme de maîtrise du vieillissement. EDF a confirmé que ces éléments seront pris en compte lors des réexamens annuels des fiches d'analyse du vieillissement, ce qui est satisfaisant. **Ce point est rappelé dans l'observation n° 2 en annexe 2.**

⁶ Un traitement sous 4 cycles correspond à environ 6 ans pour un réacteur du palier 1300 MWe, et environ 4 ans pour un réacteur du palier CPY.

EDF programme la mise en œuvre sous quatre cycles de deux solutions de traitement visant à garantir l'opérabilité des servomoteurs de type DR 5 et DR 10 (diagnostic avec la masse additionnelle de 4 kilogrammes comprenant une éventuelle remise en état ou mise en place d'une entretoise « EITRE »).

Compte tenu des enjeux de sûreté, l'IRSN considère qu'EDF doit mettre en œuvre, au plus tard lors du prochain arrêt pour rechargement de type visite partielle des réacteurs, l'un des deux traitements proposés. **Ces éléments conduisent l'IRSN à formuler la recommandation n° 3 en annexe 1.**

Réglage, documentation et contrôle des servomoteurs de type DR 5 et DR 10

EDF a attribué plusieurs cas de refus de manœuvre de servomoteurs DR 5 et DR 10 à un réglage inapproprié des cames du limiteur de couple. L'exploitant de la centrale du Blayais a notamment confirmé que les réglages avaient été réalisés sur les servomoteurs conformément à la PNM, et que ces servomoteurs avaient fait l'objet sur site d'un test satisfaisant avec l'outillage de diagnostic et de performance, avant de constater des refus de manœuvre. L'analyse de l'exploitant du Blayais conclut que « *les PNM ne sont pas suffisamment précises* » et que les documents de maintenance « *ne permettent pas de garantir un réglage conforme au requis* ». **L'IRSN considère qu'EDF devrait s'assurer que les plages de réglages préconisées permettent de garantir l'absence de refus de manœuvre du servomoteur et réviser, le cas échéant, les plages actuellement préconisées pour chaque type de servomoteurs, afin de prendre notamment en compte les incertitudes liées à l'outillage utilisé.**

De plus, actuellement, aucun contrôle du jeu entre les cames et les contacts du limiteur n'est requis dans le programme de maintenance. Cependant, EDF a communiqué depuis 2018 à l'ensemble des exploitants des réacteurs du parc un document rappelant « *les bonnes pratiques et le retour sur les règles de l'art* », préconisant notamment un contrôle du jeu entre les cames et les contacts de fermeture et d'ouverture du limiteur de couple. **En l'absence de référentiel prescriptif, ces refus de manœuvre liés à un défaut de réglage et de contrôle des cames du limiteur de couple sont donc potentiellement génériques. L'IRSN considère que l'établissement rapide de prescriptions détaillées et exhaustives de réglages et de contrôles est nécessaire.**

Par ailleurs, la mise en œuvre de l'outil de diagnostic et de contrôle n'a pas permis de détecter systématiquement le réglage inapproprié des cames du servomoteur. EDF a confirmé qu'un réglage inapproprié des cames pour une faible valeur de couple dans la plage de réglage du limiteur peut potentiellement conduire à un refus de manœuvre sur douze servomoteurs de type DR 5 et DR 10 des réacteurs du palier CPY. **EDF n'envisage pas à court terme d'évolution de ses outils de diagnostic mais a bien identifié les réglages les plus sensibles.**

Compte tenu des enjeux de sûreté, les éléments relatifs au réglage, à la documentation et au contrôle des servomoteurs de type DR 5 et DR 10 conduisent l'IRSN à formuler la recommandation n° 2 en annexe 1.

Pour le Directeur général et par délégation,

Olivier DUBOIS

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

Annexe n° 1 à l'avis IRSN/2019-00025 du 13 février 2019

Recommandations

Recommandation n° 1 :

L'IRSN recommande qu'EDF :

- finalise sous 6 mois la mise à jour de ses procédures nationales de maintenance afin de prescrire notamment les quantités et localisations de graisse à appliquer, qui devront ensuite être mises en application au plus tôt ;
- justifie ou contrôle, au plus tard lors du prochain arrêt de type visite partielle du réacteur, la conformité du graissage (quantité, type et localisation de la graisse) des servomoteurs électriques de type DR 5 et DR 10 ;
- le cas échéant, et au plus tard lors du prochain arrêt de type visite partielle du réacteur, remette en conformité le graissage des servomoteurs électriques de type DR 5 et DR 10 avec de la graisse MOV LL®, ou mette en place une entretoise « EITRE » dans l'attente de cette remise en conformité.

Recommandation n° 2 :

Afin d'éviter les refus de manœuvre des servomoteurs de type DR 5 et DR 10, l'IRSN recommande qu'EDF :

- réexamine sous 6 mois les plages de réglage des limiteurs et vérifie notamment la prise en compte des incertitudes de mesure, en fonction de l'outillage utilisé ;
- finalise sous 6 mois la mise à jour des documents prescriptifs de réglage des servomoteurs électriques afin de préciser notamment les plages de réglage des limiteurs à appliquer, le contrôle du jeu entre les cames et les contacts électriques d'ouverture et de fermeture, ainsi que les contrôles de répétabilité du pack limiteur à effectuer ;
- contrôle, lors du prochain arrêt pour rechargement de type visite partielle, la conformité du jeu entre les cames et les contacts électriques d'ouverture et de fermeture des servomoteurs électriques ayant les plus faibles valeurs de couple dans la table de réglage du limiteur.

Recommandation n° 3 :

Afin d'éviter les refus de manœuvre des servomoteurs de type DR 5 et DR 10 liés au vieillissement du ressort de rappel de la commande manuelle, l'IRSN recommande qu'EDF mette en œuvre, au plus tard lors du prochain arrêt pour rechargement de type visite partielle, l'un des deux traitements proposés (diagnostic avec la masse additionnelle de 4 kilogrammes suivi d'une éventuelle remise en état du servomoteur ou mise en place d'une entretoise « EITRE »).

Annexe n° 2 à l'avis IRSN/2019-00025 du 13 février 2019

Observations

Observation n° 1 :

L'IRSN estime qu'EDF devrait garantir une gestion de la présence des entretoises « EITRE » posées sur les servomoteurs électriques.

Observation n° 2 :

EDF s'engage à prendre en compte le vieillissement des ressorts de rappel des servomoteurs électriques lors des réexamens annuels des fiches d'analyse du vieillissement.