



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

IRSN
INSTITUT DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Fontenay-aux-Roses, le 28 avril 2022

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2022-00088

Objet : EDF – REP – Réacteurs de 900 MWe – Prise en compte du retour d'expérience d'exploitation Éjections de sondes de températures d'échappement des groupes électrogènes de secours.

Réf. : Saisine ASN – CODEP-DCN-2012-040076 du 11 mars 2013.

Conformément à la demande de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) en référence, l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a analysé l'impact sur la sûreté et l'aspect générique de l'événement survenu sur le réacteur n° 4 de la centrale nucléaire de Cruas le 26 novembre 2021, concernant l'éjection d'une sonde de température d'échappement d'un groupe électrogène de secours lors d'un essai périodique.

Les réacteurs du parc nucléaire en exploitation sont tous équipés de deux groupes électrogènes de secours à moteur Diesel, communément appelés diesels. Chacun d'entre eux dessert une des deux voies d'alimentation électrique redondantes des systèmes de sauvegarde de l'installation en cas de perte des sources d'alimentation électrique externes¹. Ces diesels possèdent une sonde de température à la sortie de chaque cylindre² du moteur, qui sert à contrôler la qualité de la combustion du carburant lors des essais.

Description de l'événement

Après un essai périodique du diesel de la voie A du réacteur n° 4 de la centrale nucléaire de Cruas le 26 novembre 2021, une sonde de température d'échappement a été retrouvée éjectée de son logement, et deux autres ont été retrouvées desserrées, alors même que ces sondes avaient été contrôlées en septembre 2020. D'autres éjections de sondes s'étaient déjà produites les années précédentes sur des diesels de réacteurs de 900 MWe.

Les sondes de température d'échappement sont fixées au moteur par un assemblage vissé. Les variations thermiques et les vibrations générées par le fonctionnement du moteur pouvant conduire à un desserrage, l'assemblage est maintenu par une plaquette arrêteur. Ce dispositif de freinage consiste en une rondelle dont les languettes se rabattent de part et d'autre de l'assemblage pour en bloquer la rotation. Cette solution avait été

¹ À ces diesels de secours s'ajoutent un diesel d'ultime secours par réacteur, installé au titre des actions post-Fukushima. En outre, chaque site du palier CPY dispose d'un groupe électrogène d'ultime secours à moteur Diesel, les autres sites en exploitation étant équipés d'une turbine à combustion.

² Les diesels des réacteurs de 900 MWe du palier CPO possèdent chacun 16 cylindres, ceux du palier CPY possédant 20 cylindres.

MEMBRE DE
ETSON

mise en œuvre à la suite de nombreux dévissages et éjections constatés à la fin des années 1990 et au début des années 2000.

Impact sur la sûreté selon EDF

Ces sondes ne sont pas considérées comme des équipements importants pour la sûreté car leur rôle est circonscrit aux essais périodiques. Néanmoins, leur éjection crée une brèche dans le circuit d'échappement, ayant potentiellement des effets directs et indirects sur le fonctionnement du diesel qui est un matériel de sauvegarde.

Le principal effet direct identifié par EDF est une perte de puissance du moteur due à la baisse du débit de gaz d'échappement arrivant jusqu'à la turbine du turbocompresseur³. Dans le cas de l'éjection d'une seule sonde, EDF considère cette perte négligeable car le moteur serait conçu pour pouvoir fonctionner malgré la défaillance d'un cylindre. En revanche, dans le cas d'éjection de plusieurs sondes, EDF considère que le diesel n'est plus disponible.

Les effets indirects, causés par la dispersion des gaz d'échappement dans le local du diesel, tels qu'un déclenchement de la protection contre l'incendie ou un étouffement du moteur par aspiration des gaz, sont écartés par EDF. En effet, le gaz dégagé se diluerait dans l'air renouvelé par le système de ventilation du local, dont le débit est bien supérieur au débit de gaz de combustion qui s'échapperait après l'éjection d'une sonde.

Traitement de la défaillance par EDF

Le serrage de la sonde appartenant au diesel de la voie A du réacteur n° 4 de la centrale de Cruas et qui a été retrouvée éjectée le 26 novembre 2021 avait été contrôlé en septembre 2020 après la survenue d'un événement similaire survenu sur un diesel du réacteur n° 1 de la centrale de Cruas.

Ce contrôle, qui avait nécessité d'ôter et de remettre en place les rabats des plaquettes arrêtoirs, est à l'origine du mauvais freinage de la sonde, conduisant à son éjection le 26 novembre 2021.

De conception, les plaquettes arrêtoirs constituent un dispositif de freinage efficace. Néanmoins, dans le cas des diesels des réacteurs de 900 MWe, la configuration du moteur rend leur accès difficile. Il en résulte que les languettes peuvent être mal rabattues, ce qui dégrade notablement l'efficacité du freinage comme cela fut constaté sur le diesel de la voie A du réacteur n° 4 de la centrale de Cruas.

Ces difficultés avaient déjà été identifiées par EDF, et le constructeur du moteur avait proposé en mars 2020, pour y remédier, une solution de freinage alternative au moyen de « frein filet », consistant en l'application d'une colle sur les parties filetées de l'assemblage.

À la suite de l'événement du 26 novembre 2021, l'exploitant de la centrale de Cruas a remplacé les plaquettes arrêtoirs par du frein filet pour toutes les sondes de température d'échappement du diesel de la voie A du réacteur n° 4. Cette solution sera étendue aux diesels de secours des quatre réacteurs du site lors des prochains arrêts pour visite partielle. Par ailleurs, les diesels des réacteurs de 900 MWe sont désormais équipés de sondes freinées avec du frein filet lors de leur visite complète en usine⁴.

³ Les moteurs des diesels de secours sont dotés de turbocompresseurs qui compriment l'air entrant dans le moteur afin d'accroître la concentration volumique en oxygène ; ceci améliore la combustion et augmente donc la puissance développée. L'énergie nécessaire à la compression de l'air est fournie par une turbine entraînée en rotation par les gaz d'échappement.

⁴ La visite complète du moteur est réalisée tous les 25 ans (ou de façon fortuite en cas d'avarie majeure) chez le motoriste ou chez un autre prestataire.

Analyse de l'IRSN

Impact sur la sûreté

L'IRSN estime satisfaisant de considérer que le diesel n'est plus disponible en cas d'éjection de plusieurs sondes.

Pour le cas de la défaillance d'une seule sonde, EDF a précisé au cours de l'expertise que des éjections fortuites survenues lors d'essais au banc chez le constructeur avaient montré qu'une unique éjection n'aurait pas d'impact significatif sur le fonctionnement du moteur. L'IRSN prend note de ces éléments concluant à une absence de perte de puissance. Néanmoins, ces constats ont été réalisés lors d'un fonctionnement sur banc en atelier et ne prennent donc pas en compte les effets de la dispersion des gaz d'échappement dans l'environnement réel du diesel. Par ailleurs, **l'IRSN considère qu'un dégagement de fumée dans le local abritant un diesel aurait de multiples effets indésirables⁵.**

Au vu de la diversité et de la complexité d'appréciation des conséquences des éjections de sondes, l'IRSN considère que celles-ci ne sont pas acceptables, et ce dès leur première occurrence, eu égard à la fiabilité attendue d'une alimentation de secours. L'IRSN estime donc nécessaire de s'assurer que les dispositions mises en œuvre permettent effectivement de prévenir toute éjection.

Remplacement des plaquettes arrêtoirs par du frein filet

L'IRSN estime satisfaisant que l'exploitant de la centrale de Cruas ait décidé d'appliquer, lors des prochains arrêts pour visite partielle, du frein filet aux sondes de température d'échappement des diesels de secours des quatre réacteurs du site. **Cette modification simultanée du freinage de l'ensemble des sondes d'un même diesel permet de conserver une uniformité du freinage sur chaque diesel, ce qui limite les risques d'erreurs⁶ en cas de contrôle. En outre, le délai retenu par l'exploitant pour mettre en œuvre la modification est adapté à l'enjeu de sûreté.**

EDF a par ailleurs indiqué au cours de l'expertise qu'il considérerait que les écarts relevés à la centrale de Cruas ne présentaient pas de caractère générique pouvant s'étendre aux autres réacteurs de 900 MWe. **Il a toutefois proposé le remplacement des plaquettes arrêtoirs par du frein filet pour l'ensemble des diesels de secours, ainsi que pour les groupes électrogènes d'ultime secours (GUS) équipés des mêmes moteurs, à partir de la campagne d'arrêts de réacteurs de 2023. Ces remplacements se feront dès l'échéance de la prochaine visite de périodicité « 5 cycles⁷ » (ou lors de la prochaine visite « 10 cycles » si elle intervient plus tôt).**

Or des rabattages incorrects de plaquettes arrêtoirs, liés au manque d'accessibilité, ont été constatés sur les diesels de réacteurs de 900 MWe d'autres sites, ce qui en confirme le caractère générique. **Par conséquent, l'IRSN souligne que ces remplacements viennent corriger une défaillance générique avérée.**

L'IRSN estime également satisfaisant que le constructeur et les autres prestataires équipent désormais les diesels de sondes freinées avec du frein filet lors de leur visite complète en usine. Néanmoins, pour ce qui concerne les interventions sur site⁸, la mise à jour de la gamme de montage des sondes de température d'échappement laisse toujours le choix entre les plaquettes arrêtoirs et le frein filet.

⁵ Ces effets incluent notamment l'impossibilité d'accès au local du fait de l'air vicié.

⁶ Le mode de contrôle du freinage diffère, selon que ce dernier est réalisé à l'aide d'une plaquette arrêtoir ou de freinage au frein filet. Il apparaît alors préférable que toutes les sondes d'un même diesel soient dotées du même dispositif de freinage, afin qu'elles puissent être contrôlées de manière homogène.

⁷ Les programmes de maintenance des groupes électrogènes de secours et d'ultime secours des réacteurs de 900 MWe prescrivent d'effectuer de nombreux contrôles et remplacements préventifs de composants sur site, à différentes périodicités. Dans le cas particulier des réacteurs de la centrale du Bugey, qui suivent des cycles plus longs (18 mois, au lieu de 12 mois environ), ces visites « 5 cycles » et « 10 cycles » sont réalisées respectivement tous les 4 cycles et tous les 8 cycles.

⁸ L'exploitant peut être amené à remonter, voire à remplacer, une sonde sur site dans le cas d'une défaillance de la sonde, ou d'une intervention sur un matériel voisin nécessitant de démonter la sonde.

Dans l'attente de la campagne de remplacement, l'IRSN estime, au vu des difficultés avérées de mise en œuvre des plaquettes arrêteurs, que l'utilisation de frein filet doit également être systématique lors des interventions de maintenance, préventive ou curative, réalisées sur les diesels de secours et sur les GUS des réacteurs de 900 MWe, dès lors que l'intervention concerne l'ensemble des sondes du diesel. Ce point fait l'objet d'une recommandation en annexe.

IRSN

Le Directeur général
Par délégation
Frédérique PICHEREAU
Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

ANNEXE À L'AVIS IRSN N° 2022-00088 DU 28 AVRIL 2022

Recommandation de l'IRSN

Recommandation

L'IRSN recommande que, en cas d'intervention de maintenance corrective ou préventive concernant l'ensemble des sondes de température d'échappement d'un diesel de secours d'un réacteur de 900 MWe, ou du groupe électrogène d'ultime secours d'un site du palier CPY, EDF procède au remplacement du freinage par des plaquettes arrêteurs par un freinage au moyen de frein filet.