

Fontenay-aux-Roses, le 17 février 2022

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2022-00034

Objet : EDF – REP – Tous paliers – Prise en compte du retour d'expérience d'exploitation – Défiabilisation des relais de protection électroniques des départs d'un tableau électrique de puissance à la suite d'un défaut sur un tableau électrique 125 V sur le réacteur n° 3 de la centrale nucléaire du Blayais.

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

Conformément à la saisine de l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) en référence, l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a analysé l'événement significatif pour la sûreté (ESS) déclaré le 17 août 2021 par l'exploitant du réacteur n° 3 de la centrale nucléaire du Blayais, concernant l'indisponibilité du tableau d'alimentation électrique de tension 6,6 kV secouru alimentant notamment les systèmes de sauvegarde de la voie B à la suite de la défiabilisation des relais de surveillance électroniques de ce tableau.

Sur l'ensemble des réacteurs du parc nucléaire français en exploitation, les matériels assurant les fonctions de sauvegarde sollicitées en situation incidentelle ou accidentelle sont redondants et alimentés respectivement à partir de deux tableaux électriques de tension 6,6 kV, repérés LHA pour la voie A et LHB pour la voie B, secourus par des groupes électrogènes de secours à moteur Diesel, appelés diesels, en cas de perte des alimentations électriques externes.

Chaque départ électrique des tableaux LHA et LHB vers un utilisateur est surveillé par un relais électronique, de type ITG¹, assurant une protection contre les surcharges et les courts-circuits des utilisateurs. Un dérèglement à la baisse du seuil de protection d'un de ces relais peut donc conduire, lors de la mise en service de cet équipement, à la sollicitation intempestive du relais et à la mise à l'arrêt de cet équipement.

Les tableaux électriques LHA et LHB sont également équipés de relais électroniques, de type TTGd², qui permettent, en cas de manque de tension, le basculement de leur alimentation sur les diesels. Un dérèglement du seuil de l'un de ces relais TTGd peut conduire à l'absence de reprise en secours de l'alimentation de ce tableau par le diesel. Tous ces relais sont alimentés par les tableaux électriques LBA (voie A) et LBB (voie B) de tension

¹ Relais ITG : relais de protection électronique à maximum ou minimum de courant, instantanés ou à temps indépendant spécifié en boîtier modulaire.

² Relais TTGd : relais à maximum ou minimum de tension, instantanés ou à temps indépendant spécifié en boîtier modulaire.

125 V en courant continu (Vcc). Pour les réacteurs de 900 MWe, ces deux tableaux alimentent à la fois des matériels classés et non-classés de sûreté.

➤ **Événement survenu sur le réacteur n° 3 du Blayais – Juillet 2021**

Lors du redémarrage du réacteur n° 3 du Blayais au mois de juillet 2021, l'exploitant a détecté un défaut électrique atypique au niveau du tableau électrique LBB dû à la rupture d'une résistance d'économie³ qui a provoqué une perturbation de l'alimentation électrique des relais ITG alimentés par ce réseau 125 Vcc.

Consécutivement à ce défaut, le relais ITG de protection du départ de l'alimentation d'une pompe du circuit d'eau brute secourue s'est déclenché. La résistance d'économie ainsi que le relais défaillant ont été remplacés. Quelques jours après, lors de la mise en service des matériels, deux autres relais ITG ont déclenché intempestivement conduisant, pour l'un d'entre eux, au repli du réacteur. L'expertise par le constructeur de ces trois relais a mis en évidence des défaillances de certains composants électroniques provoquées par le défaut électrique survenu sur le tableau LBB. Les résultats de cette expertise ont conduit l'exploitant à considérer que l'ensemble des relais de protection électroniques ITG du tableau LHB pouvait être concerné par ce défaut. Ainsi, seul le tableau LHA était disponible pour assurer, en cas de situation incidentelle ou accidentelle, le repli et le maintien du réacteur dans un état sûr ce qui a conduit l'exploitant à replier le réacteur.

Préalablement au redémarrage du réacteur, des investigations complémentaires ont amené l'exploitant à remplacer l'intégralité des relais ITG, ainsi que des relais TTGD du tableau LHB affectés par ce même défaut.

➤ **Caractérisation de la perturbation du réseau 125 Vcc du tableau LBB**

La perturbation survenue sur le réseau 125 Vcc provient de la rupture de la résistance d'économie du contacteur-fusible⁴ d'un départ électrique qui est venue en contact, d'une part avec la carcasse métallique de la partie mobile du contacteur, raccordée électriquement à la terre, donnant lieu à un défaut d'isolement franc, d'autre part avec l'une des phases du réseau triphasé 380 V secouru.

Le réseau 125 Vcc est surveillé par un contrôleur permanent d'isolement qui génère une alarme en cas de défaut d'isolement sur une seule polarité permettant ainsi, à l'exploitant, d'engager des recherches pour localiser ce dernier avant qu'un second défaut d'isolement ne survienne sur l'autre polarité et conduise à la défaillance, voire à la perte du tableau surveillé. Par ailleurs, la conception des protections contre les surtensions du réseau 125 Vcc ne permet pas de piéger une composante alternative supplémentaire de tension 380 V nocive pour les relais électroniques de protection et de surveillance.

Selon l'exploitant, la rupture de la résistance d'économie serait due à un choc mécanique lors de l'embrochage du tiroir dans la partie fixe du tableau et à une fixation insuffisante de la résistance qui a provoqué sa mise en contact avec une barre du réseau 380 V alternatif. Ce constat l'a conduit à programmer la vérification de la fixation de la résistance d'économie pour l'ensemble des contacteurs-fusibles alimentant le même type d'équipement sur les quatre réacteurs du Blayais.

Enfin, pour approfondir la compréhension de cet événement, EDF avait prévu d'évaluer avant le 15 novembre 2021 le comportement des relais ITG, lorsque ceux-ci sont alimentés par une tension continue de 125 Vcc superposée d'une tension alternative 380 V. **Les enseignements tirés devront être présentés à l'ASN et l'IRSN.**

³ Une résistance d'économie est montée en série avec le contacteur à alimenter et permet de réduire le courant dans la bobine de celui-ci en régime établi.

⁴ Un contacteur-fusible est composé d'une partie fixe, d'une partie mobile et d'un organe de coupure.

➤ Expertise de l'IRSN

Quantification du risque de fusion du cœur

Afin d'évaluer le niveau de gravité de l'événement survenu sur le réacteur n° 3 de la centrale nucléaire du Blayais, l'IRSN a estimé l'accroissement de risque de fusion du cœur en supposant que plusieurs matériels alimentés par le tableau LHB et protégés par des relais ITG, à savoir les deux pompes du système de réfrigération intermédiaire, la pompe d'alimentation de secours des générateurs de vapeur et la pompe d'injection de sécurité basse pression⁵, n'auraient pas démarré en cas de sollicitation lors d'un événement initiateur de type « perte d'un tableau électrique de puissance ou de contrôle-commande de la voie A ». Avec cette hypothèse et en utilisant ses propres modèles d'études probabilistes de sûreté, **l'IRSN obtient, sur une période de 25 jours de fonctionnement dans le domaine d'exploitation « réacteur en production », un accroissement du risque de fusion du cœur supérieur, d'au moins un facteur dix, au seuil au-delà duquel un événement est considéré précurseur⁶. Les conséquences potentielles sur la sûreté d'un tel événement sont donc estimées importantes par l'IRSN.**

Suffisance des investigations réalisées sur la centrale nucléaire du Blayais

L'expertise du constructeur des relais ITG a conduit EDF à étendre son périmètre d'investigation à l'ensemble des relais de protection et de surveillance de même constructeur et de technologie similaire (type TTGd) ayant potentiellement été affecté par la perturbation du tableau LBB. Sur les 16 relais ITG testés par le constructeur, quatre n'étaient plus fonctionnels et plusieurs relais TTGd présentaient des traces d'échauffement au niveau des composants électroniques. Pour ce qui concerne les relais de protection électroniques fabriqués par un autre constructeur qui sont de technologies différentes, EDF les a considérés disponibles, sans investigation complémentaire, car ceux-ci ont toujours fonctionné correctement depuis la perturbation électrique du réseau 125 Vcc. Toutefois, EDF prévoit de les contrôler au titre de la maintenance préventive lors de la visite partielle du réacteur n° 3 débutant en mai 2022.

L'IRSN rappelle que, pour plusieurs relais ITG, seule l'expertise du constructeur a permis de détecter leur dysfonctionnement. Ainsi, l'IRSN considère que les contrôles prévus à ce jour par l'exploitant sur les relais de protection électroniques d'un autre constructeur ne permettent pas d'identifier une éventuelle défiabilisation sans une expertise rigoureuse de ces relais. L'IRSN estime donc nécessaire qu'EDF réalise une expertise, lors du prochain arrêt pour rechargement du réacteur n° 3 du Blayais, de l'ensemble des relais électroniques ayant été alimenté par une tension alternative de 380 V superposée à la tension 125 Vcc. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 1 en annexe.**

Contrôles à réaliser sur les résistances d'économie sur le parc nucléaire en exploitation

Bien qu'EDF affirme que l'endommagement d'une résistance d'économie est un événement extrêmement rare, l'IRSN considère que les causes à l'origine de cet événement (embrochage difficile de la partie mobile du contacteur et/ou défaut de la fixation de la résistance d'économie) sont reproductibles, notamment en cas de séisme. Par ailleurs, l'IRSN estime que concernant le réseau 125 Vcc des tableaux LBA et LBB des réacteurs de 900 MWe alimentant des contacteurs-fusibles des matériels classés et non-classés de sûreté, l'occurrence d'un événement similaire sur un contacteur-fusible non-classé de sûreté conduirait aux mêmes conséquences sur les relais ITG ou TTGD des tableaux secourus LHA et LHB. Ainsi, au vu de l'origine du défaut électrique, l'IRSN estime

⁵ Le refus de démarrage de ces quatre matériels contribue de manière dominante au surcroît de risque de fusion du cœur.

⁶ Un événement est dit « précurseur » lorsque son occurrence sur un réacteur induit un accroissement du risque de fusion du cœur supérieur à 10^{-6} par rapport à la valeur de référence. L'analyse probabiliste apporte des éléments chiffrés qui permettent de mieux appréhender la gravité des événements. Elle aide ainsi à hiérarchiser les priorités dans le traitement des événements, à évaluer la pertinence des actions de retour d'expérience et l'efficacité des mesures correctives. Elle permet également de relativiser l'importance de certains incidents ou de mettre en évidence des situations qui auraient pu ne pas être identifiées à risque.

nécessaire qu'EDF s'assure de la conformité de la fixation des résistances d'économie. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 2 en annexe.**

De plus, eu égard aux conséquences engendrées par un tel défaut électrique non prévu à la conception, l'IRSN considère qu'EDF doit s'assurer de l'absence de nocivité sur les relais de électroniques des tableaux électriques classés de sûreté en cas de rupture d'une résistance d'économie d'un contacteur-fusible classé ou non-classé de sûreté, même si ses fixations sont conformes. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 3 en annexe.**

Enfin, selon la conception des contacteurs-fusibles des autres paliers, l'IRSN estime que cette problématique peut également concerner l'ensemble des réacteurs du parc nucléaire en exploitation. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 4**

En conclusion, l'événement survenu sur le réacteur n° 3 du Blayais en 2021, concernant les relais de protection et de surveillance électroniques des tableaux électriques, met en évidence qu'un défaut ponctuel d'un contacteur-fusible sur le réseau 125 Vcc peut entraîner des conséquences sur une multitude de départs électriques.

À ce titre, l'IRSN considère qu'EDF doit engager des actions correctives afin d'éviter son renouvellement.

Enfin, si un tel événement survenait de nouveau, ce retour d'expérience devrait être pris en compte pour définir le périmètre des investigations à réaliser de manière réactive.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Hervé BODINEAU

Adjoint au directeur de l'expertise de sûreté

ANNEXE À L'AVIS IRSN N° 2022-00034 DU 17 FÉVRIER 2022

Recommandations de l'IRSN

Recommandation n° 1

L'IRSN recommande qu'EDF étende son périmètre d'expertise à l'ensemble des relais de protection électroniques ayant subi la perturbation du 125 Vcc, provenant du tableau LBB, à l'instar de ce qui a été réalisé sur les relais ITG et TTGd du tableau LHB, lors du prochain arrêt du réacteur n° 3 de la centrale nucléaire du Blayais programmé en 2022.

Recommandation n° 2

L'IRSN recommande qu'EDF vérifie, pour l'ensemble des réacteurs du palier 900 MWe, au niveau des contacteurs-fusibles des tableaux électriques classés et non-classés du sûreté, la conformité du serrage des résistances d'économie alimentées en 125 Vcc et proches du jeu de barres de tension 380 V.

Recommandation n° 3

L'IRSN recommande qu'EDF démontre, pour l'ensemble des réacteurs du palier 900 MWe, qu'un endommagement des résistances d'économie des contacteurs-fusibles des tableaux électriques classés et non-classés de sûreté n'est pas de nature à défiabiliser les relais électroniques de protection et de surveillance des tableaux électriques classés de sûreté, ou présente des dispositions pour y remédier.

Recommandation n° 4

L'IRSN recommande qu'EDF analyse le caractère potentiellement générique lié aux défauts constatés sur la centrale nucléaire du Blayais qui appartient au palier 900 MWe et définisse, le cas échéant, les actions correctives nécessaire pour éviter le renouvellement de ces défauts pour les réacteurs des autres paliers du parc nucléaire en exploitation.