

Fontenay-aux-Roses, le 12 décembre 2019

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n° 2019-00281

Objet	EDF - REP - Centrale nucléaire de Flamanville - Réacteurs n° 1 et 2 - INB 108 et 109 - Retour d'expérience concernant la dégradation par corrosion des groupes électrogènes de secours à moteur Diesel et des équipements des stations de pompage.
Réf(s)	[1] Lettre ASN - DEP-SD2-010-2006 du 17 février 2006. [2] Rapport de l'IRSN - DSR n° 316. [3] Avis IRSN - 2018-00314 du 3 décembre 2018. [4] Avis IRSN - 2019-00148 du 1 ^{er} juillet 2019. [5] Avis IRSN - 2015-00056 du 23 février 2015. [6] Avis IRSN - 2017-00073 du 1 ^{er} mars 2017. [7] Avis IRSN - 2018-00041 du 20 février 2018. [8] Avis IRSN - 2008-00420 du 11 décembre 2008.
Nbre de page(s)...	7

Conformément à la saisine en référence [1], l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a examiné la pertinence et la suffisance de la stratégie de traitement, par EDF, des dégradations par corrosion des tuyauteries et des supports des aéroréfrigérants des quatre groupes électrogènes de secours à moteur Diesel, appelés diesels par la suite, de la centrale nucléaire de Flamanville. Ces dégradations ont été mises en évidence par EDF lors de contrôles complémentaires demandés par l'ASN à la suite d'une inspection réalisée le 30 août 2019, en présence de l'IRSN, sur les équipements du diesel de la voie A du réacteur n° 2 qui présentaient une corrosion importante.

L'IRSN a également analysé les constats mis en évidence au niveau des équipements des deux stations de pompage de ce même site lors de l'inspection de l'ASN du 2 décembre 2019, à laquelle participait l'IRSN. Enfin, les écarts affectant des matériels électriques de tension 380 volts secourue et la présence de bore au niveau de plusieurs assemblages boulonnés de circuits classés de sûreté sont également analysés dans cet avis.

Équipements de refroidissement des diesels du site de Flamanville - Inspection de l'ASN réalisée le 30 août 2019

Sur l'ensemble du parc nucléaire en exploitation, chaque réacteur comprend deux diesels qui permettent d'alimenter électriquement les matériels nécessaires au repli et au maintien en état sûr de l'installation en cas d'indisponibilité des sources électriques externes. Un seul diesel suffit à remplir cette mission. La qualification à la conception des diesels, la qualité de leur montage initial, la maintenance préventive, les rondes d'exploitation et les essais

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

périodiques garantissent leur disponibilité. Les diesels doivent assurer leur fonction en cas de séisme.

Au mois d'août 2019, le réacteur n° 1 était dans le domaine d'exploitation « réacteur en production » depuis le début de l'année 2019, à l'issue de sa troisième visite décennale (VD3), et le réacteur n° 2 en arrêt dans le cadre de sa VD3, depuis le début de l'année 2019.

Le 8 août 2019, un écart de conformité (EC) en émergence a été déclaré par l'exploitant de Flamanville concernant le risque de non-tenu au séisme des aéroréfrigérants des quatre diesels du site dû à une corrosion avancée des « griffes » de maintien¹ de ces équipements. Une réparation à iso-capacité fonctionnelle a tout d'abord été réalisée rapidement sur un diesel des deux réacteurs. Cette réparation, validée par les services centraux d'EDF en 2018 pour des écarts similaires rencontrés sur le site de Paluel, a consisté à découper les éléments corrodés et à souder des éléments neufs.

Lors de l'inspection réalisée le 30 août 2019, l'ASN et l'IRSN se sont notamment intéressés au chantier de remise en conformité des griffes du diesel de la voie A du réacteur n° 2. Il a été constaté que la corrosion des griffes était due à leur géométrie qui présente une rétention d'eau favorisant la formation de corrosion. **Toutefois, d'autres écarts qui n'étaient pas prévus d'être traités ont également été constatés, comme par exemple une corrosion au niveau des interfaces des tuyauteries et de leur support, une absence de contact entre une tuyauterie et son support, une diminution importante de matière par corrosion pour plusieurs boulons.** Sur la base de ces constats, l'ASN a demandé à EDF de réaliser une expertise de l'ensemble des diesels.

Les premiers résultats de ces expertises ont mis en évidence des éléments fortement corrodés sur les autres diesels et la nécessité de poursuivre ces investigations au niveau de la structure des aéroréfrigérants. Afin de réaliser ces investigations, le réacteur n° 1 a été mis à l'arrêt. Selon l'exploitant, le repli du réacteur n'était toutefois pas le fait de l'application des spécifications techniques d'exploitation, car celui-ci considérait les diesels disponibles.

Selon EDF, la cause principale de la non-détection de ces écarts serait une déclinaison partielle du programme de base de maintenance préventive (PBMP) des diesels, qui prescrit des contrôles sur leurs équipements. Cet écart a conduit l'exploitant à déclarer un événement significatif pour la sûreté (ESS) de niveau 0 sur l'échelle INES². La caractérisation des écarts constatés sur les diesels est en cours.

Compte tenu des travaux de remise en conformité sur les quatre diesels du site de Flamanville, le couplage du réacteur n° 1 est actuellement prévu au début du mois de janvier 2020 et celui du réacteur n° 2 à la fin du mois de janvier 2020.

Dans le cadre de ce retour d'expérience, des contrôles ont été réalisés sur l'ensemble du parc en exploitation et ont montré que, sur deux autres sites, un diesel présentait une corrosion au niveau des griffes des aéroréfrigérants et des supports de tuyauteries, nécessitant une intervention. Les experts nationaux d'EDF réaliseront également des expertises sur les sites de bord de mer d'ici le début de l'année 2020. Enfin, le retour d'expérience du site de Flamanville pourra conduire à des évolutions des programmes de maintenance.

Stations de pompage du site de Flamanville - Inspection de l'ASN du 2 décembre 2019

Chacune des deux stations de pompage du site de Flamanville comprend, vis-à-vis de la sûreté, deux voies redondantes distinctes permettant le refroidissement des équipements nécessaires au repli et au maintien de l'installation dans un état sûr en situations incidentelles et accidentelles. Pour réaliser cette mission, chaque station de pompage comprend notamment deux tambours filtrants, quatre pompes SEC³ et deux pompes CFI⁴ de lavage basse pression (une pour chaque tambour filtrant).

¹ En partie supérieure des aéroréfrigérants, un système d'assemblage, appelé griffe, assure leur maintien et évite leur basculement vers l'avant.

² INES : international nuclear event scale.

³ SEC : eau brute (mer) secourue.

⁴ CFI : filtration de l'eau de mer.

Lors d'une inspection de l'ASN réalisée au mois de décembre 2005, à laquelle participait l'IRSN, il avait été constaté une corrosion très importante de plusieurs équipements présents dans les deux stations de pompage. Ces équipements (ancrages de pompes de la source froide classées de sûreté, supportage de tuyauteries, boulonnerie...) ont été remis en conformité par EDF. **Toutefois, compte tenu des observations précédemment décrites relatives aux aéroréfrigérants des diesels faites en 2019, l'ASN a de nouveau réalisé le 2 décembre 2019 une inspection des équipements présents dans les deux stations de pompage, à laquelle participait l'IRSN, qui a mis en évidence de nombreux écarts au niveau de matériels classés de sûreté.**

Ces écarts sont, par exemple : une corrosion avancée des brides et de la boulonnerie associée des pompes SEC et CFI, une corrosion de gaines de ventilation des moteurs des pompes SEC, une présence importante d'eau dans les locaux des pompes SEC agressant les ancrages fixés au sol, une corrosion importante de la boulonnerie de fixation de capteurs classés de sûreté, un manchon compensateur en élastomère d'une pompe CFI craquelé, diverses vannes fortement corrodées, des équipements sans repérage (les étiquettes étant absentes ou sur le sol), deux caillebotis mal fixés dont la chute pourrait endommager des matériels classés de sûreté.

Analyse de l'IRSN

Équipements de refroidissement des diesels

En préalable, l'IRSN rappelle que de la corrosion au niveau des tuyauteries des aéroréfrigérants des diesels du site de Flamanville a déjà été mise en évidence par l'ASN et l'IRSN en 2008 lors d'une inspection. Ces écarts, qui ont fait l'objet d'une déclaration d'un ESS de niveau 1 sur l'échelle INES, sont mentionnés dans le rapport public de l'IRSN [2] qui présente son point de vue sur la sûreté et la radioprotection du parc nucléaire français pour l'année de 2008.

Concernant les écarts constatés au mois d'août 2019, l'IRSN estime que leurs origines sont multiples, comme par exemple des écarts de montage (absence de contact entre une tuyauterie et son support), une surveillance insuffisante des activités sur les diesels et un traitement perfectible des écarts. Pour rappel, dans ses avis en références [3] et [4], l'IRSN mentionnait déjà une organisation perfectible du site lors de la VD3 du réacteur n° 1, en 2018, et une fragilité dans l'analyse des résultats des essais périodiques constatée lors de la réunion des essais de redémarrage du réacteur n° 1, le 5 avril 2019.

Concernant la position exprimée par EDF de considérer les diesels du réacteur n° 1 disponibles uniquement sur la base d'essais périodiques satisfaisants, l'IRSN ne la partage pas. En effet, selon l'IRSN, les constats de corrosion et la déclinaison partielle du PBMP ne permettraient pas de garantir leur fonctionnement en cas de séisme, mais également en cas de fonctionnement prolongé en situation accidentelle (hors séisme). En effet, dans cette dernière situation, l'IRSN ne peut exclure que la dilatation des tuyauteries puisse provoquer un percement d'une zone très corrodée d'une tuyauterie de refroidissement, conduisant à terme à l'indisponibilité du diesel.

Les actions de remise en conformité des quatre diesels du site de Flamanville sont en cours. Elles sont importantes puisque la structure des aéroréfrigérants, pour trois des quatre diesels, est concernée. **En tout état de cause, l'IRSN estime que l'ensemble des tuyauteries, des ancrages, des manchons compensateurs en élastomère des tuyauteries et des structures des aéroréfrigérants doit être remis en conformité préalablement au redémarrage des deux réacteurs du site de Flamanville afin de garantir que les diesels puissent assurer leur mission y compris en cas de séisme.**

Concernant les actions en cours par les services centraux d'EDF au niveau des diesels et notamment sur les sites situés en bord de mer, l'IRSN estime nécessaire qu'un bilan des contrôles soit réalisé. Sur cette base, EDF devra proposer des actions pérennes pour éviter le renouvellement des écarts constatés sur le site de Flamanville. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 1 en annexe.**

Toutefois, sans attendre ce bilan, l'IRSN estime d'ores et déjà que la conception des « griffes » de maintien des aéroréfrigérants n'est pas adaptée puisque la présence d'une rétention d'eau au niveau de celles-ci va conduire, dans le temps, à leur corrosion. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 2 en annexe.**

Stations de pompage du site de Flamanville

L'IRSN estime que les écarts constatés au niveau des équipements présents dans les deux stations de pompage du site de Flamanville ne sont pas acceptables et remettent en cause la disponibilité des matériels notamment en situation accidentelle, y compris en cas de séisme. Selon l'IRSN, la remise en conformité de ces équipements est un préalable au redémarrage des deux réacteurs du site de Flamanville. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 3 en annexe.**

L'IRSN rappelle que cette situation a déjà été observée sur ce même site en 2005-2006. Afin d'éviter le renouvellement de cette situation, l'IRSN estime qu'EDF doit compléter le programme de maintenance préventive de ces équipements. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 4 en annexe.**

Récurrence des écarts au niveau des équipements des diesels et des stations de pompage

Compte tenu des nombreuses anomalies relevées sur les sources électriques classées de sûreté des deux réacteurs de Flamanville, ayant fait l'objet de recommandations systématiques de la part de l'IRSN au cours des dix dernières années, notamment dans ses avis en références [5] à [7], **l'IRSN considère anormale que les différents processus, afférents à la sûreté et à la disponibilité des installations, du système de management intégré du site, n'aient pas permis de prévenir la dégradation d'équipements importants pour la sûreté.** C'est également le cas pour les écarts affectant les équipements des deux stations de pompage.

À ce titre, l'IRSN recommande qu'EDF identifie les causes techniques et organisationnelles ayant conduit à cette situation et formule la recommandation n° 5 en annexe.

Enfin, l'IRSN a analysé les écarts suivants qui affectent le site de Flamanville et qui nécessitent, selon lui, des actions avant le redémarrage de chacun des deux réacteurs.

Écarts de conformité (EC) affectant des matériels électriques classés de sûreté de tension 380 volts

Un EC affecte la tenue au séisme de trois cabines des transformateurs de tension 380 volts (LL-) du réacteur n° 1 de Flamanville. Cet écart, détecté initialement pendant la VD3 du réacteur n° 2 et résorbé immédiatement, a pour origine une découpe de feuillards de rails Halfen⁵ lors du remplacement de ces transformateurs. Un transformateur en voie A et deux en voie B sont concernés par cet écart. **Seul le renforcement du transformateur de la voie A a été programmé par l'exploitant lors de l'arrêt fortuit du réacteur n° 1, en cours.**

Un autre EC concerne le risque de déploiement de fusibles non qualifiés sur des départs LL-, ce qui nécessite des actions de vérification.

D'une manière générale, l'IRSN estime que les arrêts des réacteurs pour renouvellement du combustible, ainsi que les arrêts fortuits de longue durée sans déchargement du combustible, sont l'occasion privilégiée de remettre en conformité les installations et de résorber les écarts de conformité. En conséquence, l'IRSN recommande qu'EDF procède à la résorption des écarts de conformité affectant les sources électriques classées de sûreté avant le redémarrage du réacteur n° 1. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 6 en annexe.**

⁵ Les rails Halfen constituent le dispositif de fixation de la cabine qui entoure le transformateur et qui assure la protection du personnel vis-à-vis des pièces sous tension.

Traces de bore au niveau des assemblages boulonnés des systèmes RIS⁶ et EAS⁷

Les circuits RIS et EAS constituent une extension de la troisième barrière de confinement. En effet, lors de la phase en recirculation sur les puisards en situation accidentelle, l'eau est pompée depuis les puisards via des pompes situées à l'extérieur de l'enceinte de confinement, puis réinjectée dans les circuits RIS et EAS présents dans l'enceinte. **Une fuite sur des assemblages boulonnés RIS ou EAS situés à l'extérieur de l'enceinte de confinement n'est donc pas acceptable car elle conduirait à une fuite radioactive en dehors de l'enceinte de confinement.** De même, une fuite importante d'assemblages boulonnés RIS ou EAS situés dans l'enceinte de confinement limiterait les débits d'eau réinjectés dans ces deux circuits.

Le 6 novembre 2019, l'exploitant de Flamanville a déclaré un ESS concernant un traitement insuffisant de traces de bore sur des assemblages boulonnés des circuits RIS et EAS des deux réacteurs. Cet écart a été identifié par l'Inspection Nucléaire d'EDF⁸ au mois de septembre 2019.

L'IRSN précise qu'aucune trace de bore n'a été identifiée lors des derniers essais fonctionnels cuve ouverte⁹ (EFCO) (cette vérification est associée à un critère de groupe A¹⁰). Par ailleurs, la présence de fuites au niveau des assemblages boulonnés du circuit RIS avait déjà été observée sur le site de Flamanville, notamment en 2008, ce qui avait conduit l'exploitant à remplacer le type de joint des assemblages concernés. **À cet égard, ces écarts ainsi que l'absence de requalification fonctionnelle en débit à l'issue du remplacement de ces joints avaient conduit l'IRSN à formuler l'avis [8].**

Compte tenu de ces éléments, l'IRSN estime nécessaire qu'EDF remette en conformité les assemblages boulonnés des circuits RIS et EAS, pour lesquels une fuite a été observée, avant le redémarrage des réacteurs de Flamanville et formule, à ce titre, la recommandation n° 7 en annexe.

Conclusion

Concernant les écarts mis en évidence au niveau des équipements de refroidissement de l'ensemble des diesels et des équipements classés de sûreté des deux stations de pompage du site de Flamanville, l'IRSN estime que ceux-ci doivent être résorbés avant le redémarrage des deux réacteurs, pour garantir leur fonctionnement dans l'ensemble des situations pour lesquelles ceux-ci ont été qualifiés.

L'IRSN estime également qu'EDF doit mettre à profit l'arrêt long des deux réacteurs du site de Flamanville pour résorber les écarts de conformité qui affectent ces deux réacteurs.

D'un point de vue de la sûreté, l'IRSN estime que la situation rencontrée sur le site de Flamanville est très préoccupante, en particulier au regard des écarts majeurs sur différents équipements classés de sûreté mis en évidence lors des dernières inspections de l'ASN. L'IRSN estime toutefois que la mise sous surveillance renforcée par l'ASN et le plan d'actions d'EDF sont de nature à améliorer la situation observée depuis plusieurs années sur le site.

⁶ RIS : système d'injection de sécurité.

⁷ EAS : système d'aspersion d'eau dans l'enceinte de confinement.

⁸ L'inspection nucléaire d'EDF a une mission d'évaluation des sites. Elle mène également des inspections réactives, sur événement.

⁹ Sur le palier 1300 MWe, les EFCO sont réalisés lors de chaque arrêt pour rechargement dans le domaine d'exploitation « réacteur complètement déchargé ».

¹⁰ Sont classés en groupe A les critères d'essais dont le non-respect compromet un ou plusieurs objectifs de sûreté.

Enfin, l'IRSN considère que l'objectif premier de l'exploitant de Flamanville doit être la reconquête de la conformité de ses installations, en premier lieu, de tous les équipements valorisés dans la démonstration de sûreté, pour envisager sereinement le redémarrage des deux réacteurs. À ce titre, l'exploitant devra prendre le temps nécessaire pour réaliser des diagnostics poussés de l'état des installations, ainsi que de son organisation qui s'est avérée déficiente de manière récurrente au cours des dix dernières années.

Pour le Directeur général et par délégation,
Frédérique PICHEREAU
Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

Recommandation n° 1

L'IRSN recommande qu'EDF transmette, trois mois après les investigations réalisées sur les sites, un bilan des constats réalisés sur les diesels et les actions correctives engagées pour éviter leur renouvellement (évolution des programmes de maintenance préventive, formation des intervenants...).

Recommandation n° 2

L'IRSN recommande qu'EDF réalise une modification matérielle des griffes de maintien des aéroréfrigérants des diesels afin d'éviter la rétention d'eau. Cette modification concernera l'ensemble des griffes de maintien des aéroréfrigérants des diesels du parc en exploitation qui présentent une rétention.

Recommandation n° 3

L'IRSN recommande qu'EDF garantisse, avant le redémarrage de chaque réacteur de Flamanville, la conformité des équipements présents dans la station de pompage concernée.

Recommandation n° 4

L'IRSN recommande que l'exploitant de Flamanville définisse et mette en place une maintenance préventive adaptée et efficiente au niveau de l'ensemble des équipements présents dans les stations de pompage afin d'éviter que ne se reproduise la survenue de dégradations importantes par la corrosion de matériels importants pour la sûreté.

Recommandation n° 5

L'IRSN recommande qu'EDF identifie les causes techniques et organisationnelles ayant conduit régulièrement, depuis dix ans, à la défiabilisation d'équipements importants pour la sûreté sur le site de Flamanville. Une fois ce diagnostic établi, tant au plan local que national, EDF devra présenter le plan d'actions mis en œuvre et justifier sa suffisance.

Recommandation n° 6

L'IRSN recommande qu'EDF remette en conformité les cabines des tableaux transformateurs LLB et LLD, et contrôle les fusibles des tiroirs des départs électriques LLi avant le redémarrage du réacteur n° 1 de la centrale nucléaire de Flamanville. À défaut, EDF devra justifier d'une part l'impossibilité technique des remises en conformité ou contrôles nécessaires, d'autre part l'innocuité des écarts laissés en l'état jusqu'au prochain arrêt.

Recommandation n° 7

L'IRSN recommande qu'EDF identifie l'origine des fuites observées sur les assemblages boulonnés des systèmes RIS et EAS sur les deux réacteurs de Flamanville, élimine les fuites présentes en remettant en conformité de manière pérenne les assemblages boulonnés concernés avant le redémarrage des réacteurs, et enfin mette en place des mesures correctives pour éviter leur renouvellement.