



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

IRSN
INSTITUT DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Fontenay aux Roses, le 20 février 2024

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2024-00027

Objet : EDF – REP – INB 167 – Réacteur EPR de Flamanville – Analyse du bilan des essais de fonctionnement des groupes électrogènes de secours (« diesels principaux ») et d'ultime secours du réacteur EPR de Flamanville, ainsi que de l'écart survenu sur le groupe électrogène d'ultime secours.

Réf. : [1] Lettre ASN – CODEP-DCN-2022- 039630 du 4 août 2022.
[2] Avis IRSN N° 2023-00064 du 4 mai 2023.

1. INTRODUCTION

Dans le cadre de la demande d'autorisation de mise en service du réacteur EPR de Flamanville (EPR FLA3), EDF a effectué des essais de démarrage afin de démontrer que les matériels, systèmes et structures fonctionnent conformément aux hypothèses d'étude et satisfont aux critères de conception fixés.

Par lettre citée en référence [1], l'ASN sollicite l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur le bilan des essais de démarrage des groupes électrogènes principaux à moteur Diesel de secours et d'ultime secours, ainsi que sur la disponibilité du groupe électrogène à moteur Diesel d'ultime secours LJP (après l'avarie subie) en vue de prendre position relative à l'autorisation de mise en service du réacteur EPR de Flamanville

L'IRSN a déjà émis un premier avis [2] sur les groupes diesels principaux de secours, notamment sur l'essai d'endurance, de huit jours, qui a été réalisé avec un critère de sûreté non respecté. L'objet du présent avis est d'évaluer d'une part les résultats des essais associés aux PEE¹ AIP² du programme d'essais de démarrage des groupes électrogènes de secours et d'ultime secours, d'autre part la disponibilité du groupe électrogène d'ultime secours de la division 1 à la suite d'une avarie.

Lors des échanges techniques entre EDF et l'IRSN qui ont eu lieu durant cette expertise, EDF a pris de nombreux engagements sur le plan de la sûreté.

Par ailleurs, dans le cadre de cette analyse, l'IRSN a réalisé une analyse exhaustive de tous les essais diesels comportant des critères de sûreté. Les essais analysés par l'IRSN qui n'appellent plus de remarque de sa part (les

¹ PEE : procédure d'exécution d'essais.

² AIP : activité importante pour la protection.

MEMBRE DE
ETSON

résultats obtenus ou les engagements pris par EDF lors des réunions techniques étant satisfaisants) ne sont pas mentionnés dans cet avis.

2. ANALYSE DES ESSAIS DE DÉMARRAGE DES GROUPES ÉLECTROGÈNES PRINCIPAUX DE SECOURS

Le périmètre technique des essais de démarrage est l'ensemble des PEE intégrant des activités importantes pour la protection (AIP) au sens de l'arrêté INB du 7 février 2012. Le bilan des essais de démarrage présente les REE³ qui contiennent au moins la vérification ou la validation d'un critère de sûreté S⁴ ou I⁵.

Les quatre groupes électrogènes principaux de secours à moteur Diesel 10 kV sont indépendants et répartis sur les quatre divisions que le réacteur comporte. Ils réalimentent en cas de perte simultanée du réseau principal, du réseau auxiliaire et de l'alternateur principal du réacteur tous les consommateurs des tableaux secourus de leurs divisions respectives.

L'IRSN considère qu'EDF a traité de manière satisfaisante les anomalies détectées sur les quatre groupes électrogènes principaux de secours lors des essais. Toutefois, ces derniers souffraient d'un manque de fiabilité, révélé par un nombre élevé de reprises des procédures d'essais de démarrage. **Ces diesels principaux auraient dû faire l'objet d'une qualification en usine via un essai d'endurance sur un prototype**, mais EDF a fait le choix de ne pas le réaliser, et lui a substitué la valorisation des heures de fonctionnement de diesels similaires. Or ceux-ci utilisent comme carburant du fioul lourd, dont ses caractéristiques mécaniques (notamment la viscosité) diffèrent fortement de celles du GNR employé sur les quatre groupes diesels principaux de l'EPR. Cette différence est probablement à l'origine de l'apparition du phénomène de cavitation dans les flexibles d'injection initialement installés conduisant à leur endommagement. Ces derniers ont été remplacés par des flexibles, à base de caoutchouc, compatibles avec le GNR. De manière générale, **l'IRSN rappelle que les essais de qualification ont pour objet de détecter ce type de phénomènes difficiles à prévoir et estime donc que leur non-réalisation n'est pas une pratique acceptable.**

Après analyse des résultats des essais de démarrage obtenus, l'IRSN considère que les quatre groupes électrogènes principaux de secours ont un niveau de fiabilité acceptable.

3. ANALYSE DES ESSAIS DE DÉMARRAGE DES GROUPES ÉLECTROGÈNES D'ULTIME SECOURS

Le réacteur EPR FLA3 est doté de deux groupes électrogènes d'ultime secours (690 V) à moteurs Diesels situés respectivement en divisions 1 et 4, afin d'assurer l'alimentation électrique des équipements de sauvegarde des divisions électriques 1 et 4 requis pour ramener et maintenir le réacteur dans un état final maîtrisé en cas d'une perte totale d'alimentation des tableaux électriques secourus.

Lors de la réalisation des essais de démarrage, EDF a été amené à apporter des modifications sur ces groupes pour démontrer que ces derniers satisfont aux critères de conception fixés. Les résultats d'essais obtenus pour chacun des deux groupes électrogènes d'ultime secours n'ont pas mis en évidence des non-conformités. **Par**

³ REE : relevés d'exécution d'essais.

⁴ Critère S : paramètre et valeurs de référence dont le non-respect compromet l'aptitude de tout ou partie d'une fonction de sûreté, à assurer sa mission telle que définie dans les études du rapport de sûreté.

⁵ Critère I : valeur ou action dont le non-respect compromet au premier degré et de manière sûre le bon fonctionnement d'un EIPS, pendant tout le temps où celui-ci est nécessaire pour assurer une ou des fonctions de sûreté.

conséquent, l'IRSN considère que ces deux groupes électrogènes d'ultime secours ont un niveau de fiabilité acceptable.

4. DISPONIBILITÉ DU GROUPE ÉLECTROGÈNE D'ULTIME SECOURS

Durant la phase d'essais de démarrage et après la réalisation de plusieurs procédures d'essais sans réserve, le moteur Diesel du groupe électrogène d'ultime secours de la première division a subi une avarie ayant notamment eu pour conséquence l'introduction de liquide de refroidissement dans le circuit de lubrification du moteur, ainsi que l'expulsion de ce liquide au niveau de la soupape du vase d'expansion permettant de détecter l'avarie.

L'analyse de l'IRSN a porté sur l'examen de la note transmise par EDF concernant la robustesse du moteur Diesel du groupe électrogène d'ultime secours de la première division et des résultats de l'essai de requalification après sa remise en état à la suite de la propagation du liquide de refroidissement dans le circuit d'huile. EDF a indiqué, après le démontage de ce groupe diesel, que l'origine de cette avarie est due à l'absence des joints de nez d'injecteur au niveau des cylindres A4, A10 et B6. Le rôle de ce joint est d'assurer l'étanchéité entre la chambre de combustion et l'injecteur lui-même. EDF a procédé au remplacement des composants endommagés et au nettoyage des circuits contaminés par le liquide de refroidissement. Il a indiqué, par ailleurs, que les coussinets des paliers de vilebrequin n'ont pas pu être examinés, car la conception du moteur Diesel ne permet ni leur contrôle ni leur remplacement sur site (pour une telle opération, le moteur devant être déposé et renvoyé en usine).

Un essai d'endurance a été réalisé par EDF pour requalifier ce groupe diesel après sa réparation. Cet essai comportait neuf cycles de fonctionnement identiques. L'enchaînement des différents cycles était conditionné par le résultat des analyses chimiques d'huile réalisées pour surveiller l'usure des coussinets. Eu égard aux résultats obtenus qui n'ont décelé aucune anomalie, EDF a décidé de maintenir ce groupe diesel en exploitation sous réserve de faire lors de chaque fonctionnement (4 h au maximum) des analyses chimiques d'huile. En cas d'un fonctionnement plus long, des paramètres spécifiques (pression d'huile, pression des gaz carter et temps d'arrêt du groupe) seront surveillés et toute évolution anormale de ces paramètres conduira à l'arrêt immédiat du groupe diesel.

L'analyse par l'IRSN des résultats des prélèvements chimiques des différents cycles transmis ne révèle pas de comportement instable et anormal de métaux constituant les paliers des cylindres. Ces résultats n'appellent donc pas de commentaire de la part de l'IRSN.

5. CONCLUSION

Cet avis a porté sur les essais de démarrage des groupes diesels de secours, d'ultimes secours ainsi que la disponibilité du groupe diesel d'ultime secours de la première division. Les systèmes diesels étant des systèmes de sauvegarde, cette analyse a été réalisée de manière exhaustive sur tous les essais de démarrage AIP des groupes diesels principaux et d'ultime secours et s'est déroulée tout au long de la réalisation de ces essais et de la diffusion des REE correspondants jusqu'au début de l'année 2024.

L'investissement important d'EDF dans la préparation et la réalisation de ces essais a permis de traiter de manière appropriée, dans des délais contraints, les aléas et les difficultés rencontrés.

Cependant, cette expertise a permis de déceler et de traiter des anomalies préjudiciables à la sûreté. En effet, l'analyse des résultats des essais de démarrage a mis en évidence des faiblesses dans la conception de ces diesels.

L'absence d'essais de qualification en usine a notamment amené EDF à réaliser plus de 150 reprises d'essais sur l'ensemble des groupes diesels principaux pour valider les critères de sûreté.

Les modifications mises en place suivies de requalifications fonctionnelles ont permis de s'assurer que les groupes diesels principaux et d'ultime secours sont conformes et aptes à remplir leur mission en situation accidentelle. En outre, l'IRSN considère que les nombreux engagements pris par EDF, à l'issue de cette expertise, sont satisfaisants sur le plan de la sûreté.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Hervé BODINEAU

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté