

Fontenay-aux-Roses, le 26 janvier 2022

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

## AVIS IRSN N° 2022-00008

---

**Objet :** EDF – REP – Réacteur n° 3 de la centrale nucléaire de Dampierre – INB 85 – Prise en compte du retour d'expérience – Accroissement du risque de fusion du cœur induit par une fuite interne de liquide de refroidissement constatée le 4 septembre 2020 au niveau d'une culasse du moteur Diesel de la voie B.

---

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

---

Dans le cadre de la saisine citée en référence, l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a réalisé une analyse probabiliste de l'événement significatif pour la sûreté survenu sur le réacteur n° 3 de la centrale nucléaire de Dampierre, relatif à un défaut constaté le 4 septembre 2020 au niveau du groupe électrogène de secours de la voie B, afin d'évaluer son niveau de gravité.

Chaque réacteur du parc nucléaire en exploitation est alimenté par deux sources électriques externes. En cas de perte des deux sources externes, les deux voies électriques secourues redondantes (A et B) sont alimentées par des groupes électrogènes à moteur Diesel (LHP pour la voie A et LHQ pour la voie B). Pour le palier CPY uniquement (les autres paliers disposent d'une turbine à combustion), un groupe électrogène, de conception similaire à celle des groupes électrogènes LHP et LHQ, est installé sur chaque centrale nucléaire et permet de réalimenter un tableau 6,6 kV secouru de l'un des réacteurs de la centrale en cas de perte totale de ses sources électriques. Enfin, à la suite des évaluations complémentaires de sûreté réalisées après l'accident de Fukushima Daiichi, chaque réacteur en exploitation a été doté d'un groupe électrogène d'ultime secours de conception différente (DUS). Ces groupes électrogènes (LHP, LHQ, GUS et DUS) sont appelés ci-après « diesels ».

Les diesels LHP, LHQ et le GUS sont notamment équipés d'un circuit d'eau « haute température » (HT), qui refroidit le moteur (cylindres, culasses...), et d'un circuit d'eau « basse température » (BT), qui refroidit les circuits d'huile de graissage et d'air de suralimentation. Ces circuits d'eau sont fermés et munis chacun d'un vase d'expansion dont la capacité est d'une centaine de litres.

Selon le palier, le refroidissement du DUS est assuré soit par un circuit d'eau HT et un circuit d'eau BT, soit par un circuit unique qui remplit l'ensemble des fonctions de refroidissement.

# 1. ÉVÉNEMENT SURVENU SUR LA CENTRALE DE DAMPIERRE EN SEPTEMBRE 2020

Début septembre 2020, le réacteur n° 3 de la centrale nucléaire de Dampierre, d'une puissance de 900 MWe, est en puissance. Un essai sur le banc de charge est effectué au titre de la requalification du diesel LHQ à l'issue de sa maintenance préventive. Pendant cet essai, d'une durée totale de sept heures, le diesel fonctionne jusqu'à 100 % de sa charge nominale. Avant l'essai, le niveau du vase d'expansion du circuit d'eau HT est relevé conforme, tandis que, le lendemain, une fois le diesel refroidi, une baisse significative du niveau d'eau est constatée, ce qui conduit l'exploitant à déclarer indisponible ce diesel.

Lors des investigations, une fuite interne est identifiée au niveau de la culasse de l'un des vingt cylindres du moteur (fuite d'eau dans la chambre de combustion et dans le cylindre). L'analyse des appoints de liquide de refroidissement effectués pour ce diesel met en évidence que les pertes significatives de liquide ont débuté en février 2017. Les données recensées lors des essais périodiques à pleine charge ont permis d'estimer un débit de fuite de 5 l/h en février 2017, de 10 l/h en octobre 2019 et de 15 l/h en septembre 2020.

La perte de fluide de refroidissement lors du fonctionnement du diesel en situation incidentelle ou accidentelle conduit à sa ruine ; avec un débit de fuite de l'ordre d'une dizaine de litres/h, la défaillance en fonctionnement du diesel survient en quelques heures.

De février 2017 à septembre 2020, huit baisses significatives de niveau dans le vase d'expansion ont été constatées lors des rondes en local ou des vérifications préalables aux essais périodiques. Chaque constat a été suivi d'un appoint, sans qu'aucune autre action corrective ne soit engagée.

Il convient de noter qu'une fuite interne de ce type devrait pouvoir être détectée par les contrôles du taux de sodium dans la charge d'huile<sup>1</sup>. Néanmoins, le seuil d'alerte fixé au niveau national pour ce taux étant issu d'un retour d'expérience des diesels des réacteurs de 1300 MWe et de 1450 MWe, de technologie différente de ceux du palier 900 MWe, ce seuil n'a jamais été atteint à Dampierre pendant la période de 2017 à 2020.

## 2. ANALYSE PROBABILISTE – RÉSULTATS ET ENSEIGNEMENTS

En utilisant ses propres modèles EPS de niveau 1<sup>2</sup>, l'IRSN a estimé l'accroissement du risque de fusion du cœur du réacteur n° 3 de la centrale nucléaire de Dampierre induit par le défaut constaté le 4 septembre 2020 au niveau du diesel LHQ, lors de l'année précédant ce constat. **Il est supérieur d'un facteur cinq au seuil au-delà duquel un événement est considéré précurseur<sup>3</sup>.**

Ce surcroît du risque de fusion du cœur est induit notamment par l'occurrence d'une perte des sources externes par mode commun lorsque le réacteur est dans l'état standard « arrêt pour intervention, circuit primaire suffisamment ouvert ». La défaillance ou l'indisponibilité du diesel de la voie A et la ruine du diesel de la voie B

<sup>1</sup> Le moyen le plus efficace pour identifier le passage de liquide de refroidissement dans la charge d'huile du diesel est de suivre, en plus de la teneur en eau, la teneur en sodium de la charge d'huile. En effet, le sodium entre dans la composition du liquide de refroidissement mais n'entre pas dans la composition de l'huile de graissage. Donc, même si l'eau contenue dans le liquide de refroidissement s'évapore, comme cela a été le cas pour le diesel LHQ du réacteur n° 3 du CNPE de Dampierre, le sodium reste présent dans l'huile.

<sup>2</sup> EPS : études probabilistes de sûreté. Les EPS de niveau 1 permettent d'estimer la fréquence annuelle de fusion du cœur d'un réacteur.

<sup>3</sup> 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. 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. Parmi ces événements, les événements dont le surcroît de risque est supérieur à  $10^{-4}$  font l'objet d'une attention particulière : l'exploitant définit un traitement spécifique et des délais de mise en œuvre des mesures correctives.

lors de son fonctionnement (du fait de la perte de l'inventaire en eau du circuit d'eau HT), suivies par l'échec de la mise en service de l'appoint gravitaire au circuit primaire depuis la piscine de désactivation, conduisent au découverte des assemblages de combustible en cuve.

L'IRSN souligne que, parmi les défauts des diesels récemment recensés sur le parc en exploitation, celui ayant fait l'objet de la présente analyse se distingue par sa durée de latence particulièrement longue. Celle-ci provient notamment du fait que l'exploitant a systématiquement restreint l'analyse relative à la perte du fluide de refroidissement à la seule recherche d'une fuite externe, qui est le défaut le plus courant, tandis qu'une analyse réalisée en corrélant les baisses de niveau d'eau HT à la hausse du taux de sodium dans l'huile aurait permis de détecter la fuite interne plus rapidement.

Compte tenu du fait qu'une situation similaire pourrait se reproduire sur une autre centrale nucléaire, l'IRSN estime nécessaire que le référentiel de maintenance évolue, d'une part, pour que toute baisse anormale d'un niveau d'eau dans un circuit de refroidissement d'un diesel soit analysée, d'autre part, pour que la détection d'une fuite interne soit améliorée en corrélant la baisse du niveau à la hausse du taux de sodium dans la charge d'huile.

Lors de l'expertise, EDF a indiqué qu'il a d'ores et déjà décidé d'abaisser, pour le palier 900 MWe, le seuil toléré du taux de sodium dans l'huile, afin de l'adapter à la technologie des moteurs de ce palier. **L'IRSN estime que cette évolution du référentiel de maintenance est un point important, qui va contribuer à améliorer la détection d'une fuite interne.** Par ailleurs, EDF prévoit de prescrire un suivi de tendance de certains paramètres, dont le taux de sodium dans l'huile pourrait faire partie. **Pour l'IRSN, bien que la mise en place d'un suivi de tendance sur ce paramètre soit pertinente, la périodicité de deux mois (pour le palier 900 MWe) ou quatre mois (pour les paliers 1300 MWe et N4) des contrôles réalisés sur ce paramètre pourrait ne pas permettre une détection suffisamment rapide d'une fuite interne.** Enfin, EDF ne prévoit pas de réaliser systématiquement une analyse en cas de baisse anormale du niveau dans un circuit de refroidissement d'un diesel et n'envisage donc pas non plus de corrélater la baisse de niveau d'eau à la hausse du taux de sodium dans l'huile afin d'accélérer la détection d'une fuite interne. **L'IRSN estime qu'EDF doit mettre à profit les contrôles journaliers des niveaux des vases d'expansion des circuits de refroidissement des diesels de secours (LHP et LHQ) et des diesels d'ultime secours (GUS et DUS) pour rendre plus efficace la détection d'une fuite interne. Ce point fait l'objet de la 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° 2022-00008 DU 26 JANVIER 2022**

### **Recommandation de l'IRSN**

L'IRSN recommande que, pour l'ensemble des réacteurs du parc en exploitation, EDF fasse évoluer le référentiel de maintenance pour que, en cas de baisse anormale du niveau d'eau dans un circuit de refroidissement d'un diesel de secours ou d'ultime secours, une analyse soit systématiquement réalisée. À ce titre, si la baisse anormale de niveau n'est pas due à une fuite externe, le taux de sodium dans l'huile devra faire l'objet d'un contrôle immédiat et un suivi particulier du taux de sodium dans l'huile, corrélé à l'évolution du niveau, devra être mis en place.