



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

IRSN
INSTITUT DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Fontenay-aux-Roses, le 25 août 2022

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2022-00177

Objet : EDF – REP – Tous paliers – Groupes électrogènes de secours et d'ultime secours
Fuites de liquide de refroidissement au niveau des aéroréfrigérants

Réf. : [1] Saisine cadre ASN – CODEP-DCN-2012-040076 du 11 mars 2013.
[2] Avis IRSN - 2022-00008 du 26 janvier 2022.

Conformément à la demande de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) en référence [1], l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a analysé l'impact sur la sûreté et l'aspect générique de plusieurs événements ayant affecté les groupes électrogènes des centrales nucléaires de Paluel et de Gravelines en 2020 et 2021.

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 alimente l'une des deux voies électriques redondantes, qui alimentent les systèmes de sauvegarde de l'installation en cas de perte des sources électriques externes. Chaque diesel possède deux circuits de refroidissement : un circuit d'eau « haute température » (HT) et un circuit d'eau « basse température » (BT). Afin de préserver l'équilibre thermique du système, ces circuits cèdent leurs calories dans des échangeurs refroidis par l'air extérieur (« aéroréfrigérants ») installés en toiture du bâtiment abritant le diesel. Une fuite au niveau de ces aéroréfrigérants pourrait causer un échauffement du moteur conduisant à sa ruine et interrompant donc la réalimentation des systèmes de sauvegarde.

Par ailleurs, chaque site du palier CPY est équipé d'un groupe électrogène d'ultime secours (GUS) commun à l'ensemble des réacteurs du site, destiné à pallier une défaillance simultanée des deux diesels de secours d'un réacteur. Il peut également être utilisé en substitution d'un diesel de secours dans le cadre d'une maintenance programmée de ce dernier, pour un nombre d'heures limité. Le GUS est doté d'aéroréfrigérants de conception spécifique.

1. FUITES SURVENUES SUR LES DEUX DIESELS DU RÉACTEUR N° 1 DE LA CENTRALE NUCLÉAIRE DE PALUEL

En juin 2021, EDF a déclaré un événement significatif pour la sûreté (ESS) lié à l'indisponibilité du diesel de secours de la voie B du réacteur n° 1 de la centrale nucléaire de Paluel pendant une durée supérieure à celle autorisée par les spécifications techniques d'exploitation (STE). L'indisponibilité du diesel résultait d'une fuite du circuit d'eau BT localisée sur un tube d'un aéroréfrigérant.

MEMBRE DE
ETSON

➤ Traitement de la défaillance par EDF

N'ayant pu réparer le tube percé, EDF a remplacé l'élément réfrigérant défaillant. Par la suite, l'expertise du tube a montré que la fuite avait été causée par la corrosion, favorisée par la salinité de l'air de ce site en bord de mer. EDF prévoit donc de réaliser un état des lieux des aéroréfrigérants de l'ensemble des diesels de la centrale nucléaire de Paluel, afin d'élaborer un programme de remplacement.

Néanmoins, EDF considère que cet événement relève d'une défaillance ponctuelle qui ne remet pas en cause le programme de maintenance préventive des aéroréfrigérants.

➤ Analyse de l'IRSN

L'IRSN estime que cette défaillance ne peut être considérée comme ponctuelle, puisqu'en septembre 2020, une fuite similaire s'était produite sur le diesel de la voie A du même réacteur. En outre, les contrôles prescrits par le programme de maintenance préventive ne permettent pas de détecter des fuites affectant des tubes non-visibles de l'extérieur, comme c'était le cas des deux fuites. Des fuites similaires pourraient donc survenir sur les diesels d'autres réacteurs sans qu'EDF ne puisse les prévenir. **Par conséquent, l'IRSN estime que le programme de remplacement des éléments réfrigérants ne doit pas se limiter aux diesels de la centrale de Paluel, et doit être étendu aux autres sites du parc nucléaire.**

Au cours de l'expertise, EDF a présenté un programme de remplacement des éléments réfrigérants portant sur plusieurs sites. Néanmoins, il ne concerne que les trois centrales nucléaires situées au bord de la Manche¹. Or rien ne justifie d'exclure les centrales de Gravelines et du Blayais, elles aussi situées en bord de mer (ou d'estuaire). De même, le programme devrait également couvrir les réacteurs situés en bord de rivière. En effet, bien que la corrosion ne soit pas accélérée par l'air salin dans leur cas, ce mécanisme est actif et l'a été depuis la mise en service des réacteurs, soit depuis près de 40 ans pour certains.

En outre, EDF indique que l'ampleur de ce programme est limitée par les capacités de production du fabricant des aéroréfrigérants, et permettrait au mieux de remplacer les échangeurs de 10 diesels d'ici 2027. Or les centrales situées au bord de la Manche représentent à elles-seules 16 diesels de secours, et l'ensemble des réacteurs du parc en exploitation représentent 112 diesels de secours, auxquels s'ajoutent les sept GUS du palier CPY. **Le programme présenté par EDF ne couvre donc qu'une petite partie des diesels de son parc.**

Le cas du réacteur n° 1 de la centrale nucléaire de Paluel montre que les deux voies d'un même réacteur peuvent être affectées de façon rapprochée. Si les deux diesels de secours d'un réacteur étaient ainsi rendus indisponibles simultanément, **EDF ne serait pas en mesure d'amorcer sous une heure le repli du réacteur vers un état sûr, comme prescrit par les STE, puisque les contrôles de fuites lors des rondes ne permettent pas une détection aussi rapide.**

L'IRSN considère donc que le programme présenté par EDF n'est pas suffisant pour faire face aux risques qu'induisent des fuites pouvant survenir sur les aéroréfrigérants des diesels. Par conséquent, EDF doit présenter un programme de remplacement des éléments réfrigérants des diesels de l'ensemble du parc électronucléaire, incluant les groupes électrogènes d'ultime secours du palier CPY. Le cas échéant, EDF devra mettre à jour les programmes de maintenance préventive des diesels pour y intégrer des activités de prévention de la corrosion des éléments réfrigérants. Ce point fait l'objet de la recommandation n° 1 en annexe 1.

¹ Il s'agit des centrales nucléaires de Flamanville, Paluel et Penly.

2. FUITES SURVENUES SUR LE GUS DE LA CENTRALE NUCLÉAIRE DE GRAVELINES

Entre mai 2020 et avril 2021, plusieurs fuites sont survenues sur un même élément réfrigérant du circuit d'eau HT du GUS de la centrale de Gravelines.

➤ Impact sur la sûreté selon EDF

EDF a déclaré un événement intéressant pour l'environnement (EIE) en février 2021 et un événement significatif pour l'environnement (ESE) en mai 2021, compte tenu du déversement de liquide de refroidissement dans le réseau de collecte des eaux pluviales lié à ces fuites.

➤ Traitement de la défaillance par EDF

D'après EDF, la principale cause technique de ces fuites serait une dégradation des tuyauteries d'évent² par fatigue vibratoire. En effet, les vibrations causées par le fonctionnement des ventilateurs des aéroréfrigérants, qui se propagent à ces tuyauteries, n'ont pas été prises en compte lors de la conception du supportage des lignes.

Entre mai 2020 et avril 2021, EDF a procédé à plusieurs réparations ponctuelles qui n'ont pas empêché une réapparition des fuites. À présent, l'exploitant de la centrale de Gravelines prévoit de réaliser une modification de la ligne d'évent, afin de réduire la transmission des vibrations.

➤ Analyse de l'IRSN

L'IRSN constate qu'EDF s'est concentré sur les conséquences des fuites sur l'environnement, et qu'il a sous-estimé leur impact sur la sûreté.

Premièrement, l'IRSN considère qu'EDF a sous-estimé la durée pendant laquelle le GUS a été indisponible. En effet, EDF n'a pris en compte que les périodes pendant lesquelles le GUS a été déclaré indisponible à la suite de constats de fuite, mais il n'a pas considéré les périodes où les fuites étaient présentes, bien que non-détectées. La prise en compte d'une durée plus longue conduirait donc à réévaluer à la hausse les conséquences potentielles pour la sûreté, dans la mesure où elle allongerait grandement la période pendant laquelle la sûreté des six réacteurs de la centrale de Gravelines a été amoindrie par l'indisponibilité du GUS.

Deuxièmement, l'IRSN considère qu'EDF a sous-estimé l'importance du GUS pour la sûreté pendant ses périodes d'indisponibilité. En effet, le fait de retenir une durée réduite d'indisponibilité du GUS a conduit EDF à ne pas prendre en compte des périodes où il était utilisé en substitution d'un diesel de secours. Dans ce cas, le GUS étant directement valorisé comme une source de secours, son indisponibilité a un impact plus important sur la sûreté du réacteur que lorsqu'il sert uniquement de source d'ultime secours. Or des fuites ont été constatées alors même que le GUS était utilisé en substitution d'un diesel de secours.

Le choix fait par EDF d'analyser les conséquences de l'indisponibilité des diesels causée par les fuites pendant une période réduite ne lui a donc pas permis d'appréhender leur réel impact sur la sûreté des réacteurs de la centrale de Gravelines. Ce défaut d'analyse est de nature à conduire à une prise en compte insuffisante de ces défaillances au titre du retour d'expérience, ce qui pourrait favoriser la survenue de futures fuites et ralentir leur traitement. Par conséquent, l'IRSN estime qu'EDF devrait réévaluer ces conséquences en prenant en compte leur impact au moins depuis le mois de mai 2020. Ce point fait l'objet d'une observation en annexe 3.

Afin de réduire la transmission des vibrations à l'origine des fuites, EDF prévoit de modifier les lignes d'évents du seul GUS de la centrale nucléaire de Gravelines. Or les six autres centrales du palier CPY sont équipées de GUS susceptibles de présenter les mêmes phénomènes vibratoires. **Au cours de l'expertise, EDF a indiqué que les**

² Les événements relient les circuits de refroidissement à l'atmosphère par des tuyaux de faible diamètre, maintenant ainsi un équilibre de pression.

lignes d'événements des six autres GUS feront l'objet de contrôles d'ici à fin 2023. Or les différents GUS du palier CPY sont susceptibles d'être valorisés en substitution d'un groupe électrogène de secours avant la fin 2023. Il y aurait donc un risque qu'un GUS soit ainsi valorisé malgré la présence de dégradations pouvant conduire à des fuites de liquide de refroidissement. Par conséquent, l'IRSN estime que l'absence d'indication devrait être vérifiée sur chaque GUS avant sa prochaine valorisation programmée en substitution d'un groupe électrogène de secours. Ce point fait l'objet de la recommandation n° 2 en annexe 1.

3. SUIVI INSUFFISANT DES APPOINTS DE LIQUIDE DE REFROIDISSEMENT

Dans le cas de l'ESS survenu à Paluel comme dans le cas de l'ESE survenu à Gravelines, la détection des fuites a été retardée par le fait qu'EDF a d'abord réalisé des appoints successifs pour retrouver un niveau de liquide de refroidissement conforme, sans déclarer l'indisponibilité du diesel.

L'IRSN rappelle que le diesel de la voie B du réacteur n° 3 de la centrale nucléaire de Dampierre a subi une fuite de liquide de refroidissement, probablement amorcée en 2017, qui n'a été détectée qu'en 2020, parce qu'EDF compensait régulièrement les pertes par des appoints sans rechercher l'origine de la baisse de niveau.

Cet événement a fait l'objet d'un avis [2] dans lequel l'IRSN a recommandé qu'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. **L'IRSN estime que de telles analyses auraient facilité la détection des fuites de liquide de refroidissement du diesel de la voie B du réacteur n° 1 de la centrale nucléaire de Paluel et du GUS de la centrale nucléaire de Gravelines. La recommandation formulée dans l'avis [2] est donc rappelée en annexe 2.**

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Hervé BODINEAU

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

ANNEXE 1 À L'AVIS IRSN N° 2022-00177 DU 25 AOÛT 2022

Recommandations de l'IRSN

Recommandation N° 1

L'IRSN recommande qu'EDF présente un programme de remplacement des éléments réfrigérants des diesels de l'ensemble du parc nucléaire, incluant les groupes électrogènes d'ultime secours du palier CPY, suffisamment ambitieux pour prévenir le risque de fuites liées à la corrosion pour la durée de vie restante des réacteurs. Le cas échéant, EDF devra mettre à jour les programmes de maintenance préventive des diesels pour y intégrer des activités de prévention de la corrosion des éléments réfrigérants.

Recommandation N° 2

L'IRSN recommande qu'EDF procède à un contrôle d'absence d'indication au niveau des événements des aéroréfrigérants, sur chaque groupe électrogène d'ultime secours du palier CPY, avant sa prochaine valorisation programmée en substitution d'un groupe électrogène de secours, et au plus tard avant la fin de l'année 2023.

ANNEXE 2 À L'AVIS IRSN N° 2022-00177 DU 25 AOÛT 2022

Rappel de recommandations issues d'avis antérieurs de l'IRSN

Rappel de la recommandation de l'avis IRSN n° 2022-00008 du 26 janvier 2022 :

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.

ANNEXE 3 À L'AVIS IRSN N° 2022-00177 DU 25 AOÛT 2022

Observation de l'IRSN

L'IRSN estime qu'EDF devrait réévaluer les conséquences sur la sûreté des fuites de liquide de refroidissement du GUS de la centrale de Gravelines survenues depuis mai 2020.