

Fontenay-aux-Roses, le 15 décembre 2022

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

## AVIS IRSN N° 2022-00233

**Objet :** REP - EDF - Réacteur n° 1 et n° 3 de la centrale nucléaire de Paluel – Prise en compte du retour d'expérience – Accroissement du risque de fusion du coeur induit par l'événement survenu en avril 2021 relatif à l'incendie ayant affecté le transformateur principal du réacteur n° 1.

**Réf. :** Saisine cadre 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 en 2019 sur les réacteurs n° 1 et n° 3 de la centrale nucléaire de Paluel, afin d'évaluer son niveau de gravité. L'événement est relatif à un incendie survenu sur une phase du transformateur principal (TP)<sup>1</sup> du réacteur n° 1, ayant conduit à l'indisponibilité du TP et du transformateur de soutirage (TS)<sup>2</sup> de ce réacteur ainsi qu'à l'indisponibilité du transformateur auxiliaire (TA) du réacteur n° 3.

Au début du mois d'avril 2021, un défaut électrique s'est produit sur une traversée d'une phase du TP du réacteur n° 1 de la centrale nucléaire de Paluel (cf. schéma ci-dessous). Ce défaut a provoqué un départ de feu sur cette phase ainsi que l'activation de protections électriques conduisant à l'ouverture des disjoncteurs de couplage et de ligne associés au réacteur n° 1. L'ouverture de ces disjoncteurs a conduit à la perte du TS du réacteur, à l'arrêt automatique du réacteur, ainsi qu'au basculement automatique de l'alimentation électrique des tableaux électriques secourus du réacteur n° 1 sur son TA. La disponibilité du TS ne pouvant pas être retrouvée à court terme, le réacteur n° 1 a été replié dans le domaine d'exploitation AN/RRA<sup>3</sup>, puis maintenu dans ce domaine d'exploitation jusqu'au début de l'arrêt du réacteur pour renouvellement du combustible, qui était programmé autour de la mi-avril 2021. Les travaux permettant de retrouver la disponibilité des transformateurs ont été réalisés au cours de cet arrêt.

<sup>1</sup> Un poste électrique, à haute tension, accolé à la salle des machines permet d'évacuer l'énergie produite par l'alternateur sur le réseau général. Le poste électrique comprend notamment un transformateur principal (TP) composé de trois phases, raccordé à une ligne de 400 kV.

<sup>2</sup> L'alimentation électrique des équipements nécessaires à l'exploitation d'un réacteur de 1300 MWe est normalement assurée par le transformateur de soutirage (TS) connecté à la ligne principale d'évacuation d'énergie 400 kV de ce même réacteur. En cas d'indisponibilité du TS, l'alimentation électrique du réacteur est réalisée par le transformateur auxiliaire (TA) qui est connecté à la ligne 400 kV du réacteur apparié.

<sup>3</sup> AN/RRA : arrêt normal sur le circuit de refroidissement du réacteur à l'arrêt. Ce domaine d'exploitant ne requière que trois sources électriques parmi la source externe principale, la source externe auxiliaire et les deux sources internes (groupe électrogène de secours).

L'incendie a également dégradé des câbles de contrôle-commande situés en partie supérieure du TP du réacteur n° 1 et nécessaires au fonctionnement du TA du réacteur n° 3, conduisant EDF à déclarer ce dernier indisponible. Aussi, en application des spécifications techniques d'exploitation (STE), le réacteur n° 3 a été replié dans le domaine d'exploitation AN/RRA pendant les travaux de réparation, qui ont duré environ un mois.

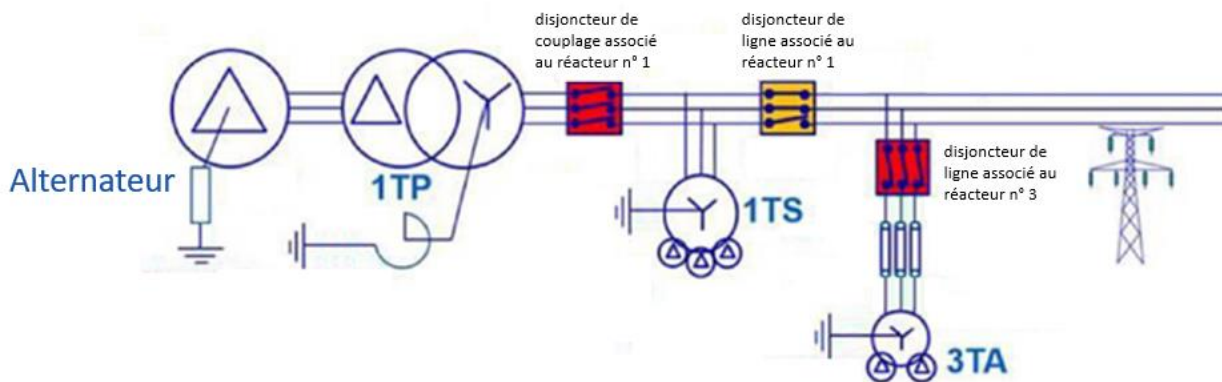


Schéma de la ligne de 400 kV du réacteur n° 1 de la centrale nucléaire de Paluel<sup>4</sup>

En utilisant son propre modèle EPS<sup>5</sup> de niveau 1 de référence pour les réacteurs de 1300 MWe, l'IRSN a estimé l'accroissement global du risque de fusion du cœur des réacteurs n° 1 et n° 3, induit par l'incendie du TP du réacteur n° 1 de la centrale nucléaire de Paluel. **Il est supérieur au seuil au-delà duquel un événement est considéré précurseur<sup>6</sup>.**

#### **Actions prises par EDF pour éviter le renouvellement d'un événement similaire**

La conception actuelle du système de protection incendie des TP ne permet pas de limiter suffisamment les dégâts causés par un incendie. À cet égard, en 2019, les services centraux d'EDF ont demandé aux centrales nucléaires de 1300 MWe de déployer une modification matérielle permettant d'obtenir plus rapidement un débit d'aspersion élevé au niveau des TP. Toutefois, cette modification n'a pas été mise en œuvre sur la centrale nucléaire de Paluel en raison d'une difficulté de nature organisationnelle. À la suite de cet incident, l'exploitant de la centrale nucléaire de Paluel a déployé rapidement cette modification sur l'ensemble de ses réacteurs.

Par ailleurs, les câbles de contrôle-commande affectés par l'incendie et situés en partie supérieure du TP du réacteur n° 1 ne disposent pas de protection incendie. Aussi, une des actions prévues par EDF est d'identifier les réacteurs du parc en exploitation pour lesquels les câbles de contrôle-commande sont exposés à un risque de destruction par un incendie du TP et, le cas échéant, de proposer des solutions de protection.

<sup>4</sup> La ligne 400 kV du réacteur n° 1 alimente à la fois le TS du réacteur n° 1 et le TA du réacteur n° 3.

<sup>5</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>6</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.

En outre, afin d'anticiper une dégradation au niveau d'une traversée d'un transformateur, le suivi en fonctionnement des traversées du parc en exploitation sera prochainement renforcé. Dans l'attente de ce suivi en fonctionnement, EDF réduit la périodicité des contrôles réalisés dans le cadre de la maintenance préventive pour l'ensemble des traversées de même technologie que celle à l'origine de l'incendie survenu sur le réacteur n° 1 de la centrale nucléaire de Paluel.

**L'IRSN estime que ces actions sont satisfaisantes.**

### **Séjour prolongé du réacteur n° 3 dans le domaine d'exploitation AN/RRA**

À la suite de l'indisponibilité de son TA, le réacteur n° 3 de la centrale nucléaire de Paluel a été maintenu dans le domaine d'exploitation AN/RRA avec une source externe consignée. Les STE ont été respectées car trois sources électriques étaient disponibles. Toutefois, lorsque le réacteur est dans cette configuration pendant un mois, l'IRSN relève que l'accroissement de risque de fusion du cœur par rapport à la situation où aucune source n'est consignée est supérieur au seuil au-delà duquel un événement est considéré précurseur.

Au cours de l'expertise, EDF a notamment précisé que le réacteur n° 3 de la centrale nucléaire de Paluel a majoritairement séjourné en bas de la plage de température et de pression de l'AN/RRA. De plus quatre générateurs de vapeur étaient disponibles alors que les STE n'en requièrent que deux. L'IRSN convient que ces dispositions ont permis de réduire le risque<sup>7</sup>. Cependant, la mise en œuvre de ces dispositions n'est pas prescrite par le référentiel d'exploitation d'EDF. Aussi, en cas d'un nouveau fonctionnement d'un réacteur dans le domaine d'exploitation AN/RRA pendant une longue durée alors que l'une des sources électriques externes ou internes<sup>8</sup> est consignée, rien ne garantit que ces dispositions seraient de nouveau mises en œuvre. **Ce point fait l'objet d'une recommandation en annexe.**

#### **IRSN**

Le Directeur général

Par délégation

Frédérique PICHEREAU

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

---

<sup>7</sup> En effet, en cas de perte des alimentations électriques, compte tenu de ces dispositions, le délai disponible avant fusion du cœur est plus important, ce qui laisserait plus de temps pour trouver un moyen de réalimentation électrique.

<sup>8</sup> L'IRSN a estimé l'accroissement de risque de fusion du cœur d'un réacteur de 1300 MWe séjournant pendant un mois en AN/RRA avec une source interne consignée. Il est supérieur au seuil au-delà duquel un événement est considéré précurseur.

## **ANNEXE À L'AVIS IRSN N° 00233 DU 15 DÉCEMBRE 2022**

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

**L'IRSN recommande que, en cas de consignation d'une source électrique pendant une longue durée dans le domaine d'exploitation AN/RRA, EDF définisse et mette en œuvre des mesures compensatoires afin de rendre acceptable l'accroissement de risque induit par cette consignation.**