

Monsieur le Directeur de la direction des centrales nucléaires

Fontenay-aux-Roses, le 29 avril 2026

## AVIS D'EXPERTISE N° 2026-00045 DU 29 AVRIL 2026

**Objet :** EDF – REP – Paliers P'4 et N4 – Prise en compte du retour d'expérience – Accroissement du risque de fusion du cœur induit par la défiabilisation de la séquence d'îlotage lors de la période mi-2023 à mi-2024.

**Références :** Saisine ASNR – CODEP-DCN-2025-062219 du 10 octobre 2025.

Dans le cadre de la saisine de la Direction des centrales nucléaires de l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR) citée en référence, la Direction de l'expertise en sûreté de l'ASNR a réalisé une analyse probabiliste des conséquences potentielles que la défiabilisation de la séquence d'îlotage peut induire au vu de l'événement significatif pour la sûreté (ESS) survenu en octobre 2023 sur le réacteur n° 1 de la centrale nucléaire de Civaux.

Chaque réacteur des paliers P'4 et N4 est normalement alimenté par une source électrique externe principale. La perte de la ligne électrique externe principale d'un réacteur qui fonctionne en puissance déclenche une baisse rapide de la puissance du turbo-alternateur et du réacteur jusqu'à la valeur nécessaire au maintien en service de leurs systèmes auxiliaires. Par la suite, l'installation est stabilisée à ces nouveaux paramètres. Le terme générique de « séquence d'îlotage » correspond à l'ensemble des actions automatiques qui concourent au succès de ce transitoire.

Le fonctionnement en mode « réacteur îloté » permet alors de disposer pendant une durée pouvant aller jusqu'à 24 heures d'un moyen d'alimentation électrique des systèmes auxiliaires du réacteur en cas de perte de la ligne électrique externe principale ou des lignes électriques externes d'un réacteur en puissance ou, encore, en situation d'incident réseau généralisé (IRG). De plus, réussir l'îlotage d'un nombre suffisant de réacteurs parmi ceux ayant perdu leurs lignes électriques externes en situation d'IRG est une condition nécessaire pour pouvoir récupérer rapidement le réseau électrique.

L'échec de l'îlotage en cas de perte de la ligne électrique externe principale provoque notamment l'arrêt du réacteur et le basculement de l'alimentation électrique sur la source électrique externe auxiliaire. En cas de perte de cette dernière, 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). Le GUS<sup>1</sup> du site 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 (situation H3). Enfin, à la suite de l'accident survenu sur la centrale nucléaire de Fukushima-Daiichi au Japon, chaque réacteur a été doté d'un diesel d'ultime secours (DUS), dont la conception est différente de celle des groupes électrogènes LHP et LHQ. La conduite accidentelle demande de connecter le DUS, en priorité par rapport au GUS, sur la voie A secourue d'un réacteur en situation H3 dès lors qu'un autre réacteur de la même centrale nucléaire est également en situation accidentelle.

---

<sup>1</sup> GUS : groupe d'ultime secours, constitué de quatre groupes électrogènes modulaires.

## 1. ÉVÉNEMENT SURVENU SUR LA CENTRALE NUCLÉAIRE DE CIVAUX EN 2023

En octobre 2023, alors que le réacteur n° 1 de la centrale nucléaire de Civaux fonctionne à pleine puissance, un essai périodique d'îlotage doit être réalisé. En début d'essai, l'alimentation électrique externe principale est coupée par l'ouverture du disjoncteur de ligne depuis la salle de commande. Cette action de l'opérateur lance la séquence automatique d'îlotage. Comme prévu, la vitesse du turbo-alternateur augmente, la régulation turbine ferme les vannes d'admission vapeur, pour éviter tout risque de survitesse, et la pression vapeur à la première roue de la turbine baisse soudainement. La régulation turbine aurait alors dû intervenir pour stabiliser la vitesse à une valeur correcte dans un délai de 60 secondes. Or, les trois capteurs qui mesurent la pression vapeur à la première roue de la turbine sont vus en discordance et les automatismes prennent alors comme valeur de consigne une valeur mémorisée du régulateur de pression, ce qui conduit à maintenir fermées les vannes d'admission vapeur, alors qu'elles auraient dû être réouvertes.

Étant donné que les automatismes n'arrêtent pas la décroissance de la vitesse du turbo-alternateur, la fréquence du réseau îloté diminue et entraîne une décroissance de la vitesse des pompes primaires, et donc du débit primaire jusqu'au seuil de déclenchement de l'arrêt automatique du réacteur. L'alimentation électrique du réacteur est alors basculée automatiquement sur la source électrique externe auxiliaire.

L'essai d'îlotage d'octobre 2023 a été le premier à être effectué sur le réacteur n° 1 de la centrale nucléaire de Civaux après le remplacement sur ce réacteur des automates de régulation turbine par des automates d'une autre technologie. Les analyses engagées par la suite ont conclu que les automates nouvellement installés étaient affectés d'anomalies de conception.

La même modification matérielle avait été programmée sur une dizaine de réacteurs des paliers P'4 et N4 à partir de 2021. Lors de la période mi-2023 à mi-2024, cinq réacteurs (trois du palier P'4 et deux du palier N4) ont fonctionné en puissance après l'intégration de cette modification.

## 2. ANALYSE PROBABILISTE - RÉSULTATS ET ENSEIGNEMENTS

En utilisant ses propres modèles EPS de niveau 1<sup>2</sup>, la Direction de l'expertise en sûreté a estimé, pour les cinq réacteurs des paliers P'4 ou N4 équipés de nouveaux automates de régulation turbine, ayant fonctionné en puissance lors de la période mi-2023 à mi-2024, l'accroissement du risque de fusion du cœur induit par la défiabilisation de la séquence d'îlotage. **Il est supérieur au seuil au-delà duquel un événement est considéré précurseur<sup>3</sup>.**

Au cours de la présente expertise, EDF a listé les améliorations identifiées mi-2024 à apporter aux nouveaux automates de régulation turbine, et a précisé que, à ce jour, les corrections sont intégrées sur l'ensemble des réacteurs concernés.

Au vu des résultats de la présente analyse, la Direction de l'expertise en sûreté note que la défiabilisation de la séquence d'îlotage sur un réacteur induit un impact significatif sur la sûreté dès lors que la période de latence de l'écart est longue. Si plusieurs réacteurs sont simultanément défiabilisés, l'enjeu de sûreté est d'autant plus important. Pour résorber les anomalies de conception des nouveaux automates de régulation turbine, EDF a défini et intégré des corrections. **Sans préjuger de la suffisance de ces corrections, la Direction de l'expertise en sûreté souligne la plus-value pour la sûreté apportée par la phase de requalification fonctionnelle à l'issue de l'intégration d'une modification matérielle.** Or, pour la modification faisant l'objet de la présente analyse, EDF n'a pas prévu de requalification fonctionnelle de la séquence d'îlotage, alors que, au titre des programmes d'essais périodiques, les essais d'îlotage à 100 % Pn des réacteurs de 1300 MWe et de 1450 MWe ne sont réalisés que tous les six ou sept ans.

<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 pour lesquels 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.

Au cours de la présente expertise, EDF a indiqué que, après l'implémentation des correctifs, quatre essais d'îlotage à 100 % Pn ont été réalisés et déclarés satisfaisants. Ces essais ont été effectués sur trois réacteurs de 1300 MWe. Pour EDF, les actions correctives apportées, validées en conditions réelles, démontrent le bon fonctionnement du système lors des séquences d'îlotage.

**Ce point ne soulève pas de commentaire de la Direction de l'expertise en sûreté pour ce qui concerne les réacteurs de 1300 MWe.**

En revanche, pour les réacteurs de 1450 MWe, seul un essai à 30 % de puissance turbine a été réalisé après l'implémentation des correctifs. Or, cet essai n'est pas représentatif d'un transitoire d'îlotage initié à pleine puissance, qui induit une chute brutale de plusieurs paramètres, dont la charge du turbo-alternateur et la pression à la première roue de la turbine, et donc une réponse différente de la régulation.

**Aussi, la Direction de l'expertise en sûreté recommande qu'EDF réalise au plus tôt un essai d'îlotage à 100 % Pn sur un réacteur du palier N4 dont les automates de régulation turbine d'origine ont été remplacés par des automates de la nouvelle technologie, afin de requalifier fonctionnellement la séquence d'îlotage, et qu'EDF analyse, sur la base des résultats obtenus, la nécessité de réaliser un essai similaire sur d'autres (ou les autres) réacteurs modifiés du palier N4 (cf. recommandation rappelée en annexe au présent avis d'expertise).**

Pour le Directeur de l'expertise en sûreté

**Frédérique PICHEREAU**

Adjoint au Directeur de l'expertise en sûreté

## **ANNEXE**

### **Recommandation de la Direction de l'expertise en sûreté**

La Direction de l'expertise en sûreté recommande qu'EDF réalise au plus tôt un essai d'ilotage à 100 % Pn sur un réacteur du palier N4 dont les automates de régulation turbine ont été remplacés par des automates de la nouvelle technologie, afin de requalifier fonctionnellement la séquence d'ilotage, et qu'EDF analyse, sur la base des résultats obtenus, la nécessité de réaliser un essai similaire sur d'autres (ou les autres) réacteurs modifiés du palier N4.