



RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

Liberté  
Égalité  
Fraternité

**IRSN**  
INSTITUT DE RADIOPROTECTION  
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Fontenay-aux-Roses, le 23 juin 2022

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

## AVIS IRSN N° 2022-00128

---

<b>Objet</b>	<b>EDF – REP – Centrale nucléaire de Paluel – INB n° 103, 104, 114 et 115</b> <b>Examen des rapports de conclusion de réexamen périodique des réacteurs n° 1, 2, 3 et 4 à l'issue de leur troisième visite décennale.</b>
<b>Réf.</b>	[1] Courrier ASN - CODEP-DCN-2021-023983 du 21 mai 2021. [2] Courrier ASN - CODEP-DCN-2015-008144 du 20 mars 2015. [3] Avis IRSN - 2018-00004 du 8 janvier 2018. [4] Courrier ASN - CODEP-DCN-2021-017626 du 7 juillet 2021.

---

Par la lettre en référence [1], l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) demande son avis technique à l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur les conclusions d'EDF du réexamen périodique associé à la troisième visite décennale (VD3) des quatre réacteurs du centre nucléaire de production d'électricité (CNPE) de Paluel. L'objectif est de permettre à l'ASN de prendre position sur la poursuite d'exploitation de ces réacteurs.

Dans le cadre du réexamen périodique des VD3 des réacteurs de 1300 MWe, l'ASN a précisé une première fois, dans son courrier de 2015 [2], sa position à propos de la phase générique de ce réexamen. L'ASN n'a pas identifié d'éléments mettant en cause la capacité d'EDF à maîtriser la sûreté de ces réacteurs. Toutefois, l'ASN a précisé à cette occasion que des éléments complémentaires devaient être fournis, dans le cadre de ce réexamen, et que les instructions devaient se poursuivre, pour certains thèmes spécifiques tels que les agressions, les études déterministes des conditions de fonctionnement de dimensionnement, les études probabilistes, la gestion des accidents graves et les inconvénients induits par le fonctionnement normal des installations. En 2018 [3], l'IRSN a finalisé son expertise des réponses d'EDF aux demandes de l'ASN de 2015 [2], et par courrier [4], l'ASN a clôturé ces instructions par des demandes formulées en annexe à ce courrier.

À l'issue de la troisième visite décennale des quatre réacteurs du CNPE de Paluel, EDF a adressé un rapport de conclusion du réexamen périodique (RCR) par réacteur. Dans chaque rapport, l'exploitant de Paluel statue sur la conformité de son installation, ainsi que sur les modifications réalisées ou planifiées, visant à remédier aux écarts constatés ou à améliorer la sûreté de l'installation, en s'appuyant sur les conclusions de la phase générique susmentionnée.

L'analyse menée par l'IRSN de ces rapports porte sur la conformité des réacteurs à leur référentiel de sûreté, notamment les examens de conformité des réacteurs (ECOT) et le programme d'investigation complémentaire

MEMBRE DE  
**ETSON**

(PIC), sur la maîtrise du vieillissement et de l'obsolescence, sur les résultats des essais à réaliser pendant la visite décennale, sur le retour d'expérience tiré à partir des événements significatifs pour les intérêts protégés<sup>1</sup>.

Seules les thématiques présentant des spécificités de site par rapport aux études génériques sont examinées.

# 1. VÉRIFICATION ET MAINTIEN DE LA CONFORMITÉ DES INSTALLATIONS

## 1.1. EXAMEN DE CONFORMITÉ DES RÉACTEURS

L'examen de conformité des tranches (ECOT) des réacteurs n° 1 à 4 du CNPE de Paluel s'est achevé lors de la VD3 de ces réacteurs. Cet examen fait partie du réexamen de sûreté demandé par le code de l'environnement, avec pour objectif de vérifier la conformité de l'état de l'installation au référentiel de sûreté applicable et ainsi d'identifier les écarts liés à la conception, à la fabrication, au montage ou à l'exploitation des réacteurs.

L'ECOT constitue une disposition complémentaire par rapport aux dispositions d'exploitation courantes, comme par exemple les essais périodiques (EP) ou les programmes de base de maintenance préventive (PBMP). Il n'a pas pour vocation à se substituer aux dispositions existantes, mais à les compléter.

Pour plusieurs thèmes, l'ECOT a permis de détecter des écarts importants en nombre ou pour leur impact sur la sûreté. Cependant l'objectif de démonstration de la conformité de l'état de l'installation aux exigences de sûreté applicables est globalement atteint, dans la mesure où les bilans présentés par l'exploitant mentionnent que, lors du redémarrage des quatre réacteurs à l'issue de la VD3, tous les écarts ont été soit traités, soit prévus d'être traités dans un délai justifié, soit laissés en l'état moyennant une analyse de l'exploitant pour le justifier.

Toutefois, concernant le thème « tuyauteries en acier noir », les contrôles du réacteur n° 4 de Paluel ont mis en évidence de la corrosion au niveau des traversées des tuyauteries du système d'alimentation de secours des générateurs de vapeur (ASG). Les mêmes contrôles sur les autres réacteurs de Paluel ont été programmés lors de la visite partielle suivant la VD3. Les résultats des contrôles déjà réalisés n'ont pas mis en évidence de dégradation notable, le solde des contrôles (notamment ceux du réacteur n° 2) étant programmé lors de la visite partielle de 2022.

## 1.2. PROGRAMME D'INVESTIGATIONS COMPLÉMENTAIRES

Les programmes de base de maintenance préventive (PBMP) participent à la surveillance du respect des exigences de sûreté dans le temps, au cours de l'exploitation des réacteurs. Afin de conforter la pertinence de ces PBMP, un programme d'investigations complémentaires (PIC) est déployé en VD3 pour certains réacteurs du palier 1300 MWe, ciblé sur des matériels ne faisant pas l'objet de surveillance. EDF a transmis un bilan du PIC qui synthétise l'ensemble des investigations réalisées et les résultats associés.

Les contrôles réalisés dans le cadre du PIC n'ont pas mis en évidence d'anomalie nécessitant un traitement. Toutefois, pour le réacteur n° 3, les examens visuels des fourreaux des traversées métalliques de l'enceinte de confinement ont révélé une corrosion significative de plusieurs fourreaux et une proportion non négligeable de fourreaux corrodés superficiellement, sans qu'aucune perte d'épaisseur préjudiciable n'ait été mesurée. Dans le cadre de cette expertise, l'exploitant du CNPE de Paluel a indiqué que des travaux de remise en peinture des traversées corrodées avaient été effectués en 2020.

EDF a précisé que, à la suite de ce constat, des contrôles des fourreaux de l'ensemble des réacteurs du palier 1300 MWe seront réalisés dans le cadre d'un programme à définir en 2023. **L'IRSN considère que la définition**

---

<sup>1</sup> Intérêts mentionnés à l'article L.593-1 du code de l'environnement.

de ce programme en 2023 est trop tardive pour les réacteurs du CNPE de Paluel. Ceci fait l'objet de la recommandation N° 1 en annexe.

### 1.3. DOSSIER D'APTITUDE À LA POURSUITE D'EXPLOITATION

Afin de prendre en compte le vieillissement d'un réacteur donné, EDF élabore un dossier d'aptitude à la poursuite d'exploitation (DAPE) justifiant que ce dernier peut être exploité dans des conditions de sûreté satisfaisantes pendant la période séparant les troisième et quatrième visites décennales. Le DAPE intègre les résultats des contrôles et des inspections réalisés pendant la VD3, le bilan des modifications et des rénovations réalisées pendant l'arrêt. De plus, EDF précise, le cas échéant, l'impact des résultats des contrôles réalisés sur le programme de maîtrise du vieillissement du réacteur pour la période décennale suivant la VD3.

L'IRSN a examiné les points suivants :

- les dispositions de maîtrise du vieillissement ;
- la durée de vie des enceintes et le confinement ;
- la vérification de la conformité des ouvrages de génie civil ;
- le programme de maintenance exceptionnelle et le suivi du vieillissement des tuyauteries enterrées.

Après examen de ces dossiers par l'IRSN, les dispositions de maîtrise du vieillissement, la durée de vie des enceintes et leur confinement et la vérification de la conception des ouvrages de génie civil n'appellent pas de remarque. Toutefois, le programme de maintenance exceptionnelle et le suivi du vieillissement des tuyauteries enterrées appellent des remarques de la part de l'IRSN précisées ci-après.

#### 1.3.1. Programme de maintenance exceptionnelle et suivi du vieillissement des tuyauteries enterrées

Pour suivre le vieillissement des tuyauteries enterrées ou en caniveaux (non accessibles ou difficilement accessibles), EDF a établi un programme de « maintenance exceptionnelle ». Le programme comprend quatre phases :

- une première phase d'identification des tuyauteries à risque ;
- une deuxième phase d'inspection des tuyauteries ainsi identifiées ;
- une troisième phase de diagnostic afin de statuer sur l'aptitude des tuyauteries inspectées à assurer leur fonction jusqu'à une date choisie ;
- une quatrième phase de réparation le cas échéant, et ce, en tout état de cause, avant le quatrième réexamen du site.

Au cours de l'expertise, EDF a indiqué ne pas pouvoir présenter de synthèse des résultats des deux premières phases pour le site de Paluel. Par ailleurs, EDF a précisé que la FAV relative aux tuyauteries en acier (acier noir et inoxydable), en béton à âme en tôle (CBAT) et en fonte, et au suivi du mécanisme de corrosion généralisée ou localisée est la seule FAV qui traite des tuyauteries enterrées.

**Pour l'IRSN, les mécanismes de vieillissement de ces différentes tuyauteries sont très différents, vu les différences des matériaux constitutifs, et plusieurs FAV sont nécessaires.**

En outre, la phase 3 de diagnostic s'appuie sur une méthode décrite dans une note de méthodologie qui n'est pas référencée dans la FAV. De ce fait, elle ne peut s'appliquer en l'état aux tuyauteries CBAT.

Le CNPE de Paluel a indiqué avoir tenu compte de ces remarques et s'est rapproché de ses services centraux pour mettre à jour les FAV.

**Pour l'IRSN, le référentiel de contrôle des tuyauteries enterrées nécessite d'être révisé. Dans l'attente, l'IRSN ne peut donc pas se prononcer sur la pertinence et la suffisance des contrôles associés pour le site de Paluel.**

## 1.4. ESSAIS PARTICULIERS À RÉALISER LORS DES VISITES DÉCENNALES

Les essais périodiques permettent à l'exploitant de s'assurer de la disponibilité des systèmes importants pour la sûreté (EIP) avec un degré de confiance suffisant. Les essais périodiques décennaux, définis indépendamment des modifications réalisées lors de la visite décennale, constituent un axe transverse de vérification des exigences de sûreté.

Les essais décennaux réalisés sur les réacteurs de Paluel sont satisfaisants dans leur ensemble et n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN excepté l'essai d'étanchéité des portes de sas d'accès à l'espace entre enceintes (EEE) sur le réacteur n° 4. En effet, les débits de fuite au niveau des joints des quatre portes sont très supérieurs au critère de groupe B<sup>2</sup> à vérifier lors de cet essai. Les quatre réacteurs de Paluel sont concernés par l'écart. Selon l'exploitant, le non-respect de ce critère est dû à une incompatibilité entre la conception de ces portes et le mode de vérification de leur étanchéité de la règle d'essais périodiques.

L'IRSN rappelle que l'essai décennal EPP<sup>3</sup> consistant à vérifier l'étanchéité de la paroi externe de l'enceinte de confinement (critère de groupe B) et l'essai EDE<sup>4</sup> de vérification du taux de fuite global de ce système, réalisé à chaque cycle (critère de groupe A), permettent de garantir la disponibilité du système EDE. Toutefois, une dégradation de l'étanchéité de l'enceinte externe et de ses composants, dont font partie les portes de l'accès à l'EEE, amoindrit les performances de ce circuit. De plus, l'IRSN signale que de telles dégradations ont par exemple été constatées par l'exploitant du CNPE de Saint-Alban qui a procédé aux réparations.

En réponse aux questions de l'IRSN posées au cours de l'expertise, EDF a indiqué que le PBMP des portes de l'espace entre enceintes des réacteurs de Paluel intègre notamment le contrôle des joints des portes et prévoit, lorsque l'étanchéité est remise en cause, la réparation voire le remplacement des joints. Or le large dépassement de ce critère de débit de fuite au niveau des joints est caractéristique d'une dégradation ou d'une non-conformité de ces joints.

**Par conséquent, en cohérence avec le PBMP mentionné ci-avant, ce point fait l'objet de la recommandation N° 2 en annexe.**

## 2. RÉÉVALUATION DE LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE

### 2.1. RISQUES INDUSTRIEL ET AÉRIEN

À l'occasion du troisième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe, EDF a réévalué, selon une approche probabiliste, les risques industriel et aérien avec des données actualisées de l'environnement industriel et du trafic aérien de chaque réacteur du CNPE de Paluel. Dans le RCR de chaque réacteur du CNPE de Paluel, EDF conclut que les résultats des calculs de probabilités sont compatibles avec les valeurs limites définies dans les règles fondamentales de sûreté (RFS) I-2d et I-2a sans toutefois présenter les détails du traitement des spécificités de maîtrise du risque industriel pour les quatre réacteurs du CNPE de Paluel et des calculs des probabilités associées aux activités aériennes. **À ce stade, l'IRSN n'est donc pas en mesure de se prononcer sur l'acceptabilité, pour les réacteurs du CNPE de Paluel, des risques liés aux activités industrielles et aériennes autour de ce site.**

<sup>2</sup> Sont classés en groupe B les critères d'essais dont l'évolution est caractéristique de la dégradation d'un équipement ou d'une fonction sans que ses performances ou sa disponibilité ne soient systématiquement remises en cause pendant la durée de la mission.

<sup>3</sup> EPP : système d'étanchéité et de contrôle des fuites de l'enceinte de confinement.

<sup>4</sup> EDE : système de mise en dépression de l'espace entre enceintes.

## 2.2. RISQUES LIÉS AU FRASIL

Le frasil est un phénomène de formation de cristaux de glace dans l'eau résultant de conditions climatiques particulières (température de l'eau inférieure à son point de fusion, etc.) et pouvant obstruer, par colmatage, la prise d'eau de la source froide des centrales nucléaires et induire une réduction voire une perte du transit de l'eau brute en station de pompage (perte de la source froide).

Dans les RCR des réacteurs du site de Paluel, EDF considère que le CNPE de Paluel n'est pas sensible au frasil en se fondant sur une analyse des températures d'eau au droit du CNPE observées pendant la période 1958-2014, sur des relevés du nombre de jours de gel sur la période 1951-2000 ainsi que sur l'analyse des tendances des températures minimales au cours du 20<sup>e</sup> siècle et des prédictions de l'ensemble des modèles climatiques élaborés par le groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (rapport du GIEC de 2007) qui confirment une diminution de l'intensité et de la fréquence des vagues de froid.

Toutefois, EDF indique que, conformément à la démarche de prise en compte des changements climatiques pour les agressions, il réexaminera le risque de frasil pour le CNPE de Paluel dans le cadre des réexamens périodiques, au titre de la veille climatique. En outre, EDF renforcera cette veille climatique en y intégrant un évènement climatique majeur « frasil » dont le paramètre observé sera la température de l'eau. En 2016, EDF a ainsi transmis un rapport d'expertise sur le risque de prise en glace de la Manche dans les cent prochaines années.

**Selon l'IRSN, ces éléments ne permettent pas de statuer sur le caractère sensible du site de Paluel au risque local de formation de frasil au droit de la source froide. Ces deux phénomènes, prise en glace et frasil, correspondent à des risques différents au regard de l'impact sur la fonction transit de l'eau brute. Ainsi, EDF ne répond pas dans les RCR des réacteurs du site de Paluel à la demande de l'ASN de mettre en place des dispositions de protection contre le frasil et ne donne pas de nouveaux éléments qui permettraient d'écarter le risque de formation de frasil au droit de la source froide.**

## 3. CONCLUSION

Au terme de son examen des études génériques réalisées par EDF et des modifications envisagées ou entreprises dans le cadre du réexamen de sûreté associé à la VD3 des réacteurs du palier 1 300 MWe, l'IRSN a jugé satisfaisant le référentiel des exigences de sûreté applicable à ce palier à l'issue des VD3 au regard des objectifs fixés pour ce réexamen.

Sous réserve de la prise en compte des recommandations formulées en annexe, l'IRSN estime qu'aucune autre particularité propre aux réacteurs de la centrale nucléaire de Paluel n'est de nature à remettre en cause les conclusions des études génériques et les dispositions retenues qui en découlent. En particulier, les conditions dans lesquelles ces réacteurs ont redémarré, à l'issue de leur arrêt pour VD3, apparaissent satisfaisantes.

**IRSN**

Le Directeur général

Par délégation

Hervé BODINEAU

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

## **ANNEXE À L'AVIS IRSN N° 2022-00128 DU 23 JUIN 2022**

### **Recommandations de l'IRSN**

#### **Recommandation N° 1**

L'IRSN recommande qu'EDF effectue dans les meilleurs délais le contrôle de fourreaux des traversées métalliques de l'enceinte de confinement des réacteurs n° 1, 2 et 4 du CNPE de Paluel et, le cas échéant, procède à leur remise en conformité.

#### **Recommandation N° 2**

L'IRSN recommande qu'EDF procède à la réfection de l'étanchéité des portes de sas d'accès à l'espace entre enceintes.