



RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

Liberté  
Égalité  
Fraternité

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

Fontenay-aux-Roses, le 1er août 2024

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

## AVIS IRSN N° 2024-00121

**Objet :** EDF – REP – Paliers 1300 MWe et N4 – Modification matérielle « Revêtements d'étanchéité à l'extrados du dôme de l'enceinte interne et du fût de l'enceinte interne ».

**Réf. :** [1] Courrier ASN - Dép-DCN-264-2009 du 5 juin 2009.  
[2] Avis IRSN 2016-00083 du 17 mars 2016.

En réponse à la saisine de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) en référence [1], l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a examiné l'impact sur la sûreté de la modification consistant à mettre en place des revêtements composites étanches à l'extrados des enceintes internes des bâtiments réacteurs (BR) de certains centres nucléaires de production d'électricité (CNPE)<sup>1</sup> de 1300 MWe et de 1450 MWe (palier N4). Cette modification a été soumise à l'autorisation de l'ASN par EDF le 2 octobre 2023 conformément aux dispositions de l'article R.593-56 du code de l'environnement.

## 1. CONTEXTE ET DESCRIPTION DE LA MODIFICATION

### 1.1. CONTEXTE

Pour les réacteurs de 1300 MWe et de 1450 MWe, la fonction de sûreté « confinement » du réacteur est notamment assurée par une enceinte à double paroi constituée de :

- la paroi ou enceinte interne, en béton précontraint, qui assure l'étanchéité et la résistance mécanique, notamment en cas de pressurisation lors d'un accident. Les décrets d'autorisation de création (DAC) de ces installations prescrivent que le taux de fuite de l'enceinte interne ne doit pas dépasser 1,5 % par jour de la masse de gaz contenue dans l'enceinte interne dans les conditions de l'accident de perte de réfrigérant primaire. Le taux de fuite des enceintes est périodiquement contrôlé dans le cadre des épreuves d'étanchéité réalisées à l'occasion des arrêts de réacteur de type visite décennale (VD). Il s'agit

<sup>1</sup> Les réacteurs concernés par la présente modification sont : le réacteur n° 1 du CNPE de Flamanville, le réacteur n° 1 du CNPE de Belleville, les réacteurs n° 1, n° 2 et n° 4 du CNPE de Cattenom, le réacteur n° 2 du CNPE de Golfech, les réacteurs n° 1 et n° 2 du CNPE de Nogent, les réacteurs n° 1 et n° 2 du CNPE de Penly, les réacteurs n° 1 et n° 2 du CNPE de Chooz et le réacteur n° 2 du CNPE de Civaux.

MEMBRE DE  
**ETSON**

alors de vérifier le respect du critère de groupe A<sup>2</sup> fixé par le chapitre IX des règles générales d'exploitation (RGE) à 1,125 %/jour<sup>3</sup> de la masse de gaz contenue dans l'enceinte interne ;

- la paroi ou enceinte externe, en béton armé, dont l'intrados délimite, avec l'extrados de la paroi interne, un volume appelé « Espace entre enceintes » (EEE), au sein duquel les fuites de l'enceinte interne sont collectées puis filtrées par un système de ventilation (EDE) qui maintient cet espace en dépression. Le système EDE vient ainsi compléter le confinement statique assuré par l'étanchéité de l'enceinte interne. L'enceinte externe a également pour rôle de protéger l'enceinte interne vis-à-vis des agressions externes (chute d'avion, conditions météorologiques extrêmes, explosions). Des contrôles périodiques en exploitation permettent de vérifier le taux de fuite maximal admissible de l'enceinte externe (1 % par jour de la masse totale de gaz contenue dans le volume limité par le parement interne de l'enceinte (enceinte interne et EEE) pour une dépression dans l'espace entre enceintes de 3 mbar) ainsi que la dépression à assurer dans l'espace entre enceintes.

Pour certaines enceintes internes des réacteurs de 1300 MWe et de 1450 MWe, les résultats des épreuves d'étanchéité passées ont mis en évidence une faible marge vis-à-vis du respect du critère RGE. Ainsi, depuis 1998, environ 50 000 m<sup>2</sup> de revêtements composites ont été mis en œuvre au global sur l'intrados de l'enceinte interne des enceintes de confinement à double paroi afin d'améliorer leur étanchéité.

Pour certaines enceintes, ces dispositions matérielles se sont avérées insuffisantes, bien que près de la totalité de la surface à l'intrados ait été revêtue. EDF a donc décidé de mettre en œuvre un revêtement composite étanche à l'extrados de sept réacteurs afin d'améliorer leur étanchéité. Cette modification, qui a fait l'objet d'un avis de l'IRSN en 2016 [2]<sup>4</sup>, a été déployée entre 2017 et 2022.

D'après EDF, le retour d'expérience permet de démontrer l'efficacité de ces revêtements extrados et intrados : les revêtements d'étanchéité participent au respect du critère du DAC pour les enceintes à double paroi.

Par ailleurs, l'expertise réalisée dans le cadre du deuxième réexamen périodique des réacteurs du palier N4, relative au comportement du dôme des enceintes de confinement des réacteurs des paliers P'4<sup>5</sup> et N4, a conclu au risque de fuite des enceintes internes en conditions d'accident grave (AG), notamment au niveau de la zone centrale du dôme de l'enceinte interne.

Aussi, EDF s'est engagé à mettre en œuvre des dispositions matérielles pour limiter l'augmentation du débit de fuite par le dôme des enceintes des réacteurs P'4 et N4 en situation d'accident grave. Cet engagement ne concerne que les enceintes qui n'avaient pas déjà fait l'objet de travaux à l'extrados en VD3 1300 et VD2 N4.

## 1.2. DESCRIPTION DE LA MODIFICATION

Afin de répondre à l'engagement précité, et en complément des futurs travaux de revêtements à l'intrados de certaines enceintes à venir entre 2026 et 2030, EDF a déposé la présente modification, qui consiste à mettre en œuvre des revêtements composites étanches à l'extrados des enceintes internes de certains bâtiments réacteurs (les mêmes revêtements que ceux mis en œuvre dans le cadre de la modification évoquée supra).

<sup>2</sup> Groupe A : sont classés en groupe A les critères d'essais dont le non-respect met en cause directement un ou plusieurs objectifs de sûreté.

<sup>3</sup> Un facteur de 0,75 est appliqué au critère du DAC afin de tenir compte du vieillissement de l'enceinte.

<sup>4</sup> Les réacteurs concernés par cette modification sont les réacteurs n° 1 et n° 2 du CNPE de Flamanville, les réacteurs n° 1 et n° 2 du CNPE de Belleville, le réacteur n° 3 du CNPE de Cattenom, le réacteur n° 1 du CNPE de Golfech et le réacteur n° 1 du CNPE de Civaux. Cela représente au total environ 30 000 m<sup>2</sup> de revêtement d'étanchéité.

<sup>5</sup> Les réacteurs de 1300 MWe comprennent les réacteurs du palier P4 et les réacteurs du palier P'4.

La mise en œuvre du revêtement composite vise à compléter l'étanchéité de l'enceinte qui est un équipement classé EIPS<sup>6</sup>. Le revêtement, participant au confinement au même titre que l'enceinte du BR, est également classé de sûreté.

Cette modification concerne les 11 réacteurs<sup>7</sup> pour lesquels EDF s'est engagé à revêtir une surface concentrique minimale de 500 m<sup>2</sup> au centre des dômes dans le cadre de l'expertise du comportement du dôme des enceintes de confinement des réacteurs des paliers P'4 et N4 en situation d'AG. De plus, la présente modification prévoit de compléter les surfaces revêtues des enceintes des réacteurs n° 1 des CNPE de Belleville et de Flamanville, qui avaient déjà bénéficié d'une mise en œuvre de revêtement à l'extrados de l'enceinte interne, les travaux réalisés sur les autres enceintes ayant également déjà bénéficié de tels revêtements étant jugés suffisants.

Pour le réacteur n° 1 du CNPE de Belleville, les réacteurs n° 1 et n° 2 du CNPE de Chooz et le réacteur n° 2 du CNPE de Golfech, l'intervention comprend également la dépose des marches non-structurelles sur le dôme avant la mise en œuvre du revêtement<sup>8</sup>. Pour le cas particulier du réacteur n° 1 du CNPE de Belleville, il est également prévu de remplacer une partie du revêtement à l'extrados du dôme du BR mise en œuvre précédemment, aux endroits où des fuites ont été détectées (au droit des marches du dôme).

Les surfaces cibles prévisionnelles qui seront recouvertes par les revêtements composites varient d'un réacteur à l'autre (entre 700 m<sup>2</sup> et 5000 m<sup>2</sup> environ). Les surfaces seront traitées avant fin 2027 pour la majorité des réacteurs du palier P'4<sup>9</sup> ou fin 2028 pour les réacteurs du palier N4, conformément aux demandes émises par l'ASN. Les travaux auront lieu lors d'arrêts de type visite partielle ou arrêt simple pour rechargement, bien avant la future visite décennale.

Ces travaux, de grande ampleur, génèrent les mêmes contraintes que celles rencontrées lors de la modification similaire réalisée précédemment, à savoir :

- une forte co-activité ;
- une importante quantité de matériels à acheminer ;
- la nécessité d'assurer un renouvellement d'air suffisant pour le personnel dans l'EEE ;
- une importante quantité de déchets à traiter.

En particulier, EDF prévoit de créer des ouvertures dans l'enceinte externe des BR afin de faciliter les flux de matériels et de personnels.

## 2. PÉRIMÈTRE DE L'EXPERTISE

Conformément à la saisine de l'ASN, l'expertise de l'IRSN porte sur le risque de régression de la sûreté à l'occasion de la réalisation et de l'exploitation de la présente modification matérielle.

La capacité des revêtements composites, qui seront déployés par EDF dans le cadre de la présente modification, à respecter les critères de qualification dans les conditions d'AG sera traitée dans le cadre des suites de l'expertise concernant le confinement des réacteurs, dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe.

<sup>6</sup> EIPS : élément important pour la protection des intérêts qui contribue à la prévention des risques liés aux accidents radiologiques.

<sup>7</sup> Il s'agit des réacteurs suivants : le réacteur n° 2 du CNPE de Golfech, les réacteurs n° 1 et n° 2 du CNPE de Nogent, les réacteurs n° 1, n° 2 et n° 4 du CNPE de Cattenom, les réacteurs n° 1 et n° 2 du CNPE de Penly, les réacteurs n° 1 et n° 2 du CNPE de Chooz et le réacteur n° 2 du CNPE de Civaux.

<sup>8</sup> En effet, des fuites localisées ont été constatées au droit des marches du dôme qui constituent des singularités géométriques. Ces marches, non structurelles, seront déposées.

<sup>9</sup> Les travaux seront réalisés avant fin 2027 à l'exception de ceux prévus sur l'enceinte du réacteur n° 2 du CNPE Golfech lors de la VP de 2029 et de ceux prévus sur les enceintes des réacteurs du CNPE de Penly lors de la VP de 2030, les interventions étant impossibles lors des VP précédentes compte tenu de la charge déjà planifiée.

La réalisation des trémies dans l'enceinte externe du BR, permettant le passage des flexibles de ventilation, est portée par un autre dossier de modification matérielle qui est à déclaration. Ce dossier ne fait donc pas partie du périmètre de la présente expertise.

### 3. ANALYSE DE L'IRSN

#### 3.1. PRISE EN COMPTE DES RISQUE LORS DE LA RÉALISATION DES TRAVAUX

Lors des travaux, afin de réduire le risque d'endommagement des EIPS par chute d'objet ou projection de matière, EDF a prévu de mettre en place des protections de matériels, des balisages et des filets de protection. Les échafaudages qui seront laissés en place durant toute la durée du chantier, y compris entre deux arrêts de réacteurs, seront dimensionnés au séisme, au titre du séisme événement, afin d'éviter l'agression de matériels aux alentours. **Ceci n'appelle pas de commentaire de la part de l'IRSN.**

Au cours des travaux de dépose des marches non structurelles sur le dôme, EDF utilisera un ferroskan<sup>10</sup> dont les résultats seront comparés aux plans de ferrailages pour limiter le risque de dégradation du génie civil.

Afin de limiter les dispersions de poussières dans l'EEE, les opérations de préparation de surface et de pose du revêtement seront réalisées sous atmosphère confinée et ventilée. À cet effet, des modules de ventilation dédiés, et reliés à l'extérieur pour la prise d'air et l'extraction, seront mis en place : ils seront dotés de filtres très haute efficacité afin de limiter le risque de rejet gazeux d'effluent radioactifs dans l'environnement. La performance de ces filtres sera surveillée par des balises installées en amont et en aval des filtres.

**Compte tenu des parades prévues et du REX de la modification similaire réalisée précédemment, ces éléments n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN.**

#### 3.2. ESSAIS DE REQUALIFICATION

Les matériels dévoyés ou déplacés pour la réalisation des travaux seront remis en configuration initiale à l'issue des travaux ; ils feront, le cas échéant, l'objet d'essais de requalification avant le redémarrage du réacteur.

### 4. CONCLUSION

À l'issue de son expertise, l'IRSN estime que la modification consistant à mettre en place des revêtements composites étanches à l'extrados des enceintes internes des bâtiments réacteurs de certains CNPE de 1300 MWe et du palier N4 n'entraîne pas de risque de régression pour la sûreté.

**IRSN**

Le Directeur général

Par délégation

Frédérique PICHEREAU

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

---

<sup>10</sup> Un ferroskan est un détecteur d'armatures qui analyse la position des barres métalliques dans une épaisseur de béton.