

Fontenay-Aux-Roses, le 19 novembre 2020

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

## AVIS IRSN N° 2020-00183

---

**Objet :** CNPE de Flamanville – Demande de modification temporaire conduisant à déroger au chapitre X en pénalisant le paramètre FACT du SPIN, de la divergence jusqu'au palier supérieur à 95 %Pn.

---

**Réf. :** [1] Saisine ASN - CODEP-CAE-2020-053152 du 17 novembre 2020.  
[2] Avis IRSN/2019-00063 du 27 mars 2019

---

Conformément à la demande de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) citée en référence [1], l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a examiné les éléments transmis par EDF portant sur la demande d'autorisation de modification temporaire des règles générales d'exploitation (RGE) concernant le cycle 24 du réacteur n° 2 du centre nucléaire de production d'électricité (CNPE) de Flamanville exploité avec la gestion de combustible GEMMES. Cette demande porte sur une modification d'un coefficient implanté dans le système de protection intégré numérique (SPIN<sup>1</sup>) lors de la première montée en puissance après rechargement.

### 1. ORIGINE DE LA DEMANDE

Le réacteur n° 2 de Flamanville est à l'arrêt pour sa troisième visite décennale depuis le 10 janvier 2019. Ses générateurs de vapeur (GV) présentaient des fuites lors des cycles précédents. Malgré un traitement curatif<sup>2</sup>, un faible débit de fuite entre le circuit primaire et le circuit secondaire du réacteur pourrait être observé lors du cycle 24. Afin de favoriser le colmatage des fissures responsables de ces fuites, la première montée en puissance après rechargement devra être réalisée de manière lente et avec un long palier autour de 50 %Pn<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> Le SPIN constitue un système de protection qui, à partir des informations fournies par les capteurs de protection et l'instrumentation associée, génère des alarmes, des verrouillages, des arrêts automatiques du réacteur (AAR) et des actions de sauvegarde.

<sup>2</sup> Des bouchages et manchonnages des tubes des GV ont été menés lors des cycles précédents afin de maîtriser le débit de fuite primaire.

<sup>3</sup> Pourcent de la puissance nominale.

Un fonctionnement à puissance intermédiaire pendant une longue durée conduit notamment à une réduction du diamètre de la gaine des crayons du combustible. Ce phénomène augmente le risque de rupture de la gaine par interaction entre la pastille et la gaine (risque IPG) en cas d'augmentation rapide de puissance lors d'un transitoire de catégorie 2<sup>4</sup>, dans la mesure où les pastilles de combustible du cœur se dilatent plus rapidement que la gaine. Ce risque d'endommagement de la gaine (première barrière de confinement) est d'autant plus problématique que la deuxième barrière de confinement est mise en défaut du fait de la présence de fuites du circuit primaire vers le circuit secondaire dans les GV. Pour diminuer le risque IPG, la durée de fonctionnement à puissance intermédiaire<sup>5</sup> est limitée.

Afin de pouvoir prolonger la durée de fonctionnement à puissance intermédiaire lors de la montée en puissance, EDF propose de pénaliser un coefficient implanté dans le SPIN et dont les valeurs sont précisées dans le chapitre X<sup>6</sup> des règles générales d'exploitation (RGE). La pénalisation de ce coefficient a pour conséquence de majorer les puissances linéiques calculées par le SPIN, et donc, d'anticiper l'atteinte des seuils de surveillance et de protection déclenchant l'arrêt automatique du réacteur en situation de transitoire à risque IPG, diminuant ainsi les contraintes appliquées à la gaine lors d'un tel transitoire. La pénalisation retenue par EDF est prévue depuis la divergence jusqu'à au moins 2,2 jours (soit environ 53 heures) après l'atteinte d'une puissance de 92 %Pn, puissance au-dessus de laquelle un fonctionnement prolongé atténue progressivement le risque IPG<sup>7</sup>.

Une demande similaire a fait l'objet d'un avis de l'IRSN en 2019, cité en référence [2], pour le cycle 24 du réacteur n° 1 de Saint-Alban, et a été estimée acceptable. Dans cette demande, EDF souhaitait également pénaliser le même coefficient implanté dans le SPIN, mais cette pénalisation intervenait en cours de cycle, et non lors de la première montée en puissance après rechargement.

L'ASN souhaite connaître l'avis de l'IRSN sur l'acceptabilité au plan de la sûreté de la demande de modification temporaire des RGE transmise par EDF, sur le réacteur n° 2 de Flamanville pour son cycle 24, portant sur une modification d'un coefficient implanté dans le SPIN lors de la première montée en puissance après rechargement.

## 2. MODIFICATION TEMPORAIRE

EDF prévoit de suivre et de limiter à 25 jours la durée de la première montée en puissance. Selon EDF, ce délai est jugé suffisant dans la mesure où la durée envisagée pour atteindre une puissance de 92 %Pn est estimée à 19 jours, hors aléa.

La limite de 25 jours est définie comme la somme des 10 jours de première montée en puissance conventionnellement autorisée sans justification complémentaire et d'un gain de 15 jours associé à la pénalisation du coefficient implanté dans le SPIN. Ceci fait l'objet de la mesure compensatoire n° 1.

La démarche utilisée pour la détermination de la pénalité à appliquer sur le coefficient intervenant dans le calcul de la puissance linéique est similaire à celle mise en œuvre sur le réacteur n° 1 de Saint-Alban pour son cycle 24. Le délai associé à cette pénalité a, de plus, été pénalisé sur le réacteur n° 2 de Flamanville pour son cycle 24 pour s'assurer de son conservatisme lors de la phase de redémarrage.

Sur la base des éléments présentés par EDF, l'IRSN estime conservatif le gain en nombre de jours associé à la pénalisation du coefficient dans le SPIN. **Ainsi, l'IRSN estime acceptables la pénalisation du coefficient implanté**

<sup>4</sup> Les transitoires de catégorie 2 correspondent à des situations incidentelles de fréquence modérée (fréquence d'apparition annuelle par réacteur supérieure à 10<sup>-2</sup>).

<sup>5</sup> On appelle « fonctionnement à puissance intermédiaire », un fonctionnement du réacteur dont la puissance est comprise entre 2 %Pn et 92 %Pn, ce qui est le cas lors de la première montée en puissance après rechargement.

<sup>6</sup> Le chapitre X des RGE définit les programmes d'essais physiques du cœur à mettre en œuvre au redémarrage après rechargement, ainsi qu'en cours de cycle.

<sup>7</sup> En effet, lors d'un fonctionnement à un niveau de puissance proche de la puissance nominale, la gaine se dilate progressivement, ce qui conduit à une relaxation des contraintes.

**dans le SPIN, ainsi que la durée maximale associée à la première montée en puissance de 2 à 92 %Pn après rechargement.**

Par ailleurs, dans le cas où la première montée en puissance après rechargement durerait plus de 25 jours, EDF prévoit d'alerter ses équipes au moins trois jours ouvrés avant l'atteinte de cette limite et de pénaliser encore davantage le coefficient implanté dans le SPIN, suffisamment pour permettre d'augmenter autant que de besoin la durée de la première montée en puissance. **L'IRSN estime cette approche cohérente avec la présente demande et acceptable dans son principe. La nouvelle valeur de la pénalisation du coefficient implanté dans le SPIN devra néanmoins faire l'objet d'une nouvelle demande.**

Afin de diminuer le risque IPG après cette lente montée en puissance après rechargement, EDF prévoit de fonctionner au moins 2,2 jours à 92 %Pn. À l'issue de ce palier, EDF prévoit de rétablir le coefficient implanté dans le SPIN à la valeur précisée dans le chapitre X des RGE. La démarche utilisée par EDF pour déterminer la durée de fonctionnement à ce palier de puissance se base sur les RGE. Ceci fait l'objet de la mesure compensatoire n° 2.

À la suite de ceci, EDF prévoit de respecter un délai de stabilisation à puissance nominale, tel que demandé dans les RGE. Ceci fait l'objet de la mesure compensatoire n° 3.

**L'IRSN estime acceptables ces deux dernières mesures compensatoires visant à diminuer le risque IPG après une montée en puissance allongée.**

### **3. CONCLUSION**

Compte tenu des analyses d'EDF et des mesures compensatoires prévues, l'IRSN estime satisfaisante la pénalisation du coefficient du SPIN, permettant d'anticiper le déclenchement de la protection considérée dans les études d'interaction pastille-gaine, depuis la divergence jusqu'à au moins 2,2 jours après l'atteinte d'une puissance de 92 %Pn. De plus, l'IRSN considère acceptable la durée maximale de 25 jours pour atteindre 92 %Pn lors de la première montée en puissance après rechargement du réacteur n° 2 de Flamanville.

En conséquence, l'IRSN estime acceptable au plan de la sûreté la demande de modification matérielle sur le réacteur n° 2 de Flamanville pour son cycle 24 portant sur la pénalisation d'un coefficient implémenté dans le SPIN.

IRSN  
Le Directeur général  
Par délégation  
Franck DUBOIS  
Chef du service de maîtrise  
des incidents et accidents