

Fontenay-aux-Roses, le 16 décembre 2016

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

**Avis/IRSN N°** 2016-00399**Objet :** Réacteurs électronucléaires - EDF - Méthode de « traitement intérimaire de l'IPG en classe 2 dans le cadre de la variabilité des cœurs » - Gestion Parité MOX**Réf.** Lettre ASN - CODEPDCN2016047928 du 7 décembre 2016

Par lettre citée en référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) a sollicité l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur l'acceptabilité, au plan de la sûreté nucléaire, du traitement intérimaire vis-à-vis du risque de rupture de gaine par Interaction entre la pastille et la gaine (IPG) proposé par EDF pour couvrir la variabilité des inventaires cœurs résultant de certaines recharges en combustible sur des réacteurs de son parc exploités en gestion de combustible Parité MOX. Cette variabilité se caractérise par une réduction du nombre d'assemblages neufs (quatre assemblages UO<sub>2</sub> en moins) par rapport au format standard d'une recharge neuve<sup>1</sup> en gestion Parité MOX. Les campagnes concernées sont la campagne 31 de la tranche 2 du site de Chinon, la campagne 33 de la tranche 4 de Dampierre et la campagne 34 de la tranche 2 de Gravelines.

### Contexte

Le risque de rupture par Interaction pastille-gaine (IPG) est à considérer dès lors que le contact entre la pastille et la gaine du crayon de combustible est établi (jeu fermé). S'il n'y a pas de risque potentiel de rupture de gaine en régime permanent, celui-ci apparaît dès lors que le crayon de combustible subit de fortes augmentations de puissance, la gaine étant alors sollicitée en traction. Le risque IPG est étroitement lié à la distribution de puissance dans le cœur au cours d'un transitoire incidentel et à l'historique de puissance des crayons de combustible depuis leur introduction dans le cœur. Il s'agit donc d'un phénomène local.

Les études IPG sont réalisées par EDF sur la base du cycle prolongé à l'équilibre<sup>2</sup> de la gestion prévisionnelle avec la Méthodologie IPG rénovée (MIR). Elles définissent des seuils de protection du cœur du réacteur et fixent également des limites relatives à l'exploitation en termes de durées passées en Fonctionnement prolongé à puissance intermédiaire (FPPI). Le FPPI est en effet un mode de fonctionnement défavorable par rapport au risque de rupture de gaine par IPG.

<sup>1</sup> Une recharge neuve est constituée de 40 assemblages au total : 28 assemblages UO<sub>2</sub> et 12 assemblages MOX.

<sup>2</sup> Un plan de chargement est à l'équilibre lorsque le positionnement des assemblages entre deux cycles successifs et la longueur du cycle naturel ne varient plus.

Le risque IPG, du fait de son caractère local, est impacté par la variabilité<sup>3</sup> des recharges de combustible mises en œuvre en exploitation. En l'absence de justification de la couverture de ce risque pour de telles campagnes, l'ASN a imposé à plusieurs reprises une limitation à 8 jours de la durée autorisée de FPPI. À cet égard, EDF a transmis en 2015 un dossier dont l'objectif est de prendre en compte l'impact de la variabilité des recharges sur le risque de rupture de gaine par IPG. Ce dossier, en cours d'instruction, présente la nouvelle démarche IPG simplifiée et son application à la gestion Parité MOX. Dans l'attente de la fin de l'instruction de cette nouvelle démarche, l'ASN a demandé à EDF de proposer un traitement intérimaire de l'IPG pour couvrir les campagnes variables de 2016. Un traitement intérimaire est donc proposé pour les recharges de combustible de 2016 des réacteurs de Chinon B2, Dampierre 4 et Gravelines 2. Les deux premiers réacteurs sont pour le moment soumis à la limitation à 8 jours de la durée autorisée de FPPI, le troisième étant actuellement à l'arrêt et devant redémarrer sous peu.

### Dossier d'EDF

La démarche intérimaire proposée par EDF vise à rester compatible avec les Spécifications techniques d'exploitation (STE) en vigueur et avec l'utilisation des outils de suivi actuels du crédit K<sup>4</sup>. Elle consiste à déterminer :

- une valeur plancher de crédit K en-dessous de laquelle le FPPI n'est pas autorisé ;
- de nouvelles valeurs de crédit K requises en fin de cycle naturel pour entrer en prolongation de cycle et y réaliser jusqu'à 15 jours de FPPI.

Le calcul des nouvelles valeurs limites de crédit K s'appuie sur le biais variabilité, défini comme l'écart de marge IPG<sup>5</sup> entre un plan « variable » et le plan de référence pris en compte dans les études de sûreté. Pour les trois campagnes faisant l'objet de cet avis, le biais variabilité retenu est associé au plan théorique, noté « PMOX-4UO2 », correspondant à un cycle pour lequel la recharge contient quatre assemblages de combustible UO<sub>2</sub> neufs en moins par rapport à une recharge standard et succédant à un cycle prolongé à l'équilibre de la gestion prévisionnelle. Ce biais variabilité est issu de l'étude d'application de la démarche IPG simplifiée à la gestion Parité MOX.

### Analyse de l'IRSN

L'ASN souhaite en particulier connaître l'avis de l'IRSN sur les points suivants :

- cette démarche proposée par EDF permet-elle de couvrir la variabilité envisagée pour ces tranches vis-à-vis du risque d'Interaction pastille gaine dans les transitoires incidentels de catégorie 2 ?
- les valeurs limites de crédit K calculées selon cette démarche durant le cycle naturel et en prolongation de cycle sont-elles acceptables ?

---

<sup>3</sup> Une recharge est qualifiée de « variable » dès lors que le plan de chargement diffère notablement des plans de chargement de la gestion prévisionnelle, par exemple par le nombre d'assemblages neufs, la proportion d'assemblages MOX dans le cœur ou la longueur de la campagne précédente.

<sup>4</sup> Le crédit K, représentatif des marges vis-à-vis du critère de rupture de gaine par IPG, est suivi en exploitation tout au long de la longueur naturelle du cycle. Il doit toujours être positif et respecter certaines conditions en fin de cycle naturel pour pouvoir entrer en prolongation de cycle et y réaliser jusqu'à 15 jours de FPPI.

<sup>5</sup> Il s'agit de la marge vis-à-vis du critère de rupture retenu pour l'IPG, issu d'essais expérimentaux.

Le biais variabilité retenu étant issu d'un dossier en cours d'instruction, l'IRSN s'est interrogé sur le caractère conservatif de la démarche intérimaire proposée par EDF par rapport à la démarche IPG simplifiée. EDF a transmis des éléments complémentaires afin de montrer que, pour un plan de chargement de type « PMOX-4UO2 », la démarche intérimaire conduit *in fine* à des durées autorisées de FPPI plus faibles que la démarche IPG simplifiée en début de cycle, et équivalentes en fin de cycle. Par ailleurs, les éléments transmis permettent d'apprécier, en particulier en fin de cycle, le caractère conservatif de cette démarche par rapport à la Méthodologie IPG rénovée (MIR). En conséquence, l'IRSN estime acceptable l'application de la démarche intérimaire aux recharges de combustible de type « PMOX-4UO2 » mais souligne cependant que cette conclusion n'est pas généralisable à tout type de recharge variable.

Par ailleurs, les trois campagnes variables concernées présentent des caractéristiques différentes du plan « PMOX-4UO2 » théorique en termes d'enchaînement des durées de campagne et de position des assemblages de combustible à risque IPG dans le cœur. L'IRSN a donc demandé à EDF de vérifier la validité pour ces trois campagnes du biais variabilité retenu, associé au plan « PMOX-4UO2 » théorique. En réponse, EDF a réalisé une analyse comparative pour démontrer que les campagnes d'exploitation sont moins pénalisantes ou équivalentes au plan « PMOX-4UO2 » théorique vis-à-vis du risque de rupture de gaine par IPG. Les réponses d'EDF sont satisfaisantes et l'IRSN considère que le biais variabilité associé au plan théorique « PMOX-4UO2 » permet de couvrir les trois campagnes concernées de Dampierre 4, Gravelines 2 et Chinon 2.

Enfin, l'IRSN considère que l'approche retenue par EDF pour calculer la valeur plancher de crédit K en cours de cycle et les valeurs de crédit K requises en fin de cycle pour entrer en prolongation de cycle et y réaliser jusqu'à 15 jours de FPPI est acceptable.

### Conclusion

L'IRSN estime que l'application de la démarche intérimaire à la campagne 31 de la tranche 2 du site de Chinon, la campagne 33 de la tranche 4 de Dampierre et la campagne 34 de la tranche 2 de Gravelines est acceptable. Les valeurs limites de crédit K définies par l'exploitant permettent de garantir l'absence de risque de rupture de gaine par IPG en cours de cycle et en prolongation de cycle.

Pour le Directeur général et par délégation,  
Frédérique PICHEREAU  
Adjoint au directeur de l'expertise de sûreté