

Fontenay-aux-Roses, le 3 mars 2021

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

## AVIS IRSN N° 2021-00035

**Objet :** EDF – REP – Centrale nucléaire de Flamanville – Réacteur n° 1 – INB 108 – Modification temporaire du chapitre III des règles générales d'exploitation pour la prise en compte des critères dynamiques de fuite primaire/secondaire de l'évènement « RCP 3 ter » et pour poursuivre la comptabilisation du crédit K à sa valeur obtenue avant l'arrêt fortuit.

**Réf. :** [1] Saisine ASN - CODEP-CAE-2020-008740 du 16 février 2021.  
[2] Courrier ASN - CODEP-CAE-2019-037729 du 6 septembre 2019.  
[3] Courrier ASN - CODEP-CAE-2019-052201 du 13 décembre 2019.  
[4] Avis IRSN 2020-00187 du 23 novembre 2020.  
[5] Décision ASN - CODEP-CAE-2020-056961 du 24 novembre 2020.  
[6] Avis IRSN 2018-00271 du 8 octobre 2018.  
[7] Décision ASN - CODEP-CHA-2018-048940 du 10 octobre 2018.

Conformément à la demande de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) en référence [1], l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a évalué l'acceptabilité du point de vue de la sûreté de la demande de modification temporaire (DMT) des spécifications techniques d'exploitation (STE) du réacteur n° 1 de la centrale nucléaire de Flamanville, déposée pour autorisation par Électricité de France (EDF) au titre de l'article R.593-56 du code de l'environnement.

Cette DMT est motivée par la nécessité de déroger, d'une part aux critères dynamiques de fuite primaire/secondaire (P/S) associés à l'évènement de groupe 1<sup>1</sup> appelé « RCP 3 ter<sup>2</sup> » lors des phases de variation de puissance de la première montée en puissance jusqu'à 30 jours équivalents pleine puissance<sup>3</sup> (JEPP) après

<sup>1</sup> En fonction de leur importance pour la sûreté, les indisponibilités sont hiérarchisées en événements STE de groupes 1 et 2. Une stratégie de repli vers un état plus sûr et des règles strictes de cumul sont associées uniquement aux événements de groupe 1. Dans ce groupe sont classées les non-conformités remettant en cause le respect des exigences et des hypothèses d'étude de la démonstration de sûreté.

<sup>2</sup> La conduite à tenir de l'évènement des STE « RCP 3 ter », relatif à une évolution du débit de fuite P/S sur au moins un générateur de vapeur (GV) supérieur aux critères tolérés, demande l'amorçage du repli du réacteur sous une heure. L'objectif de ce repli est de prévenir toute évolution anormale et incontrôlée du débit de fuite et en particulier d'éviter une évolution vers un accident de type rupture de tube de générateur de vapeur.

<sup>3</sup> Un JEPP représente l'énergie fournie en 24 heures par un réacteur fonctionnant à puissance nominale.

l'atteinte de la puissance nominale ( $P_n$ ) du réacteur, d'autre part au suivi du crédit  $K^4$  qui limite les durées de fonctionnement du réacteur à puissance intermédiaire<sup>5</sup>.

## 1. RAPPEL DU CONTEXTE

Le réacteur n° 1 de la centrale nucléaire de Flamanville est en arrêt fortuit depuis le mois de septembre 2019 afin de traiter des écarts mis en évidence par l'ASN sur les groupes électrogènes de secours à moteur diesel [2] et les matériels de la station de pompage [3]. Pour rappel, la troisième visite décennale (VD3) de ce réacteur s'est achevée au début de l'année 2019. Le combustible a ensuite été déchargé au mois d'avril 2020 afin de réaliser des interventions sur le circuit de refroidissement du réacteur à l'arrêt qui présentait de légères inétanchéités. Après cet arrêt de longue durée, au cours du cycle n° 24, le cœur du réacteur a été rechargé à l'identique<sup>6</sup> à la fin du mois de février 2021.

## 2. MODIFICATION DES CRITÈRES DYNAMIQUES DE FUITE P/S

À l'issue de la campagne de bouchage des tubes des générateurs de vapeur (GV) et de l'épreuve hydraulique du circuit primaire du réacteur n° 1, réalisées lors de la VD3, EDF a constaté la présence de nombreuses fissures longitudinales, de longueur inférieure au critère de bouchage, susceptibles d'engendrer un faible débit de fuite entre le circuit primaire et le circuit secondaire.

Afin de limiter les fuites primaire/secondaire et respecter les critères dynamiques de fuite, l'exploitant a dû alors procéder à un redémarrage anormalement long du réacteur en 2019.

Dans le cadre du présent redémarrage du réacteur, l'exploitant souhaite donc mettre en œuvre une conduite spécifique pour maintenir le réacteur à un palier de puissance à 78 %  $P_n$ , favorable à la création de dépôts d'oxyde et donc au colmatage des fissures des tubes de GV.

Cette conduite, proche de celle qui a été mise en œuvre, pour les mêmes raisons, lors du redémarrage du réacteur n° 2 de Flamanville à la fin de sa VD3 et dont la DMT avait fait l'objet de l'avis de l'IRSN [4] et de la décision de l'ASN [5], requiert d'adapter le suivi des critères associés au débit de fuite pour sursoir à l'application des critères dynamiques de fuite P/S associés à l'évènement « RCP 3 ter » lors des phases de variation de puissance. EDF propose différentes mesures compensatoires qui concernent, notamment, l'amorçage du repli du réacteur sous 3 jours au lieu de 7 jours en cas de pose de l'évènement « RCP 3 » (atteinte du critère statique de 5 l/h) et l'interdiction de suivi de charge et de réglages primaire et secondaire de fréquence après l'atteinte de la puissance nominale du réacteur pendant 30 JEPP.

L'IRSN rappelle que, par le passé, les STE distinguaient deux familles de GV : la famille 1, relative aux GV pour lesquels le débit de fuite était nul ou faible, à laquelle appartiennent les GV du réacteur n° 1 de la centrale nucléaire de Flamanville, et la famille 2 relative aux GV dits « fuyards » pour lesquels le débit de fuite était considéré élevé. La famille 2 est éteinte depuis 2013, du fait des remplacements des GV. Il avait été admis, pour des raisons de fiabilité de mesure du débit de fuite, de ne pas appliquer les critères dynamiques lors des montées en charge du réacteur pour les GV de la famille 2. **L'IRSN constate que les GV du réacteur n° 1 de la centrale nucléaire de Flamanville risquent de présenter des débits de fuite dynamiques supérieurs à ceux admis pour la famille 1, mais considère que la demande d'EDF reste conforme à ce qui a déjà été accepté par le passé pour les GV de la famille 2.**

---

<sup>4</sup> Le crédit K est représentatif des marges de sûreté vis-à-vis du risque de rupture des gaines des assemblages combustible par interaction entre la pastille et la gaine, assistée par la corrosion sous contrainte.

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

<sup>6</sup> Cœur identique : c'est-à-dire avec les mêmes assemblages positionnés au même endroit qu'avant l'arrêt fortuit

De plus, l'IRSN relève que l'application de la DMT est ponctuelle (EDF ayant programmé le remplacement des GV du réacteur n° 1 au prochain arrêt en 2022) et est proposée à l'issue de sept mois de fonctionnement du réacteur consécutifs à la VD3, lors de laquelle un contrôle exhaustif des tubes des GV a été mené.

L'IRSN estime que l'évolution des fissures des faisceaux tubulaires ne devrait pas être significative en sept mois de fonctionnement et considère que les résultats des contrôles menés au cours de la VD3 permettent encore de statuer sur l'état actuel du faisceau tubulaire des GV. **L'apparition de défauts nocifs à court terme est donc peu probable, sauf fortuit dû à une usure par un corps migrant.**

Enfin, l'IRSN rappelle que dans le cadre de l'application de la DMT similaire pour le redémarrage du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Flamanville à la fin de l'année 2020, l'exploitant n'a pas respecté deux mesures compensatoires. Cet écart a fait l'objet, le 12 janvier 2021, d'une déclaration d'un incident de niveau 1 sur l'échelle INES<sup>7</sup> de la part de l'exploitant. **En conséquence, EDF devra s'assurer de la robustesse de son organisation, afin que toutes les mesures compensatoires de la présente DMT soient respectées.**

### 3. POURSUITE DE LA COMPTABILISATION DU CRÉDIT K À SA VALEUR OBTENUE AVANT L'ARRÊT FORTUIT DU RÉACTEUR

Pour mémoire, un fonctionnement prolongé du réacteur à puissance intermédiaire<sup>8</sup> (FPPI) 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>9</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 P/S dans les GV. Pour diminuer le risque IPG, la durée de FPPI doit être limitée. Sa durée maximale est régie par la valeur du crédit K, suivie tout au long du cycle du réacteur<sup>10</sup>, qui doit être supérieure à une valeur limite définie dans les STE.

Dans le cadre du redémarrage en 2021 du réacteur n° 1 en cours de cycle, EDF prévoit de reprendre la valeur du crédit K (égale à 120 à la date de la mise à l'arrêt du réacteur, en septembre 2019) et de poursuivre la comptabilisation de ce facteur dès le début de son redémarrage à partir de 2 % Pn. Une demande similaire, pour le réacteur n° 1 de la centrale nucléaire de Nogent-sur-Seine, consistant à reconduire la valeur du crédit K<sup>11</sup> obtenue avant l'arrêt du réacteur dès le début de la montée en puissance après un rechargement à l'identique, a fait l'objet d'un avis de l'IRSN [6] et de la décision de l'ASN [7] en 2018. Cette demande a été estimée acceptable. En effet, le temps de fonctionnement à puissance faible (inférieure à 2 % Pn) ou lors des arrêts du réacteur a peu d'influence sur l'état du combustible, ainsi que sur son comportement lors du redémarrage du réacteur. Ces phases, quelles que soient leur durée, sont en conséquence sans impact sur les marges de sûreté vis-à-vis du risque IPG (ou sur le crédit K). **Aussi, l'IRSN estime acceptable la poursuite de la comptabilisation du crédit K à sa valeur obtenue avant l'arrêt du réacteur, dès la montée en puissance après le rechargement à l'identique du réacteur n° 1 de la centrale nucléaire de Flamanville.**

<sup>7</sup> INES : International Nuclear and Radiological Event Scale (échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques).

<sup>8</sup> Si la durée du fonctionnement à puissance intermédiaire est supérieure à 8 heures sur 24 heures glissantes.

<sup>9</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>10</sup> En l'état du référentiel, le crédit K n'est pas suivi lors de la première montée en puissance après un rechargement du combustible ou toute manipulation d'assemblages combustibles. Le crédit K est initialisé à une valeur K<sub>0</sub> après un fonctionnement de plus de 100 heures cumulées à une puissance supérieure ou égale à 95 % de la puissance maximale disponible.

<sup>11</sup> La valeur du crédit K obtenue avant l'arrêt du réacteur n° 1 de Nogent-sur-Seine en 2018 était de l'ordre de 80.

En revanche, contrairement à la demande de modification concernant le réacteur n° 1 de la centrale nucléaire de Nogent-sur-Seine en 2018, EDF ne prévoit pas, dans le cadre de la présente demande, de réaliser un palier à puissance maximale disponible (PMD) afin de réinitialiser le crédit K à sa valeur standard. Dans la mesure où, sur le réacteur n° 1 de la centrale nucléaire de Flamanville, ce crédit a déjà été initialisé au début du cycle n° 24 et que la période d'arrêt ne modifie pas l'état du combustible, **l'IRSN n'estime pas nécessaire de fonctionner à la PMD pour réinitialiser ce crédit à l'issue de la remontée en puissance, et ce d'autant plus que la valeur du crédit K au début de la montée en puissance est importante pour le réacteur n° 1 de la centrale nucléaire de Flamanville.**

## **4. CONCLUSION**

Compte tenu de l'analyse de sûreté présentée par l'exploitant et des mesures compensatoires prévues, **l'IRSN estime que la non-application des critères dynamiques de fuite P/S lors des phases de variation de puissance, lors du redémarrage du réacteur, et la reconduction de la valeur du crédit K obtenue avant l'arrêt du réacteur dès le début de la montée en puissance, après un rechargement à l'identique, sont acceptables du point de vue de la sûreté.**

**IRSN**

Le Directeur général

Par délégation

Hervé BODINEAU

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté