



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

IRSN
INSTITUT DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Fontenay-aux-Roses, le 23 novembre 2020

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2020-00187

Objet : REP – EDF – Centrale nucléaire de Flamanville – INB 109 – Réacteur n° 2 – Modification temporaire du chapitre III des règles générales d'exploitation concernant les critères de fuite primaire/secondaire lors des variations de puissance du réacteur au cours de la première montée en puissance et jusqu'à 30 JEPP après l'atteinte de la puissance nominale.

Réf. : Saisine ASN - CODEP-CAE-2020-053140 du 3 novembre 2020.

Conformément à la demande de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) en référence, l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a examiné l'impact sur la sûreté de la modification temporaire des spécifications techniques d'exploitation (STE) du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Flamanville, soumise par EDF à l'autorisation de l'ASN, au titre de l'article R.593-56 du code de l'environnement.

Cette modification est motivée par la nécessité de déroger aux critères dynamiques de fuite primaire/secondaire (P/S) qui sont associés à l'évènement de groupe 1¹ appelé « RCP 3 ter »² lors de la première montée en puissance du réacteur et jusqu'à 30 jours équivalents pleine puissance³ (JEPP) après l'atteinte de la puissance nominale (Pn) du réacteur.

DEMANDE DE L'EXPLOITANT

Les tubes des générateurs de vapeur (GV) du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Flamanville sont en alliage 600 et sont affectés par de nombreuses fissures de corrosion sous contrainte qui s'initient et se propagent en exploitation jusqu'à traverser l'épaisseur de la paroi des tubes pour certaines. Ces fissures traversantes, très fines, contribuent à l'observation d'une faible fuite du circuit primaire vers le circuit secondaire lors du

¹ En fonction de leur importance pour la sûreté, les indisponibilités sont hiérarchisées en événements STE de groupe 1 et de groupe 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.

² La conduite à tenir de l'évènement des STE « RCP 3 ter », relatif à une évolution du débit de fuites 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 cette règle 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 (RTGV).

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

MEMBRE DE
ETSON

fonctionnement du réacteur en raison de la différence de pression entre le circuit primaire et le circuit secondaire.

Lors de la troisième visite décennale (VD3) du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Flamanville, des opérations de bouchage et de manchonnage⁴ ont été menées sur les faisceaux tubulaires des GV pour limiter le débit de fuite, notamment lors de l'épreuve hydraulique⁵ du circuit primaire. Cette épreuve s'est déroulée de façon satisfaisante avec un débit de fuite limité. Malgré ces opérations curatives, des fissures longitudinales de longueur inférieure au critère de bouchage demeurent en pied de tube et EDF n'écarte pas le risque d'apparition d'un faible débit de fuite P/S lors du prochain cycle (cycle n° 24). En conséquence, EDF propose une conduite spécifique pour le redémarrage de ce réacteur, qui consiste à maintenir pendant au moins sept jours le réacteur à un palier de puissance à 48 % Pn, durant lequel les conditions physico-chimiques du circuit primaire sont favorables à la création de dépôts d'oxyde et au colmatage des fissures des tubes de GV par des produits de corrosion du circuit primaire. En effet, le maintien de ce palier de puissance est favorable au dépôt des oxydes aux points froids du circuit, à savoir les tubes des GV, et devrait permettre de limiter le débit de fuite P/S au cours du cycle.

Néanmoins, EDF identifie des difficultés à respecter les critères dynamiques associés à l'évènement « RCP 3 ter » des STE lors du redémarrage du réacteur et demande l'autorisation de ne pas appliquer les critères associés à cet évènement durant les phases de variation de puissance et pendant l'heure qui suit l'atteinte d'un palier de puissance, et ce jusqu'à 30 JEPP après l'atteinte de la puissance nominale du réacteur. En revanche, les critères statiques de débit de fuite de 5 l/h et 20 l/h par GV (pour les tubes de GV en alliage 600), relatifs respectivement aux évènements de groupe 1 « RCP 3 » et « RCP 3 bis », restent d'application.

En préalable et lors de la phase de redémarrage, EDF propose la mise en œuvre de mesures compensatoires (MC). Les MC préalables concernent la disponibilité des chaînes de mesures d'activité (KRT) des lignes de vapeur et du condenseur, la disponibilité du système de purge des GV (APG) et la mise à disposition d'une mesure numérique du débit de fuite P/S pour un suivi par les opérateurs en salle de commande.

Dans ce cadre, l'exploitant a retenu les MC suivantes lors du redémarrage du réacteur :

- la surveillance en continu du débit de fuite P/S (MC1) ;
- la suspension des activités non réglementaires susceptibles de rendre indisponibles les chaînes de mesures d'activité citées ci-dessus (MC2) ;
- l'amorçage du repli du réacteur sous 3 jours au lieu de 7 jours en cas de pose de l'évènement « RCP 3 » (MC3) ;
- l'atteinte de la zone qui favorise la production d'oxydes ferreux (zone 1bis), au plus tôt, pour le couple bore/lithium (MC4) ;
- l'adaptation du gradient de montée en puissance pour ne pas atteindre le critère de débit de fuite P/S de 5 l/h (critère de l'évènement RCP 3) (MC5) ;
- le maintien du palier initial à 48 % Pn pendant au moins sept jours (MC6) ;
- 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 (MC7).

Enfin, EDF a mené une analyse de l'incidence de l'application de sa demande sur les fonctions de sûreté. En particulier, pour la fonction de sûreté « confinement », EDF indique que les contrôles du faisceau tubulaire réalisés en VD3 ont uniquement mis en évidence des fissures longitudinales dans la zone de transition de

⁴ L'opération de maintenance dite de « manchonnage » consiste à introduire un manchon dans un tube fissuré puis à l'expanser afin de restaurer l'étanchéité du tube. Ce procédé de réparation sans soudure réduit fortement le débit de fuite sans assurer une étanchéité parfaite.

⁵ L'épreuve hydraulique du circuit primaire contribue à la requalification périodique réglementaire des équipements sous pression nucléaire. Elle est réalisée tous les dix ans.

dudgeonnage des tubes. Aussi, en l'absence de fissure circonférentielle supérieure au critère de bouchage, EDF considère que le respect des critères de l'évènement « RCP 3 ter » n'a pas de plus-value sûreté, car ces critères permettent de détecter des fissures circonférentielles à l'origine des ruptures de tubes de GV (RTGV).

ANALYSE DE L'IRSN

Dans sa demande, EDF considère que les critères de suivi des fuites P/S des STE permettent de détecter au plus tôt les prémices d'une RTGV provoquée par un défaut circonférentiel. Pour l'IRSN, l'application de ces critères permet non seulement de surveiller indirectement l'évolution inattendue des défauts connus du faisceau tubulaire, mais également l'apparition éventuelle de nouvelles dégradations, quelle que soit la nature du défaut (fissure longitudinale ou circonférentielle), sa localisation (en pied de tube dans la zone de dudgeonnage ou au droit d'une plaque à tube) et son origine (corrosion, fabrication, vibration). Ces critères ont d'ailleurs été atteints pour des fissures circonférentielles (cas du GV n° 2 du réacteur n° 4 de la centrale nucléaire de Cruas en 2006), mais aussi pour des fissures longitudinales (cas du GV n° 1 du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire du Blayais en 2010). L'IRSN ne partage donc pas la position d'EDF sur la finalité des critères de suivi des fuites P/S. **Pour l'IRSN, ces critères sont un outil de surveillance, quand le réacteur est en puissance, de l'étanchéité des faisceaux tubulaires faisant partie de la deuxième barrière de confinement.**

Le suivi de l'étanchéité du faisceau tubulaire a fait l'objet de la règle de fonctionnement à fuite faible (R3F) mise en place dans les années 90, désormais intégrée dans les STE. Des critères de débit de fuite (critères statiques) et d'évolution de débit de fuite (critères dynamiques) sont définis. Le but des critères dynamiques est de prévenir une évolution rapide du débit de fuite, ce qui pourrait conduire à une RTGV avec des conséquences en termes de rejets. Les valeurs des critères tiennent compte des performances des chaînes de mesure KRT.

Lors des différentes évolutions de la R3F, l'IRSN avait insisté sur le fait que la mesure du débit de fuite devait être faite, pour être fiable, en régime stabilisé pour ne pas perturber la mesure qui a déjà tendance naturellement à fluctuer du fait de la variabilité du bruit de fond. Les critères dynamiques ne sont donc pas nécessairement pertinents en phase transitoire. À l'origine, la R3F distinguait deux familles de GV : les GV pour lesquels le débit de fuite était nul ou faible (famille 1) et les GV pour lesquels le débit de fuite était considéré élevé (famille 2). Dans ces conditions, il avait été admis pour les GV dits « fuyards », ou GV de la famille 2, de ne pas appliquer les critères dynamiques lors des montées en charge du réacteur. Depuis 2013, cette famille est éteinte du fait des remplacements des GV. Il ne reste donc plus que des GV de la famille 1 sur le parc d'EDF. La présente demande d'EDF revient donc à appliquer les critères dynamiques à des GV de la famille 1 comme s'ils faisaient partie de la famille 2. La demande d'EDF est donc conforme à ce qui a déjà été accepté par le passé pour les GV fuyards. Les critères statiques restent inchangés, à savoir ceux de la famille 1.

Les mesures compensatoires MC1 à MC3 visent à garantir la disponibilité des chaînes de mesure du débit de fuite et à accélérer le repli du réacteur en cas d'atteinte du critère statique de 5 l/h. Ces mesures compensent donc, partiellement, tout éventuel non-respect des critères dynamiques de fuite lors des variations de puissance du réacteur. Les mesures compensatoires MC4 à MC6 précisent la stratégie adoptée lors de la montée en puissance. La mesure compensatoire relative à la durée minimale de sept jours du palier initial à 48 % Pn (MC6), qui est favorable vis-à-vis de la stabilisation des fissures, fera l'objet d'un avis dédié pour l'analyse de son impact sur le combustible. La mesure compensatoire MC7 permet de rendre peu probables les variations de puissance du réacteur pendant la durée qui suit l'atteinte de la puissance nominale et donc de limiter le non-respect des critères dynamiques de fuite lors de cette période.

L'IRSN retient que la demande d'EDF permet d'éviter des paliers de montée très lents, comme ceux réalisés lors du redémarrage du réacteur n° 1 en 2019, défavorable vis-à-vis de la fonction de sûreté « confinement (première barrière) ». De plus, son application est ponctuelle et est proposée à l'issue d'une VD lors de laquelle un contrôle exhaustif des tubes des GV a été mené. De plus, EDF propose la mise en œuvre de mesures compensatoires, en particulier celle qui consiste à amorcer le repli du réacteur sous trois jours au lieu de sept jours en cas d'atteinte du critère statique de 5 l/h ; ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.

Enfin, les tubes des GV du réacteur n° 2 de Flamanville présentent de nombreuses fissures longitudinales de longueur inférieure au seuil de bouchage des tubes, ce qui induit un faible débit de fuite P/S en continu. L'état actuel de ces GV montre que les critères de la famille 1, à laquelle appartiennent ces GV, commencent à présenter des difficultés d'application. Pour l'IRSN il ne serait pas acceptable de recréer une famille 2, celle-ci ayant eu pour vocation de s'éteindre, ce qui a été obtenu en 2013. **Pour l'IRSN, la solution à privilégier à court terme est celle du remplacement des GV.**

CONCLUSION

La demande de modification temporaire de l'exploitant intervient à l'issue de la VD3 du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Flamanville. **Lors de cette visite décennale, les faisceaux tubulaires des GV ont été contrôlés à 100 %, ce qui apporte une bonne connaissance de leur état et permet de conclure à l'absence de défaut nocif à court terme.** Une évolution des défauts lors de la première montée en charge du réacteur est donc peu probable.

En conclusion, au vu de l'analyse de sûreté présentée par EDF et des mesures compensatoires prévues, l'IRSN estime que la modification temporaire des STE du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Flamanville, telle que présentée par EDF, est acceptable du point de vue de la sûreté.

Toutefois, l'IRSN constate que cette situation met en défaut la politique de maintenance d'EDF et constitue un affaiblissement notable des dispositions des STE définies pour la surveillance de l'étanchéité de la deuxième barrière de confinement. Aussi, l'IRSN souligne l'importance de la mise en œuvre du remplacement de ces GV au plus tôt.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Hervé BODINEAU

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté