

Fontenay-aux-Roses, le 29 janvier 2018

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN/2018-00021

Objet : EDF - REP - Centrale nucléaire de Gravelines - INB 96, 97 et 122 - Réacteurs n° 1 à 6 - Modification du chapitre III des RGE - Modification de la conduite à tenir des événements RRI 5 et RRI 6 en RP et AN/GV.

Réf. [1] Lettre ASN - CODEP-LIL-2017-026928 du 6 juillet 2017.  
[2] Avis IRSN - 2015-00085 du 18 mars 2015.

En réponse à la demande 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 demande de modification des spécifications techniques d'exploitation (STE) formulée par EDF pour modifier la conduite à tenir prescrite par les STE (chapitre III des règles générales d'exploitation (RGE)) des événements RRI 5 (une voie du système RRI<sup>1</sup> indisponible) et RRI 6 (une voie du système RRI indisponible et un échangeur 50 % (demi-échangeur) ou une pompe (RRI ou SEC<sup>2</sup>) indisponible sur l'autre voie) dans les domaines d'exploitation RP<sup>3</sup> et AN/GV<sup>4</sup> pour les six réacteurs de la centrale nucléaire de Gravelines.

Chacune des deux voies du système RRI est munie de deux demi-échangeurs en parallèle, refroidis par une voie SEC. Malgré la présence de filtres en amont des pompes SEC, ces échangeurs s'encrassent ou se colmatent, diminuant leur capacité d'échange thermique ou remettant en cause le fonctionnement des pompes SEC. À la différence des autres réacteurs du palier CPY, il n'y a pas pour les réacteurs de Gravelines de vanne permettant l'isolement de chaque demi-échangeur. Une voie complète RRI/SEC doit donc être rendue indisponible afin de réaliser leur nettoyage.

Comme pour tous les autres réacteurs du palier CPY, la durée annuelle (calendaire) des indisponibilités cumulées sur les quatre demi-échangeurs tolérée par les STE est limitée à 21 jours.

Adresse Courrier  
BP 17  
92262 Fontenay-aux-Roses  
Cedex France

Siège social  
31, av. de la Division Leclerc  
92260 Fontenay-aux-Roses  
Standard +33 (0)1 58 35 88 88  
RCS Nanterre 8 440 546 018

---

<sup>1</sup> RRI : système de refroidissement intermédiaire. Le système RRI assure, dans tous les cas de fonctionnement, l'alimentation en eau de refroidissement des réfrigérants de l'îlot nucléaire.

<sup>2</sup> SEC : système d'eau brute secourue.

<sup>3</sup> RP : réacteur en production.

<sup>4</sup> AN/GV : arrêt normal sur les générateurs de vapeur.

L'indisponibilité d'un seul demi-échangeur permet, en cas d'aggravant affectant l'autre voie SEC ou un de ses utilisateurs, de faire face à tout incident ou accident ne conduisant pas, à terme, à la recirculation du système d'aspersion de l'enceinte (EAS) sur les puisards de l'enceinte de confinement. Le surcroît de risque engendré par un nettoyage ne rendant indisponible qu'un demi-échangeur est alors bien moindre que le surcroît de risque engendré par un nettoyage rendant indisponible une voie RRI/SEC. Étant donné le nombre élevé de nettoyages en 2014 sur le réacteur n° 1 de Gravelines et le surcroît de risque engendré par l'indisponibilité d'une voie SEC complète, l'IRSN a recommandé [2] que l'exploitant de Gravelines prévoie une modification permettant l'isolement individuel des demi-échangeurs (à l'instar des autres réacteurs du parc en exploitation) ou révise la durée annuelle (calendaire) des indisponibilités cumulées sur les quatre demi-échangeurs prescrite par les STE sur la base d'une étude probabiliste de sûreté (EPS) tenant compte de la particularité de conception de ces réacteurs.

Mi-2015, EDF a évalué l'accroissement du risque de fusion du cœur lors de l'indisponibilité des deux demi-échangeurs d'une voie SEC. L'impact sur la sûreté des opérations de nettoyage des demi-échangeurs, telles qu'effectuées à ce jour, est jugé acceptable selon EDF sous réserve de la réduction de 21 à 18 jours de la durée annuelle autorisée d'indisponibilité cumulée des demi-échangeurs entre les systèmes RRI et SEC et de la mise en œuvre d'une mesure palliative (intégrée rapidement dans la documentation d'exploitation des réacteurs de Gravelines par le biais d'une consigne temporaire d'exploitation (CTE)). Cette mesure palliative consiste à assurer, lors du nettoyage d'une voie RRI/SEC, des alimentations électriques différentes pour la voie RRI/SEC qui refroidit les barrières thermiques des pompes primaires et la pompe RCV<sup>5</sup> qui assure l'injection d'eau aux joints n° 1 des pompes primaires. Ceci rend l'installation plus robuste à la perte d'un tableau électrique lors du nettoyage.

L'exploitant de Gravelines demande l'autorisation de modifier les STE pour intégrer de manière définitive la CTE dans les STE. Ces modifications figurent dans les notes de type « section 2 des STE », dédiées aux spécificités de site. Ces modifications concernent les conduites à tenir des événements RRI 5 et RRI 6 en RP et en AN/GV, modifiées de la manière suivante :

- **RRI 5 : la durée annuelle (calendaire) des indisponibilités cumulées sur les quatre échangeurs 50 % est réduite de 21 à 18 jours ;**
- **RRI 5 et RRI 6 : la mesure palliative suivante est ajoutée : lorsque les deux échangeurs 50 % de la voie « i » (i = A ou B) du RRI/SEC sont indisponibles, une pompe RCV voie « i » doit être en service.**

#### Analyse de l'étude probabiliste d'EDF

L'IRSN a analysé l'étude probabiliste d'EDF visant à évaluer le surcroît de risque de fusion du cœur associé aux activités de nettoyage des échangeurs RRI/SEC rendant indisponible une voie RRI/SEC complète.

L'IRSN a relevé dans l'estimation d'EDF les principaux conservatismes suivants :

- l'impact sur la sûreté de l'indisponibilité d'une voie RRI/SEC est plus pénalisant lorsque la voie B est indisponible. Même si, au vu du retour d'expérience, le nombre de nettoyages est pratiquement le même en voie A ou B, EDF a considéré dans son analyse le cas enveloppe où les nettoyages en voie B seraient très majoritaires. Pour l'IRSN, cette approche induit un conservatisme d'environ 30 % ;
- les estimations d'EDF ne concernent que le domaine d'exploitation RP, alors que la modification des STE demandée couvre aussi les états du réacteur de l'AN/GV. Lorsque le nettoyage est effectué en AN/GV aux conditions de connexion du RRA, le surcroît du risque de fusion du cœur est la moitié de celui évalué en RP.

---

<sup>5</sup> RCV : Système de contrôle volumétrique et chimique du fluide du circuit primaire.

L'IRSN a relevé les principales sous-estimations suivantes :

- lorsque le nettoyage est effectué **en arrêt à chaud, le surcroît du risque de fusion du cœur est plus important que celui évalué en RP, d'un facteur de l'ordre de six ;**
- dans les estimations d'EDF, il est considéré que l'ensemble des matériels sont disponibles, quelles que soient les exigences d'exploitation qui leur sont associées. **L'IRSN considère que cette approche conduit à sous-estimer les valeurs de surcroît de risque de fusion du cœur ;**
- les estimations d'EDF ne tiennent pas compte de la probabilité de refus d'ouverture des vannes des systèmes RIS ou EAS d'aspiration depuis les puisards par effet chaudière, en cas de garde d'eau insuffisante dans ces puisards. Or le retour d'expérience du palier CPY met en évidence que ce niveau d'eau a été constaté très bas à plusieurs reprises (y compris sur des réacteurs de Gravelines). **Pour l'IRSN, l'absence de prise en compte par EDF de ce retour d'expérience (REX) a conduit à sous-estimer les valeurs de surcroît de risque de fusion du cœur utilisées en appui à la demande de modification des STE de 20 % ;**
- les estimations d'EDF ne tiennent pas compte de l'impact de la perte du SEC sur la climatisation des locaux électriques et électroniques, ce qui conduit à sous-estimer de manière significative le surcroît de risque de fusion du cœur. **Cet aspect est d'autant plus important que le nettoyage des demi-échangeurs pour le respect du critère du chapitre IX des RGE de marge à l'encrassement est nécessaire lors de la période chaude de l'année.**

Pour l'IRSN, le surcroît du risque de fusion du cœur engendré par le nettoyage des échangeurs RRI/SEC en RP et AN/GV, tel que réalisé à ce jour sur les réacteurs de Gravelines, est nettement sous-estimé par EDF.

#### Durée annuelle cumulée d'indisponibilité d'une voie RRI/SEC

Compte tenu de la sous-estimation du surcroît du risque de fusion du cœur, la limitation à 18 jours de la durée annuelle (cumulée) d'indisponibilité d'une voie RRI/SEC en RP et AN/GV ne permet pas, pour l'IRSN, de rendre acceptable le surcroît du risque de fusion du cœur, même en prenant en compte la mesure palliative proposée par EDF.

De plus, le retour d'expérience récent des réacteurs de Gravelines montre que cette durée maximale de 18 jours est insuffisante par rapport aux besoins de nettoyage en RP et AN/GV, notamment pour pouvoir respecter le critère de marge à l'encrassement. En effet, en 2017, pour trois réacteurs de Gravelines (n° 1, 4 et 5), EDF a dérogé aux STE pour pouvoir prolonger cette durée.

Pour l'IRSN, la seule manière de rendre acceptable le surcroît de risque engendré par l'indisponibilité partielle des circuits RRI/SEC lors des nettoyages des échangeurs est d'intégrer rapidement la modification matérielle permettant de réaliser ces nettoyages demi-échangeur par demi-échangeur. En effet, ce type d'indisponibilité engendre un surcroît de risque acceptable sur une durée de 21 jours. EDF prévoit in fine d'intégrer la modification au plus tôt sans attendre les quatrièmes visites décennales (VD4). Le déploiement est planifié en 2019 pour les réacteurs n° 1, 2 et 4 et en 2020 pour les réacteurs 3, 5 et 6. EDF s'engage à envoyer la demande d'autorisation au cours du premier semestre 2018. L'IRSN prend note de cet engagement d'EDF.

#### Mesures palliatives

EDF ne propose qu'une seule mesure palliative : **lorsque les deux demi-échangeurs de la voie « i » (i = A ou B) du RRI/SEC sont indisponibles, une pompe RCV voie « i » doit être en service.** Ceci rend l'installation plus robuste à la perte d'un tableau électrique lors du nettoyage. **L'IRSN convient que cette mesure palliative apporte un gain**

pour la sûreté étant donné qu'une modification matérielle intégrée sur tous les réacteurs de Gravelines permet, en cas de perte de la source froide, le fonctionnement de la pompe RCV de la voie B sur une durée de plus de 18 heures.

Par contre, EDF ne propose aucune mesure palliative lors des nettoyages réalisés dans les configurations à risque, notamment lors de la période chaude de l'année ou en arrêt à chaud.

Les estimations d'EDF montrent que, lors du passage du réacteur de l'arrêt à chaud vers l'AN/GV aux conditions de connexion du RRA, le surcroît de risque en cas d'indisponibilité d'une voie RRI/SEC baisse en continu, ce surcroît de risque étant beaucoup plus faible dans l'état final que dans l'état initial. **Pour l'IRSN, lorsque la nécessité d'un nettoyage est détectée en arrêt à chaud, EDF doit amorcer au plus tôt la baisse de la température et de la pression du circuit primaire aux conditions de connexion du RRA.**

Par ailleurs, pour l'IRSN, il est essentiel de pouvoir assurer, en cas de perte de la source froide, des températures ambiantes acceptables vis-à-vis du bon fonctionnement des équipements importants pour la protection des intérêts. **EDF convient que la maintenance préventive sur les systèmes de ventilation du local de la pompe RCV en service (ventilé par le DVN) et des locaux électriques (ventilés par le DVL) pourrait être interdite durant l'indisponibilité d'une voie RRI/SEC lors de la période « grand chaud ».** Pour l'IRSN, cette interdiction doit être mentionnée dans les STE.

Enfin, l'IRSN rappelle que, pour les dispositions complémentaires (automatiques ou manuelles) et les informations nécessaires à la conduite accidentelle valorisées en cas de perte de la source froide, des exigences d'exploitation ont été introduites dans les STE du palier CPY à l'issue de l'instruction du palier technique documentaire (PTD) n° 3, cohérentes avec la démonstration de sûreté présentée dans le rapport de sûreté (RDS) du palier CPY version VD3. Or ce PTD n° 3 n'est pas encore intégré dans les STE des réacteurs de Gravelines. EDF précise que, lors du nettoyage d'une voie RRI/SEC, la disponibilité de l'autre voie est vérifiée en continu et que les systèmes participant à la démonstration de sûreté selon le RDS VD3 font déjà l'objet d'une surveillance en exploitation, notamment des essais périodiques. **L'IRSN rappelle que, pour autant, les RGE n'interdisent pas l'indisponibilité programmée de ces parades lors du nettoyage d'une voie RRI/SEC.**

**Ces trois points font l'objet de la recommandation n° 1 en annexe.**

#### Pratiques d'exploitation

Actuellement, les nettoyages des échangeurs de Gravelines sont réalisés avec la méthode de nettoyage mécanique.

L'installation des vannes d'isolement des demi-échangeurs conduira à faire baisser le surcroît de risque horaire de fusion du cœur lors du nettoyage, compte tenu du fait que la voie RRI/SEC en travaux restera partiellement disponible. Néanmoins, le retour d'expérience de la centrale de Gravelines et notamment les trois modifications temporaires des STE formulées en 2017 mettent en exergue le risque de dépasser la durée cumulée de 21 jours tolérée sur les autres réacteurs du parc, même après l'installation de ces vannes d'isolement.

L'IRSN a fait remarquer que les nettoyages chimiques ont une durée plus courte que les nettoyages mécaniques et que le nettoyage chimique est réputé suffisamment efficace en cas d'encrassement. EDF précise que l'analyse des nettoyages réalisés en 2017 suite à un non-respect de la marge à l'encrassement montre, dans la majorité des cas, la concomitance des phénomènes d'encrassement et de colmatage (spécificité de Gravelines), ce qui remet en cause la pertinence des nettoyages chimiques. Par conséquent, l'exploitant de Gravelines ne prévoit pas d'installer de piquage permettant le branchement de la machine de nettoyage chimique.

L'IRSN rappelle que la grande majorité des réacteurs en exploitation sont munis d'échangeurs RRI/SEC à plaques et que les STE limitent la durée des indisponibilités cumulées sur les quatre demi-échangeurs à 16 ou 21 jours par an et par réacteur, selon le palier. Or depuis une dizaine d'années, aucun non-respect de cette durée n'a été constaté pour des réacteurs autres que ceux de Gravelines, compte tenu de l'optimisation des pratiques de nettoyage et de l'intégration de certaines modifications matérielles. L'IRSN estime alors qu'il appartient à l'exploitant de Gravelines d'identifier et de mettre en œuvre les méthodes les plus adaptées lui permettant de ramener la durée d'indisponibilité de ces échangeurs dans les limites tolérées par les STE. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 2 en annexe.**

Autres cas d'indisponibilité des échangeurs RRI/SEC en RP en AN/GV

Dans les STE actuellement applicables sur les réacteurs de Gravelines, la conduite à tenir des événements RRI 3 (un demi-échangeur indisponible) et RRI 4 (un demi-échangeur indisponible par voie) en RP et AN/GV tolère toujours une « *durée annuelle (calendaire) des indisponibilités cumulées sur les quatre demi-échangeurs* » de 21 jours, malgré le fait que cette même durée est limitée à 18 jours dans le cadre de la présente demande pour l'événement RRI 5 en RP et AN/GV. De plus, la conduite à tenir de l'événement RRI 4 demande d'effectuer le nettoyage échangeur par échangeur (en cas d'encrassement), les délais d'amorçage de repli prescrits étant différents selon que l'isolement est fait par demi-échangeur ou par voie. Pour autant, la conception ne permet que l'isolement par voie. EDF ne juge pas utile de modifier les événements RRI 3 et RRI 4 car ils n'ont jamais été posés pour les réacteurs de Gravelines, compte tenu de la spécificité de conception de ces réacteurs.

Par ailleurs, dans le cadre de la présente demande, la durée annuelle (calendaire) des indisponibilités cumulées sur les quatre demi-échangeurs est limitée à 18 jours uniquement au titre de la conduite à tenir de l'événement RRI 5 en RP et AN/GV. Or le REX montre que, contrairement aux événements RRI 3 et RRI 4, l'événement RRI 6 peut, lui aussi, être posé.

Compte tenu de la nécessité de cohérence des STE des réacteurs de Gravelines avec leur conception actuelle associée à l'isolement des échangeurs RRI/SEC, ces points font l'objet de la recommandation n° 3 en annexe.

Conclusion de l'IRSN

Compte tenu de l'engagement d'EDF d'intégrer au plus tôt sur les réacteurs de la centrale de Gravelines une modification permettant l'isolement individuel des demi-échangeurs RRI/SEC et sous réserve de la prise en compte des recommandations en annexe, l'IRSN n'a pas de remarque concernant la mise en œuvre de la modification du chapitre III des RGE des réacteurs de Gravelines intitulée « **Modification de la conduite à tenir des événements RRI 5 et RRI 6 en RP et AN/GV** ».

Pour le Directeur général et par délégation,

Frédérique PICHEREAU

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

Annexe à l'Avis IRSN/2018-00021 du 29 janvier 2018  
Recommandations

**Recommandation n° 1 :**

Dans l'attente de l'intégration de la modification matérielle permettant de faire le nettoyage des échangeurs RRI/SEC demi-échangeur par demi-échangeur, l'IRSN recommande que les mesures palliatives suivantes soient également prescrites par la conduite à tenir des événements RRI 5 et RRI 6 en RP et AN/GV des STE des réacteurs de la centrale nucléaire de Gravelines :

- pour un nettoyage dont la nécessité est détectée lorsque le réacteur est en arrêt à chaud : amorcer sous une heure la baisse de la température et de la pression du circuit primaire aux conditions de connexion du RRA ;
- pour un nettoyage effectué lors des phases à risque « grands chauds » de l'année : s'assurer qu'aucune activité conduisant à rendre indisponibles les systèmes DVN et DVL n'est réalisée pendant le nettoyage ;
- pour tout nettoyage effectué avant l'intégration du PTD n° 3 : s'assurer qu'aucune activité conduisant à rendre indisponible une des parades valorisées dans le RDS VD3 en cas de perte totale de la source froide n'est réalisée pendant le nettoyage.

**Recommandation n° 2 :**

L'IRSN recommande que l'exploitant de Gravelines prenne toutes les mesures nécessaires, incluant l'évolution des pratiques d'exploitation et/ou l'intégration de modifications matérielles, pour respecter, après l'installation des vannes d'isolement, la durée annuelle (calendaire) des indisponibilités cumulées sur les quatre demi-échangeurs tolérée par les STE.

**Recommandation n° 3 :**

L'IRSN recommande que, jusqu'à l'intégration de la modification matérielle permettant d'isoler chaque demi-échangeur sur les réacteurs de Gravelines, EDF :

- supprime les événements RRI 3 et RRI 4 en RP et AN/GV ;
- demande aussi au titre de la conduite à tenir de l'événement RRI 6 en RP et AN/GV que la durée annuelle (calendaire) des indisponibilités cumulées sur les quatre demi-échangeurs soit limitée à 18 jours.