

Fontenay-aux-Roses, le 3 juillet 2018

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN/2018-00181

Objet : Réacteurs électronucléaires - EDF  
Déclaration d'une modification des RGE - Chapitre IX  
Palier CP0 - Etat technique « VD3 »  
Modification « FA RPN 068 »

Réf. Lettre ASN CODEP-DCN-2018-025425 du 4 juin 2018.

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'acceptabilité au plan de la sûreté de la modification « FA RPN 068 » déclarée par EDF de la règle d'essais périodiques (RE) du chapitre IX<sup>1</sup> des règles générales d'exploitation (RGE) relative au système RPN<sup>2</sup> des réacteurs du palier CP0. EDF souhaite relaxer la périodicité associée aux contrôles des seuils de surveillance des hautes tensions des chaînes de mesure RPN. L'ASN souhaite connaître la position de l'IRSN, en particulier sur :

- l'impact de cette relaxation,
- la préservation des objectifs de sûreté associés à ces chaînes malgré cette relaxation.

### Contexte

Le système RPN assure la surveillance de la puissance du réacteur et de sa distribution de puissance à partir de mesures du flux neutronique par des détecteurs (ou chaînes) situé(e)s autour de la cuve. Les signaux issus du traitement de ces mesures sont utilisés pour élaborer des alarmes (haut flux nucléaire...) et des verrouillages (interdiction d'extraction des grappes de commande...).

Le système RPN fournit également au système de protection du réacteur des signaux, issus des mesures de flux neutronique, qui conduisent à l'arrêt automatique du réacteur (AAR) en cas de

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> Le chapitre IX des RGE définit les programmes d'essais périodiques mis en œuvre par l'exploitant. Ils ont pour objectif de vérifier, pour toutes les fonctions de sûreté classées « importantes pour la sûreté », valorisées au titre de la sûreté nucléaire, que les critères de sûreté définis à la conception sont respectés durant toute l'exploitation du réacteur.

<sup>2</sup> Système de mesure de la puissance nucléaire.

flux nucléaire élevé, de variation rapide de flux ou de variation élevée de température entre l'entrée et la sortie de la cuve.

Afin de pouvoir assurer ces fonctions lors du fonctionnement du réacteur dans les états d'arrêt et en puissance, trois types de chaînes sont utilisées :

- les chaînes neutroniques de niveau source (CNS) pour une gamme de puissance de  $10^{-9}$  %Pn à  $10^{-3}$  %Pn ;
- les chaînes neutroniques de niveau intermédiaire (CNI) pour une gamme de puissance de  $10^{-6}$  %Pn à 100 %Pn ;
- les chaînes neutroniques de niveau puissance (CNP) pour une gamme de puissance de  $10^{-1}$  %Pn à 200 %Pn.

Les recouvrements des gammes de mesure assurent la continuité de la surveillance et de la protection du réacteur.

La doctrine de maintenance de ces chaînes neutroniques<sup>3</sup> identifie la nécessité de relever périodiquement :

- les courbes de saturation<sup>4</sup> des CNI et des CNP ;
- les courbes de discrimination<sup>5</sup> des CNS et éventuellement les courbes de saturation pour confirmer une éventuelle dégradation matérielle.

En complément, le système RPN intègre différents modules composés de cartes électroniques qui assurent le bon fonctionnement des chaînes neutroniques. En particulier, ces modules permettent la surveillance de :

- la haute tension d'alimentation des CNS, des CNI et des CNP en s'assurant qu'elle demeure inférieure à un seuil haut, afin de protéger la chaîne neutronique d'une surtension pouvant conduire à sa dégradation matérielle, et supérieure à un seuil bas, afin que la chaîne demeure dans sa plage de fonctionnement ;
- la haute tension de compensation des CNI<sup>6</sup> en s'assurant qu'elle demeure supérieure à un seuil bas afin d'éviter la non-validation du permissif P6<sup>7</sup> au cours d'un arrêt du réacteur.

La RE RPN du palier CP0 prescrit de contrôler périodiquement<sup>8</sup> que ces trois seuils sont correctement réglés. Dans la mesure où ces contrôles contribuent à assurer la disponibilité de fonctions de surveillance et de protection du système RPN, ils sont associés à des critères de sûreté (critère A).

<sup>3</sup> L'objectif de la maintenance préventive est de détecter les dérives des signaux des chaînes neutroniques, lorsqu'elles ne sont pas détectées lors de l'exploitation normale du réacteur ou par les essais périodiques, et d'y remédier suffisamment tôt pour effectuer les remplacements nécessaires lors d'un arrêt et ainsi éviter d'avoir à le faire en cours de cycle.

<sup>4</sup> La courbe de saturation d'une chaîne consiste à tracer sa réponse, c'est-à-dire le taux de comptage pour une CNS ou le courant électrique pour une CNI ou une CNP, en fonction de sa haute tension d'alimentation (+HT).

<sup>5</sup> Cette courbe consiste à tracer la réponse de la CNS (taux de comptage) en fonction du seuil de discrimination. Le réglage nominal du seuil de discrimination a vocation à éliminer dans la réponse de la CNS la composante liée au rayonnement gamma.

<sup>6</sup> Une CNI est composée de deux chambres de mesures concentriques, l'une à dépôt de bore sensible aux neutrons et au rayonnement gamma et alimentée par une haute tension positive (+HT), l'autre sans dépôt de bore sensible au rayonnement gamma uniquement et alimentée par une haute tension négative (-HT) également appelée tension de compensation. Le réglage de la tension de compensation doit permettre d'obtenir un courant nul de la CNI dans une configuration où le flux neutronique est très faible et le flux de rayons gamma très important.

<sup>7</sup> Le seuil du permissif P6 est proche du seuil correspondant à la divergence du cœur. Il est atteint lorsque les courants mesurés par les CNI sont de l'ordre de  $10^{-10}$  A. La validation du permissif P6 permet de mettre hors tension manuellement (action opérateur) les CNS et donc d'inhiber l'AAR « haut flux neutronique CNS ». Cette inhibition permet alors de débiter la montée en puissance après un arrêt. Avant la mise hors tension des CNS, le chapitre X des RGE requiert de vérifier le recouvrement entre les CNS et les CNI, celles-ci prenant alors le relai pour le suivi du flux neutronique. Le passage sous P6 par valeur décroissante du flux neutronique, par exemple lors d'un arrêt pour rechargement, a pour effet de remettre automatiquement sous tension les CNS, et de réactiver l'AAR « haut flux neutronique CNS ».

<sup>8</sup> Tous les trois mois pour les CNS et tous les six mois pour les CNI et les CNP.

## Dossier d'EDF

D'après la RE RPN, les contrôles des seuils de surveillance de la haute tension d'alimentation des chaînes neutroniques (haut et bas) et de la haute tension de compensation des CNI (seuil bas) doivent être réalisés lors des tests de conditionnement<sup>9</sup>. Or, selon EDF, la conception du testeur<sup>10</sup> RPN utilisé lors de ces tests ne permet pas de réaliser les contrôles du bon réglage des seuils haut et bas. La FA RPN 068 a pour objectif de prescrire la réalisation de ces contrôles lors du tracé des courbes de saturation<sup>11</sup> des chaînes neutroniques, actuellement réalisé une fois par cycle au titre du programme de base de maintenance préventive (PBMP) de ces chaînes.

Le tracé des courbes de saturation permet de vérifier uniquement le bon réglage des seuils haut et bas de la haute tension d'alimentation des chaînes neutroniques. Par ailleurs, EDF rappelle que le PBMP ne prescrit pas la réalisation d'essai permettant de vérifier le bon réglage du seuil bas de la haute tension de compensation des CNI. En conséquence, EDF prévoit également, via la FA RPN 068, de prescrire au titre du chapitre IX pour chaque CNI le tracé de la courbe de la haute tension de compensation en parallèle du tracé de la courbe de saturation prescrite par le PBMP.

La FA RPN 068 conduirait alors à réaliser les contrôles des seuils de surveillance de la haute tension d'alimentation des chaînes neutroniques (haut et bas) et de la haute tension de compensation des CNI (seuil bas) une fois par cycle au lieu de tous les trois mois pour les CNS et tous les six mois pour les CNI et les CNP.

## Analyse de l'IRSN

Au cours de l'instruction, EDF a indiqué que les réglages des seuils de surveillance de la haute tension d'alimentation des chaînes neutroniques (haut et bas) et de la haute tension de compensation des CNI (seuil bas) sur les cartes électroniques sont effectués en usine et que seul le constructeur dispose du matériel nécessaire pour les modifier. EDF a également précisé que le retour d'expérience montre qu'aucune dérive des seuils n'a excédé la précision de la mesure. Le risque d'un dérèglement notable des seuils est donc faible. Par ailleurs, EDF indique que la réalisation du tracé des courbes de saturation de façon répétitive accentue le vieillissement matériel des chaînes. Compte tenu de ces éléments, l'IRSN estime acceptable que le contrôle des seuils de surveillance de la haute tension d'alimentation des chaînes neutroniques (haut et bas) et de la haute tension de compensation des CNI (seuil bas) ne soit réalisé qu'une fois par cycle.

Les spécifications techniques d'exploitation (chapitre III<sup>12</sup> des RGE) autorisent de rendre volontairement indisponible une chaîne neutronique dans le cadre d'une opération de maintenance préventive. Le tracé des courbes de saturation au titre du PBMP est donc autorisé par les STE. En revanche, le tracé de la courbe de la haute tension de compensation, en parallèle du tracé des courbes de saturation, n'est pas prescrit par le PBMP et n'est donc pas autorisé par les STE. Ainsi, le tracé de la courbe de la haute tension de compensation pour chaque CNI conduira à une indisponibilité de groupe 1<sup>13</sup> au sens du chapitre III des RGE. D'après la FA RPN 068, cette indisponibilité sera traitée conformément aux conditions de réalisation des tests de conditionnement prescrits par la RE RPN. En

---

<sup>9</sup> Chaque chaîne neutronique dispose d'un module de conditionnement qui permet de réaliser différentes fonctions (acquisition des signaux, surveillance des tensions internes...). Les tests de conditionnement permettent de vérifier le bon fonctionnement de l'électronique de conditionnement des chaînes.

<sup>10</sup> Lors des tests de conditionnement, le testeur RPN se substitue au détecteur et produit divers courants (CNI, CNP) ou impulsions électriques (CNS) représentatifs du fonctionnement du détecteur.

<sup>11</sup> Lors du tracé d'une courbe de saturation, la consigne de la tension d'alimentation augmente. Il est alors possible d'identifier la valeur de tension correspondant à l'apparition du signal de bon fonctionnement, liée au passage du seuil bas, et dans un second temps, à la disparition du signal de bon fonctionnement, liée au passage du seuil haut.

<sup>12</sup> Le chapitre III des RGE définit les règles techniques qui doivent être respectées en fonctionnement normal afin de maintenir le réacteur dans le domaine couvert par les études d'accidents du rapport de sûreté.

<sup>13</sup> Les événements de groupe 1 induisent une augmentation du risque de détérioration d'une des barrières de confinement (gaine, circuit primaire, enceinte) et qui peuvent avoir des conséquences radiologiques dépassant les limites acceptées à la conception.

particulier, cette règle précise que la mise en indisponibilité volontaire d'une CNI reste acceptable du point de vue de la sûreté compte tenu de son délai de restitution qui reste inférieur à dix minutes. En conséquence, l'IRSN n'a pas d'objection à ce qu'EDF réalise le tracé de la courbe de la haute tension de compensation au titre du chapitre IX en parallèle du tracé des courbes de saturation réalisé au titre du PBMP.

### **Conclusion**

L'IRSN estime que la relaxation de périodicité associée aux contrôles des seuils de surveillance de la haute tension des chaînes de mesure RPN proposée par EDF n'a pas d'impact au plan de la sûreté et que les objectifs de sûreté associés aux chaînes de mesure du flux neutronique ne sont pas mis en cause. En conclusion, l'IRSN estime acceptable du point de vue de la sûreté la modification « FA RPN 068 » telle que déclarée par EDF.

Pour le Directeur général et par délégation,

Olivier Dubois

Chef du service de maîtrise des incidents et des accidents