

Fontenay-aux-Roses, le 13 octobre 2014

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

**Avis/IRSN N°** 2014-00372

**Objet :** Réacteurs électronucléaires - EDF

Déclaration d'une modification matérielle - Modification « PNPP i419 tome A Arrêt automatique du réacteur sur séisme du parc EDF en exploitation »

**Réf.** Lettre ASN CODEP-DCN-2014-011303 du 7 mars 2013

Par courrier en référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) souhaite recueillir l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur l'acceptabilité au plan de la sûreté, de la radioprotection et de la protection de l'environnement de la modification PNPP i419 tome A « Arrêt automatique du réacteur sur séisme du parc EDF en exploitation » déclarée par EDF au titre de l'article 26 du décret n° 2007-1557 du 2 novembre 2007.

#### Contexte et contour de l'analyse

A l'issue des études complémentaires de sûreté (ECS) menées à la suite de l'accident de Fukushima, l'ASN a édicté la prescription technique ECS-13 demandant à EDF de transmettre, avant le 31 décembre 2012, « *une étude des avantages et inconvénients liés à la mise en place d'un système d'arrêt automatique de ses réacteurs sur sollicitation sismique [...]* ». En réponse à cette prescription, EDF a indiqué que la mise en œuvre d'une fonction d'AAR sur séisme était justifiée sur le plan de la sûreté ; EDF a ensuite déclaré la modification PNPP i419 tome A visant à mettre en place une telle fonction sur le parc en exploitation.

EDF propose une modification mettant en œuvre un dispositif d'arrêt automatique du réacteur (AAR) sur signal sismique. Ce dispositif utilise quatre capteurs sismiques, déjà en place sur la paroi externe du bâtiment réacteur, et déclenche l'AAR lorsque l'accélération dépasse 0,1 g sur au moins deux capteurs.

La modification proposée par EDF concerne uniquement les séismes retenus dans le cadre du dimensionnement. La présente analyse de l'IRSN ne prend donc pas en considération les études initiées dans le cadre post-Fukushima visant à définir un niveau de séisme plus élevé que celui du dimensionnement et des dispositions dites « noyau dur » associées à ce niveau.

**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 B 440 546 018

L'analyse de l'IRSN aborde successivement :

- la conception proposée par EDF, afin d'évaluer la fiabilité et la disponibilité des dispositions prévues pour l'AAR sismique ; cette analyse porte sur :
  - le choix des capteurs et leur localisation,
  - le contrôle-commande retenu pour la fonction d'AAR sismique,
  - les exigences de qualification associées,
  - les exigences d'exploitation,
- les risques potentiellement générés par la modification, à savoir :
  - les risques potentiels induits sur les fonctions de protection et de sauvegarde existantes, compte tenu des interfaces créées entre les nouvelles dispositions et le contrôle-commande existant,
  - les risques liés aux différents modes de défaillance des équipements participants à cette nouvelle fonction,
- la pertinence du seuil sismique proposé.

#### Conception et suivi en exploitation proposés par EDF

##### *Choix et localisation des capteurs*

Les capteurs retenus sont couramment employés en sismologie. Ils ont été installés selon les règles de l'art et qualifiés aux conditions normales d'ambiance et sous sollicitations sismiques du niveau du séisme de dimensionnement (SDD). L'amplitude à pleine échelle retenue ( $\pm 2$  g) rend fortement improbable le phénomène de saturation du signal et permet de détecter avec suffisamment de précision un séisme générant une accélération de 0,1 g. **Au vu des éléments transmis par EDF, les capteurs sismiques mis en place sont adaptés pour la fonction d'AAR sur signal sismique, pour des séismes d'intensité supérieure ou égale à 0,1 g au niveau des capteurs.**

##### *Contrôle-commande de la fonction d'AAR sismique*

Un capteur sismique en défaut fait apparaître une alarme en salle de commande et doit être réparé sous un mois.

Chaque capteur étant alimenté par un tableau électrique distinct et secouru, la perte de l'un de ces tableaux rend le capteur associé inopérant sans entraîner l'indisponibilité de la fonction d'AAR sur signal sismique. En revanche, la perte du tableau alimentant l'armoire de contrôle-commande rend inopérante la fonction d'AAR sur signal sismique. Dans une telle situation, les procédures d'exploitation demandent alors un repli du réacteur. **Ces éléments n'appellent pas de remarque particulière de la part de l'IRSN.**

Une défaillance de l'armoire de contrôle-commande provoque l'indisponibilité de la fonction d'AAR sur signal sismique ou un AAR intempestif. Concernant le risque d'indisponibilité de la fonction, EDF considère que la fonction d'AAR sur signal sismique est une disposition de défense en profondeur et non un moyen permettant de garantir l'arrêt du réacteur. A ce titre, il considère que le respect du critère de défaillance unique n'est pas requis. **La tenue sismique des réacteurs étant déjà garantie par conception pour un niveau de séisme SDD, l'IRSN convient qu'une redondance de la fonction d'AAR sur signal sismique n'est pas requise.** Les risques liés à un éventuel AAR intempestif sont traités dans le paragraphe relatif aux risques générés par la modification.

### *Exigences de qualification*

Les capteurs ont été qualifiés sur la base d'essais vibratoires réalisés sur matériel neuf jusqu'au SDD. Or, l'IRSN considère que le vieillissement des capteurs pourrait conduire à des dérives des signaux sismiques susceptibles, par exemple, de conduire à des AAR intempestifs. Pour justifier, conformément au RRC-E, que le vieillissement des capteurs ne remet pas en cause la qualification acquise sur des capteurs neufs, EDF a indiqué que l'absence de dérive des capteurs et leur bon fonctionnement seraient vérifiés selon le programme de maintenance préventive. Compte tenu des éléments fournis et présentés dans le paragraphe suivant, **l'IRSN estime acceptable le suivi mis en œuvre par EDF pour pallier la qualification initiale réalisée uniquement sur des capteurs neufs.**

### *Exigences d'exploitation*

La fonction d'AAR sur signal sismique n'étant pas valorisée dans la démonstration de sûreté, EDF ne définit aucune conduite à tenir en cas d'indisponibilité de celle-ci ; toutefois comme exposé ci-dessus, une conduite en cas d'indisponibilité des équipements qui l'assurent, actuellement installés, est d'ores et déjà définie.

La maintenance préventive définie par EDF comprend un test de la fonction d'AAR sur signal sismique à chaque arrêt de réacteur pour rechargement ainsi qu'un contrôle des capteurs sismiques, des relais et des alimentations associées tous les trois ans. Ce programme de maintenance sera intégré aux essais périodiques qui seront transmis à l'ASN à la fin de l'année 2014.

**Ces points n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN.**

### Risques potentiels en termes de sûreté générés par la modification

#### *Risques potentiels induits sur les fonctions de protection et de sauvegarde existantes*

Pour les réacteurs de 900 MWe, EDF a réalisé un test exhaustif de toutes les entrées et sorties sur la voie du système de protection du réacteur en charge du traitement du signal issu des capteurs pour vérifier l'absence de régression sur les autres signaux susceptibles de générer un AAR.

Pour les réacteurs de 1300 MWe et de 1450 MWe, la modification est indépendante du système de protection du réacteur. **Compte tenu de l'ensemble des éléments présentés par EDF, l'IRSN estime que la modification n'est pas de nature à rendre indisponible les fonctions de sûreté du système de protection existantes.**

#### *Risques liés aux différents modes de défaillance participants à cette nouvelle fonction*

L'IRSN considère que la défaillance de l'AAR, alors qu'il serait sollicité par un signal sismique dépassant le seuil de 0,1 g, est peu probable du fait de la conception retenue ; en tout état de cause, une telle défaillance à la sollicitation n'entraînerait pas de risque puisque, pour les séismes retenus dans le domaine de dimensionnement, le réacteur peut faire face à la situation sans recours à l'AAR sismique.

L'IRSN considère également que l'accroissement de la fréquence d'AAR intempestif pouvant être induit par des défaillances matérielles est limité du fait des choix de conception retenus et du suivi en exploitation prévu. Les causes d'AAR sismique les plus probables en l'absence de séisme supérieur ou égal à 0,1 g seraient plutôt liées aux erreurs de maintenance ou à des agressions des capteurs ou

armoires par leur environnement (vibrations importantes par exemple lors de travaux de terrassement).

#### Pertinence du seuil sismique proposé

Pour garantir un AAR suffisamment précoce avant que les mouvements les plus forts du séisme ne soient ressentis sur le site, le seuil sismique doit être calé à une valeur suffisamment basse. A contrario, pour éviter la survenue fréquente d'arrêts simultanés de tous les réacteurs d'un site, pour des séismes de faible intensité, le seuil sismique doit être calé à une valeur suffisamment élevée.

Concernant la possibilité d'arrêter le réacteur avant l'arrivée sur le site des mouvements les plus forts, l'IRSN estime que l'AAR sur signal sismique proposé par EDF, calé à 0,1 g, ne pourra pas intervenir suffisamment tôt pour permettre la mise à l'arrêt du réacteur avant l'arrivée des ondes sismiques de forte intensité. **La modification ne permettrait donc pas d'anticiper l'arrêt du réacteur avant la survenue des mouvements sismiques les plus forts.** Toutefois, il est rappelé que les réacteurs sont conçus pour pouvoir s'arrêter pendant ou après les séismes retenus dans le domaine de dimensionnement.

Concernant les risques associés à l'arrêt simultané de l'ensemble des réacteurs d'un site, cette situation peut conduire à un déséquilibre du réseau électrique externe, voire entraîner un incident de réseau généralisé (IRG), qui aurait notamment pour conséquence une perte des alimentations électriques externes à la centrale. Compte tenu du dimensionnement du réseau électrique, une telle situation est susceptible de se produire sur certains sites. Pour ces sites, les périodes de retour des séismes correspondant à des intensités supérieures à 0,1 g (au niveau des capteurs) sont supérieures à 1000 ans. Compte tenu de la fréquence annuelle d'occurrence d'un IRG actuellement retenue dans les études de sûreté (de l'ordre de 0,03), **l'augmentation du risque d'IRG associé à la mise en place de l'AAR sur signal sismique calé à 0,1 g est très faible.**

Enfin, pour l'ensemble des sites, le seuil de déclenchement de 0,1 g mesuré sur le BR est compris entre le niveau du Séisme d'inspection (SDI - séisme pour lequel EDF doit arrêter manuellement le réacteur et procéder à une inspection) et celui du SDD. Pour un séisme dépassant 0,1 g au niveau des capteurs, l'AAR sur signal sismique rend systématique l'application des procédures de conduite incidentelle. **De façon générale, la modification réduit donc le délai de repli des réacteurs affectés par un séisme, ce qui permet d'engager plus rapidement le diagnostic de l'installation.**

#### Conclusion

En cas de séisme d'intensité supérieure à 0,1 g, la modification PNPP i419 tome A présente l'avantage de simplifier la procédure actuelle de mise à l'arrêt du réacteur, ce qui permet d'engager rapidement des vérifications sur l'état de l'installation.

L'analyse par l'IRSN de la modification montre que sa mise en place ne permet pas de démontrer que l'arrêt du réacteur surviendra avant l'arrivée des ondes sismiques de forte intensité. Toutefois, les

réacteurs sont conçus pour pouvoir s'arrêter pendant ou après les séismes retenus dans le domaine de dimensionnement.

L'IRSN estime que la modification PNPP i419 tome A, consistant à mettre en œuvre un AAR sur signal sismique, est acceptable –telle que déclarée– au plan de la sûreté.

Pour le Directeur général, par ordre,

Frédéric MÉNAGE

Adjoint au directeur de l'expertise de sûreté