

Fontenay-aux-Roses, le 13 décembre 2017

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN/2017-00383

Objet : Réacteurs EDF - ECS-ND13 - Capacité des grappes de commande à chuter pour un séisme de niveau noyau dur

Réf. Lettre ASN CODEP-DCN-2017-0190 du 10 août 2017.

À l'issue des Études complémentaires de sûreté (ECS) menées à la suite de l'accident de Fukushima Daiichi, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) a fixé seize prescriptions complémentaires applicables aux sites électronucléaires pour la mise en place du Noyau dur (ND). En particulier, la prescription technique ECS-ND13, applicable aux 19 CNPE du parc en exploitation, concerne les dispositions à retenir pour assurer la chute des grappes de commande en vue de la maîtrise de la réactivité du cœur du réacteur. Elle est rappelée ci-après :

*« Avant le 30 juin 2014, l'exploitant communique son programme de travail concernant les dispositions propres à assurer la chute des grappes de commande en vue de la maîtrise de la réactivité à la suite d'agressions externes retenues pour le noyau dur et un bilan de l'avancement de ce programme.*

*Avant le 31 décembre 2014, l'exploitant transmet à l'ASN le descriptif des dispositions propres à assurer la chute des grappes à la suite d'agressions externes retenues pour le noyau dur en précisant les SSC devant être inclus dans le noyau dur ».*

EDF a tout d'abord transmis le programme de travail engagé pour répondre à la prescription ECS-ND13, puis un dossier présentant sa démarche générale pour démontrer la capacité des grappes de commande à chuter à la suite d'un séisme noyau dur<sup>1</sup> (SND) pour l'ensemble des sites, enfin la déclinaison de la démarche pour le site pilote du Tricastin.

Par la lettre en référence, l'ASN sollicite l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur :

- la méthode de justification proposée par EDF concernant l'aptitude des Systèmes structures et composants (SSC), y compris les éléments combustibles de la chaudière, à permettre la chute des grappes en situation noyau dur, en tenant compte de l'état réel de ces SSC ainsi que des écarts de conformité et des anomalies connus à ce jour sur la chaudière ;

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> Séisme noyau dur : séisme extrême pris en compte pour le noyau dur des installations, défini après l'accident de Fukushima Daiichi.

- l'application de la démarche au site du Tricastin et la validité de la transposition retenue par EDF aux autres sites de son parc.

### Contenu du dossier d'EDF

Pour répondre à la prescription ECS-ND13, EDF ne propose pas de nouvelles dispositions propres à assurer la chute des grappes de commande et retient de démontrer la suffisance de la conception existante. La démonstration apportée par EDF est identique dans son principe à celle mise en œuvre pour les études du rapport de sûreté concernant la « situation de référence » en 4<sup>e</sup> catégorie (il s'agit du cumul conventionnel d'un Accident de perte de réfrigérant primaire et d'un Séisme majoré de sécurité<sup>2</sup>).

Dans une première étape, des études ont été déclinées pour le site du Tricastin, retenu comme site de référence du palier CPY. EDF vérifie que les contraintes induites par le seul chargement dû au séisme de niveau noyau dur restent dans le domaine élastique pour l'ensemble des Structures, systèmes et composants constituant le canal de chute. Cette analyse est complétée par une analyse des déplacements afin de vérifier la rectitude du canal de chute.

Concernant la transposabilité aux autres sites du palier 900 MWe, EDF réalise une comparaison des spectres de plancher SND de chaque site avec ceux du site de référence (Bugey pour le palier CPO et Tricastin pour le palier CPY). EDF conclut que seul le site de Saint-Laurent est couvert par les études du Tricastin et que, pour les autres sites, des analyses complémentaires devront être menées. Pour les autres paliers, EDF appliquera la même méthodologie avec un site de référence et une déclinaison sur les autres sites ; ce travail est en cours de développement.

EDF complète son dossier par le retour d'expérience de réacteurs étrangers ayant subi un séisme de niveau plus élevé que celui pour lequel ils avaient été dimensionnés et mentionne qu'aucun défaut de chute de grappe et qu'aucune chute incomplète n'ont été enregistrés.

EDF conclut que l'analyse réalisée permet de démontrer, pour le site du Tricastin, site de référence du palier CPY, la capacité des grappes de commande à chuter intégralement lors d'un séisme de niveau SND.

### Position de l'IRSN

L'IRSN a examiné les éléments suivants :

- l'exhaustivité des SSC devant être inclus dans le Noyau Dur ;
- la démonstration apportée par EDF concernant la capacité des grappes de commande à chuter sous le séisme noyau dur du site du Tricastin ;
- la prise en compte de l'état réel des réacteurs et plus particulièrement de la déformation latérale des assemblages de combustible ;
- le retour d'expérience international et national relatif aux blocages des grappes de commande lors d'un Arrêt automatique réacteur (AAR) sur la période 1995-2017 ;
- la transposabilité aux autres sites de la méthode appliquée au site du Tricastin.

---

<sup>2</sup> Le séisme maximal historiquement vraisemblable (SMHV) correspond au séisme le plus pénalisant susceptible de se produire sur une durée d'environ 1000 ans, évalué sur la base des séismes historiquement connus. Le séisme majoré de sécurité (SMS) est défini en ajoutant conventionnellement 0,5 à la magnitude du SMHV ; il est retenu pour le dimensionnement au séisme des installations nucléaires.

L'IRSN rappelle que la conduite accidentelle mettant en œuvre les dispositions du noyau dur requiert la chute complète de toutes les grappes jusqu'au fond du retraits pour assurer la maîtrise de la réactivité. La démonstration de chutabilité de toutes les grappes jusqu'au fond du retraits doit donc apporter une garantie forte sur ce point.

Les SSC retenus par EDF comme devant être inclus dans le Noyau Dur pour assurer la chute des grappes de commande sont :

- le dispositif de maintien antisismique des mécanismes de commande de grappe ;
- les internes de cuve afin de garantir notamment l'opérabilité des mécanismes de commande de grappe et la rectitude du canal de chute ;
- les assemblages de combustible afin de garantir la bonne insertion des grappes de commande dans les tubes-guides.

L'IRSN considère que la liste des matériels retenus est exhaustive.

De l'analyse de l'IRSN, il ressort néanmoins des faiblesses dans la démarche de justification d'EDF, préjudiciables au niveau de sûreté attendu pour des composants appartenant au noyau dur.

Concernant l'aléa sismique, le niveau sismique retenu pour les sites de Saint-Alban, du Tricastin et de Fessenheim n'a pas encore fait l'objet d'une position de l'ASN.

Concernant les modélisations du bâtiment réacteur et du bloc réacteur, si l'utilisation de modèles simplifiés, modèles dits « brochette », est bien adaptée pour des études de dimensionnement, l'IRSN estime que la mise en œuvre de ces modèles ne permet pas d'obtenir une démonstration conservatrice de la chutabilité des grappes de commande sous SND.

En outre, les assemblages de combustible subissent des efforts horizontaux importants lors d'un SND. EDF compare, dans ses calculs, des valeurs moyennes de limite de flambage des grilles à des valeurs moyennes d'efforts calculés sur les grilles, ce qui ne permet pas d'exclure que certaines grilles soient soumises à des efforts d'impact supérieurs à leur limite de flambage. De plus, la limite de flambage ne tient pas compte de la présence de ressorts de grilles fissurés et la force d'insertion des crayons dans les cellules de grilles retenue pour établir cette limite n'est pas justifiée. L'IRSN n'a donc pas la conviction que les calculs d'efforts d'impact sur les grilles réalisés avec le logiciel CASAC, pour lequel EDF ne dispose pas à ce stade d'éléments de validation en situation représentative, valent démonstration et considère que les études limitatives sur la tenue mécanique des grilles en situation « fin de vie » n'offrent pas les garanties adéquates. Enfin, l'état prévisible des assemblages de combustible (déformations latérales) n'est pas pris en compte dans les calculs.

Par ailleurs et au-delà du retour d'expérience de chute complète de grappes sous un séisme plus élevé que le séisme de conception sur un réacteur similaire aux États-Unis, des blocages des grappes de commande ou des insertions partielles (déformation des assemblages, corps migrants, défaillance du mécanisme de commande de grappe...) ont eu lieu en fonctionnement normal et ne peuvent pas être exclus pendant un séisme de niveau SND. Certes, EDF a pris certaines mesures correctives, mais ces mesures ne peuvent toutefois pas garantir l'absence de renouvellement de ce type d'incident. À cet égard, la démarche déterministe de sûreté demande de considérer des marges en postulant notamment, en tant qu'aggravant, le blocage d'une grappe de commande, en complément d'hypothèses conservatrices sur les calculs démontrant la maîtrise de la réactivité.

### Conclusion

Compte tenu de l'ensemble de ces éléments, l'IRSN considère que la démonstration de chutabilité de l'ensemble des grappes de commande jusqu'au fond de retraits des tubes-guides des assemblages de combustible n'apparaît pas atteignable avec le niveau de confiance nécessaire au regard de l'enjeu de sûreté. Ceci met en cause la démonstration de la maîtrise de la réactivité requise par la stratégie de conduite retenue par EDF en cas de SND. Cette situation a été examinée dans le cadre de la réunion du Groupe permanent du 2 février 2017 consacrée à l'examen de la conduite Noyau Dur « ECS- Prévention et maîtrise des accidents - Conduite du Noyau Dur ». Notamment, l'IRSN avait recommandé « *qu'EDF étudie la possibilité d'assurer la maîtrise de la réactivité sur le long terme par un moyen relevant du noyau dur et ne nécessitant pas une ouverture volontaire du circuit primaire* » et précisé que ce moyen serait nécessaire si la démonstration de la capacité de toutes les grappes à chuter intégralement en situation extrême n'apportait pas les garanties suffisantes.

Pour le Directeur général et par délégation,

Frédérique PICHEREAU

Adjoint au directeur de l'expertise de sûreté