

Montrouge, le 27/10/2021

Référence courrier :
CODEP-DCN-2021-043443

Monsieur le Directeur
Division Production Nucléaire
EDF
Site Cap Ampère – 1 place Pleyel
93282 Saint-Denis Cedex

OBJET :

Réacteurs électronucléaires (tous paliers) – EDF
ESS relatif à l'anomalie d'étude de la phase de moyen terme de l'accident d'éjection de grappe

RÉFÉRENCES :

- [1] Courrier EDF D455019007543 du 22/07/2019 – Déclaration d'un événement significatif pour la sûreté à caractère générique : relatif à l'incomplétude de la recherche de scénario pénalisant en phase moyen terme de l'accident d'éjection de grappe de quatrième catégorie
- [2] Courrier EDF D305919035369 du 20/09/2019 – Rapport d'ESS
- [3] Courrier EDF D305920014674 du 27/10/2020 – Mise à jour du rapport d'ESS
- [4] Courrier EDF D305921011282 – Compte-rendu de la réunion du 5 mai 2021

Monsieur le Directeur,

Par courrier en référence [1], EDF a déclaré un événement significatif pour la sûreté relatif à la découverte d'une anomalie dans l'étude de l'accident d'éjection de grappe (EDG), situation de quatrième catégorie du domaine de dimensionnement de la démonstration de sûreté.

Cette anomalie a été identifiée en mars 2019, dans le cadre du programme de travail engagé par EDF en avril 2018, en préparation du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe visant à consolider les hypothèses retenues en phase B (ou de moyen terme) de l'étude d'EDG, et a fait l'objet d'un rapport transmis par courrier en référence [2] et d'une mise à jour [3].

En application de ses règles d'étude, EDF considère, de manière conventionnelle et conservatrice, qu'une gaine asséchée lors d'une crise d'ébullition est rompue. La démonstration du maintien d'une géométrie refroidissable du cœur et du confinement par les gaines de combustible repose notamment sur la vérification de l'absence de retour en puissance ultérieur.

Cette vérification est réalisée de manière découplée en s'assurant du respect d'un critère de non-retour critique après l'arrêt automatique du réacteur (réactivité du cœur strictement négative). La vérification du critère de sous-criticité du cœur en phase B du transitoire d'EDG est nécessaire du fait de l'assèchement de crayons de combustible causé par la crise d'ébullition lors de la phase A.

L'anomalie porte, pour toutes les gestions de combustible en exploitation, sur l'omission de la vérification du critère de sous-criticité du cœur en phase B, ainsi que sur le non-respect de ce critère en utilisant les règles d'études de dimensionnement. Par conséquent, EDF est amenée à considérer que la conservation d'une géométrie refroidissable pour le cœur et le confinement des matières radioactives ne sont pas démontrés pour l'accident d'éjection de grappe.

Toutefois, l'étude de l'accident d'éjection de grappe réalisée en retenant des hypothèses réalistes, fondées sur le fonctionnement normal des systèmes (régulations, fonction de borication automatique), mais tout en conservant l'hypothèse de l'aggravant unique, permet de vérifier le respect du critère de sous-criticité du cœur en phase B pour l'ensemble des gestions de combustible en exploitation. EDF en conclut qu'aucune mesure compensatoire en exploitation n'est nécessaire pour garantir la sûreté des installations dans l'attente de la résorption de cet écart. Par analogie avec le guide n° 21 de l'ASN, EDF indique que l'échéance de traitement de cet écart est envisagée sous 5 ans à compter de la mise à jour du rapport d'ESS [3].

Dans le cadre de l'analyse de cet événement, EDF a engagé une vérification du périmètre de l'anomalie et proposé un plan d'actions correctives. Vous trouverez en annexe mes remarques et commentaires sur ce plan d'actions correctives.

Pour ce qui concerne le périmètre de l'anomalie, je note que d'autres études d'accident du rapport de sûreté sont concernées (la liste est présentée dans l'annexe du présent courrier). Toutefois vous n'avez considéré que les études présentant une entrée en crise d'ébullition lors de la phase A des accidents de dimensionnement.

L'ASN note la complexité et la diversité des phénomènes physiques à prendre en compte dans la démonstration de sûreté en cas de retour critique en phase de moyen terme. En particulier, l'ASN considère que, sur la base des connaissances actuelles, il est difficile d'exclure un risque sur l'intégrité des gaines de crayon de combustible en cas de retour en criticité en phase de moyen terme, indépendamment de l'assèchement préalable des crayons.

Compte tenu des dispositions de l'article 3.4 de l'arrêté INB du 7 février 2012 relatives à la maîtrise de la réactivité, l'ASN considère qu'il est nécessaire d'étendre le périmètre d'analyse de cet écart à l'ensemble des transitoires pour lesquels un retour en criticité est observé après l'arrêt automatique du réacteur, sans se limiter aux transitoires ayant conduit préalablement à une crise d'ébullition.

Par conséquent, je vous demande d'examiner l'extension du périmètre de l'anomalie à l'ensemble des situations pour lesquelles un retour en puissance est susceptible de se produire.

Pour ce qui concerne le traitement de l'anomalie, l'ASN note que la stratégie d'EDF a consisté dans un premier temps à rechercher une solution matérielle pour l'étude de l'accident le plus pénalisant (EDG4), qui serait applicable à l'ensemble des études concernées. Vous concluez que vous ne pouvez pas mettre en œuvre une modification unique permettant de résorber cette anomalie pour l'ensemble des études concernées et vous privilégiez donc de démontrer par des études l'acceptabilité des retours critiques.

Si une modification matérielle unique semble effectivement inaccessible pour traiter l'accident d'éjection de grappe ainsi que les autres accidents susceptibles de conduire à un retour en criticité lors de la phase B des transitoires, l'ASN considère qu'il est nécessaire d'identifier et d'étudier les modifications matérielles permettant de prévenir les retours en criticité des accidents les plus probables. Ainsi la mise en œuvre de modifications permettant de respecter le critère de sous-criticité en phase B pour des situations de catégorie 2 et 3 constituerait une amélioration significative de la sûreté. De plus, EDF n'a pas présenté d'élément de caractérisation détaillée sur la nature des retours en criticité dans les différentes études concernées permettant de justifier l'absence de besoin de modification.

Par ailleurs, l'ASN note que les méthodes de justification de l'acceptabilité d'un retour critique en réacteur ne font pas l'objet d'un consensus. Compte tenu de la diversité et de la nature des phénomènes physiques présents

lors de ces transitoires, ces justifications sont complexes. De ce fait, l'ASN considère qu'il est important de ne pas considérer la démonstration de l'acceptabilité d'un retour en criticité, non recherché et qui n'avait pas été identifié jusqu'à maintenant, comme une voie de justification à privilégier en première intention.

L'ASN considère ainsi qu'une stratégie d'étude de familles de modifications combinées à d'autres dispositions et visant à réduire la probabilité de retour en criticité, avec des marges proportionnées aux différentes catégories d'accident, est préférable à une démarche de recherche de marges dans un domaine qui ne fait pas consensus.

Par conséquent, je vous demande de compléter votre analyse et d'étudier des solutions matérielles permettant le maintien de la sous-criticité en phase B pour les différentes études concernées par ce retour en criticité en tenant compte du périmètre révisé de l'anomalie.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le directeur, l'expression de ma considération distinguée.

Signé par le directeur de la DCN

Rémy CATTEAU

La présente annexe présente les remarques et commentaires de l'ASN sur le plan d'action engagé par EDF et décrites en référence [2].

L'action n° 1 consistait à rechercher et identifier sur l'ensemble des réacteurs en fonctionnement toutes les situations du domaine de dimensionnement susceptibles d'être affectées par la même anomalie d'étude (absence de vérification et de démonstration du maintien sous-critique du cœur en phase B). Une première liste des situations concernées a été établie par EDF dans le courrier en référence [3]. L'ensemble des états techniques des gestions de combustible est concerné. La liste mise à jour a été présentée lors de la réunion du 5 mai 2021 [4]. En plus de l'éjection de grappe (EDG – 4^e catégorie) pour tous les états techniques, le périmètre de l'anomalie a été élargi aux situations suivantes :

- le blocage du rotor d'une pompe primaire (RBPP – 4^e catégorie) pour tous les états techniques ;
- le retrait incontrôlé d'une grappe de régulation en puissance (R1GP – 3^e catégorie) pour tous les états techniques sauf VD3 des réacteurs de 1300 MWe et VD2 des réacteurs N4 ;
- la perte totale du débit primaire (PTDP – 3^e catégorie) pour l'état technique VD2 des réacteurs N4 ;
- 11 situations de 2^e et 3^e catégorie en cumul avec le manque de tension externe (MDTE) pour tous les états techniques des réacteurs N4.

Ces éléments appellent plusieurs remarques de la part de l'ASN.

L'ASN considère que l'absence de retour en puissance en phase B doit être vérifiée pour tous les transitoires et ceci indépendamment de l'historique en phase A.

L'ASN note que, naturellement, seules les gestions en cours d'exploitation sont concernées. Toutefois, plusieurs gestions vont changer d'état technique à relativement court terme. **Par conséquent, je vous demande d'intégrer, dès à présent, dans vos recherches de solutions, les états techniques des gestions qui vont faire l'objet d'un réexamen périodique (GARANCE VD4, GEMMES VD4, ...).**

L'action n° 2 consistait à identifier le scénario pénalisant pour la phase de moyen terme de l'éjection de grappe. Les travaux réalisés par EDF à ce sujet ont été présentés lors de la réunion du 5 mai 2021 [4]. Ces travaux mènent EDF à la conclusion que le maintien de la sous-criticité n'est garanti pour aucune des situations listées ci-avant.

L'ASN considère qu'EDF doit compléter ses travaux de caractérisation de l'écart en évaluant la puissance atteinte lors du retour en puissance pour l'ensemble des situations concernées.

L'action n° 3 consistait à identifier des voies de résorption potentielles (matérielles ou études) afin de définir un programme de travail visant à mettre à jour les études d'éjection de grappe en phase de moyen terme.

Le courrier en référence [3] indique que les actions engagées depuis 2019 visaient prioritairement à étudier des modifications matérielles permettant de garantir l'absence de retour critique en phase B de l'EDG. Les conclusions concernant les recherches de solutions correctives basées sur des modifications matérielles ont été présentées lors de la réunion du 5 mai 2021 [4]. EDF conclut que les modifications matérielles étudiées ne permettent pas d'atteindre les objectifs visés et sont susceptibles, pour certaines, de conduire à une régression de la sûreté. De plus, EDF considère que la faisabilité de ces modifications n'est pas garantie. Ces éléments conduisent EDF à élargir désormais son analyse en explorant un traitement par la voie des études.

Parmi les modifications étudiées par EDF, je constate que, en ce qui concerne le système d'alimentation de secours des générateurs de vapeur (ASG), seules des solutions consistant à temporiser son démarrage ou à l'isoler de manière précoce ont été envisagées. D'autres solutions pourraient permettre de limiter les forts gradients de refroidissement responsables du retour rapide en criticité, par exemple, en limitant le débit. **Ainsi, je vous**

demande d'étudier les modifications permettant de réduire l'impact de l'ASG sur le retour en criticité en phase B de ces accidents.

L'action n° 4 consistait à présenter l'évènement dans différentes entités d'EDF. Cette action n'appelle pas de remarque particulière de l'ASN.

L'action n° 5 consistait à rédiger un document à vocation pédagogique précisant les liens entre les objectifs de sûreté et les critères d'acceptabilité pour chaque phase des études d'accident du domaine de dimensionnement et l'intégrer dans la base de connaissance de l'ingénierie nucléaire. Ce document a été diffusé le 07 octobre 2021. Cette action n'appelle pas de remarque particulière de l'ASN.

L'action n° 6 consistait à demander avant fin octobre 2019 à Framatome une analyse approfondie de cet évènement. EDF a sollicité Framatome par courrier en date du 30 octobre 2019. EDF a indiqué lors de la réunion du 5 mai 2021 que l'analyse rendue par Framatome a conforté l'analyse d'EDF. **Je vous demande de me transmettre l'analyse approfondie produite par Framatome.**

L'action n° 7 consistait à clarifier les attendus de la surveillance des AIP vis-à-vis des règles et des critères de sûreté des études d'accident. **Je vous demande de me transmettre les documents produits par EDF en réponse à cet engagement.**

° °

L'ASN note que la caractérisation de l'écart a été réalisée par EDF selon deux approches, dites « réaliste » et « déterministe ». Ces deux approches conduisent à des différences notables dans la modélisation des phénomènes physiques. L'ASN considère qu'il est nécessaire de compléter la justification de leur représentativité. A cet effet, à l'issue de la réunion du 5 mai 2021 [4], EDF s'est engagée à transmettre son analyse physique des phénomènes se produisant au sein du circuit secondaire, dont le refroidissement du circuit primaire qu'il apporte est une cause prépondérante des retours en criticité. **L'ASN souligne l'importance de cette action et vous demande de la réaliser pour la fin de l'année 2021 au plus tard.**