



DIRECTION DES CENTRALES NUCLEAIRES

Montrouge, le 21 octobre 2016

Réf. : CODEP-DCN-2016-032680**Monsieur le Directeur du projet
Flamanville 3
EDF/DIPNN
Direction de Projet Flamanville 3
97, avenue Pierre BROSSOLETTE
92542 MONTRouGE****Objet : Réacteurs électronucléaires - EDF
EPR Flamanville 3 (FLA3)
Méthode d'étude de la phase moyen terme de l'accident d'éjection de grappe****Réf. :** [1] Courrier du Président-Directeur Général d'EDF du 16/03/2015
[2] Courrier EDF ENPRNA130082 du 2 avril 2013 – « Note décrivant la démarche d'étude de la phase moyen terme de l'accident d'éjection de grappe pour l'EPR FA3 »
[3] Note EDF D305914009881 indice A du 8 octobre 2014 – Signature de la première gestion EPR FA3 pour l'accident d'éjection de grappe – phase moyen terme

Monsieur le Directeur,

L'accident d'éjection d'une grappe de commande (EDG), classé en catégorie 4 des études des conditions de fonctionnement de référence du réacteur Flamanville 3, de type EPR, résulte de la rupture de l'enceinte de confinement sous pression d'un mécanisme de grappe de commande. La pression exercée sur la tige d'actionnement de la grappe provoque alors l'éjection de la grappe hors du cœur pouvant conduire à une brèche sur le couvercle de cuve. L'augmentation de réactivité provoquée par l'éjection de la grappe entraîne une excursion de puissance dans le cœur, sollicitant l'arrêt automatique du réacteur par variation rapide du flux neutronique ou par un signal de basse pression dans le pressuriseur (signal BBP) en cas de brèche dans le couvercle de cuve.

Par courrier en référence [2], vous avez transmis à l'ASN une note décrivant la démarche d'étude de la phase moyen terme de l'accident d'EDG, débutant après l'arrêt automatique du réacteur et durant laquelle le non-retour en criticité du cœur doit être démontré. Cette démarche est spécifique à l'EPR. En effet, à la suite d'une éjection de grappe, le refroidissement partiel du cœur peut être sollicité tandis que le système d'alimentation normale en eau des GV, maintenu en fonctionnement, n'est pas isolé. Ces spécificités peuvent conduire à un refroidissement important du circuit primaire, et donc à un apport de réactivité dans le cœur par effet modérateur. La démarche d'étude mise en œuvre sur les réacteurs en fonctionnement ne permettrait pas de démontrer l'absence de retour en criticité dans une telle configuration.

Par ailleurs, par courrier en référence [1], vous avez transmis à l'ASN le dossier de demande d'autorisation de mise en service (DMES) de Flamanville 3 (FLA3), comportant notamment le rapport de sûreté (RDS) de l'installation. Le chapitre 15.2.4E de ce RDS est relatif à l'accident d'EDG et les résultats de l'étude relative à la phase moyen terme de ce transitoire y sont présentés.

*

* *

Après examen de votre dossier avec l'appui de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), l'ASN considère que la méthode d'étude de la phase moyen terme de l'accident d'éjection de grappe, développée spécifiquement pour les réacteurs de type EPR, est acceptable pour une utilisation avec les logiciels mentionnés dans la note en référence [2]. Les exigences à satisfaire par les différents logiciels utilisés par la méthode ne sont pas décrites dans le dossier de présentation de la méthode. En l'absence de ces éléments, l'ASN ne peut se prononcer sur l'utilisation de la méthode d'étude de la phase moyen terme de l'accident d'éjection de grappe avec d'autres logiciels que ceux mentionnés dans le dossier de présentation de la méthode.

L'ASN estime que les phénomènes physiques affectant de façon prépondérante la réactivité du cœur ont été correctement identifiés et sont bien simulés par les logiciels utilisés dans la méthode mise en œuvre par EDF. À ce titre, en ce qui concerne le logiciel de « thermohydraulique système » utilisé, l'ASN considère que les éléments permettant de justifier sa capacité à simuler les différents phénomènes physiques devraient être intégrés à sa note de synthèse de qualification. **Ce point fait l'objet de la demande C.1 en annexe.** L'ASN considère de plus que les paramètres dominants du transitoire d'EDG durant la phase moyen terme sont correctement identifiés et utilisés pour la sélection des hypothèses d'études pénalisantes, le jeu d'hypothèse retenu est globalement satisfaisant et les modalités de prise en compte des incertitudes acceptables. Néanmoins, l'ASN constate que l'incertitude retenue sur l'effet Doppler pourrait, dans certains cas, être inférieure à celle indiquée dans la note de qualification du logiciel neutronique, et estime qu'EDF devrait indiquer dans la note de démarche de l'EDG moyen terme que cette incertitude doit être cohérente avec celle définie lors de la qualification du logiciel de neutronique. **Ce point fait l'objet de la demande C.2 en annexe.**

Concernant l'application de la méthode d'étude de la phase moyen terme de l'EDG pour l'EPR FLA3, les résultats présentés dans le RDS montrent que le critère de non-retour en criticité est respecté tout au long de la phase moyen terme du transitoire, avec cependant des marges relativement faibles (244 pcm pour le cas pénalisant). À l'issue de l'instruction technique, l'ASN estime que la déclinaison de la méthode pour l'étude présentée dans le RDS est globalement acceptable, malgré la présence d'incohérences entre la note de démarche et l'étude du RDS concernant certaines hypothèses d'étude. **Ce point fait l'objet de la demande C.2 en annexe.**

Par ailleurs, bien que la méthode identifie correctement les paramètres dominants ainsi que leur sens de pénalisation, l'ASN constate que la pénalisation de certains paramètres est basée sur des études de sensibilité réalisées en ne faisant varier qu'un seul paramètre à la fois (études de sensibilité unitaires). De plus, l'étude présentée dans le RDS ne permet pas de justifier que le cumul de ces différentes pénalisations, estimées sur la base d'études de sensibilité unitaires, est conservatif. L'ASN considère donc que d'éventuels effets croisés provenant de la variation simultanée de plusieurs paramètres ne sont pas exclus, et pourraient rendre le jeu d'hypothèse retenu dans le RDS non conservatif. **Ce point fait l'objet de la demande A en annexe.**

Enfin, l'ASN estime que l'approche suivie pour vérifier la sûreté des recharges en combustible vis-à-vis de la phase moyen terme de l'accident d'EDG est satisfaisante et permet de vérifier le respect du critère de non-retour en criticité pour chaque rechargement du cœur. Toutefois, l'ASN remarque que l'étude présentée dans le RDS ne permet pas de couvrir l'ensemble des plans de chargement qui pourraient être mis en œuvre au cours de l'exploitation de FLA3. **Ce point fait l'objet de la demande B en annexe.**

*

* *

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

La directrice de la DCN,

Signée par : Anne-Cécile RIGAIL

Demandes de l'ASN

A. Configurations pénalisantes retenues dans le RDS

L'application de la méthode d'étude de la phase moyen terme de l'accident d'éjection de grappe est présentée dans le chapitre 15.2.4e du RDS transmis par le courrier en référence [1]. Vous avez étudié plusieurs configurations de l'accident et réalisé plusieurs études de sensibilité (au niveau de puissance initiale, à la pression initiale, etc.) afin de déterminer le cas pénalisant de ce transitoire. Ces études de sensibilité vous ont conduit à sélectionner des hypothèses jugées « enveloppes » pour l'étude de la phase moyen terme de l'EDG. Le cas pénalisant correspond à une brèche de 4 cm² amorcée à une puissance de 20 % de la puissance nominale (PN) ; l'arrêt automatique du réacteur par variation de flux neutronique, cumulé avec le manque de tension externe (MDTE) à l'instant du signal d'injection de sécurité, conduit à une marge à la criticité de 244 pcm.

Afin de justifier le caractère pénalisant de certaines hypothèses, vous avez réalisé durant l'instruction de la méthode d'étude de l'EDG moyen terme des études de sensibilité unitaires supplémentaires. Ces études de sensibilité n'ont pas permis de vérifier le caractère générique de certaines hypothèses prises dans le RDS. À titre d'exemple, l'arrêt des chaufferettes du pressuriseur est considéré comme pénalisant dans la méthode, mais l'étude de sensibilité réalisée sur les transitoires du RDS a montré qu'il était favorable dans un des cas. De même, certaines études de sensibilité ont été réalisées avec les hypothèses de la note de méthode mais ne sont pas transposables aux cas du RDS (taille de brèche et puissance initiale différentes par exemple). L'ASN considère par conséquent que les conclusions des études de sensibilité réalisées dans le cadre de la démarche ne peuvent pas être considérées comme génériques.

L'ASN souligne de plus que la marge à la criticité du cas le plus pénalisant étudié dans le RDS est faible (244 pcm). Par ailleurs, en l'absence de démonstration du caractère générique de certaines hypothèses, il n'est pas exclu que la combinaison d'hypothèses pénalisantes conduise à des résultats non conservatifs en cas d'effet croisés, pouvant remettre en cause le respect du critère de sûreté.

Demande A : L'ASN vous demande de justifier dans la mise à jour du DMES de Flamanville 3 que la présence éventuelle d'effets croisés provenant de la variation simultanée de plusieurs paramètres ne remet pas en cause le respect du critère de sûreté de non-retour en criticité durant la phase moyen terme d'un accident d'éjection de grappe.

B. Applicabilité de la méthode à la sûreté des recharges de combustible

La démonstration de sûreté de l'accident de l'EDG moyen terme pour les recharges de combustible a pour objectif de vérifier le non-retour en criticité lors de la phase moyen terme de l'accident d'éjection de grappe. Pour les études de sûreté des recharges de combustible, l'évaluation de la marge à la criticité est réalisée dans les conditions physiques (pression, température, concentration en bore) des instants pénalisants identifiés pour les différents transitoires de l'étude générique présentée dans le RDS. Ces situations pénalisantes sont appelées « state-points ».

L'analyse présentée par EDF dans la note en référence [3] conduit à limiter la vérification de la sûreté des recharges à quatre state-points de l'étude du RDS, pour plusieurs taux de combustion et niveaux de puissance. Votre analyse conclut par ailleurs au conservatisme des couples de grappes* identifiés comme pénalisant lors du développement de la démarche d'étude. Ainsi, les calculs de la sûreté des recharges consisteront en des calculs de marge d'arrêt pour ces quatre state-points, pour les quatre couples de grappes identifiés dans la démarche d'étude.

L'ASN remarque que les calculs réalisés par EDF dans la note en référence [3] mènent dans certaines situations à des marges à la criticité inférieures à la marge d'arrêt minimale du RDS (244 pcm), le cas le plus pénalisant présentant une marge à la criticité de 40 pcm. L'ASN conclut que l'étude générique présentée dans le RDS n'est pas enveloppe des différentes recharges qui pourraient être mises en œuvre au cours de l'exploitation de l'EPR FLA3. Or, le RDS, qui contient la démonstration de la sûreté nucléaire d'une INB, doit couvrir la variabilité prévisible de l'ensemble des recharges en combustible.

Demande B : L'ASN vous demande, à l'occasion de la remise du dossier de fin de démarrage de l'EPR FLA3, de mettre à jour l'étude générique de la phase moyen terme de l'accident d'éjection de grappe présentée dans le RDS afin de couvrir la variabilité prévisible des plans de chargement du cœur.

C. Mises à jour documentaires

Le logiciel MANTA est utilisé dans la méthode d'étude de l'EDG moyen terme afin de simuler le comportement thermohydraulique du circuit primaire et du circuit secondaire au cours d'un transitoire d'éjection de grappe.

L'ASN constate que la note de synthèse de qualification de MANTA ne contient pas les informations nécessaires pour démontrer sa capacité à simuler correctement certains phénomènes physiques mis en œuvre au cours d'un transitoire d'éjection de grappe, en particulier les phénomènes physiques se déroulant dans les générateurs de vapeur. L'ASN souligne que les courbes de comparaison des résultats du logiciels avec certaines expériences sont insuffisantes, les hypothèses des essais peu détaillées et l'analyse des résultats peu développée. Toutefois, l'ASN considère que les éléments apportés par EDF au cours de l'instruction de la démarche d'étude de l'EDG moyen terme, relatifs notamment à la modélisation des générateurs de vapeur économiseurs et d'une brèche primaire, sont suffisants pour justifier la validation du code MANTA lors de son utilisation dans la simulation d'un transitoire d'EDG pour l'EPR Flamanville 3. L'ASN estime néanmoins que ces éléments doivent être intégrés à la note de synthèse de qualification du logiciel MANTA.

Demande C.1 : L'ASN vous demande de mettre à jour sous six mois la note de synthèse de la qualification du logiciel de thermohydraulique MANTA afin de prendre en compte les éléments de validation apportés au cours de l'instruction de la démarche d'étude de l'EDG moyen terme.

* Les couples de grappes sont formés par la grappe supposée éjectée et la grappe considérée comme bloquée au titre de l'aggravant retenu dans l'étude de l'EDG, conformément aux règles d'études des conditions de fonctionnement de référence.

L'ASN constate des incohérences dans la note en référence [2] justifiant la méthode d'étude de l'EDG moyen terme et entre cette note et le cas d'application présenté dans le rapport de sûreté de l'EPR Flamanville 3 transmis par le courrier en référence [1] :

- L'incertitude sur l'effet Doppler est de 10 % dans la note de synthèse de qualification du code SCIENCE V2, alors qu'elle est prise égale à 100 pcm dans la note en référence [2] et dans le RDS de l'EPR FLA3. L'ASN estime qu'EDF devrait préciser que l'incertitude de 100 pcm couvre l'incertitude de 10 % prévue par la note de synthèse de qualification de SCIENCE V2 ;
- L'hypothèse de démarrage de l'alimentation de secours des générateurs de vapeur et l'incertitude sur le seuil de bas niveau d'eau dans le pressuriseur sont différentes dans l'étude présentée dans le RDS de l'EPR FLA3 et dans la note en référence [2]. Ces différences ne remettent pas en cause le conservatisme de l'étude du transitoire d'EDG moyen terme du RDS mais l'ASN estime que la note en référence [2] devrait être mise à jour en conséquence.

Demande C.2 : L'ASN vous demande de mettre à jour sous six mois la note de justification de la méthode d'étude de la phase moyen terme de l'accident d'éjection de grappe afin, d'une part, de préciser que l'incertitude de 100 pcm sur l'effet Doppler couvre les 10 % d'incertitudes retenues dans la qualification de la chaîne de calcul neutronique SCIENCE V2 et, d'autre part, d'utiliser des hypothèses cohérentes avec celles des études du rapport de sûreté (démarrage de l'alimentation de secours des générateurs de vapeur et seuil de bas niveau d'eau dans le pressuriseur).