

Fontenay-aux-Roses, le 30 mars 2018

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN/2018-00086

Objet : EDF - REP - Centrale nucléaire de Cattenom - INB 124 - Réacteur n° 1 - Analyse de sûreté relative à l'exploitation du réacteur au cours du cycle de fonctionnement à venir tenant compte du blocage potentiel d'une grappe de régulation.

Réf. Lettre ASN CODEP-STR-2018-015444 du 28 mars 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 du redémarrage du réacteur n° 1 de Cattenom après son 22^{ème} arrêt pour rechargement du combustible, malgré le risque de non-disponibilité à la chute de la grappe de commande de l'un des groupes de régulation.

EDF a déclaré un événement significatif pour la sûreté (ESS) à caractère générique relatif au blocage potentiel d'une grappe dû à l'usure des manchettes thermiques des couvercles de cuve du palier 1300 MWe. Un contrôle d'altimétrie de la tulipe inférieure des manchettes concernées permet de mesurer indirectement leur usure. Au cours du 22^{ème} arrêt pour rechargement du combustible du réacteur 1 de Cattenom, EDF a procédé à des mesures d'altimétrie des manchettes thermiques. Les résultats ont montré des usures significatives de la manchette thermique d'une grappe d'un groupe de régulation. Une deuxième grappe est également concernée par une usure moins importante.

L'ASN a demandé à EDF une analyse d'impact sur la sûreté d'une situation de blocage en position complètement extraite de la grappe dont la manchette thermique présente l'usure la plus importante, celle de l'autre grappe étant insuffisante pour entraîner un tel risque au cours de ce cycle.

L'analyse fournie par EDF porte sur les études d'accident du domaine de dimensionnement et du domaine complémentaire. Pour démontrer le respect de la sûreté malgré le blocage supplémentaire de grappe, EDF valorise différentes marges en réactivité par rapport à ses études génériques, provenant notamment du caractère favorable de la recharge en combustible prévue pour la 23^{ème} campagne du réacteur 1 de Cattenom. L'ASN souhaite avoir l'avis de l'IRSN

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

sur le caractère acceptable de la valorisation de ces marges afin de définir un délai de réparation de l'écart de conformité concernant les manchettes thermiques.

Domaine de dimensionnement

Dans le domaine de dimensionnement, une telle situation a une influence directe sur trois paramètres importants pour la fonction de sûreté « maîtrise de la réactivité » dans les états en puissance :

- la marge d'antiréactivité¹ (MAR) et plus spécifiquement, les paramètres intervenant dans l'étude de l'accident de rupture de tuyauterie vapeur de quatrième catégorie (RTV4) ;
- l'efficacité de l'arrêt automatique du réacteur (AAR) ;
- la sous-criticité du cœur après AAR suite à une dilution en puissance.

Cette situation réduit également la sous-criticité à long terme du cœur en cas d'accident d'éjection de grappe (EDG).

La méthode utilisée par EDF pour son analyse relative à la vérification de la sûreté du réacteur 1 de Cattenom avec une grappe bloquée en position complètement extraite correspond à celle utilisée pour la vérification des recharges en combustible (méthode des paramètres clés²). L'IRSN n'a pas de remarque sur ce point.

Pour ce qui concerne les différents postes de réactivité pris en compte dans le dimensionnement de la MAR et de l'efficacité de l'AAR :

- l'IRSN considère que les pénalités retenues pour déséquilibre azimutal de puissance (tilt³), suivi de charge et télé réglage (SCTR), et fonctionnement prolongé à puissance réduite (FPPR) ne sont pas justifiées compte tenu de la prise en compte de deux grappes bloquées en position complètement extraite (la grappe présentant une usure de manchette significative et celle retenue au titre de l'aggravant à retenir dans les études d'accidents) ;
- l'IRSN n'a pas de remarque concernant les autres postes de réactivité, y compris ceux qui font l'objet d'une valorisation liée aux spécificités de cette recharge de combustible ou au mode de pilotage envisagé. En particulier, en ce qui concerne le bilan de marge relatif à l'efficacité de l'AAR, l'IRSN considère que le défaut d'antiréactivité lié au positionnement des groupes de régulation à leur limite d'insertion, qui fait l'objet d'une évaluation spécifique compte tenu des caractéristiques de cette recharge, est conservatif compte tenu de la mesure compensatoire de pilotage envisagée (tous les groupes de régulations seront complètement extraits, sauf le groupe de régulation de la température moyenne primaire inséré en bas de sa bande de manœuvre).

Le bilan de ces effets conduit au non respect de la valeur limite de la MAR et à de faibles marges sur l'efficacité de l'AAR. EDF considère cependant que certains conservatismes restent présents dans son estimation de la MAR. Par ailleurs, les évaluations nécessaires aux calculs de la puissance linéique et du rapport de flux thermique critique (RFTC⁴) conduisent également à la présence de marges complémentaires sur d'autres paramètres. Au final, la valorisation de ces conservatismes et de ces marges complémentaires permettent de couvrir le non respect de la valeur limite de la MAR.

¹ La marge en question est l'écart à la criticité du cœur après l'arrêt automatique du réacteur

² La démarche utilisée par EDF repose sur la méthode des paramètres clés. Les paramètres clés relatifs à un accident sont des paramètres neutroniques caractéristiques de la recharge considérée. Le respect de leur(s) valeur(s) limite(s) permet de garantir l'applicabilité de l'étude du rapport définitif de sûreté.

³ Ecart de puissance entre différentes zones radiales du cœur, phénomène observé dans certains cœurs de réacteurs

⁴ Le RFTC est le rapport entre le flux thermique critique et le flux thermique local. Le flux thermique critique est la valeur du flux thermique transmis au liquide à partir de laquelle apparaît le phénomène de crise d'ébullition. Pour un accident de catégorie 2, le flux thermique local doit rester inférieur au flux thermique critique (la valeur du RFTC doit donc rester supérieure à un critère dont la valeur est déterminée en tenant compte de différentes incertitudes).

Malgré la valorisation de ces conservatismes et la disponibilité de ces marges complémentaires, l'IRSN considère que les marges aux valeurs limites de la MAR et de l'AAR sont faibles. De plus EDF n'a pas justifié la validité de certains coefficients de pénalisation de la MAR et de l'AAR, qui sont calculés avec une seule grappe bloquée alors que la situation que l'ASN a demandé à EDF de traiter comporte deux grappes bloquées, dont une au titre de l'aggravant. L'IRSN émet donc :

- la recommandation n° 1 en annexe vis-à-vis de la MAR (le délai de réponse de trois mois se justifie par le fait que l'accident de RTV4 est pénalisant en fin de cycle). Dans l'hypothèse où cette recommandation remettrait en cause la valeur de la MAR, l'IRSN estime qu'EDF devra vérifier le respect des critères en puissance linéique et en RFTC pour l'accident de RTV4 compte tenu des spécificités de la présente recharge de combustible ;
- dans l'hypothèse où un tilt significatif serait mesuré lors des essais physiques en puissance au redémarrage après rechargement du combustible, la recommandation n° 2 vis-à-vis de l'AAR.

Compte tenu des marges disponibles sur la marge d'antiréactivité après un accident de dilution en puissance et au cours de la conduite post-accidentelle d'un accident d'EDG (AAR sans la grappe éjectée, sans la grappe dont la manchette présente une usure, et sans la grappe bloquée au titre de l'aggravant), l'IRSN n'a pas de remarques.

Domaine complémentaire

Dans le cadre de la déclaration de l'ESS relatif à l'anomalie d'étude de la vérification du contrôle de la réactivité dans le domaine complémentaire, le transitoire de cumul de perte totale des alimentations électriques (PTAE) et de l'injection aux joints des pompes primaire (IJPP) a été identifié comme nécessitant une analyse spécifique en termes de maîtrise de la réactivité.

Afin de justifier l'applicabilité de la stratégie de conduite actuellement préconisée, qui implique un refroidissement contrôlé par les groupes de contournement turbine à l'atmosphère (GCTa) et induit donc un apport de réactivité par effet modérateur, sur le réacteur 1 de Cattenom en cas de PTAE cumulée à la perte de l'IJPP, EDF a réalisé une étude spécifique de marge à la concentration en bore (CB) critique prenant en compte le blocage de la grappe dont la manchette présente une usure significative.

L'IRSN considère, pour la campagne 23 du réacteur 1 de Cattenom, même affectée par un possible blocage en position totalement extraite de la grappe dont l'usure de la manchette est la plus significative, qu'il n'y a pas, en cas de perte totale des alimentations électriques et de l'injection aux joints des pompes primaire, de risque accru de retour en puissance du réacteur après disparition du xénon par rapport aux cas enveloppes de l'étude générique effectuée sur le palier 1300 MWe en gestion GEMMES dans le cadre de l'anomalie mentionnée ci-dessus.

Conclusion

Sous réserve de la prise en compte des deux recommandations mentionnées en annexe et des contraintes d'exploitation prévues dans l'analyse de sûreté d'EDF (pilotage à puissance maximale disponible avec maintien du groupe de régulation de la température moyenne primaire au dessus du bas de sa bande de manœuvre et des groupes de compensation de puissance en extraction complète, arrêt de la campagne pour rechargement du combustible anticipé de 15 jour équivalents pleine puissance), l'IRSN estime que les marges spécifiques de la campagne 23 de Cattenom 1 qu'EDF a valorisées pour répondre à la demande de l'ASN d'étude d'impact sur la sûreté du blocage d'une grappe sont acceptables.

Pour le Directeur général et par délégation,

Franck BIGOT

Adjoint au directeur de l'expertise de sûreté

Annexe à l'Avis IRSN/2018-00086 du 30 mars 2018

Recommandations

Recommandation ° 1 :

L'IRSN recommande qu'EDF vérifie, sous un délai de trois mois, la validité de la pénalité pour déséquilibre azimutal de puissance dans le cœur, suivi de charge et télé réglage, et fonctionnement prolongé à puissance réduite retenue pour le calcul de la marge d'antiréactivité du cœur de Cattenom 1 compte tenu du blocage potentiel des grappes J-03 et K-02.

Recommandation ° 2 :

L'IRSN recommande qu'EDF vérifie, avant l'atteinte du palier 100 %Pn des essais physiques en puissance, la validité de la pénalité pour déséquilibre azimutal de puissance dans le cœur retenue pour le calcul de l'efficacité de l'arrêt automatique du réacteur du cœur de Cattenom 1 compte tenu du blocage potentiel des grappes J-03 et K-02.