

Fontenay-aux-Roses, le 13 janvier 2017

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN/2017-00016

- Objet : EDF - REP - Palier N4 - Intégration dans les règles générales d'exploitation de mesures compensatoires vis-à-vis de l'anomalie relative aux ségrégations du carbone dans les fonds primaires de générateurs de vapeur
- Réf. [1] Lettre ASN/DCN - CODEP-BDX-2017-001337 du 11 janvier 2017.
[2] Avis IRSN - 2017-00014 du 13 janvier 2017.
[3] Lettre ASN/DEP - CODEP-DEP-2016-047228 du 5 décembre 2016.
[4] Avis IRSN - 2016-00383 du 9 décembre 2016.
[5] Lettre ASN/DCN - CODEP-DCN-2016-048322 du 9 décembre 2016.

Conformément à la demande de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) [1], l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a évalué l'acceptabilité du point de vue de la sûreté des modifications des règles générales d'exploitation (RGE) proposées par EDF pour les réacteurs de la centrale nucléaire de Civaux. Ces modifications visent à limiter les contraintes thermomécaniques appliquées aux fonds primaires des générateurs de vapeur (GV) des réacteurs de Civaux. Elles concernent le chapitre III, relatif aux spécifications techniques d'exploitation (STE), ainsi que le chapitre VI des RGE, relatif à la conduite incidentelle et accidentelle (CIA).

Ces modifications restreignent les conditions d'exploitation des réacteurs de la centrale nucléaire de Civaux, concernés par le phénomène de ségrégation majeure positive en carbone au niveau des fonds primaires des GV, afin de réduire les risques générés par certains transitoires thermohydrauliques (chocs chauds et froids). Ces sollicitations thermomécaniques peuvent être rencontrées en situation normale lors des phases de mise à l'arrêt ou de redémarrage des réacteurs, ou en situation accidentelle. Dans les deux cas, le risque est de générer au niveau des fonds primaires de GV une contrainte trop importante, pouvant éventuellement conduire à leur rupture.

L'analyse des mesures compensatoires définies par EDF pour limiter la sévérité des chocs thermiques afin de justifier le maintien en exploitation des fonds primaires de GV des réacteurs de Civaux a fait l'objet de l'avis de l'IRSN en référence [2]. Conformément à la demande de

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

l'ASN [1], l'IRSN s'est assuré que les contraintes d'exploitation identifiées par EDF sont en adéquation avec les conclusions de l'avis de l'IRSN en référence [2].

Modification temporaire du chapitre III des RGE

En premier lieu, l'IRSN estime que les mesures compensatoires retenues par EDF, intégrées dans une modification temporaire des STE, tiennent compte des échanges techniques réalisés dans le cadre de l'avis [2]. En effet, l'IRSN a estimé qu'EDF doit [2] :

- **définir une procédure à appliquer lors du démarrage de la deuxième pompe du système de refroidissement du réacteur à l'arrêt (RRA) afin de limiter le risque de sur-refroidissement du circuit primaire** : à cet égard, EDF a intégré, dans sa modification temporaire des STE ainsi que dans la fiche de position relative au fonctionnement avec deux pompes RRA en service en AN/RRA monophasique, une procédure de démarrage de la deuxième pompe RRA ;
- **mettre à jour les mesures compensatoires appliquées au palier N4 pour limiter l'amplitude des chocs froids, en cohérence avec celles mises en œuvre pour les réacteurs de 900 MWe** : à cet égard, EDF a intégré, dans sa modification temporaire des STE ainsi que dans la fiche de position relative aux transitoires de choc froid, une interdiction de réaliser un cyclage GV¹ dans le domaine d'exploitation « arrêt pour intervention (API) » lorsque l'écart entre la température au refoulement du RRA et la température de l'eau de la bêche du système d'alimentation de secours des GV (ASG), utilisée pour le cyclage GV, est supérieur à 15 °C ;
- **diminuer la probabilité d'un redémarrage inopiné de GMPP à la suite d'une ouverture intempestive d'une vanne RRA** : à cet égard, EDF a intégré, dans sa modification temporaire des STE, le débrogage des cellules électriques des moteurs des groupes motopompes primaires (GMPP) à la suite de leur mise à l'arrêt, en cas de fortuit ;
- **préciser la notion de température primaire utilisée dans les mesures compensatoires** : à cet égard, EDF précise explicitement que la température primaire mentionnée dans les mesures compensatoires correspond à la température mesurée au refoulement des pompes RRA.

Ces mesures compensatoires sont similaires à celles qui ont été mises en œuvre pour les réacteurs du palier 900 MWe, et qui ont été jugées acceptables par l'IRSN dans son avis [4]. **Ces points n'appellent plus de commentaire de la part de l'IRSN.**

En outre, de manière cohérente avec les réacteurs de 900 MWe, EDF met en œuvre la mesure compensatoire suivante : en cas d'ouverture inopinée de la vanne assurant le contrôle du débit dans l'échangeur de la voie du système RRA en service, et une fois le défaut ayant entraîné son ouverture éliminé (ou le basculement sur l'autre voie réalisé), la température au refoulement du RRA sera augmentée progressivement en respectant un gradient inférieur à 14 °C/h, jusqu'à ce que la température soit supérieure à 30 °C et au moins égale à sa valeur initiale moins 15 °C. Lorsque la température cible est atteinte et stabilisée, un GMPP pourra être redémarré conformément, notamment, aux prescriptions déclinées dans les fiches de position transmises par les services centraux d'EDF à

¹ Le « cyclage GV » est une opération nécessaire pour permettre les interventions sur les GV lors des arrêts de réacteurs.

l'exploitant des réacteurs de Civaux, à l'issue de l'instruction des dossiers « choc chaud » et « choc froid ». **Ce point n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

Les fiches de position transmises par EDF dans le cadre de l'instruction [2] ont été mises à jour et intègrent désormais l'ensemble des mesures compensatoires jugées nécessaires par l'IRSN. De manière générale, l'IRSN constate [2] que ces mesures compensatoires restent dans le domaine autorisé des STE. **Par conséquent, leur mise en œuvre n'amène pas de régression vis-à-vis de la sûreté.**

Toutefois, l'IRSN rappelle que la caractérisation par EDF des transitoires les plus pénalisants vis-à-vis du chargement thermomécanique appliqué aux fonds primaires de GV tient compte des gradients de refroidissement et d'échauffement définis dans les règles de conduite normale (RCN), soit 28 °C/h ou 14 °C/h en fonction de l'état du réacteur. **L'analyse réalisée par l'IRSN [2] s'appuie sur l'ensemble des hypothèses retenues par EDF pour cette caractérisation.** Or dans la modification temporaire des STE transmise par EDF, le gradient de température est limité à 14 °C/h uniquement dans les configurations suivantes :

- lors du redémarrage du réacteur, à partir du démarrage du premier GMPP, jusqu'à l'atteinte d'une température de 60 °C ;
- lors de la mise à l'arrêt du réacteur, lorsque le circuit primaire est monophasique et jusqu'à l'arrêt du dernier GMPP.

En dehors de ces états particuliers, dans les domaines d'exploitation « arrêt normal sur GV (AN/GV) », « arrêt normal sur RRA (AN/RRA) » et API, le gradient de température maximal autorisé reste celui fixé par les STE, soit 56 °C/h. **L'IRSN considère [2] que les préconisations des règles de conduite normale valorisées pour la caractérisation des transitoires de chocs chauds et de chocs froids doivent être intégrées dans les STE. Ce point fait l'objet de la recommandation n° 1 en annexe.**

Enfin, l'IRSN rappelle que la demande n° 6 de l'ASN [3] vise à garantir la bonne application des mesures compensatoires par les opérateurs de conduite. L'IRSN considère que la déclinaison dans les STE de ces mesures compensatoires au travers d'une modification temporaire des STE ne doit pas se substituer à une mise à jour des documents opératoires d'exploitation.

Modification du chapitre VI des RGE

Au titre de la non-régression pour la sûreté, l'IRSN s'est également interrogé sur l'impact du débrogage des cellules électriques des GMPP dès qu'elles sont à l'arrêt. En effet, en situation incidentelle ou accidentelle, l'opérateur peut être amené à devoir redémarrer un ou plusieurs GMPP lorsque les conditions (notamment de pression dans le circuit primaire) le permettent. À ce titre, l'IRSN estime que les cellules électriques des GMPP peuvent être ré-embrochées rapidement (typiquement en une quinzaine de minutes) en cas de nécessité, à la suite d'une situation accidentelle. En effet, l'intervention est à réaliser dans un local en dessous de la salle de commande.

Comme indiqué ci-dessus, cette mesure compensatoire est intégrée dans la modification temporaire des STE transmise par EDF, et ne s'applique donc qu'en fonctionnement normal du réacteur. Ainsi, dans le cas d'un transitoire accidentel de perte des alimentations électriques externes cumulée à une ouverture intempestive de la vanne RRA régulant le débit circulant dans un des échangeurs du RRA, les mesures compensatoires proposées par

EDF ne s'appliquent pas. Le débrogement des GMPP ne sera donc pas réalisé. Or le redémarrage inopiné d'un GMPP dans cette situation pourrait conduire à un choc froid important au niveau du fond primaire des GV. **Dans son avis [2], l'IRSN estime qu'EDF doit retenir des dispositions visant à diminuer la probabilité de redémarrage d'une pompe primaire dans ces situations ou apporte des éléments justifiant la probabilité résiduelle de ces situations.** En réponse à la demande de l'ASN [5] faisant suite à la recommandation de l'IRSN [4], EDF a transmis récemment une quantification probabiliste de la probabilité d'occurrence d'un tel transitoire, pour les réacteurs du palier 900 MWe. Cette quantification prend notamment en compte les transitoires additionnels identifiés par l'IRSN dans son avis [4], et montre que la probabilité d'occurrence d'un tel transitoire est résiduelle. Les éléments transmis par EDF pour les réacteurs du palier 900 MWe n'ont pas fait l'objet d'une analyse dans le cadre de cet avis. Selon EDF, les spécificités des réacteurs du palier N4 ne sont pas de nature à modifier notablement les conclusions de cette analyse. En outre, le circuit RRA des réacteurs du palier N4 dispose de deux voies séparées : la défaillance d'une vanne de régulation peut être rapidement traitée par un basculement sur l'autre voie. L'IRSN estime qu'EDF doit formaliser son analyse pour les réacteurs du palier N4, afin de justifier le caractère résiduel d'une telle situation, ou à défaut, mette en œuvre des dispositions visant à diminuer la probabilité de redémarrage d'un GMPP dans ces situations. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 2 en annexe.**

De surcroît, l'instruction temporaire de sûreté (ITS) transmise par EDF a pour objectif l'arrêt manuel, le plus tôt possible, des GMPP en cas de perte totale intrinsèque du RRA lorsque le circuit primaire est intègre, fermé et monophasique. Cet arrêt des GMPP vise à éviter le découverture du cœur, dans le cas hypothétique où la perte du RRA conduirait à une rupture d'un fond de GV, et ce malgré le fait qu'EDF ait démontré l'exclusion de ce risque. La modification est introduite le plus en amont possible dans le parcours du document d'orientation et de stabilisation (DOS), juste après l'ensemble des tests réalisés par les opérateurs permettant notamment de détecter une situation provoquant la dégradation de l'inventaire en eau du circuit primaire. L'IRSN souligne néanmoins que le DOS ne doit pas, par essence, comporter d'action de conduite. **Toutefois, dans ce cas particulier visant à anticiper l'arrêt des GMPP, l'IRSN estime que cette modification est acceptable.**

L'IRSN note que, sur les paliers CP0 et CPY, l'ITS transmise par EDF vise à anticiper l'arrêt des GMPP qui est néanmoins prévu dans la conduite accidentelle en cas de perte du RRA. Cette action de conduite a pour but d'éviter le risque de faire fonctionner les GMPP à une pression primaire insuffisante par rapport à leur plage de fonctionnement et de limiter la puissance thermique à évacuer. Sur le palier N4, une telle action de conduite n'est pas prévue. L'ITS vise ainsi à la mettre en œuvre. L'IRSN estime que les spécificités du palier N4 ne sont pas de nature à remettre en cause le bien-fondé de cette action de conduite. **L'IRSN estime donc que l'ITS proposée sur le palier N4 est acceptable.**

Conclusion

L'IRSN estime tout d'abord que la déclinaison dans les STE des mesures compensatoires, sous la forme d'une modification temporaire des STE dans un premier temps, est suffisante pour donner à ces mesures un caractère prescriptif.

Toutefois, sur la base des éléments présentés ci-dessus, l'IRSN estime d'une part que les préconisations des règles de conduite normale valorisées pour la caractérisation des transitoires de chocs chauds et de chocs froids doivent

être intégrées dans les STE et d'autre part que l'analyse de certains transitoires doit être complétée. Ces points font l'objet de recommandations en annexe.

Ainsi, sous réserve de la prise en compte des recommandations formulées en annexe et de la demande n° 6 de l'ASN [3], l'IRSN estime que la modification temporaire des STE des réacteurs de Civaux est acceptable du point de vue de la sûreté.

Enfin, l'IRSN estime que l'ITS prévue par EDF est acceptable du point de vue de la sûreté.

Pour le Directeur général de l'IRSN et par délégation,

Frédérique PICHEREAU

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

Annexe à l'Avis IRSN/2017-00016 du 13 janvier 2017

Recommandations

Recommandation n° 1

L'IRSN recommande que les préconisations des règles de conduite normale valorisées pour la caractérisation des transitoires de chocs chauds et de chocs froids, en particulier les gradients de température définis dans les domaines d'exploitation AN/GV, AN/RRA et API, soient intégrées dans les spécifications techniques d'exploitation des réacteurs de Civaux.

Recommandation n° 2

L'IRSN recommande qu'EDF transmette, sous un mois, son analyse de sûreté relative aux scénarios de défaillance de la vanne réglante régulant le débit dans un des échangeurs du circuit RRA survenant en cours de situation incidentelle ou accidentelle, pour les réacteurs du palier N4. Le cas échéant, EDF devra proposer des mesures compensatoires adaptées relatives à la conduite incidentelle et accidentelle.