



Fontenay-aux-Roses, le 20 avril 2023

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2023-00056

Objet	EDF – REP – Centrale nucléaire du Bugey – INB 78 et 89 Modification de conduite des installations pour prendre en compte les situations de perte des trois pompes du circuit de contrôle volumétrique et chimique (RCV) – Volet suffisance
Réf.	[1] Saisine ASN – CODEP-DCN-2021-047170 du 22 novembre 2021. [2] Avis IRSN N° 2019-00250 du 13 novembre 2019. [3] Lettre ASN – CODEP-DCN-2020-004667 du 17 janvier 2020. [4] Avis IRSN N° 2021-00200 du 9 décembre 2021. [5] Lettre ASN – CODEP-DCN-2022-006406 du 4 avril 2022.

En réponse à la saisine de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) en référence [1], l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a examiné la suffisance au plan de la sûreté de l'instruction temporaire de sûreté (ITS) relative à la perte des trois pompes du système RCV¹ dite « ITS perte des pompes RCV ».

Cette ITS est applicable aux réacteurs de la centrale nucléaire du Bugey ayant passé leur quatrième visite décennale (VD4). Sa mise en application a été soumise à l'autorisation de l'ASN par Électricité de France (EDF), le 23 septembre 2021, conformément aux dispositions de l'article R.593-56 du code de l'environnement. Une modification de conduite similaire a été soumise à autorisation de l'ASN par EDF pour les réacteurs du palier CPY à l'état documentaire VD4 900 phase B.

1. CONTEXTE ET DESCRIPTION DE LA MODIFICATION

Dans le cadre de l'analyse du second palier technique documentaire à l'état VD4 de la centrale nucléaire du Bugey, l'IRSN avait souligné que la conduite prévue en cas de perte des trois pompes du système RCV ne permettait pas de garantir la maîtrise de la réactivité du cœur [2].

En effet, pour les réacteurs de 900 MWe, les fonctions d'injection de sécurité à haute pression (ISHP) et de borification nécessitent le fonctionnement des pompes de charge du système RCV. La défaillance des trois pompes

¹ RCV : système de contrôle chimique et volumétrique.

de ce système² induit donc la perte simultanée de ces deux fonctions. La maîtrise de la réactivité en cas de refroidissement du circuit primaire est alors impactée.

Les pompes du système RCV contribuent également au refroidissement des joints des groupes motopompes primaires (GMPP) par injection d'eau froide³. Cependant, en cas de défaillance de ces trois pompes, le refroidissement de ces joints reste assuré par une barrière thermique, dès lors qu'une des deux voies du système RRI⁴ est disponible.

Si les retours d'eau primaire au niveau des joints des GMPP ne sont plus compensés, l'inventaire en eau primaire se dégrade lentement, ce qui correspond à une situation d'APRP⁵ sans ISHP.

La défaillance des trois pompes du système RCV peut notamment survenir à la suite de l'occurrence des événements initiateurs suivants :

- la perte des alimentations électriques en voies A et B : dans ce cas, la pompe RIS⁶ 011 PO démarre automatiquement pour assurer l'injection d'eau borée aux joints des GMPP, et une stratégie de conduite dédiée, visant à atteindre un état dépressurisé et refroidi du réacteur, permet la gestion de la situation ;
- la perte des alimentations électriques en voie A (induisant la perte de deux pompes du système RCV) cumulée à la perte intrinsèque de la troisième pompe RCV : en l'absence d'injection d'eau, l'intégrité des joints des GMPP est maintenue par le refroidissement de la barrière thermique par le système RRI en voie B. Cet initiateur a une fréquence d'occurrence évaluée à 10^{-5} /réacteur.an par EDF et est considéré comme la situation prépondérante à couvrir dans le cadre de l'ITS perte des pompes RCV.

Dans le second cas, les règles de conduite (avant mise en œuvre de l'ITS perte des pompes RCV) prévoient le repli du réacteur vers l'état AN/RRA⁷, sans injection d'eau borée dans le circuit primaire lors du refroidissement. Du fait de cette absence d'injection d'eau borée, un retour critique du cœur est possible avant atteinte de l'état de repli visé.

Compte tenu de ces éléments, l'IRSN a recommandé [2] qu'EDF étudie, pour la gestion des transitoires d'APRP sans ISHP (y compris les pertes RCV), la possibilité de mettre en service un moyen d'injection de bore haute pression (la pompe RIS 011 PO) et démontre l'absence de risque de retour critique dans ces situations.

L'ASN a alors demandé à EDF [3] de prévoir les actions permettant d'éviter un retour critique en situation de brèche sur le circuit primaire sans ISHP, y compris pour les brèches de très petites tailles, inférieures à 3/8^{ème} de pouce.

En réponse à cette demande, l'évolution de conduite proposée par EDF consiste, après orientation vers la règle de conduite ECP1⁸ à la suite de la perte du tableau LHA, et sur constat d'indisponibilité des trois pompes du système RCV, à stabiliser la température et la pression du circuit primaire, puis à démarrer la pompe RIS 011 PO en configuration charge⁹ afin de compenser les retours d'eau primaire au niveau des joints des GMPP par une injection d'eau borée issue de la bêche PTR¹⁰. Cet apport d'eau borée et la stabilisation en température

² Deux pompes de charge sont alimentées électriquement en voie A et une pompe de charge en voie B.

³ Une circulation d'eau froide est prévue pour refroidir les joints d'un GMPP avec une ligne d'injection et une ligne de retour d'eau.

⁴ RRI : circuit de refroidissement intermédiaire.

⁵ APRP : accident de perte de réfrigérant primaire.

⁶ RIS : système d'injection de sécurité.

⁷ AN/RRA : arrêt normal sur le système de réfrigération à l'arrêt du réacteur, avec une pression primaire inférieure à 32 bars, une température inférieure à 177°C et une concentration en bore supérieure à 2385 ppm.

⁸ ECP1 : Règle de conduite du circuit primaire couvrant les situations incidentelles.

⁹ La pompe RIS 011 PO en configuration charge injecte directement dans le circuit primaire sans passer par les joints des pompes primaires.

¹⁰ PTR : système de traitement et de refroidissement d'eau des piscines.

permettent alors, selon les études d'EDF, la maîtrise de l'inventaire en eau primaire et de la réactivité du cœur. Cette évolution concerne uniquement la règle de conduite ECP1.

2. ANALYSE DE L'IRSN

L'IRSN a tout d'abord vérifié [4] l'absence de régression pour la sûreté de l'ITS perte des pompes RCV et a recommandé sa mise en application sur tous les réacteurs du palier 900 MWe. L'ASN, dans sa lettre en référence [5], a autorisé le déploiement de la modification sur les réacteurs du Bugey et a demandé le déploiement d'une modification similaire sur l'ensemble des réacteurs du palier CPY.

L'analyse de l'IRSN présentée dans cet avis porte donc uniquement sur la suffisance de l'ITS perte des pompes RCV au plan de la sûreté.

La situation de perte totale des pompes RCV ne faisait pas l'objet d'étude spécifique au titre de la démonstration de sûreté. Pour réaliser les études thermohydrauliques en support de l'ITS perte des pompes RCV permettant de démontrer la maîtrise de la réactivité, EDF a appliqué des hypothèses correspondant au domaine complémentaire¹¹ de la démonstration de sûreté, ce que l'IRSN considère satisfaisant étant donné la fréquence élevée de la situation. Ces études doivent ainsi être réalisées avec des pénalisations sur les paramètres dominants vis-à-vis des résultats.

Les études réalisées par EDF concluent à la maîtrise de la réactivité, avec dans certains cas de faibles marges. L'IRSN a toutefois identifié dans ces études plusieurs hypothèses qui n'ont pas été correctement pénalisées. Or selon l'IRSN, avec une pénalisation appropriée, le retour critique du cœur ne peut pas être écarté, ce qui met en cause la démonstration de l'atteinte d'un état sûr¹² par l'ITS perte des pompes RCV.

Ce point fait l'objet de la recommandation n° 1 présentée en annexe.

En cas de perte des alimentations électriques en voie A, les procédures de conduite actuelles demandent à l'équipe de conduite de replier le réacteur en AN/RRA. L'ITS perte des pompes RCV demande, après arrêt du réacteur, sa stabilisation à une pression et une température élevées. Considérant que l'AN/RRA est un état sûr plus robuste que l'état stabilisé prévu par l'ITS perte des pompes RCV, l'IRSN estime qu'EDF doit étudier, pour les situations de perte des trois pompes du système RCV, la possibilité d'un repli du réacteur dans un état refroidi, dépressurisé et sous-critique à long terme grâce à une injection d'eau borée.

Par ailleurs, EDF a fait le choix de ligner la pompe RIS 011 PO en configuration charge pour éviter tout choc thermique sur les joints de GMPP en cas de lignage en configuration injection aux joints. Ce risque ayant été finalement écarté du fait du refroidissement des joints par la barrière thermique, l'IRSN voit un intérêt à conserver la configuration par défaut de la pompe RIS 011 PO, à savoir un lignage sur l'injection aux joints, qui apporte une protection supplémentaire des joints et réduit le délai de mise en service de la pompe.

Ces points font l'objet de la recommandation n° 2 présentée en annexe.

Enfin, en marge de l'expertise de l'ITS perte des pompes RCV, l'IRSN a identifié, dans la règle de conduite ECP1, un risque de bouclage de l'équipe de conduite sur le diagnostic des fonctions de sûreté du réacteur, en cas d'apparition d'un signal d'IS alors que l'ISHP est indisponible. Ce bouclage limiterait la surveillance de l'ensemble de l'installation.

Ce point fait l'objet de la recommandation n° 3 présentée en annexe.

¹¹ La démonstration de sûreté d'un réacteur électronucléaire inclut le domaine « de dimensionnement » complété par un domaine « complémentaire » qui couvre des situations plausibles identifiées par les études probabilistes de sûreté. Des règles d'études spécifiques sont définies pour chaque domaine.

¹² Un état sûr du réacteur est sous-critique et garantit le maintien des fonctions fondamentales de sûreté à long terme.

Par ailleurs, l'ITS perte des pompes RCV ne concernant que la règle de conduite ECP1, l'IRSN a examiné si les situations plausibles de perte des trois pompes RCV étaient systématiquement gérées par cette règle.

L'IRSN a identifié plusieurs causes possibles d'arrêt automatique du réacteur (AAR) inopiné¹³ durant la gestion d'une situation de perte des pompes RCV par la règle de conduite ECP1. Un AAR inopiné pourrait entraîner un signal automatique d'IS¹⁴ par basse pression du pressuriseur et l'équipe de conduite serait alors réorientée vers la règle de conduite ECP2¹⁵. Or l'ITS perte des pompes RCV demande l'arrêt de la pompe RIS 011 PO avant application de la règle de conduite ECP2. La règle de conduite ECP2 demandant le refroidissement du circuit primaire sans borication, un retour critique du cœur pourrait survenir.

L'IRSN considère que, si la pompe RIS 011 PO a été mise en service dans la règle de conduite ECP1 au titre de l'ITS perte des pompes RCV, elle doit être maintenue en service en cas de réorientation vers la règle de conduite ECP2, car elle participe à la maîtrise de l'inventaire en eau du circuit primaire et de la réactivité du cœur du réacteur.

Cela conduit l'IRSN à formuler la recommandation n° 4 présentée en annexe.

De plus, pour les situations de perte totale des pompes RCV, une orientation de l'équipe de conduite vers la règle de conduite ECP2 étant possible en cas d'apparition d'un signal d'IS avant mise en service de la pompe RIS 011 PO, l'IRSN estime qu'EDF doit étendre la gestion de la maîtrise de la réactivité à la règle de conduite ECP2.

Ce point fait l'objet de la recommandation n° 5 présentée en annexe.

3. CONCLUSION

L'IRSN considère que la modification de conduite proposée par EDF pour couvrir les situations de perte des trois pompes du système RCV, applicable aux réacteurs du Bugey à l'état documentaire VD4, n'est pas suffisante au plan de la sûreté et formule les recommandations présentées en annexe.

Cette conclusion est généralisable aux réacteurs du palier CPY.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Frédérique PICHEREAU

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

¹³ Un AAR inopiné est ici un arrêt automatique du réacteur ayant lieu avant celui provoqué manuellement par l'équipe de conduite.

¹⁴ IS : injection de Sécurité.

¹⁵ ECP2 : Règle de conduite du circuit primaire couvrant les situations avec une fonction d'état peu dégradée.

ANNEXE A L'AVIS IRSN N° 2023-00056 DU 20 AVRIL 2023

Recommandations de l'IRSN

Recommandation n° 1

Concernant la modification de conduite incidentelle accidentelle permettant de couvrir les situations de perte des trois pompes du système RCV et applicable aux réacteurs du Bugey à l'état documentaire VD4 et aux réacteurs du palier CPY, l'IRSN recommande qu'EDF démontre l'atteinte d'un état sûr avec les règles d'étude du domaine complémentaire.

Recommandation n° 2

L'IRSN recommande qu'EDF étudie, pour les situations de perte des trois pompes du système RCV sur les réacteurs du Bugey à l'état documentaire VD4 et les réacteurs du palier CPY, la possibilité d'un repli du réacteur dans un état avec le circuit primaire dépressurisé et une concentration en bore permettant d'assurer la sous-criticité à long terme en incluant les différentes options de lignage de la pompe de test RIS 011 PO en configuration injection aux joints ou charge.

Recommandation n° 3

L'IRSN recommande qu'EDF adapte, dans la conduite incidentelle accidentelle des paliers CP0 et CPY, les modules de réorientation de la règle de conduite ECP1 pour les situations d'APRP sans ISHP, afin d'éviter un bouclage limité au diagnostic de l'état du réacteur.

Recommandation n° 4

L'IRSN recommande qu'EDF prévoie, dans la conduite incidentelle accidentelle des paliers CP0 et CPY, le maintien en service de la pompe RIS 011 PO démarrée dans la règle de conduite ECP1 lors d'une réorientation vers la règle de conduite ECP2.

Recommandation n° 5

L'IRSN recommande qu'EDF intègre, dans la conduite incidentelle accidentelle des paliers CP0 et CPY, la gestion de la maîtrise de la réactivité pour les situations de perte des trois pompes RCV avec circuit primaire intègre ou petite fuite primaire amenant à l'application de la règle de conduite ECP2.