

Fontenay-aux-Roses, le 10 janvier 2017

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN N° 2017-00008

Objet : REP - Palier CPY

Modification du chapitre IX des règles générales d'exploitation

Programme d'essais périodiques du système d'injection de sécurité (RIS).

- Réf. :**
- [1] Lettre ASN - CODEP-DCN-2013-004514 du 28 janvier 2013 : « Réacteurs électronucléaires - EDF - Déclaration d'une modification des RGE - Chapitre IX - Palier 900 MWe - CPY - États techniques « VD2, VD2 PMOX, VD3, VD3 PMOX » - Modification « PEP RIS » ».
 - [2] Avis IRSN - 2012-00291 du 29 juin 2012 : « REP - Palier CPY - Déclaration d'une modification des RGE à l'état documentaire PTD n° 2 - Modification DA Grands Chauds ».
 - [3] Avis IRSN - 2016-00267 du 3 août 2016 : « EDF - REP - Palier 900 MWe - Pression du circuit d'huile de la pompe d'injection de secours aux joints des pompes primaires non conforme à la règle d'essais ».

Conformément à la demande de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) en référence [1], l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a évalué l'impact sur la sûreté de la modification apportée au chapitre IX des règles générales d'exploitation (RGE) des réacteurs de 900 MWe du palier CPY, déclarée par EDF au titre de l'article 26 du décret 2007-1557 du 2 novembre 2007. Cette modification s'inscrit dans le cadre de la révision pluriannuelle du chapitre IX des RGE et concerne le programme d'essais périodiques (PEP) du système d'injection de sécurité (RIS), constitué d'une note d'analyse d'exhaustivité des essais périodiques et de la règle d'essais (RE) associée.

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 B 440 546 018

En situation accidentelle, le rôle du système RIS est d'injecter de l'eau borée dans le circuit primaire du réacteur afin de maintenir la sous-criticité, d'éviter le dénoyage du combustible nucléaire en compensant la perte de l'eau à la brèche et d'évacuer la puissance résiduelle qui continue de se dégager du combustible après l'arrêt du réacteur. Dans une première phase, l'eau borée est injectée à partir des réservoirs de refroidissement des piscines (bâche PTR) et d'injection de bore, puis, dans une seconde phase, en recirculation à partir des puisards situés dans le bâtiment réacteur (BR). Selon la pression du circuit primaire, la fonction d'injection de sécurité (IS) est assurée par les pompes d'injection haute pression (ISHP), les pompes d'injection basse pression (ISBP) ou les accumulateurs. Pour rappel, les pompes ISHP assurent également la fonction de contrôle volumétrique et chimique du circuit primaire en situation normale.

Les modifications des essais périodiques du système RIS déclarées par EDF relèvent d'évolutions de forme (regroupement de la documentation constituant le chapitre IX des RGE) et de fond qui concernent principalement la réduction du nombre d'apparition d'alarmes d'entrée en conduite incidentelle et accidentelle lors de la réalisation d'essais, la prise en compte du retour d'expérience (REX) et l'intégration des incertitudes de mesure aux critères RGE de groupe A¹.

Au cours de l'instruction, EDF a pris différents engagements relatifs au PEP du système RIS du palier CPY, rappelés en annexe 2 dans les observations n° 1 à 4 et 6 à 13, qui n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN. Il s'agit par exemple de la prise en compte de l'altimétrie des différents bâtiments du site lors des essais fonctionnels cuve ouverte (EFCO) et de l'ajout d'un contrôle mensuel de la cohérence des mesures de température des réservoirs du système RIS contenant de l'eau borée.

Par ailleurs, les évolutions proposées dans le PEP du système RIS n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN, hormis pour les points suivants :

Instrumentation

Les critères de validation fonctionnelle, de contrôle d'étalonnage ou de contrôle de réglages des seuils de basculement de capteurs du système RIS, renvoient systématiquement vers des documents non RGE. Selon l'IRSN, les essais périodiques ne doivent pas renvoyer à des documents qui ne font pas l'objet de déclaration de modification à l'ASN. **Cette position a été formulée à plusieurs reprises dans le cadre de l'instruction des programmes d'essais périodiques [2] ainsi que du réexamen de sûreté des réacteurs de 1300 MWe dans le cadre de leur troisième visite décennale. La recommandation de l'IRSN à ce sujet est rappelée en annexe 3.**

Mesure du niveau d'eau dans les tuyauteries d'aspiration des puisards du BR

Selon la méthode utilisée (lecture directe à partir des colonnes de niveau visible ou via les capteurs de type « radar »), l'incertitude de mesure liée au contrôle du niveau d'eau dans la tuyauterie d'aspiration aux puisards diffère. Cependant, cette différence n'est pas mentionnée dans le tableau récapitulatif de la RE du système RIS du palier CPY. **Ce point fait l'objet de l'observation n° 5 en annexe 2.**

Étanchéité externe du circuit RIS

Sur le palier CPY, les EFCO sont réalisés tous les deux rechargements pour les pompes ISHP et tous les cinq rechargements pour les pompes ISBP. Lors de ces essais, l'absence de fuite est vérifiée au niveau des lignes situées à l'aspiration de la bêche PTR et au refoulement des pompes ISHP ou ISBP vers le circuit primaire ou la bêche PTR. Ce contrôle est affecté d'un critère RGE de groupe A. Or le REX montre que le circuit RIS, plus particulièrement au niveau des diaphragmes de mesure de débit ou de restriction de débit, présente des fuites ou des traces de bore qui nécessitent un remplacement des joints ou une vérification des couples de serrage de la boulonnerie.

¹ Sont classés en groupe A les critères d'essais dont le non-respect met en cause directement un ou plusieurs objectifs de sûreté.

L'IRSN rappelle que le circuit RIS est une extension de la 3^e barrière et qu'il fait à ce titre l'objet d'exigences d'étanchéité. Malgré l'existence d'un prescriptif interne à EDF concernant l'étanchéité des assemblages boulonnés, l'IRSN estime que l'absence de fuite sur les assemblages boulonnés doit faire l'objet d'un contrôle au titre du chapitre IX des RGE à chaque arrêt pour rechargement. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 1 en annexe 1.**

Étanchéité interne de la robinetterie concernée par l'extension de la troisième barrière

L'étanchéité interne des lignes RIS connectées à la bêche PTR est vérifiée au titre du chapitre IX des RGE.

En cas d'accident de perte de réfrigérant primaire (APRP), après le passage de l'aspiration des pompes RIS en recirculation sur les puisards, ces lignes RIS constituent une extension de la 3^e barrière de confinement. Afin de satisfaire au critère de défaillance unique, ces lignes sont systématiquement équipées de deux organes d'isolement en série, à savoir deux vannes motorisées ou une vanne motorisée et un clapet anti-retour, dont l'étanchéité est vérifiée périodiquement. Cependant, la RE du système RIS déclarée ne comporte plus de critère d'étanchéité sur les clapets RIS participant à l'isolement de la 3^e barrière de confinement, EDF ayant indiqué qu'il faisait dorénavant porter l'exigence d'étanchéité sur les seules vannes situées sur les circuits reliant les systèmes RIS et EAS avec la bêche PTR. Les essais et critères associés, en lien avec les hypothèses des études de conséquences radiologiques, seront examinés dans le cadre de la quatrième visite décennale des réacteurs de 900 MWe. À ce stade, L'IRSN considère que le retrait des critères d'étanchéité globaux des lignes, prenant en compte les taux de fuite sur les clapets en série des vannes motorisées, constitue une régression pour la sûreté. En effet, l'IRSN estime que l'étanchéité des deux organes en série doit être vérifiée car, en cas d'APRP et de perte de l'alimentation électrique de la vanne motorisée, seul le clapet permet l'isolement de la ligne vers le PTR. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 2 en annexe 1.**

Étanchéité des clapets RIS situés à l'intérieur de l'enceinte

Un test global d'étanchéité des clapets RIS situés à l'intérieur de l'enceinte de confinement est réalisé à chaque redémarrage du réacteur ainsi qu'après chacune de leur manœuvre en cours de cycle et notamment en cas d'IS intempestif. Les clapets sont d'abord testés ensemble avec une pression stabilisée de l'ordre de 25 bar (l'essai est alors associé à un critère RGE de groupe B), puis individuellement à une pression plus élevée si le test d'étanchéité global n'est pas satisfaisant. Cependant, un REX récent survenu sur le site de Gravelines met en évidence que la valeur du critère d'étanchéité global des clapets RIS peut être respectée alors qu'un clapet est inétanche. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 3 en annexe 1.**

Par ailleurs, la nouvelle RE du système RIS ne précise pas que, en cas de réalisation de l'essai à une pression différente de 25 bar, les critères de sûreté doivent être corrigés en fonction de la pression d'essai. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 4 en annexe 1.**

Essais de la pompe RIS 011 PO

En cas de perte totale des alimentations électriques (situation H3), la pompe d'essai² (RIS 011 PO) est alimentée par le système d'alimentation d'ultime secours (LLS) et assure l'injection aux joints des pompes primaires (IJPP) pour éviter leur dégradation et préserver l'intégrité du circuit primaire.

Dans son avis [3] relatif à la pression du circuit d'huile de la pompe d'essai, certains points ont été relevés concernant les EP réalisés sur la pompe RIS 011 PO et ont fait l'objet de recommandations de l'IRSN rappelées en annexe 3. Ces différents points concernent notamment :

- l'absence de contrôle périodique du tarage de la soupape installée au refoulement de la pompe d'essai ;
- la réalisation des EP sur cette pompe dans des conditions favorables (préchauffage de son circuit d'huile) non représentatives d'une situation H3 ;
- la conformité du réglage de la pression motrice du circuit d'huile de la pompe RIS 011 PO, qui a un impact sur la pression au refoulement de celle-ci.

Enfin, en situation H3, la pompe RIS 011 PO doit assurer l'IJPP en étant alimentée électriquement par le TAS LLS, alors que la pression secondaire dans les GV peut être réduite jusqu'à une valeur de 11 bar. EDF précise que la combinaison des EP élémentaires actuellement prescrits au titre du chapitre IX permet d'assurer la disponibilité de la fonction de sûreté d'IJPP dans des conditions pénalisantes d'un repli d'une situation H3. Cependant, aucun essai de bon fonctionnement de la pompe d'essai n'est réalisé dans des conditions pénalisantes de faibles pressions côté secondaire vis-à-vis de la puissance électrique disponible au niveau du TAS LLS. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 5 en annexe 1.**

Essai décennal de décharge des accumulateurs RIS

Concernant l'essai de décharge des accumulateurs RIS, les critères relatifs aux coefficients de perte de charge maximum et minimum des lignes des accumulateurs RIS sont donnés à deux températures de l'eau contenue dans les accumulateurs (20 °C et 30 °C). En effet, les coefficients de perte de charge dépendent du volume massique de l'eau borée à 2500 ppm, qui dépend de la température de l'eau.

Lors de cet essai, les accumulateurs sont vidangés puis remplis avec de l'eau dont la température peut néanmoins être différente, ce qui aura un impact sur le calcul de perte de charge des lignes des accumulateurs. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 6 en annexe 1.**

Surveillance de l'efficacité des pompes ISBP en situation accidentelle

Dans le cas d'un APRP, la fonction de sûreté « extraction de la puissance résiduelle » à long terme a été fiabilisée en prévoyant un moyen complémentaire de refroidissement en cas de défaillance des

² Sur le palier CPY, la pompe d'essai est commune à deux réacteurs. Toutefois, l'alimentation de ses moteurs électriques est réalisée par un groupe turbo-alternateur de secours du système LLS (TAS LLS) propre à un réacteur.

deux pompes ISBP³. L'indisponibilité d'une pompe ISBP est prononcée lorsque la mesure du débit injecté dans le cœur, sur la voie correspondante, est inférieure au minimum requis pour assurer l'évacuation de la puissance résiduelle.

La qualification des capteurs de débit ISBP ne permettant pas de garantir leur fonctionnement en phase post-accidentelle, ceux-ci ont été remplacés par des capteurs électromagnétiques qualifiés. Toutefois, ces capteurs sont validés lors d'EP réalisés avec des débits non représentatifs du seuil conduisant à déclarer les pompes ISBP indisponibles dans les procédures de conduite accidentelle. Sur ce point, EDF précise que, si les pompes ISBP fonctionnent conformément à l'attendu, le débit vu par les capteurs sera de l'ordre de plusieurs centaines de mètres cubes par heure et que, si les pompes sont défaillantes, aucun débit ne s'établira dans les lignes ; ainsi, la précision attendue des mesures délivrées correspond à la détection de la présence d'un débit. Or pour l'IRSN, la non-détection ou le retard de l'insuffisance du débit d'eau injecté dans le cœur est de nature à retarder la mise en service d'une fonction permettant de pallier la perte de la fonction de sûreté « extraction de la puissance résiduelle ». **Ces éléments conduisent l'IRSN à formuler la recommandation n° 7 en annexe 1.**

Équilibrage des lignes d'injection RIS HP et BP

La vérification des débits de sûreté dans chacune des trois lignes ISHP en branches froides était initialement réalisée via une mesure de la perte de charge linéaire, engendrée par une longueur droite de tuyauterie, appelée tube de « Barton ». Le REX ayant montré une incertitude de ces mesures trop importante pour garantir le respect des critères d'injection et de déséquilibre entre ces lignes, la mesure de l'équilibrage de débit d'injection dans ces trois lignes est dorénavant réalisée par des capteurs à ultrasons (US). Cependant, pour les lignes d'ISBP, un seul capteur US est utilisé et est déplacé de ligne en ligne. L'IRSN estime que cette pratique génère des incertitudes supplémentaires. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 8 en annexe 1.**

En conclusion, sous réserve de la prise en compte des engagements d'EDF et des recommandations formulées en annexes, l'IRSN estime acceptable, du point de vue de la sûreté, la modification du programme d'essais périodiques du système RIS applicable aux réacteurs de 900 MWe du palier CPY, telle que déclarée par EDF.

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

Frédérique PICHEREAU

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

³ En cas de défaillance des deux pompes ISBP, celles-ci sont secourues par les pompes du système EAS, ce qui permet d'assurer la fonction « extraction de la puissance résiduelle » (procédure H4). Une pompe mobile spécifique peut également pallier la perte d'une pompe EAS (procédure U3).

Recommandations

Recommandation n° 1

L'IRSN recommande que l'étanchéité des assemblages boulonnés, notamment des diaphragmes de mesure de débit et de restriction de débit, soit vérifiée à chaque arrêt pour rechargement au titre du chapitre IX. Ces contrôles seront affectés d'un critère RGE de groupe A.

Recommandation n° 2

L'IRSN recommande qu'EDF prenne en compte le taux de fuite des clapets en série des vannes motorisées dans le calcul des critères globaux d'étanchéité sur les organes d'isolement des lignes raccordées à la bache PTR concernés par l'extension de la troisième barrière de confinement.

Recommandation n° 3

L'IRSN recommande qu'EDF analyse la pertinence de la valeur du critère associée à l'essai d'étanchéité global des clapets RIS situés à l'intérieur de l'enceinte de confinement lorsqu'il est réalisé à une pression de l'ordre de 25 bar. Le cas échéant, EDF devra définir un critère permettant d'identifier une inétanchéité d'un clapet telle qu'elle remette en cause le critère d'étanchéité à 155 bar, affecté d'un groupe A.

Recommandation n° 4

L'IRSN recommande qu'EDF complète la règle d'essais du système RIS du palier CPY afin de préciser que les critères d'étanchéité sont calculés pour une pression d'essai de 25 bar et qu'une correction doit être appliquée si la pression d'essai est différente. Cette correction devra être mentionnée dans la règle d'essais.

Recommandation n° 5

L'IRSN recommande qu'EDF teste, au titre du chapitre IX des RGE, le fonctionnement de la pompe RIS 011 PO lorsque la puissance disponible sur le turboalternateur LLS est minimale, correspondant aux conditions d'un repli d'une situation H3 (à une pression secondaire dans les GV de 11 bar), avec le fonctionnement simultané de la turbopompe ASG.

Lors de cet essai, le débit d'injection aux joints des pompes primaires assuré par la pompe RIS 011 PO devra être relevé et affecté d'un critère de groupe A.

Recommandation n° 6

L'IRSN recommande qu'EDF modifie la règle d'essais périodiques du système RIS afin de tenir compte de la température réelle de l'eau injectée dans le calcul du coefficient de perte de charge des lignes de décharge des accumulateurs RIS.

Recommandation n° 7

L'IRSN estime nécessaire qu'EDF complète les essais des capteurs de débit d'injection de sécurité basse pression par un essai de concordance de mesure de ces capteurs à une valeur proche du seuil de déclaration de l'indisponibilité des pompes ISBP dans les procédures de conduite

accidentelle ($120 \text{ m}^3/\text{h}$), en tenant compte des incertitudes de mesures associées. Le débit de référence pour cette validation pourra être estimé à partir de la cinétique de baisse de niveau de la bache PTR. Ce contrôle sera affecté d'un critère de groupe A.

Recommandation n° 8

L'IRSN estime nécessaire d'instrumenter simultanément chaque ligne d'injection d'un capteur US pour la détermination du déséquilibre du barillet RIS en branche chaude en mode d'injection de sécurité basse pression et de comparer la somme des débits mesurés au débit global d'injection, mesuré à partir d'un capteur d'essai ou calculé à partir d'une baisse de niveau dans la bache PTR.

Observations

Observation n° 1

EDF s'est engagé à corriger les erreurs et incohérences présentes dans le programme d'essais périodiques du système RIS du palier CPY.

Observation n° 2

EDF s'est engagé à réintégrer dans la règle d'essais périodiques du système RIS le contrôle d'étalonnage des capteurs de niveau à plongeurs des puisards.

Observation n° 3

EDF s'est engagé à compléter le programme d'essais périodiques du système RIS du palier CPY afin d'ajouter un nota précisant que les références altimétriques des bâtiments BR et BK sont à relever et à prendre en compte par chaque site lors des « essais fonctionnels cuve ouverte ».

Observation n° 4

EDF s'est engagé à compléter la règle d'essais périodiques du système RIS du palier CPY afin de préciser que l'essai de manœuvrabilité des vannes d'isolement des puisards RIS sur signal d'IS et MIN 3 (essai RPR) doit être réalisé avant la mesure du niveau des puisards.

Observation n° 5

L'IRSN estime qu'EDF devrait compléter le tableau récapitulatif des essais périodiques de la règle d'essais du système RIS du palier CPY en précisant l'incertitude propre à chaque méthode de mesure du niveau d'eau dans les tuyauteries d'aspiration des puisards du BR.

Observation n° 6

EDF s'est engagé à modifier la règle d'essais périodiques du système RIS du palier CPY afin de restreindre au seul domaine d'exploitation AN/GV à une température du circuit primaire inférieure à 180 °C l'essai de manœuvrabilité et de vérification du temps de manœuvre en débit des vannes motorisées situées au refoulement des pompes RIS HP.

Observation n° 7

EDF s'est engagé à préciser, dans le mode opératoire relatif à l'essai d'étanchéité des clapets RIS 072 à 074 VP, la valeur de la pression à obtenir dans le tronçon situé entre les groupes de clapets RIS 072 à 074 VP et RIS 071 et 081 VP avant de mesurer sa cinétique de repressurisation.

Observation n° 8

EDF s'est engagé à compléter le mode opératoire de l'essai d'étanchéité des clapets des lignes d'injection des accumulateurs par l'ajout de la surveillance de la pression exercée en aval de ces clapets.

Observation n° 9

EDF s'est engagé à ajouter un contrôle mensuel de la cohérence des mesures de température des réservoirs du système RIS contenant de l'eau borée au titre du chapitre IX des RGE.

Observation n° 10

EDF s'est engagé à corriger la périodicité de l'essai de validation fonctionnelle des capteurs de température des réservoirs du système RIS contenant de l'eau borée qui est de cinq cycles.

Observation n° 11

EDF s'est engagé à modifier la gamme opératoire de l'essai décennal de décharge des accumulateurs RIS afin de préciser que la pompe RIS 011 PO doit rester disponible pour la tranche jumelle et notamment que la vanne RIS 136 VB doit être disponible à la fermeture sur un manque de tension LHA et LHB de la tranche jumelle.

Observation n° 12

EDF s'est engagé à corriger la règle d'essais périodiques et le tableau récapitulatif des EP du système RIS du palier CPY afin de confirmer que la concordance de la mesure des capteurs de débit ISBP est réalisée à partir d'un bilan volumique sur la bêche PTR et que le critère RGE à respecter est bien « concordance à l'incertitude près » pour les réacteurs à l'état VD2 et « un écart entre la mesure du capteur RIS 014 ou 015 MD et la mesure indirecte par le bilan volumique inférieur à 20 % » pour les réacteurs à l'état VD3.

Observation n° 13

EDF s'est engagé à compléter la règle d'essais périodiques du système RIS du palier CPY afin d'ajouter les vérifications complémentaires, mentionnées dans la FA RIS 102, nécessaires pour s'assurer de la représentativité des mesures des capteurs US après leur montage sur les tuyauteries.

Rappel de recommandations issues d'avis antérieurs

Rappel de la recommandation n° 6 de l'avis IRSN - 2012-00291 du 29 juin 2012

L'IRSN recommande que soient inclus dans les règles générales d'exploitation les recueils de points de consignes des relais à seuil, capteurs tout ou rien, paramètres d'automatisme et régulations pris en compte dans la démonstration de sûreté.

Rappel de la recommandation n° 1 de l'avis IRSN - 2016-00267 du 3 août 2016

L'IRSN recommande que le chapitre IX des RGE prescrive un contrôle périodique du tarage de la soupape RIS 111 VB. Ce contrôle devra être affecté d'un critère de groupe A.

Rappel de la recommandation n° 2 de l'avis IRSN - 2016-00267 du 3 août 2016

L'IRSN recommande que le chapitre IX des RGE prescrive que les essais de la pompe RIS 011 PO soient réalisés sans préchauffage de son circuit d'huile en AN/GV et RP.

Rappel de la recommandation n° 3 de l'avis IRSN - 2016-00267 du 3 août 2016

L'IRSN recommande qu'EDF vérifie au plus tôt pour chaque réacteur du palier CPY que le réglage de la pression motrice du circuit d'huile de la pompe RIS 011 PO est conforme à la valeur mentionnée dans la règle d'essais RIS. En cas d'écart, EDF devra préciser les causes du dérèglement et démontrer la capacité de la pompe à assurer sa fonction d'IJPP en situation de PTAE.

Rappel de la recommandation n° 4 de l'avis IRSN - 2016-00267 du 3 août 2016

L'IRSN recommande qu'EDF modifie la gamme d'essai de la pompe RIS 011 PO afin que le réglage de la pression du circuit d'huile soit identifié comme une précaution de l'essai conformément à la règle d'essais RIS.