



DIRECTION DES CENTRALES NUCLEAIRES

Montrouge, le 23 décembre 2014

Réf. : CODEP-DCN-2014-057953**Monsieur le Directeur
Centre national d'équipement nucléaire
(CNEN)
EDF
97 avenue Pierre Brossolette
92120 MONTROUGE****Objet : Flamanville 3 (réacteur de type EPR)
Conception détaillée du système de borication de sécurité (RBS)****Réf. : Cf. Annexe 1**

Monsieur le Directeur,

Dans le cadre de l'examen de la conception détaillée de Flamanville 3 (INB n°167, réacteur de type EPR) l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) a examiné la conception du système de borication de sûreté (RBS). Ce système, constitué de deux trains redondants, a pour principale mission l'injection d'eau borée dans le circuit primaire afin de garantir la sous-criticité du cœur en situation accidentelle.

L'examen a plus particulièrement porté sur les exigences et critères fonctionnels qui ont été attribués au système RBS ainsi que les exigences de conception liées à son rôle dans la démonstration de sûreté nucléaire. Les exigences retenues pour la qualification, la maintenance et les essais (y compris de démarrage) feront l'objet d'une analyse ultérieure.

Sur la base des informations disponibles à l'été 2014, à l'issue de l'examen réalisé avec l'appui de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) et compte tenu des positions ou actions que vous avez détaillées dans vos lettres en références [1] et [2], l'ASN considère que :

- le classement fonctionnel de différentes fonctions assurées par le système RBS apparaît adapté au rôle du système dans la démonstration de sûreté nucléaire. Toutefois, l'exhaustivité de la liste de situations accidentelles requérant le fonctionnement du système RBS devra être vérifiée ;
- les signaux provoquant le démarrage du système RBS et le dimensionnement du débit maximum d'injection de bore sont deux évolutions *a priori* positives par rapport à la conception des systèmes de borication sur parc en exploitation. Cependant, l'ASN souligne que le risque de sollicitation de soupapes du pressuriseur à la suite de la mise en service du système RBS demeure ;

- la conception du système RBS permet de respecter le critère de défaillance unique (CDU) actif. En revanche, contrairement au paragraphe C2.1 des directives techniques en référence [3], vous n'avez pas apporté de démonstration concernant l'absence d'effet falaise en cas d'application du CDU passif à court terme ;
- le contenu du chapitre 6.7 du projet de rapport de sûreté (RDS), transmis par lettre en référence [4], chapitre dédié au système RBS, n'est pas représentatif du rôle alloué à ce système, tel que présenté par le dossier du système élémentaire du RBS.

L'ASN considère que des justifications complémentaires ou des mises à jour d'études sont nécessaires concernant :

- la valorisation de l'injection du bore par le système RBS dans les situations dans lesquelles un refroidissement rapide est demandé par les procédures de conduite incidentelle ou accidentelle (CIA) ;
- les modalités de suivi en service des soupapes de protection contre les risques de surpression du système RBS ;
- l'éventuelle nécessité de disposer d'une alimentation électrique des matériels du système RBS par les groupes électrogènes d'ultime secours (diesel SBO) ;
- la protection du système RBS contre les agressions.

Enfin, lors de réunion dédiée à la présentation des évolutions de la conception des systèmes du réacteur n°3 de Flamanville 3 (FLA3) qui a eu lieu le 10 octobre 2013, vous avez annoncé des modifications sur le système RBS, notamment la mise en place de diaphragmes sur les lignes d'injection en amont des vannes d'isolement RBS et l'ajout de clapets en aval de ces vannes, afin de maîtriser les débits RBS dans les lignes d'injection et de palier le risque de by-pass de l'injection de sécurité via les lignes du RBS, la mise en place d'un démarrage F1A automatique du RBS en début du transitoire accidentel de refroidissement et l'augmentation du volume minimal requis des bâches RBS.

Vous trouverez en annexes 2 et 3 les demandes de l'ASN concernant ces différents points auxquelles l'ASN vous demande de répondre dans le cadre de la demande d'autorisation de mise en service de FLA3.

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

Le directeur de la DCN,

Thomas HOUDRÉ

Références

- [1] Lettre EDF ECESN121014 du 26/12/2012
- [2] Lettre EDF ECESN130006 du 18/03/2013
- [3] Directives techniques pour la conception et la construction de la prochaine génération de réacteurs nucléaires sous pression, octobre 2000
- [4] Lettre EDF ECESN110124 du 07/10/2014
- [5] Lettre ASN CODEP-DCN-2011-029192 du 01/08/2011
- [6] Note EDF ECEF0000837 indice G du 06/07/2010 (liste de classement)

Demandes relatives à la conception du système RBS

A. Exigences fonctionnelles et critères fonctionnels

A.1. Prise en compte du risque de dilution

Le système RBS ne dispose pas de boremètre pour détecter une éventuelle dilution provoquée par des circuits connectés au système RBS et qui ont une concentration en bore plus faible, à savoir le circuit primaire principal (RCP) et les systèmes REA¹ et RCV².

Vous avez précisé que toute dilution potentielle des réservoirs RBS serait détectée par une augmentation du niveau de réservoir ou par les échantillonnages réguliers, ce qui n'appelle pas de remarque de l'ASN.

Outre ces actions de surveillance, vous avez indiqué que les risques de dilution sont évités grâce à un double isolement des circuits pouvant être à l'origine de la dilution, à savoir un clapet et une vanne électrique d'isolement pour le circuit primaire principal, ou deux vannes d'isolement pour les systèmes REA et RCV. Vous n'estimez cependant pas nécessaire de fixer des critères d'étanchéité pour ces organes d'isolement.

L'ASN considère que le caractère suffisant des dispositions de conception et d'exploitation retenues à l'égard des risques de dilution du RBS par les circuits REA, RCV ou RCP n'a pas été démontré.

[Demande A1.1] L'ASN vous demande de justifier le caractère suffisant des dispositions retenues, tant en termes de la conception que d'exploitation du système RBS, vis-à-vis du risque de dilution dans ce système. En ce qui concerne l'exploitation du système RBS, notamment ses contrôles (échantillonnages...) ou essais périodiques et sa maintenance, vous veillerez à distinguer les dispositions figurant dans les règles générales d'exploitation (RGE) de FLA3 des autres dispositions.

[Demande A1.2] De plus, l'ASN vous demande de démontrer que la concentration en bore dans le système RBS demeure supérieure à la valeur retenue dans les études d'accident même en cas d'inétanchéité, dans les limites permises par les RGE, des organes du système RBS qui jouent un rôle de protection contre le risque de dilution.

Par ailleurs, il existe une possibilité de connexion entre le système RBS et l'IRWST³ afin d'effectuer les opérations de drainage du système RBS et d'orienter l'eau drainée vers l'IRWST.

Il vous appartiendra de veiller à ce que les opérations de drainage du système IRWST ne dégradent pas les caractéristiques chimiques de l'eau de l'IRWST, notamment sa concentration de bore.

A.2. Prise en compte du risque de bipasse du confinement

Une modification sur le contrôle commande a été réalisée afin de rendre possible le démarrage manuel du système RBS après la fermeture des vannes d'isolement de l'enceinte causée par un signal d'isolement de l'enceinte. Les vannes d'isolement de l'enceinte du système RBS se ferment désormais sur un signal d'isolement enceinte « phase 2 » et non « phase 1 ».

¹ REA : Circuit d'appoint en eau et bore

² RCV : Circuit de contrôle chimique et volumétrique

³ IRWST : réserve d'eau borée située en fond de bâtiment du réacteur, servant notamment au remplissage des piscines BR et à l'alimentation en eau borée du circuit d'injection de sécurité (RIS RA)

[Demande A2.1] L'ASN vous demande de lui transmettre l'analyse de conséquences de la modification du signal d'isolement de l'enceinte des lignes RBS vis-à-vis des risques de bipasse du confinement.

A.3. Prise en compte du risque de sollicitation des soupapes du pressuriseur

Afin de ne pas solliciter les soupapes du pressuriseur à la suite de la mise en service système RBS, le volume d'eau borée injecté par le RBS doit être limité.

Les procédures de conduite accidentelle demandent systématiquement la mise en service des deux trains du système RBS. Or, dans le cas où le gradient de refroidissement appliqué par l'opérateur est trop faible ou en cas de défaillance à l'ouverture du système de dépressurisation à l'atmosphère (VDA), le risque de solliciter les soupapes du pressuriseur existe car la contraction du fluide primaire provoquée par le refroidissement pourrait être insuffisante pour accommoder le volume d'eau injecté par le système RBS et les procédures de conduite ne demandent pas l'arrêt du RBS sur critère de niveau haut d'eau dans le pressuriseur.

[Demande A3.1] L'ASN vous demande d'intégrer dans les procédures de conduite accidentelle l'action d'arrêt manuel d'un train du système RBS pour les situations accidentelles où le gradient de refroidissement du fluide primaire ne serait pas suffisant.

Sur les réacteurs du palier N4, une protection supplémentaire existe. Sur niveau haut d'eau dans le pressuriseur, elle permet d'arrêter la fonction de borication automatique pour ne pas solliciter les soupapes du pressuriseur.

[Demande A3.2] L'ASN vous demande d'étudier, pour FLA3, les avantages et inconvénients d'un dispositif d'arrêt automatique du RBS sur niveau haut d'eau dans le pressuriseur et de conclure sur la mise en place, à une échéance que vous préciserez, d'un tel dispositif.

A.4. Prise en compte du risque de rupture fragile de la cuve

Afin d'éviter les surpressions à froid dans le circuit primaire, l'objectif fonctionnel prioritaire retenu par EDF est de contrôler la pression et la température du fluide primaire. Cet objectif se traduit par des stratégies demandant notamment, dans certaines conditions, l'arrêt des sources de pressurisation.

Le système RBS constitue une source de maintien en pression importante du circuit primaire, donc de sollicitation mécanique de la cuve. Le démarrage (automatique ou manuel) du système RBS est traité par le système de protection du réacteur (PS), alors que le signal « Fonction de rupture fragile activée » est traité par le système automatique de sûreté (SAS). Les signaux traités par le système PS étant prioritaires par rapport à ceux traités par le SAS, l'ASN considère que ceci pourrait affaiblir les dispositions de protection contre les surpressions à froid.

[Demande A4.1] L'ASN vous demande de justifier que le traitement prioritaire par le système de protection des signaux relatifs de démarrages du système RBS est compatible avec les autres dispositions de protection de la pompe de ce système ou celles liées aux risques de rupture fragile de la cuve.

B. Classement de sûreté du système RBS et de ses composants

Les soupapes de sécurité RBS 1250/4250 VB et RBS 1910/4910 VB ont un requis fonctionnel en opérabilité F2 alors qu'elles sont implantées sur les lignes principales du système RBS pour lesquelles un requis fonctionnel en intégrité classé F1A a été défini.

La défaillance à l'ouverture de ces soupapes étant susceptible de compromettre l'intégrité des lignes, l'ASN estime que le classement fonctionnel en opérabilité F2 est contestable.

[Demande B] L'ASN vous demande de justifier le classement F2 des soupapes de sécurité des lignes principales RBS ou de modifier ce classement.

C. Exigences relatives à la conception du RBS

C.1. Prise en compte du critère de défaillance unique (CDU)

Les directives techniques en référence [3], à leur paragraphe C.2.1, traitent de la prise en compte des défaillances passives sur les systèmes de sûreté. Elles mentionnent : « *La prise en compte des défaillances passives seulement pour le long terme (après plus de 24 h) de fonctionnement des systèmes de sûreté, avec un taux de fuite supposé conventionnellement égal à 200 litres par minute jusqu'à l'isolement de la fuite, est acceptable en principe. Cependant, pour chaque système F1, des études de sensibilité doivent être réalisées pour montrer que le cas d'une défaillance unique passive à court terme (avant 24 h) de même que le cas d'un taux de fuite plus grand que 200l/mn (jusqu'à la rupture d'une tuyauterie connectée d'un diamètre intérieur de 50 mm) sont couverts par la prise en compte des défaillances uniques actives ou ne conduisent pas à un effet falaise pour ce qui concerne l'efficacité du système ainsi que les conséquences radiologiques. De plus, les fuites possibles à court terme doivent être considérées pour tous les barillets passifs.* »

Dans le projet de RDS, la défaillance passive du système RBS n'est pas considérée car vous estimez que ce système ne fonctionne que pendant une durée limitée lors d'accidents. Le système RBS étant classé F1A, l'ASN considère le projet de RDS doit être complété pour ce qui la prise en compte de la défaillance unique passive à court terme sur le système RBS.

[Demande C1] L'ASN vous demande d'inclure, dans le rapport de sûreté qui sera remis à l'appui de la demande d'autorisation de mise en service de FLA3, la démonstration de l'absence d'effet falaise lié à la prise en compte du critère de défaillance unique passif à court terme sur le système RBS.

C.2. Alimentations électriques du système RBS

Dans le cas de manque de tension généralisée (MDTG⁴) avec brèche aux joints de pompes primaires, une dépressurisation du circuit primaire est nécessaire afin de permettre aux pompes basse pression du système d'injection de sécurité (ISBP) d'être efficaces.

L'apport de réactivité causé par le refroidissement nécessaire à la dépressurisation pourrait devoir être compensé par l'injection de bore. Or, la mise en service des trains RBS en situation MDTG n'est pas possible car l'alimentation électrique des pompes RBS par les groupes électrogènes d'ultime secours (diesels SBO) n'est pas prévue à ce jour.

[Demande C2] Une fois l'étude de l'accident de MDTG avec brèche aux joints des pompes primaires finalisée, l'ASN vous demande de vous prononcer sur la nécessité de secourir par les diesels SBO les équipements participant à l'injection d'eau borée par le système RBS.

⁴ MDTG : situation caractérisée par l'indisponibilité des sources électriques externes et des groupes électrogènes de secours principaux

C.3. Prise en compte des agressions

Rupture d'une tuyauterie d'haute énergie (RTHE) dans le bâtiment combustible

Les équipements du système RBS sont majoritairement situés dans le bâtiment combustible (BK). Selon votre note traitant des conséquences des ruptures de tuyauterie haute énergie (RTHE) dans le BK, la rupture d'une ligne du circuit RCV dans certains locaux du BK pourrait entraîner à la fois la perte d'un train RBS – soit directement, soit indirectement par indisponibilité de la pompe RBS due à un refroidissement insuffisant résultant de l'endommagement du circuit DEL⁵ – et de la charge RCV, tout en créant la situation « Rupture d'une ligne véhiculant du fluide primaire à l'extérieur de l'enceinte, par exemple la ligne d'échantillonnage nucléaire » (situation de catégorie PCC3, référencée 15.2.3Q). L'application de la défaillance unique sur le deuxième train RBS, conformément aux règles d'études d'une situation PCC3, résulterait en la perte de l'ensemble des moyens d'injection de bore.

Pour traiter la perte simultanée du RCV et d'un train RBS, après l'isolement par une vanne manuelle du RCV rompu, vous estimez que la charge ou l'injection aux joints, fonctions classées F2, peuvent être rétablies. L'ASN souligne que cette solution n'est pas conforme aux règles d'études qui prévoient, pour les situations PCC2 à PCC4, que l'état contrôlé doit être atteint en s'appuyant uniquement sur des systèmes classés F1A.

[Demande C3.1]. Dans la mesure où le système RBS peut être valorisé pour gérer la situation 15.2.3Q, l'ASN vous demande d'assurer la protection des équipements du RBS et de son système support DEL contre la rupture d'une ligne RCV dans les locaux du BK.

D. Exigences de suivi en exploitation

D.1. Vannes RBS d'isolement de l'enceinte à l'extérieur du bâtiment du réacteur

Les pompes RBS seront testées périodiquement pour vérifier leurs caractéristiques en pression et en débit. La configuration du circuit que vous reprenez dans la règle d'essais du système RBS implique que les vannes RBS d'isolement de l'enceinte soient fermées, ce qui imposera la mise en contre-pression de la vanne. Cette contre-pression peut être de 235 bars. Ce lignage a été adopté également pour réaliser la mise en brassage de la bache RBS.

L'ASN considère qu'un tel fonctionnement en contre-pression est susceptible de dégrader l'étanchéité des vannes d'isolement de l'enceinte.

[Demande D1] L'ASN vous demande de modifier la conception du circuit RBS afin que, lors du fonctionnement d'une pompe RBS sur débit nul, la vanne d'isolement enceinte soit protégée d'une contre-pression importante. Cette modification de conception ne devra pas compromettre la capacité du RBS à réaliser les fonctions que lui alloue la démonstration de sûreté.

D.2. Soupapes mécaniques de sûreté

Le système RBS dispose de deux soupapes par train utilisées pour protéger la tuyauterie et la pompe en cas de déclenchement intempestif. Pour contrôler le bon fonctionnement de ces soupapes, deux options existent : soit les soupapes sont démontables auquel cas un contrôle de tarage sur banc de test pourra être réalisé, soit elles ne le sont pas et un contrôle de pression de la ligne en sollicitant la soupape devra être réalisé.

⁵ DEL : système d'eau glacée secourue du bâtiment électrique

[Demande D2] L'ASN vous demande de lui indiquer la technologie des soupapes retenue et, suivant le cas, de :

- prendre en compte dans la conception du système RBS le nombre de situations correspondant aux épreuves réglementaires des soupapes sur sa durée de vie escomptée (60 ans) (cas où les soupapes ne sont pas démontables) ;
- préciser la nature de l'assemblage utilisé pour raccorder les soupapes aux tuyauteries RBS ainsi que les contrôles de fin de montage et les essais de requalification fonctionnels qui seront réalisés à l'issue d'un remontage après tarage (cas où les soupapes sont démontables). Ces contrôles devront permettre de s'assurer de l'étanchéité de l'assemblage.

Demands relatives au contenu du rapport de sûreté

L'ASN considère que le lien entre le chapitre 6.7 du projet de RDS, chapitre dédié au système RBS, et la démonstration de sûreté nucléaire n'est pas explicite. **L'ASN vous demande de compléter le chapitre 6.7 au regard de la démonstration de sûreté nucléaire comme détaillé ci-après :**

- Le RDS mentionne la possibilité d'isoler une boucle d'injection de bore dans la boucle primaire inactive pour permettre une injection plus efficace dans les boucles actives.

Dans le cas où la fonction d'isolement de l'injection du RBS sur la boucle inactive s'avérerait nécessaire pour respecter les critères de sûreté, l'ASN vous demande de l'indiquer dans le chapitre 6.7 du RDS.

- L'isolement du circuit primaire lorsqu'il est requis, doit être réalisé par la fermeture de deux organes d'isolement en série.

L'ASN vous demande de préciser dans le chapitre 6.7 du RDS les organes que participent à la fonction d'isolement du circuit primaire, pour chaque état du réacteur.

- Bien que le dossier de système élémentaire (DSE) du système RBS mentionne l'arrêt automatique de l'injection par le RBS sur signal « Fonction de sur signal de rupture fragile activée », le projet de RDS ne précise pas la solution retenue vis-à-vis du risque de rupture fragile de la cuve.

L'ASN vous demande d'intégrer dans le chapitre 6.7 du RDS le traitement du risque de rupture fragile de la cuve.

- L'interconnexion entre les voies A et B du système RBS, potentiellement utilisée dans des situations requérant la capacité des deux réservoirs RBS, a un classement fonctionnel F1B. Pour les situations RRC-A, le niveau de classement F1B de l'interconnexion n'appelle pas de remarques de l'ASN dans la mesure où seul un classement F2 est requis.

L'ASN vous demande de préciser dans le RDS les situations RRC-A qui valorisent cette interconnexion.

- Les exigences des classements mécanique et sismique des équipements du système RBS sont détaillées dans la note de classement des matériels de l'EPR en référence [6]. Ces classements sont cohérents avec les exigences de classement mécaniques et sismiques présentés dans le chapitre 3.2 du RDS.

L'ASN vous demande de faire référence, dans le chapitre 6.7 du RDS, à la note de classement des matériels de l'EPR en référence [6].

- Concernant les alimentations électriques du système RBS, le chapitre 6.7 précise que l'alimentation électrique des composants ayant une fonction F1 doit être secourue afin que leurs missions soient assurées en cas de perte des alimentations électriques externes (MDTE).

Par ailleurs, le DSE indique que les trains RBS ne sont pas requis en cas de manque de tension généralisée (MDTG) mais que les vannes électriques d'isolement de l'enceinte sont connectables manuellement aux batteries de 12 heures et aux diesels d'ultime secours.

Les informations relatives au secours électrique des vannes motorisées d'isolement enceinte ne figurent pas dans le RDS.

Ainsi, l'ASN vous demande de compléter le RDS en indiquant que les vannes motorisées d'isolement extérieures enceinte du système RBS doivent disposer d'une alimentation secourue de manière à ce que leur fonctionnement soit garanti en cas de MDTE et MDTG.

- L'ASN considère que les informations contenues dans le chapitre 6.7 du RDS sont insuffisantes pour justifier de la protection effective du système RBS contre les agressions. Le respect de la séparation géographique ou physique des trains RBS dans le BR n'est par exemple pas justifié.

L'ASN vous demande de compléter le chapitre 6.7 du RDS afin de démontrer que le système RBS est protégé de manière satisfaisante contre chaque agression interne et externe le concernant.