

Fontenay-aux-Roses, le 18 décembre 2013

Monsieur le président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis/IRSN N° 2013-00471

Objet : Réacteurs électronucléaires - EDF - Réacteur EPR de Flamanville 3
Conception détaillée des systèmes - Système EVU

Réf. : Lettre ASN CODEP-DCN-2010-016232 du 25 mars 2010

Dans le cadre de l'instruction anticipée de la demande de mise en service de l'EPR de Flamanville 3 (EPR-FA3), l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) demande, par lettre citée en référence, l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur la conception détaillée des systèmes qui interviennent dans la démonstration de sûreté du réacteur EPR-FA3.

L'IRSN souligne que la conception détaillée de ces systèmes n'est pas encore figée et qu'elle dépend étroitement d'un certain nombre d'études, notamment les études d'accidents et les analyses des agressions, qui ne sont pas toutes finalisées.

Sur la base des informations communiquées par Electricité de France (EDF), l'IRSN a examiné la suffisance des fonctions et des exigences de sûreté du système d'évacuation ultime de la puissance résiduelle (système EVU), au regard de son rôle dans la démonstration de sûreté. Les autres systèmes de l'EPR-FA3, mentionnés dans la lettre en référence, ont fait ou feront l'objet d'avis complémentaires.

Adresse courrier
BP 17
92262 Fontenay-aux-Roses
Cedex France

1 DESCRIPTION ET RÔLE DU SYSTEME EVU

Le système EVU est composé de deux trains indépendants et séparés géographiquement, localisés respectivement dans les bâtiments des auxiliaires de sauvegarde des divisions 1 et 4. Chaque train est constitué :

- d'un circuit EVU principal, qui aspire l'eau du réservoir situé au fond du bâtiment réacteur (réservoir IRWST) à travers un filtre dédié ou via le filtre du train du système d'injection de sécurité (RIS) de la même division ;
- d'un circuit EVU intermédiaire, en surpression par rapport au circuit EVU principal afin d'éviter les fuites du fluide contaminé du circuit principal vers l'extérieur, qui refroidit l'eau transitant par le circuit principal. Le train du circuit EVU intermédiaire de la division 1 peut refroidir l'eau de la 3^{ème} file du système PTR de réfrigération des piscines.

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

Le rôle principal du circuit EVU est de limiter la pression dans l'enceinte, d'assurer l'évacuation de la puissance hors de l'enceinte, de réaliser le noyage de la zone d'étalement du corium et d'assurer l'isolement thermique du radier en cas d'accident grave (RRC-B).

L'EVU permet de plus de limiter la production et les relâchements d'iode volatil dans le bâtiment du réacteur par l'injection de soude dans l'IRWST en situation d'accident grave (RRC-B).

2 ANALYSE DE LA CONCEPTION DU SYSTEME EVU

2.1 RESPECT DU PRINCIPE D'INDEPENDANCE DES NIVEAUX DE LA DEFENSE EN PROFONDEUR

Le système EVU contribue directement à la fonction fondamentale de sûreté d'évacuation de la puissance résiduelle.

L'IRSN souligne que ce système, bien que conçu à l'origine pour gérer des situations avec fusion du cœur (situations gérées au niveau 4 de la défense en profondeur), est également requis dans plusieurs situations résultant de défaillances multiples (situations gérées au niveau 3 de la défense en profondeur), notamment pour évacuer la puissance résiduelle. L'utilisation du même système EVU pour gérer des situations résultant de défaillances multiples et des situations avec fusion du cœur ne respecte pas le principe d'indépendance des niveaux 3 et 4 de la défense en profondeur.

EDF estime que la justification du caractère acceptable est apportée par les EPS de niveau 2, qui permettent de montrer, sur la base de la fréquence de perte du confinement résultant d'une suppression de l'enceinte suite à l'indisponibilité de l'EVU, que le risque de rejets est négligeable. L'IRSN précise que les hypothèses ayant permis d'aboutir à cette conclusion sont actuellement en cours de discussion dans le cadre de l'instruction des études probabilistes de sûreté et qu'elle est susceptible d'être réévaluée à la hausse. Dans le cadre de l'instruction de l'EPS de niveau 1, l'IRSN a par ailleurs mis en avant la sous-estimation de la probabilité de défaillance de l'EVU par défaillance de cause commune dans les séquences conduisant à la fusion du cœur.

L'IRSN souligne de plus que la démonstration de sûreté est avant tout déterministe et que l'éclairage probabiliste n'intervient qu'en complément.

En conclusion, l'IRSN estime nécessaire qu'EDF propose des dispositions permettant de pallier l'absence d'indépendance des niveaux 3 et 4 de la défense en profondeur du système EVU, et ainsi limiter les risques associés aux situations accidentelles résultant de la défaillance de l'EVU dans les situations RRC-A où il est requis (**Recommandation n° 1**).

2.2 MISE EN SERVICE DE L'EVU EN CAS DE PERTE TOTALE DES ALIMENTATIONS ELECTRIQUES

La conception de l'EPR-FA3 prend en compte la situation accidentelle de Perte Totale de toutes les Alimentations Electriques (PTAE) correspondant à la perte des alimentations électriques externes ainsi que des quatre diesels principaux et des deux diesels d'ultime secours.

Dans une situation accidentelle avec fusion du cœur, l'EVU est nécessaire pour assurer l'évacuation de la puissance résiduelle de l'enceinte et garantir l'intégrité de l'enceinte de confinement. Dans la situation de PTAE, l'EVU est indisponible mais EDF postule la récupération d'une source électrique

pour réalimenter les divisions 1 et 4 des systèmes de sauvegarde dans un délai maximal de 12 heures après l'accident, ce qui permet de mettre en service l'EVU et d'assurer l'intégrité de l'enceinte de confinement. Cette hypothèse de récupération des sources d'alimentations électriques 12 heures après le début de l'entrée en AG issue d'une situation de PTAE a fait l'objet de plusieurs échanges avec EDF lors de l'instruction et fait aussi l'objet de demandes dans le cadre de l'instruction de l'EPS2 EPR FA3. Les réponses d'EDF à ces demandes permettront de statuer sur la nécessité de dispositions complémentaires pour prévenir les situations d'accident avec défaillance de l'enceinte interne de confinement par surpression, faute de restauration des moyens d'évacuation de la puissance résiduelle.

2.3 RÔLE DE L'EVU POUR LE REFROIDISSEMENT DE LA PISCINE DE DESACTIVATION

Le train du circuit EVU intermédiaire de la division 1 peut assurer le refroidissement de l'eau de la troisième file du système PTR de réfrigération de la piscine de désactivation, en cas de maintenance ou d'indisponibilité d'au moins une des deux files PTR principales. Dans ce cas, le train EVU de la division 1 n'est plus disponible pour assurer l'évacuation de la puissance résiduelle de l'enceinte.

L'IRSN a identifié des situations accidentelles qui nécessitent à la fois l'évacuation de la puissance résiduelle du bâtiment du réacteur (ce qui nécessite le fonctionnement de deux trains EVU) et le refroidissement de la piscine de désactivation par la troisième file du système PTR. Pour ces situations, EDF a indiqué lors de l'instruction que les deux trains EVU seront dédiés à l'évacuation de la puissance résiduelle du bâtiment réacteur, la stratégie de conduite de la piscine consistant à compenser l'évaporation due à l'ébullition de l'eau de la piscine par un appoint d'eau.

L'IRSN rappelle que les séquences conduisant au découverture des assemblages combustibles en piscine de désactivation doivent être « pratiquement éliminées » et estime que la justification de la conduite proposée lors de l'instruction (appoint d'eau dans la piscine) devra être apportée au stade de la mise en service de l'EPR-FA3.

2.4 CLASSEMENTS DE SURETE

L'IRSN constate que les classements fonctionnel, mécanique et sismique retenus par EDF pour les matériels du système EVU sont globalement cohérents avec leur rôle dans la démonstration de sûreté et avec les règles de classement de sûreté établies pour l'EPR-FA3.

2.5 EXIGENCES DE CONCEPTION

Critère de Défaillance Unique (CDU)

L'application du CDU consiste à vérifier qu'un système important pour la sûreté peut remplir ses fonctions, même en cas de défaillance d'un quelconque de ses composants. Sur l'EPR-FA3, il s'applique aux matériels remplissant des fonctions classées aux plus hauts niveaux (F1A et F1B).

Pour le système EVU, il s'applique ainsi aux traversées de l'enceinte (F1B) et à la partie du circuit d'injection de soude (partie classée F1B) assurant l'injection de soude via les pompes du système RIS.

L'application du CDU aux traversées de l'enceinte, analysée par l'IRSN dans le cadre de l'instruction relative au confinement de l'EPR-FA3, n'appelle pas de remarque. Concernant la partie du circuit d'injection de soude du système EVU classée F1B, l'IRSN note que son architecture à deux voies lui

permet de satisfaire le CDU, compte tenu de l'absence de maintenance préventive sur le circuit d'injection de soude dans certains états de la tranche (états A, B, C et D). L'IRSN estime que cette condition (pas de maintenance préventive), structurante pour le respect des règles de conception, devra être mentionnée dans le rapport de sûreté (**Observation n° 1**).

Prise en compte des agressions internes

Compte tenu de ses fonctions, le système EVU doit être protégé contre l'ensemble des agressions internes retenues dans la démonstration de sûreté de l'EPR.

L'IRSN s'est interrogé sur la protection des lignes et des buses d'aspersion de l'EVU à l'intérieur du bâtiment du réacteur, notamment sur les risques de perte d'efficacité de la fonction « aspersion » de l'enceinte dus à des endommagements (écrasement de la tuyauterie d'alimentation ou destruction des buses d'aspersion) liés à des missiles projetés lors d'explosions hydrogène dans l'enceinte. EDF considère très peu crédible la situation qui conduirait à endommager ces matériels (tuyauterie ou rampe d'aspersion notamment) par un missile généré par une déflagration d'hydrogène et n'analyse donc pas cette situation. L'IRSN estime nécessaire qu'EDF apporte des éléments complémentaires pour justifier la non-prise en compte de ces situations. (**Observation n° 2**).

2.6 CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT DE L'EVU

Circuit d'injection de soude

Lors de l'instruction technique, EDF a présenté son analyse des risques du circuit d'injection de soude initialement prévu. L'IRSN note que la conception du circuit d'injection de soude a notablement évolué au cours de l'instruction. L'IRSN estime qu'EDF doit réviser son analyse des risques compte tenu des modifications prévues du circuit d'injection de soude (**Observation n° 3**).

Risque de colmatage des filtres des puisards de l'EVU

L'IRSN a examiné les dispositions retenues par EDF vis-à-vis des risques de colmatage des filtres situés à l'aspiration des trains EVU dans l'IRWST et notamment les moyens de surveillance de l'encrassement de ces filtres et les dispositions de conception pour assurer leur décolmatage. Cet examen a conduit l'IRSN à émettre des réserves sur la suffisance des dispositions initialement proposées par EDF.

Au cours de l'instruction, la conception des filtres EVU a notablement évolué. Le modèle de filtre finalement retenu par EDF est maintenant un filtre à poche passif du même type que ceux installés sur les réacteurs du parc en exploitation. Cette modification de technologie ne nécessiterait plus de décolmatage et rendrait caduque, selon EDF, le besoin et donc le moyen de surveillance de l'encrassement des filtres. L'IRSN souligne qu'EDF remet ainsi en cause le moyen permettant le suivi des performances à long terme de l'EVU en situation d'accident avec fusion du cœur. Ce point fait l'objet de la **Recommandation n° 2**.

Cavitation dans les lignes EVU

L'IRSN note le recours à des diaphragmes afin d'équilibrer les débits dans les différentes lignes EVU. Or, le mauvais montage de ces matériels, notamment des diaphragmes multi-étagés, lors des opérations d'installation et de maintenance, peut provoquer un phénomène de cavitation au niveau

des lignes et leur dégradation. L'IRSN estime qu'EDF doit prendre en compte le risque de cavitation dans les coudes des lignes EVU (**Observation n° 4**).

Risques de bipasse du confinement via le système EVU

Le système EVU, dimensionné pour véhiculer du fluide contaminé en situation d'accident avec fusion du cœur, participe à la fonction fondamentale de sûreté de confinement des substances radioactives.

Le système RCV (contrôle volumétrique et chimique) est connecté au système EVU au niveau des lignes d'aspiration dans l'IRWST et au refoulement de la pompe EVU principale de la division 4. L'IRSN estime que les connections EVU-RCV, si elles ne sont pas isolées, peuvent conduire à des risques de transfert de fluide contaminé du circuit EVU vers le circuit RCV, qui n'est pas dimensionné aux accidents avec fusion du cœur. Or, l'IRSN constate que la ligne EVU-RCV au refoulement de la pompe EVU principale de la division 4 ne comporte aucun organe d'isolement côté EVU (dans le bâtiment des auxiliaires de sauvegarde), l'isolement étant réalisé côté RCV par un clapet (situé dans le bâtiment du combustible) qualifié aux conditions d'accident avec fusion du cœur. Ce clapet est doublé d'une vanne, qui n'est pas qualifiée aux conditions d'accident avec fusion du cœur. EDF considère suffisante la présence d'un seul organe d'isolement qualifié aux conditions d'accident avec fusion du cœur.

Dans la mesure où ces risques de bipasse du confinement en cas d'accident avec fusion du cœur avec fonctionnement de l'EVU doivent être « pratiquement éliminés », l'IRSN estime qu'un seul organe d'isolement qualifié aux conditions d'accident avec fusion du cœur est insuffisant pour « pratiquement éliminer » le risque de bipasse du confinement via cette ligne EVU-RCV. L'IRSN recommande donc que la conception de l'isolement de cette ligne soit renforcée (**Recommandation n° 3**).

3 CONCLUSION

En conclusion, à ce stade de l'instruction de la conception des systèmes du réacteur EPR-FA3, les analyses menées sur le système EVU mettent en évidence la nécessité de compléments afin de respecter les objectifs et exigences de sûreté assignés à ce réacteur. L'IRSN estime que ces compléments doivent être transmis dans un délai compatible avec le dépôt de la demande de mise en service du réacteur EPR FA3.

Il convient par ailleurs de rappeler que la conception détaillée des systèmes de l'EPR-FA3 dépend étroitement d'un certain nombre d'études, notamment les études d'accident, les analyses des agressions et l'analyse des programmes de principe d'essais qui ne sont pas toutes finalisées à ce jour. En conséquence, des évolutions de la conception des systèmes sont encore possibles.

Pour le Directeur général de l'IRSN, et par délégation,
La Directrice des systèmes, des nouveaux réacteurs et
des démarches de sûreté

S. CADET-MERCIER

Recommandations

Recommandation n° 1

Dans la mesure où la conception du système EVU ne permet pas l'indépendance des niveaux 3 et 4 de la défense en profondeur, l'IRSN recommande qu'EDF propose des dispositions supplémentaires pour limiter les conséquences des situations accidentelles résultant de la défaillance de l'EVU dans les situations RRC-A où il est requis.

Recommandation n° 2

L'IRSN recommande qu'EDF conserve un moyen permettant le suivi des performances à long terme de l'EVU en situation d'accident grave.

Recommandation n° 3

L'IRSN recommande que la ligne EVU-RCV au refoulement de la pompe EVU principale de la division 4 dispose d'au moins deux organes d'isolement qualifiés aux conditions d'accident grave afin de justifier « l'élimination pratique » du risque de bipasse du confinement via cette ligne.

Observations

Observation n° 1

L'IRSN estime que l'interdiction dans les états de tranche A, B, C et D de toute maintenance préventive sur la partie F1B du circuit d'injection de soude requise en situations PCC-4, pouvant conduire à rendre indisponible l'une des deux voies du circuit, est une condition structurante qui devrait être mentionnée au paragraphe 4.3.2 du chapitre 6.2.7 du rapport de sûreté.

Observation n° 2

L'IRSN estime qu'EDF devra apporter des éléments complémentaires pour justifier la non-prise en compte de situations qui conduiraient à un endommagement d'une tuyauterie ou d'une rampe d'aspersion de l'EVU par un missile généré par une déflagration d'hydrogène en cas d'accident avec fusion du cœur.

Observation n° 3

L'IRSN estime qu'EDF devra transmettre son analyse des risques associés à l'implantation du nouveau circuit d'injection de soude, en tenant compte des dernières évolutions de conception introduites.

Observation n° 4

L'IRSN estime qu'EDF devra étudier le risque de cavitation dans les coudes des lignes EVU.