

Fontenay-aux-Roses, le 10 mai 2022

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2022-00100

Objet : Réacteurs électronucléaires 900 MWe - EDF
Expertises complémentaires relatives au thème « limitation et prévention des accidents graves » : radier alvéolaire des réacteurs du Bugey

Réf. : [1] Saisine ASN CODEP-DCN-2021-011716 du 4 mars 2021.
[2] Décision ASN n°2021-DC-0706 du 23 février 2021.

1. INTRODUCTION

1.1. CONTEXTE

La stratégie retenue par EDF dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe (RP4 900) pour réduire le risque de percement du radier¹ de l'enceinte par interaction entre le béton et le corium² en cas d'un hypothétique accident avec fusion du cœur (ou accident grave - AG) consiste, après la rupture de la cuve, en une phase d'étalement à sec du corium sur le radier du puits de cuve³ puis sur le radier du local de l'instrumentation interne du cœur (local RIC) adjacent au puits de cuve, suivie d'une phase de noyage passif du corium par de l'eau provenant des puisards de l'enceinte déclenché par la fusion de câbles entraînant l'ouverture de trappes de noyage. Cette eau est ensuite refroidie grâce à un nouveau système qui permet d'évacuer la puissance thermique hors de l'enceinte sans qu'il y ait nécessité d'ouvrir le dispositif d'éventage-filtration de l'enceinte (dispositif U5).

Contrairement au radier des réacteurs du palier CPY, le radier des réacteurs de la centrale du Bugey est conçu selon une structure alvéolaire avec quatre alvéoles concentriques entre la dalle supérieure et la dalle inférieure. Des études sur les dispositions de minimisation des rejets à l'atmosphère en cas de percée du radier par le corium ont conduit par le passé EDF à remplir de sable les deux alvéoles centrales situées sous le puits de cuve et à obturer leurs différentes trémies. Les troisième et quatrième alvéoles n'ont en revanche pas été modifiées et restent en communication directe avec la partie basse des bâtiments périphériques.

¹ Fondations du réacteur d'une centrale nucléaire.

² Amas de combustibles et d'éléments de structure du cœur d'un réacteur nucléaire fondus et mélangés, pouvant se former en cas d'accident grave.

³ Compartiment du réacteur contenant la cuve.

Dans le cas hypothétique d'un échec du noyage du corium, la situation d'AG pourrait conduire au percement de la dalle supérieure du radier. La stratégie d'étalement du corium en RP4 900 prévoyant la présence de corium dans le local RIC, situé directement à la verticale des deux alvéoles périphériques sans sable, l'ablation du béton de la dalle supérieure au niveau du local RIC pourrait conduire à des rejets aériens non filtrés hors de l'enceinte de confinement, *via* ces alvéoles externes.

La stratégie proposée par EDF pour gérer une telle situation consisterait à ouvrir le dispositif U5 un jour après le début de l'AG afin d'éviter une augmentation excessive de la pression dans l'enceinte et à injecter de l'eau sur le corium avec les pompes encore disponibles.

1.2. SAISINE DE L'ASN

Par la saisine en référence [1], l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) souhaite, dans le cas hypothétique d'un échec de la mise en œuvre des dispositions prévues dans le cadre du RP4 pour empêcher la percée de la première dalle du radier sur les réacteurs du Bugey en cas de situation d'AG, recueillir l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur :

- les éléments apportés par EDF pour évaluer l'intérêt de dispositions complémentaires permettant, au titre de la robustesse, de réduire les risques de rejets aériens en cas de percée de la dalle supérieure du radier ;
- la pertinence de la règle de conduite du dispositif U5 envisagée par EDF sur le site du Bugey dans ce cas hypothétique.

Une synthèse de l'analyse menée par l'IRSN, sur la base du dossier initial d'EDF, des compléments apportés au cours de l'expertise, ainsi que des engagements pris à l'issue de l'expertise, est présentée ci-après.

2. POSITION D'EDF

Sur la base des résultats de son étude probabiliste de sûreté (EPS) réalisée pour les réacteurs du Bugey et suite à la réalisation de calculs spécifiques d'interaction entre le béton et le corium étalé, EDF conclut dans son dossier initial qu'il n'est pas nécessaire de mettre en œuvre de disposition complémentaire visant à réduire les risques de rejets aériens en cas de percée de la dalle supérieure du radier dans le cas hypothétique d'un échec du noyage du corium.

La position d'EDF repose d'une part, sur le fait que les scénarios d'AG ne nécessitant pas l'ouverture du dispositif U5 mais conduisant à des rejets aériens tardifs non filtrés du fait de la percée de la dalle supérieure du radier sont extrêmement improbables, et d'autre part, sur une appréciation qualitative que, pour les scénarios d'AG conduisant à l'ouverture du dispositif U5, les conséquences radiologiques ne seraient pas sensiblement accrues en cas de percée de la dalle.

3. SYNTHÈSE DE L'ANALYSE DE L'IRSN

3.1. INTÉRÊT DE DISPOSITIONS COMPLÉMENTAIRES PERMETTANT DE RÉDUIRE LES RISQUES DE REJETS AÉRIENS EN CAS DE PERCÉE DE LA DALLE SUPÉRIEURE DU RADIER

À l'issue de son analyse, l'IRSN estime que, pour les réacteurs du Bugey à l'état RP4, les scénarios d'AG entraînant à terme la percée du radier dans le local RIC (avec ou sans ouverture du dispositif U5) induisent nécessairement des rejets aériens non filtrés, contrairement aux réacteurs du palier CPY pour lesquels le radier n'est en contact ni avec l'atmosphère extérieure ni avec celle des bâtiments périphériques. En effet, pour les réacteurs du Bugey, compte tenu de la pression dans l'enceinte au moment de la percée du radier, de l'iode est rejeté dans l'atmosphère *via* le radier percé puis *via* les bâtiments périphériques dont la ventilation n'est pas adaptée à cette

situation. L'iode étant un contributeur important aux doses efficaces et équivalentes à la thyroïde, ces rejets aériens ne peuvent être négligés en termes de conséquences radiologiques. L'IRSN considère que cette particularité doit être prise en compte dans l'EPS relative aux réacteurs du Bugey. **Ceci fait l'objet de l'engagement d'EDF n° 1 présenté en annexe 1 que l'IRSN estime satisfaisant.**

Les évaluations de l'IRSN mettent également en exergue le fort intérêt de disposer de moyens complémentaires permettant le noyage du corium afin de réduire les risques de rejets aériens dans le cas hypothétique d'un échec de la mise en œuvre des dispositions prévues dans le cadre du RP4 pour empêcher en AG la percée du radier sur les réacteurs du Bugey.

Selon EDF, la cause la plus probable de l'échec du noyage initial du corium après son étalement sur le radier du puits de cuve et du local RIC est l'absence d'eau dans les puisards de l'enceinte au moment de l'ouverture des trappes de renoyage, en raison d'une défaillance de l'ensemble des moyens d'injection d'eau consécutive à la perte des sources électriques. EDF propose de s'assurer de la robustesse des dispositions prévues dans le cadre de l'organisation de crise afin de restaurer un moyen permettant d'injecter de l'eau sur le corium depuis le réservoir d'eau borée du système de traitement et de réfrigération des piscines (la bêche PTR). **Ceci fait l'objet de l'engagement d'EDF n° 2 présenté en annexe 1 que l'IRSN estime satisfaisant.**

Par ailleurs, si le noyage passif initial du corium, préalablement étalé, par l'eau contenue dans les puisards de l'enceinte s'est correctement effectué, mais que le refroidissement de l'eau des puisards par le nouveau système d'évacuation de la puissance thermique hors de l'enceinte est défaillant, cette eau finira par s'évaporer et laisser le corium asséché interagir avec le béton, ce qui pourrait mener à la percée du radier.

EDF propose alors l'utilisation des moyens, définis en réponse à la prescription [AG-B-III] rappelée en Annexe 2 de la décision n° 2021-DC-0706 du 23 février 2021 en référence [2], qui seront mis en place dans le cadre du programme de modifications RP4 900. Ces moyens permettent d'injecter de l'eau dans les puisards de l'enceinte, *via* une ligne d'injection dédiée, afin de maintenir le corium sous eau après l'ouverture du dispositif U5. Ces moyens seraient mis en œuvre par la force d'action rapide nucléaire d'EDF (FARN). Bien que prévus pour être utilisés en cas de défaillance à moyen terme du nouveau système d'évacuation de la puissance thermique hors de l'enceinte, ces moyens seraient mis en œuvre plus tôt pour les réacteurs du Bugey, la présence d'une base locale de la FARN étant de nature à limiter les délais d'intervention.

L'IRSN estime que l'utilisation anticipée pour les réacteurs du Bugey des moyens définis en réponse à la prescription [AG-B-III] ainsi que les dispositions prévues dans le cadre de l'organisation de crise pour restaurer un moyen d'injection de l'eau du réservoir d'eau borée PTR sur le corium en cas de perte des sources électriques permettront de réduire les risques de rejets aériens non filtrés dans le cas hypothétique d'échec de la mise en œuvre des dispositions prévues dans le cadre du RP4 pour empêcher en AG la percée de la première dalle du radier sur les réacteurs du Bugey.

En outre, EDF indique que l'ensemble de ces moyens et de ces dispositions seront décrits dans le guide d'intervention en accident grave (GIAG) des réacteurs du Bugey à l'état RP4, **ce que l'IRSN estime satisfaisant sur le principe.**

Il conviendrait à cet égard que le GIAG à l'état RP4 des réacteurs du Bugey fasse clairement apparaître que, dans ces situations, la mise en service de l'injection d'eau par les moyens définis en réponse à la prescription [AG-B-III] doit être réalisée le plus tôt possible après la détection de la situation.

L'expertise du GIAG à l'état RP4 des réacteurs du Bugey et de ses évolutions permettrait de s'en assurer.

3.2. PERTINENCE DE LA RÈGLE DE CONDUITE DU DISPOSITIF D'ÉVENTAGE AVEC FILTRATION DE L'ENCEINTE ENVISAGÉE PAR EDF DANS CE CAS HYPOTHÉTIQUE

L'IRSN estime acceptable la stratégie spécifique d'ouverture du dispositif U5 en AG (ouverture du dispositif U5 24 heures après le début de l'AG et injection directe d'eau avec les pompes encore disponibles) en cas de dysfonctionnement des systèmes dédiés à l'évacuation de la puissance thermique hors de l'enceinte mis en œuvre dans le cadre du RP4 900.

Pour les réacteurs du Bugey, l'ouverture dès 24 heures du dispositif U5 en cas de perte des systèmes dédiés à l'évacuation de la puissance thermique hors de l'enceinte permet d'assurer un niveau de pression dans l'enceinte compatible avec la fermeture des vannes d'isolement de ces systèmes et ce avec une marge suffisante. En effet, pour les réacteurs du Bugey, la fermeture de ces vannes requiert une pression dans l'enceinte inférieure à 5,3 bars absolus. Pour les autres réacteurs de 900 MWe du parc en exploitation, l'ouverture du dispositif U5 peut intervenir jusqu'à une pression dans l'enceinte de 6 bars absolus. Par ailleurs, il a été vérifié que, dans le cas hypothétique où la percée du radier ne peut être évitée, les conséquences radiologiques faisant suite à une ouverture du dispositif U5 24 heures après l'entrée en AG seraient du même ordre de grandeur que celles évaluées après une ouverture du dispositif U5 à 5,3 bars absolus.

L'IRSN estime que le GIAG à l'état RP4 des réacteurs du Bugey devra faire apparaître cette stratégie particulière d'ouverture du dispositif U5.

4. CONCLUSION

L'IRSN estime que l'utilisation anticipée pour les réacteurs du Bugey des moyens définis en réponse à la prescription [AG-B-III] ainsi que les dispositions prévues dans le cadre de l'organisation de crise pour restaurer un moyen d'injection de l'eau du réservoir d'eau borée PTR sur le corium en cas de perte des sources électriques permettront de réduire les risques de rejets aériens non filtrés dans le cas hypothétique d'un échec de la mise en œuvre des dispositions prévues dans le cadre du RP4 pour empêcher en AG la percée de la première dalle du radier sur les réacteurs du Bugey.

Par ailleurs, l'IRSN estime acceptable la stratégie spécifique d'ouverture du dispositif U5 en situation d'AG en cas de dysfonctionnement des systèmes dédiés à l'évacuation de la puissance thermique hors de l'enceinte proposée par EDF.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Frédérique PICHEREAU

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

ANNEXE 1 À L'AVIS IRSN N° 2022-00100 DU 10 MAI 2022

Engagements de l'exploitant

Engagement N° 1

EDF tiendra compte du fait qu'une percée du radier dans la zone du local RIC entraîne des rejets voie air dont l'amplitude peut être supérieure à celle des rejets engendrés par la seule ouverture du filtre U5.

Toutefois, ces rejets voie air tardifs non filtrés consécutifs à la percée du radier alvéolaire de Bugey (n'intervenant qu'au bout de plusieurs jours) diffèrent, en termes de cinétique et d'amplitude, des rejets voie air tardifs non filtrés usuels, faisant suite à une pressurisation lente de l'enceinte (catégorie R2 de l'EPS N2 VD4 Bugey).

En conséquence, les séquences de l'EPS N2 conduisant à la percée du radier alvéolaire de Bugey [Les séquences conduisant à la défaillance de l'enceinte avant la percée du radier ne sont pas concernées ici] seront regroupées dans une catégorie de rejet spécifique. L'introduction de cette nouvelle catégorie de rejet sera réalisée lors de la prochaine mise à jour de l'EPS EI N2 des réacteurs de Bugey, en VD5 900.

Engagement N° 2

Pour janvier 2023, EDF s'assurera de la robustesse des dispositions prévues dans le cadre de l'organisation de crise vis-à-vis de la restauration d'un moyen d'injection de la bêche PTR dans le BR dans un scénario de perte des sources électriques, et identifiera les besoins complémentaires éventuels concernant la mise à jour de la documentation de crise.

ANNEXE 2 À L'AVIS IRSN N° 2022-00100 DU 10 MAI 2022

Rappel de prescription de l'Autorité de sûreté nucléaire

Rappel de la prescription [AG-B-III] de la décision n° 2021-DC-0706 du 23 février 2021

L'exploitant met en œuvre les moyens pour faire face à une perte à terme du dispositif ultime d'évacuation de la puissance résiduelle de l'enclaustrage de confinement (EAS-ND), en situation post-accidentelle.