

**GROUPE PERMANENT D'EXPERTS
POUR LES RÉACTEURS NUCLÉAIRES**

**AVIS ET RECOMMANDATIONS
RELATIF AU RAPPORT DE SÛRETÉ DU RÉACTEUR EPR DE
FLAMANVILLE EN VUE DE SA MISE EN SERVICE**

Réunion tenue à Montrouge le 04/07/2018 et le 05/07/2018

I

Conformément à la demande de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), notifiée par la lettre CODEP-DCN-2018-003494 du 5 juin 2018, le groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires s'est réuni les 4 et 5 juillet 2018, avec la participation de membres du groupe permanent pour les équipements sous pression nucléaires, pour examiner les dispositions prises par Électricité de France (EDF) pour assurer la sûreté du réacteur EPR de Flamanville, telles qu'elles sont présentées et justifiées dans le rapport de sûreté transmis par EDF en vue de l'autorisation de mise en service de ce réacteur.

II

Au cours de cette réunion, le groupe permanent a pris connaissance de l'expertise menée par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur la base du rapport de sûreté précité et des éléments complémentaires qu'il a recueillis au cours de l'instruction.

Le groupe permanent a en particulier examiné :

- les suites données par EDF aux demandes formulées par l'ASN et aux engagements qu'EDF a pris à la suite des réunions du GPR relatives à l'organisation et aux moyens de conduite (juin 2015), à la gestion des accidents graves et aux études probabilistes de sûreté de niveau 2 (octobre 2015), à la sûreté de la manutention et de l'entreposage du combustible (mars 2016), aux études d'accidents (juin et juillet 2016), à la conception des systèmes et à la protection contre les effets des agressions (décembre 2016) ;
- les hypothèses de la démonstration de sûreté relatives à la courbe d'insertion des grappes de contrôle et à leur temps de chute en cas de séisme ;
- la conception des systèmes destinés à assurer la filtration de l'eau de l'IRWST (réservoir d'eau borée implanté au fond du bâtiment du réacteur), notamment en cas d'accident grave.

Dans le cadre de l'instruction technique, EDF a pris de nombreux engagements, qu'il devra confirmer à l'ASN.

III

Pour ce qui concerne les **systèmes de sauvegarde** et les **systèmes auxiliaires de sûreté**, le groupe permanent considère que leur conception et leur dimensionnement sont globalement satisfaisants. En particulier, le groupe permanent note qu'EDF a, conformément à sa recommandation, pris des dispositions appropriées pour s'assurer que l'eau du système ASG utilisée en fonctionnement normal pour remplir les générateurs de vapeur (GV) présente une teneur en oxygène adaptée à la prévention du risque de fissuration des aciers constitutifs des viroles et des structures internes de ces équipements. Le groupe permanent estime de même que la conception des systèmes de conditionnement thermique des locaux est globalement satisfaisante. Des compléments sont encore attendus pour le système de ventilation de la station de pompage, des galeries associées et de l'ouvrage de rejet.

EDF a par ailleurs apporté des modifications aux **soupapes de sûreté pilotées installées sur le pressuriseur** afin d'améliorer leur fiabilité, et en particulier de limiter la migration de particules vers les pilotes. Le groupe permanent note que l'efficacité de ces modifications reste à confirmer,

et qu'un renforcement de la surveillance de ces équipements en fonctionnement est encore attendu de la part d'EDF pour garantir le respect des critères fonctionnels qui leur sont assignés.

Pour ce qui concerne les **systèmes de contrôle-commande**, le groupe permanent estime que les compléments apportés par EDF relatifs à la conception détaillée et à la validation du système de protection du réacteur ainsi qu'au processus de développement du système d'automatisme de sûreté, à son architecture et à sa validation montrent que ces systèmes sont aptes à remplir leurs fonctions de sûreté. Toutefois, pour le **système PACS de gestion des priorités** entre les ordres reçus par les cellules électriques des actionneurs, EDF a été amené, au cours de l'instruction, à reprendre les spécifications de ce système et à compléter les tests permettant d'en valider la fonctionnalité. Des compléments restent nécessaires ; en particulier EDF doit assurer l'exhaustivité des tests réalisés sur les cellules dans le cadre des essais de démarrage. Le groupe permanent formule à ce sujet la recommandation n°1 en annexe au présent avis.

Pour ce qui concerne les **systèmes d'alimentation électrique**, le groupe permanent estime que les éléments présentés par EDF démontrent l'indépendance électrique entre les divisions ainsi que le bon dimensionnement et la coordination des équipements de la distribution électrique. Ces derniers points devront toutefois être confirmés à la suite des essais de démarrage.

S'agissant des **groupes électrogènes principaux et d'ultime secours**, le groupe permanent note les compléments apportés par EDF concernant la diversification de leurs systèmes auxiliaires. Il estime que les dispositions prises sont acceptables ; EDF devrait néanmoins continuer à rechercher des améliorations complémentaires pour certains composants (relais instantanés).

Pour ce qui concerne les **systèmes de filtration de l'eau du réservoir IRWST** en cas d'accident de perte de réfrigérant primaire (APRP) ou d'accident avec fusion du cœur, le groupe permanent estime que les éléments présentés par EDF constituent des avancées notables ; ils devront être complétés au plus tôt en vue de démontrer de façon convaincante l'existence de marges suffisantes à l'égard des risques de colmatage des filtres et de consolider le « terme source débris » en aval des filtres utilisés pour apprécier la qualification des équipements et le maintien du refroidissement du combustible.

Le groupe permanent estime que les compléments transmis par EDF, concernant la conception du système RIS-RA, en vue de justifier l'« élimination pratique » des situations de **fusion du cœur avec bipasse du confinement** impliquant ce système, sont satisfaisants.

Pour ce qui concerne **le système EVU**, le groupe permanent souligne que la démonstration de la capacité de ce système à évacuer à long terme la puissance résiduelle hors de l'enceinte de confinement dans les cas d'accident grave (RRC-B) repose sur l'hypothèse, difficilement vérifiable, d'une limitation des fuites à une valeur très basse. Cela constitue un point de faiblesse. Il convient donc qu'EDF examine dès à présent des dispositions qui permettraient de fiabiliser la fonction d'évacuation de la puissance de l'enceinte à long terme en gérant les fuites de façon à ne pas compromettre le fonctionnement du système EVU, par exemple en assurant la possibilité de les réinjecter dans le bâtiment du réacteur.

Le groupe permanent estime que **les études des conditions de fonctionnement du réacteur** ont été réalisées avec des règles adaptées et s'appuient sur des méthodes, des logiciels de calcul, des hypothèses d'études et des critères d'acceptation globalement satisfaisants. Elles permettent de

vérifier le bon dimensionnement des systèmes de protection et de sauvegarde du réacteur, le caractère suffisant des dispositions prises pour limiter la fréquence de fusion du cœur due aux situations pouvant résulter de défaillances multiples ainsi que l'adéquation des actions de conduite prévues dans les règles générales d'exploitation, et d'apprécier l'atteinte des objectifs visés pour le réacteur en termes de conséquences radiologiques, y compris en cas de fusion du cœur.

Pour ce qui concerne les **conditions de fonctionnement de référence**, le groupe permanent souligne que des éléments sont encore attendus d'EDF, avant la mise en service du réacteur, pour mieux tenir compte de la perte de représentativité des mesures neutroniques associées au système de protection en cas de défaillances de certains dispositifs (collectrons). Des éléments sont également attendus concernant le comportement des crayons de combustible ayant subi une crise d'ébullition du fait d'un APRP ou d'un accident de rupture de tuyauterie de vapeur. EDF s'est par ailleurs engagé à fournir des compléments permettant de s'assurer du caractère conservatif de la courbe d'insertion des grappes de commande utilisée dans les études et d'évaluer l'influence d'une augmentation du temps de chute des grappes en cas de séisme.

Les compléments apportés par EDF concernant les **études probabilistes de sûreté de niveau 1** sont satisfaisants. Ces études, complétées par les études probabilistes de sûreté de niveau 2, participent à l'appréciation de l'atteinte des objectifs de sûreté. Ces études probabilistes devront être mises à jour, à l'échéance du dossier de fin de démarrage, en tenant compte de l'état de l'installation telle que construite et des résultats des essais.

Pour ce qui concerne la protection du réacteur EPR de Flamanville contre les **agressions externes**, les dispositions prises par EDF à l'égard des différentes agressions sont globalement satisfaisantes. Toutefois, des éléments de justification sont encore attendus concernant le comportement en température de certains équipements en cas de canicule. Par ailleurs, compte tenu de la suppression de plusieurs conservatismes dans les études relatives aux grands froids, le groupe permanent estime qu'EDF devra porter une attention particulière aux hypothèses utilisées et aux marges disponibles lors des futures mises à jour de ces études, notamment dans le cadre des réexamens de sûreté.

Pour ce qui concerne la protection du réacteur EPR de Flamanville contre les **agressions internes**, les dispositions prises par EDF à l'égard des différentes agressions sont, à l'exception de ce qui concerne les incendies, globalement satisfaisantes. Des justifications sont toutefois encore attendues pour certaines de ces agressions.

Pour **les risques d'incendie**, les risques de mode commun liés aux câbles électriques doivent faire l'objet d'une attention particulière. Le groupe permanent estime que, chaque fois qu'il y a un risque de mode commun fonctionnel confirmé, l'enrubannage fonctionnel des câbles concernés pour les protéger doit être la règle générale. Il émet à ce sujet la recommandation n°2 en annexe au présent avis.

Par ailleurs, dans de nombreux locaux, la maîtrise des risques d'incendie s'appuie sur l'hypothèse de la seule présence de charges calorifiques fixes associée à des interdictions d'entreposage de charges calorifiques mobiles ; la mise en œuvre de ces interdictions devra faire l'objet d'un suivi attentif en exploitation.

Comme cela a été indiqué dans son avis des 30 et 31 mars 2016, le groupe permanent souligne que la conception du réacteur EPR de Flamanville présente des améliorations notables concernant la sûreté de l'entreposage et de la manutention du combustible.

Toutefois, considérant que les tronçons non isolables des tuyauteries du système PTR de refroidissement de l'eau de la piscine d'entreposage du combustible usé ont fait l'objet d'exigences renforcées et sont correctement protégés contre les agressions, EDF a retenu des brèches de section limitée pour ses études. Le groupe permanent considère qu'EDF devra chercher à améliorer encore, autant que raisonnablement possible, les dispositions permettant d'éviter le découvrément d'un assemblage combustible en cas de brèche plus importante affectant un tronçon non isolable d'une tuyauterie du système PTR.

À cet égard, le groupe permanent note qu'EDF s'est engagé à étudier, à l'échéance du premier déchargement de combustible du réacteur, des dispositions permettant de prévenir les fuites ou de limiter le débit sortant par une brèche non isolable d'une tuyauterie du système PTR connectée au fond d'un compartiment de la piscine du bâtiment du combustible ou de la piscine du bâtiment du réacteur, tube de transfert ouvert, à un débit maîtrisable. Le groupe permanent estime que la faisabilité de ces dispositions devrait être étudiée dans un délai permettant leur mise en œuvre avant le premier déchargement de combustible.

Pour les brèches non isolables à l'aspiration d'un train PTR principal avec défaillance du troisième train de refroidissement PTR (au titre de l'aggravant le plus pénalisant), le groupe permanent estime qu'EDF doit justifier la faisabilité d'interventions en local afin d'éviter le découvrément de combustible et de reprendre le refroidissement de la piscine de désactivation du combustible. Le groupe permanent formule à ce sujet la recommandation n°3 en annexe au présent avis.

Pour les brèches de taille importante non isolables à l'aspiration du troisième train de refroidissement PTR, le groupe permanent estime qu'EDF doit étudier des dispositions permettant de reprendre le refroidissement et formule à ce sujet la recommandation n°4 en annexe au présent avis.

Le groupe permanent note qu'EDF a mis en place un certain nombre de dispositions permettant le démarrage du système de refroidissement (PTR) en situation d'ébullition de l'eau de la piscine, dont le conditionnement thermique des crosses du circuit PTR n°2, ainsi que le démarrage à débit réduit des trains PTR principaux par action de laminage sur une vanne papillon. Le groupe permanent estime que les justifications d'absence de risque d'aspiration ou de formation de vapeur dans les crosses des trains de refroidissement comportent de nombreuses incertitudes. Le groupe permanent approuve la stratégie d'EDF consistant à démarrer préférentiellement le train PTR n°2 et estime qu'EDF devrait envisager des dispositions d'exploitation visant à favoriser son fonctionnement.

EDF a identifié un risque de cavitation dans le circuit PTR si le démarrage après ébullition se fait par laminage. Le groupe permanent considère que ce risque est difficilement appréciable. Il estime donc qu'EDF doit rechercher des dispositions pour se prémunir contre ce risque et les vibrations qui pourraient en résulter, soit en mettant en place des organes de laminage excluant ce risque, soit

en démontrant que le démarrage à plein débit peut, moyennant au besoin des dispositions d'exploitation adaptées, être réalisé sans risque de cavitation de la pompe.

Concernant l'organisation de la conduite, le groupe permanent note que les résultats de la dernière campagne d'évaluation « facteurs humains » sur simulateur n'ont pas mis en évidence de difficulté majeure. Il estime toutefois que l'organisation de l'équipe de conduite en conduite normale et l'utilisation des commandes groupées devront faire l'objet d'une attention particulière au cours des premières années d'exploitation, compte tenu de la particularité du réacteur EPR de Flamanville dans l'ensemble du parc EDF. Dans ce contexte, l'organisation du management et la culture de sûreté devront également être appréciées.

Le groupe permanent note par ailleurs qu'EDF s'est engagé à examiner attentivement, au cours des essais de démarrage, l'utilisation par les opérateurs du système d'alarmes et le fonctionnement des automatismes, ce qui est satisfaisant.

IV

Sur la base des informations qui lui ont été présentées au cours de la présente réunion ainsi que lors de ses réunions précédentes relatives à la sûreté du réacteur EPR de Flamanville, le groupe permanent estime que les dispositions prises pour assurer la sûreté de ce réacteur, telles qu'elles sont présentées et justifiées dans le rapport de sûreté transmis en vue de sa mise en service, sont satisfaisantes, sous réserve du respect des engagements pris au cours de l'instruction technique et des réponses qui seront apportées aux recommandations formulées en annexe au présent avis.

La conformité de l'installation, telle que réalisée, aux exigences présentées dans le rapport de sûreté examiné reste à apporter et devra bien entendu faire l'objet d'un examen particulièrement attentif en préalable à l'autorisation de mise en service. À cet égard, une attention particulière est à porter aux résultats des essais de qualification des équipements et aux résultats des essais de démarrage, ainsi qu'aux résultats des contrôles de réalisation des structures et composants importants pour la sûreté.

ANNEXE

Recommandations

Recommandation n°1 :

Le groupe permanent recommande qu'EDF vérifie, avant la mise en service de l'installation, que toutes les priorités identifiées dans les cahiers des charges du système PACS de gestion des priorités des cellules électriques des actionneurs basse tension font l'objet d'un test de validation dans le cadre des essais de démarrage.

Recommandation n°2 :

Le groupe permanent recommande que, en règle générale, l'ensemble des câbles électriques de l'îlot nucléaire pour lesquels le risque de mode commun fonctionnel confirmé en cas d'incendie ne pourrait pas être écarté par une sectorisation, fassent l'objet d'un enrubannage coupe-feu dit fonctionnel.

Les exceptions à cette règle devront être spécifiquement justifiées par la démonstration de l'impossibilité de l'enrubannage ou de l'innocuité des modes communs identifiés.

Recommandation n°3 :

Le groupe permanent recommande qu'EDF justifie que les interventions locales nécessaires à la reprise du refroidissement de la piscine de désactivation du combustible à la suite d'une rupture non isolable d'une tuyauterie d'un circuit PTR (1 ou 2) sont possibles lorsque l'eau de la piscine est en ébullition, compte tenu des conditions d'ambiance dans les locaux concernés.

Recommandation n°4 :

Le groupe permanent recommande qu'EDF propose des dispositions permettant, en cas de brèche non isolable sur le train PTR n°3, sans se limiter à la taille de brèche jusqu'ici retenue, la reprise du refroidissement par le circuit PTR de l'eau de la piscine de désactivation du combustible.

Dans ce cadre, EDF devra justifier que les interventions locales nécessaires sont possibles, compte tenu des conditions d'ambiance dans les locaux concernés.