

Référence courrier :
CODEP-DCN-2022-017400
Affaire suivie par :
Tél. :
Courriel :

Monsieur le Directeur technique de Flamanville 3
EDF/DIPNN/Direction du projet Flamanville 3
97 avenue Pierre Brossolette
92120 Montrouge cedex

Montrouge, le 23 décembre 2022

Objet : Réacteur EPR de Flamanville – Piscine d’entreposage - Position de l’ASN sur la recevabilité de votre réponse transmise par le courrier n° D458521043755 du 11 août 2021

Références : [1] Courrier ASN – CODEP-DCN-2019-000497 du 11 avril 2019 : « Réacteurs électronucléaires EDF - Réacteur EPR de Flamanville 3 - Démonstration de sûreté nucléaire »
[2] Note EDVANCE FA3-DITSCV-2021-FR-0099 du 6 août 2021 : « Fiche réponse - Redémarrage des trains principaux (PTR1 et PTR2) en situation d’ébullition de la piscine »
[3] Note EDF – D458521043755 du 11 août 2021 : « Réacteur EPR de Flamanville 3 - Démonstration de sûreté nucléaire – Réponse à la demande BK-4-MES du courrier ASN CODEP-DCN-2019-000497 »
[4] Note EDVANCE FA3-DITSCV-2021-FR-0099 du 6 août 2021 : « Fiche réponse - Redémarrage des trains principaux (PTR1 et PTR2) en situation d’ébullition de la piscine »
[5] Note EDF D305921003767 ind. B du 27 juillet 2021 : « EPR FA3 - Écoulements dans la piscine BK en situation de perte de refroidissement prolongée - Synthèse de l’intercomparaison entre méthodes 3D »
[6] « Separate and integral effect tests for validation of cooling and operational performance of the APR+ passive auxiliary feedwater system », K.H. Kang, S. Kim, B.U. Bae, Y.J. Cho, Y.S. Park, B.J. Yun, Nuclear engineering and technology, vol 44, N°6, August 2012.
[7] Rapport IRSN n° 2016-00002 : « Sûreté de l’entreposage et de la manutention du combustible du réacteur EPR de Flamanville 3 – Réunion du Groupe permanent d’experts pour les réacteurs nucléaires des 30 et 31 mars 2016 »

Monsieur,

À l’issue de la réunion du groupe permanent d’experts pour les réacteurs nucléaires dédié à l’examen du rapport de sûreté du réacteur EPR de Flamanville de 2018, l’ASN a formulé la demande BK-4 par la lettre en référence [1] :

« L’ASN vous demande d’étudier et de proposer, dans un délai compatible avec leur examen dans le cadre de l’instruction de la demande d’autorisation de mise en service, des dispositions afin de renforcer la démonstration de la capacité du système PTR à redémarrer en situation d’ébullition de la piscine, dans les états E et F. Ces dispositions devront être mises en place avant le premier déchargement prévu du combustible utilisé. »

Pour répondre à cette demande, EDF a transmis, par la lettre en référence [3], des documents décrivant les nouvelles simulations réalisées pour modéliser la situation d'une piscine en ébullition après une perte prolongée de refroidissement, dans le cadre de la démonstration de la capacité du système PTR à redémarrer en situation d'ébullition de la piscine.

Les justifications apportées dans ces documents sont fondées uniquement sur des simulations [4] menées avec deux approches nouvelles, une méthodologie « diphasique simplifié » et une méthodologie « diphasique complet », en plus de la méthodologie monophasique initialement retenue [5]. Un cas de validation des deux nouvelles méthodologies fait également parti du dossier transmis, valorisant la maquette PASCAL.

L'ASN considère que les nouvelles modélisations développées ne sont pas suffisantes pour représenter l'ensemble des phénomènes physiques prépondérants d'une piscine d'entreposage du combustible en ébullition et ne permettent pas de démontrer la capacité de reprise du refroidissement. Vous trouverez en annexe les observations de l'ASN.

En conséquence, l'ASN ne sera en mesure d'instruire votre dossier, qu'après révision de celui-ci.

Dans l'attente que votre démonstration de la capacité du système PTR à redémarrer en situation d'ébullition de la piscine sur la base de calcul soit acceptée par l'ASN, l'ASN vous rappelle sa demande BK-4 [1] de définir et mettre en œuvre, avant le premier déchargement d'assemblages de combustible de la cuve vers la piscine d'entreposage, des « *dispositions afin de renforcer la démonstration de la capacité du système PTR à redémarrer en situation d'ébullition de la piscine, dans les états E et F* ».

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

Signé par le directeur de la direction
des centrales nucléaires

Remy CATTEAU

ANNEXE

A la demande de l'ASN, l'IRSN a mené une pré-analyse des nouvelles simulations transmises. L'attention a été portée sur les modélisations proposées, leur complétude vis à vis des phénomènes physiques prépondérants à représenter et leur validation sur des données expérimentales représentatives.

Associé aux nouvelles modélisations, EDF a fourni des compléments de validation, notamment sur une expérience jugée représentative par EDF, la maquette PASCAL [6]. Cette maquette a pour objectif de représenter le système passif permettant de refroidir l'eau secondaire, participant ainsi à l'évacuation de la puissance résiduelle d'un réacteur APR+. Ce système correspond à un échangeur à tubes plongé dans un volume d'eau, le fluide secondaire parcourant les tubes. La réduction d'échelle conduit à ne représenter qu'un seul tube dans la maquette dans un volume d'eau beaucoup plus réduit.

Tout d'abord, l'ASN rappelle que des réserves avaient été formulées par l'IRSN au sujet de la représentativité de la maquette PASCAL dans le cadre de la préparation à la réunion du groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires dédiée à la sûreté de l'entreposage et de la manutention du combustible du réacteur EPR de Flamanville [7]. En effet, l'IRSN avait noté que, sur la boucle PASCAL, les expérimentateurs indiquaient observer de l'ébullition à la paroi des tubes, du fait du flux thermique élevé. Or, le flux thermique à la paroi du tube est environ 100 fois plus élevé que celui à la surface des crayons des assemblages entreposés en piscine et délivrant le plus de puissance résiduelle. Le fort flux thermique et l'ébullition augmentent les échanges de chaleur à la paroi du tube et le transfert convectif au-dessus. Ceci limite alors les hétérogénéités de température dans le volume d'eau supérieur et donc limite la surchauffe possible dans le volume. Le fort flux thermique correspond de ce fait à une distorsion vis-à-vis de la configuration en piscine. L'IRSN avait conclu que les observations expérimentales faites sur PASCAL n'étaient pas transposables à la situation d'intérêt pour la piscine d'entreposage du réacteur EPR.

Une autre distorsion est liée aux différences géométriques entre la maquette PASCAL et la configuration d'intérêt, en termes d'élancement notamment. En effet, les phénomènes convectifs sont contraints par les parois de la maquette alors que les pertes thermiques en paroi ont un rôle prépondérant pour la dissipation de l'énergie. Ceci constitue également une forte distorsion au regard de la situation d'intérêt pour la piscine d'entreposage du réacteur EPR de Flamanville.

Compte tenu de ces éléments, l'ASN considère, sur la base des observations formulées par l'IRSN, que la maquette PASCAL, n'est pas représentative de la situation d'intérêt, notamment d'un point de vue géométrique et au regard de la représentation des phénomènes de surchauffe et d'auto-vaporisation.

L'ASN considère ainsi que les modélisations ne sont pas validées par des données expérimentales représentatives de la situation d'intérêt.

Enfin, le phénomène d'auto-vaporisation est un phénomène prépondérant de la situation à étudier. Ses conditions d'apparition sont fortement liées à de nombreux autres phénomènes, parmi lesquels figure le dégazage. Le dégazage n'est pas modélisé dans les modélisations retenues par EDF pour ces nouveaux calculs, même dans la méthodologie « diphasique complet ». Le degré de surchauffe ne peut donc pas être correctement évalué.

D'une manière plus générale, l'ASN considère que les nouvelles modélisations ne comportent pas les modèles pertinents pour représenter l'ensemble des phénomènes physiques prépondérants, et que ces nouveaux éléments calculatoires ne permettent pas de démontrer la capacité de reprise du refroidissement d'une piscine d'entreposage en ébullition à la suite de la perte prolongée de son refroidissement.