

Fontenay-aux-Roses, le 25 juillet 2019

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN/2019-00180

Objet : Réacteur EPR de Flamanville - Analyse des éléments transmis par EDF suite aux instructions relatives à la qualification aux conditions accidentelles des équipements

Réf. [1] Lettre ASN - CODEP-DCN-2019-000659 du 7 janvier 2019  
[2] Avis IRSN - IRSN/2014-00403 du 7 novembre 2014  
[3] Avis IRSN - IRSN/2016-00247 du 21 juillet 2016  
[4] Avis IRSN - IRSN/2016-00342 du 28 octobre 2016  
[5] Avis IRSN - IRSN/2017-00375 du 4 décembre 2017  
[6] Avis IRSN - IRSN/2018-00197 du 13 juillet 2018  
[7] Avis IRSN - IRSN/2018-00203 du 20 juillet 2018

Dans le cadre de l'instruction de la demande d'autorisation de mise en service du réacteur EPR de Flamanville (EPR FA3), l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a émis six avis, cités de la deuxième à la septième références, relatifs à la qualification aux conditions accidentelles des équipements et qui traitent plus particulièrement des évaluations :

- des pressions et des températures dans l'enceinte de confinement d'un réacteur de type EPR en cas d'accident (hors accident grave) ;
- des méthodologies de qualification des équipements aux conditions accidentelles hors accident grave et aux conditions d'accident grave ;
- de notes de synthèse de qualification (NSQ) pour les équipements électriques.

Par lettre citée en première référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) a sollicité l'avis de l'IRSN sur les réponses apportées par EDF à ses demandes et aux engagements pris par EDF dans le cadre de ces instructions.

La présente expertise ne traite pas des éléments transmis par EDF suite à l'instruction relative à la méthodologie de qualification des équipements aux conditions d'accident grave, objet de l'avis de l'IRSN cité en sixième référence. Ceci fera l'objet d'un avis ultérieur de l'IRSN.

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

Siège social  
31, av. de la Division Leclerc  
92260 Fontenay-aux-Roses  
Standard +33 (0)1 58 35 88 88  
RCS Nanterre 8 440 546 018

Pour rappel, la qualification d'un équipement consiste à démontrer que celui-ci est apte à assurer sa ou ses fonction(s) sous les sollicitations externes ou internes auxquelles il est supposé être soumis. Les sollicitations à considérer sont des conditions d'ambiance externes (pression, température, irradiation) ou internes (fluide véhiculé : eau chargée active, conditions d'ambiance dans l'enceinte de confinement...) à l'équipement qui peuvent être rencontrées lors de son fonctionnement normal et en conditions accidentelles avec ou sans fusion du cœur, ainsi qu'en cas de séisme.

#### Évaluation des pressions et des températures dans l'enceinte de confinement d'un réacteur de type EPR en cas d'accident (hors accident grave)

L'adéquation des profils de pression et de température « enveloppes » retenus pour la qualification aux conditions accidentelles (hors conditions d'accident grave) des équipements situés dans le bâtiment du réacteur (BR) et la vérification du dimensionnement de l'enceinte de confinement d'un réacteur de type EPR au regard des valeurs atteintes en situation accidentelle a fait l'objet de l'avis de l'IRSN cité en deuxième référence. Ces profils sont établis sur la base de l'étude de scénarios accidentels ; EDF définit le profil de température à partir des températures de saturation atteintes dans ces scénarios. Or, dans certains scénarios accidentels considérés par EDF, une grande quantité de vapeur surchauffée est relâchée dans l'enceinte de confinement, ce qui peut induire un dépassement local et temporaire du profil de température enveloppe retenu. EDF a donc proposé une démarche pour tenir compte du phénomène de surchauffe de la vapeur : celle-ci vise à déterminer les épaisseurs minimales d'acier nécessaires afin que la température de surface des équipements reste inférieure au profil de température enveloppe retenu pour la qualification des équipements durant la phase de surchauffe de l'atmosphère. EDF vérifie ensuite que l'enveloppe des équipements en contact avec l'ambiance du BR, et dont le fonctionnement est requis en situation accidentelle respecte bien cette épaisseur minimale.

Dans le cadre de la présente expertise, l'IRSN a examiné les réponses apportées par EDF aux demandes de l'ASN relatives à cette démarche. L'IRSN estime que les réponses apportées par EDF relatives à la prise en compte de la géométrie des équipements sont satisfaisantes. Par ailleurs, l'IRSN estime que les engagements pris par EDF relatifs aux études de sensibilité sur le coefficient d'échange entre l'atmosphère et les structures, et sur les propriétés thermiques des matériaux sont satisfaisants sur le principe et sont de nature à répondre à la demande de l'ASN de justification du caractère conservatif des valeurs d'épaisseurs minimales d'acier. EDF a également apporté des compléments montrant que les équipements dont le fonctionnement est requis en situation accidentelle respectent l'épaisseur minimale d'acier garantissant le respect du profil de qualification. **L'IRSN estime que ces éléments sont satisfaisants sous réserve des résultats des études de sensibilité précitées.**

#### Évaluation de la méthodologie de qualification des équipements aux conditions accidentelles, hors accident grave

La méthodologie retenue par EDF pour la qualification des équipements de l'EPR FA3 aux conditions accidentelles, hors accident grave, a fait l'objet de l'avis cité en quatrième référence. Dans le cadre de la présente expertise, l'IRSN a examiné les réponses apportées par EDF aux demandes formulées par l'ASN à l'issue de cette précédente expertise, ainsi que les éléments transmis par EDF suite à ses engagements, concernant le profil de qualification en température dans les locaux « vapeur », les hypothèses pour le calcul des doses accidentelles intégrées par les équipements et les équipements à qualifier à l'ambiance accidentelle et les exigences associées.

Afin de maximiser la température et la pression dans la casemate vapeur où est postulée la rupture de la ligne de vapeur principale, EDF a étudié des transitoires visant à pénaliser la surchauffe dans le générateur de vapeur (GV) pour chacune des phases considérées dans sa démarche, avant et après isolement vapeur. EDF a identifié le phénomène de compression comme unique origine d'une surchauffe de la vapeur dans le GV. L'IRSN estime que la démarche adoptée par EDF, consistant à pénaliser la surchauffe dans le GV affecté pour maximiser les conditions de pression et de température dans les casemates vapeur, est satisfaisante. Toutefois, l'IRSN souligne que des lacunes dans la validation du logiciel scientifique utilisé pour déterminer les masses et énergies libérées ont été mises en lumière par l'IRSN. Par ailleurs, l'IRSN note qu'aucune pénalisation des phénomènes physiques utilisés dans ce logiciel n'est considérée pour prendre en compte leurs incertitudes. EDF s'est engagé à réaliser une étude de sensibilité sur les modèles physiques dominants du logiciel vis-à-vis du phénomène de surchauffe de la vapeur de compression. Compte tenu des lacunes de validation identifiées, l'IRSN souligne que les résultats de ces études de sensibilité sont à considérer avec précaution. **Ceci fait l'objet de la recommandation n° 1 en annexe.** En toute fin d'instruction, EDF a identifié un nouveau phénomène pouvant entraîner des conditions surchauffées dans le GV (prise en compte de la chaleur apportée par le stockage de l'énergie emmagasinée dans les masses métalliques du GV et des lignes du circuit de vapeur principal) et donc une augmentation des masses et énergies libérées dans la casemate vapeur. L'analyse d'impact de cet écart conduit EDF à rehausser le profil de température retenu pour la qualification des équipements des casemates vapeur. **L'expertise de ce nouveau profil ne pourra se faire qu'à l'aune de la réponse d'EDF à la recommandation n° 1.**

Les hypothèses retenues par EDF pour le calcul des doses accidentelles (hors accident grave) intégrées par les équipements n'appellent plus de remarque de la part de l'IRSN.

Pour ce qui concerne la liste des équipements à qualifier, l'absence de qualification aux conditions accidentelles du système de détection incendie devrait, selon l'IRSN, conduire EDF à étudier de manière détaillée des solutions de détection incendie alternatives plus adaptées aux situations accidentelles, et ce même si la maîtrise du risque incendie est assurée par la sectorisation et notamment par la fermeture de clapets coupe-feu qualifiés aux conditions accidentelles.

Pour ce qui concerne les exigences associées aux équipements à qualifier à l'ambiance accidentelle, l'IRSN estime que la prise en compte d'une exigence de qualification à l'ambiance de type externe pour la fonction « maintien fermé » des vannes d'isolement enceinte situées à l'extérieur du bâtiment du réacteur en lieu et place d'une exigence de qualification à l'ambiance de type interne **ne répond pas à la demande de l'ASN.** Par ailleurs, l'IRSN note l'engagement d'EDF de justifier l'absence de requis de qualification à l'ambiance accidentelle pour certains capteurs de température du système de mise en dépression de l'espace entre enceintes.

Afin de pallier les difficultés à qualifier certains équipements aux profils enveloppes, EDF a nouvellement défini des « cas de charge spécifiques » pour la démonstration de la qualification d'un nombre limité d'équipements. Si cette approche n'est pas conforme à la méthodologie d'EDF, l'IRSN considère que le recours à des « cas de charges spécifiques » peut être acceptable de manière exceptionnelle sous réserve de justifications. EDF s'est engagé à compléter le rapport de sûreté afin de les mentionner explicitement. Ces cas de charges spécifiques n'ont pas fait l'objet d'une expertise de la part de l'IRSN.

De manière générale, l'IRSN estime que l'ensemble du jeu documentaire nécessaire à la démonstration de la qualification des équipements de l'EPR FA3 devrait être mis à jour au plus tard à l'échéance de la mise en service.

En conclusion, hormis les réserves émises à ce jour sur la définition du profil de qualification dans les casemates vapeur, sur des exigences de qualification associées aux vannes d'isolement enceinte situées à l'extérieur du bâtiment du réacteur et sous réserve de l'acceptabilité des justifications d'EDF concernant l'absence de requis de qualification de certains capteurs de température du système de mise en dépression de l'espace entre enceintes et l'utilisation de « cas de charge spécifiques » pour la démonstration de la qualification de certains équipements, l'IRSN considère la méthodologie de qualification des équipements aux conditions accidentelles hors accident grave satisfaisante.

#### Évaluation de notes de synthèse de qualification pour les équipements électriques

L'IRSN a examiné les réponses apportées par EDF aux demandes formulées par l'ASN suite aux avis émis par l'IRSN cités en troisième, cinquième et septième références. En complément, EDF a apporté, au cours de l'expertise, de nombreux éléments qui répondent aux demandes de l'ASN. Toutefois, concernant les composants des coffrets basse tension des tableaux électriques haute tension HTA, l'IRSN estime qu'il n'est pas satisfaisant qu'ils soient qualifiés pour une durée de vie de seulement trois ans, en l'absence de contrainte spécifique. **Ceci fait l'objet de la recommandation n° 2 en annexe.**

L'IRSN souligne par ailleurs que des éléments doivent encore être analysés, notamment les NSQ récemment reçues concernant certains relais et disjoncteurs, ainsi que la note de réconciliation des groupes électrogènes.

L'IRSN a examiné les éléments transmis par EDF suite à ses expertises passées. Certains de ces éléments ont permis de répondre à des demandes formulées par l'ASN. Des compléments de justification sont encore attendus.

Pour le Directeur général et par délégation,

Karine HERVIOU

Directrice des systèmes, des nouveaux réacteurs et des démarches de sûreté

Annexe à l'Avis IRSN/2019-00180 du 25 juillet 2019

Recommandations

**Recommandation n° 1**

L'IRSN recommande qu'EDF justifie le conservatisme global des résultats des études de rupture de tuyauterie vapeur visant à pénaliser le phénomène de surchauffe dans les générateurs de vapeur utilisés pour définir les profils en pression et en température enveloppes dans les casemates vapeur. Cette justification devra tenir compte des limites de validation du logiciel scientifique utilisé et de l'absence de prise en compte des incertitudes sur les modèles physiques dominants associés.

**Recommandation n° 2**

L'IRSN recommande que, avant la mise en service, EDF procède au remplacement de tous les composants des coffrets basse tension des tableaux électriques haute tension HTA qualifiés pour une durée de vie de trois ans par des équipements qualifiés pour une durée de vie significativement supérieure (20 ans par exemple).

Le cas échéant, si ces solutions de remplacement n'étaient pas disponibles à la mise en service, l'IRSN estime qu'EDF devra remplacer à l'identique ces équipements, qui ont fait l'objet d'une mise en service industrielle depuis une durée supérieure à cette durée de vie qualifiée, afin que le réacteur puisse démarrer sans ambiguïté sur l'état qualifié de ces équipements.