



DIRECTION DES CENTRALES NUCLEAIRES

Montrouge, le 2 décembre 2020

Réf. : CODEP-DCN-2020-018283**Affaire suivie par :****Tél :****Fax :****Mel :****Monsieur le Directeur du projet Flamanville 3****DIPNN/Direction du projet Flamanville 3****EDF****97 avenue Pierre BROSSOLETTE****92120 Montrouge**

**Objet : Flamanville 3, réacteur de type EPR (INB 167)
Analyse des éléments transmis suite aux instructions relatives à la qualification aux conditions accidentelles des équipements et protection des équipements vis-à-vis des surpressions primaire et secondaire**

Réf. : voir annexe 3

Monsieur le Directeur,

Les directives techniques (référence [1]), notamment leur chapitre B.2.2.1, ainsi que le décret d'autorisation de création de Flamanville 3 (référence [2]), particulièrement le V de son article 2, prévoient la nécessité de qualifier les matériels participant à la démonstration de sûreté. L'article précité impose de démontrer « *que les matériels de l'installation respectent les exigences fonctionnelles qui leur sont affectées en relation avec leurs rôles dans la démonstration de sûreté, dans les conditions d'environnement associées aux situations pour lesquelles ils sont requis* ».

Par ailleurs, la protection des équipements contre les situations de surpression primaire et secondaire constitue également une exigence réglementaire en application des textes rappelés en références [3] et [4] prise en compte et présentée dans le rapport de sûreté cité en référence [5].

Sur chacun des deux sujets, l'ASN a réalisé une instruction avec l'appui de l'IRSN.

Vous trouverez en annexes 1 et 2 le rappel du cadre de l'instruction de chacun de ces sujets, les conclusions et les demandes de l'ASN qui en découlent, auxquelles je vous demande de répondre sous deux mois.

Spécifiquement, les matériels ne pourront pas être considérés comme qualifiés aux conditions accidentelles tant que l'ensemble des réponses aux demandes participant à la démonstration de la qualification pour les matériels concernés n'auront pas été apportées et jugées satisfaisantes.

Les éléments apportés par EDF au cours de l'instruction technique relative à la qualification des matériels aux conditions accidentelles ainsi que les réponses apportées aux demandes formulées par l'ASN qui ne sont pas examinés dans le cadre de ce courrier pourront faire l'objet de courriers dédiés.

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

Signé par le directeur de la DCN,

Rémy CATTEAU

ANNEXE 1 A LA LETTRE CODEP-DCN-2020-018283 RELATIVE A LA QUALIFICATION DES EQUIPEMENTS AUX CONDITIONS ACCIDENTELLES

Pour réaliser la qualification des matériels du réacteur EPR de Flamanville 3, trois étapes successives sont réalisées. Premièrement, vous déterminez les exigences qui correspondent aux conditions accidentelles les plus pénalisantes auxquelles l'équipement peut être soumis. La méthodologie permettant de définir ces exigences est explicitée dans le chapitre 3.7 du rapport de sûreté [5] joint dans sa version initiale à la demande d'autorisation de mise en service transmise par courrier en référence [6]. Cette méthodologie est actuellement évaluée par ailleurs par l'ASN. Lors de cette étape, les exigences pour chaque repère fonctionnel sont déterminées au regard de son rôle fonctionnel, de sa durée d'utilisation et de sa localisation.

Ces exigences sont ensuite utilisées comme données d'entrée pour définir le programme de qualification, qui peut être réalisé selon différentes méthodes : essais, analyse, analogie, calcul, expérience d'exploitation et méthodes mixtes. Pour les essais, un programme est défini et inclut les critères à respecter. La note de synthèse de qualification (NSQ) récapitule l'ensemble des essais réalisés, des analyses menées et les résultats obtenus et prononce la qualification d'un matériel. La NSQ doit ainsi apporter la démonstration que les caractéristiques du matériel correspondent aux exigences des repères fonctionnels. Le bilan de qualification (BQ) [7] référence les NSQ applicables associées aux équipements et apporte la démonstration de la qualification aux conditions accidentelles de l'ensemble des repères fonctionnels.

Les méthodologies de qualification relatives aux conditions accidentelles hors accidents graves et en situation d'accident grave ont fait l'objet d'une instruction dédiée [8] [9]. De plus, plusieurs lots de notes de synthèse de qualification (NSQ) d'équipements électriques ont été examinés [10] [11] ainsi que deux lots de NSQ concernant des équipements mécaniques, le premier concernant les organes de robinetterie [12] et le second concernant les groupes motopompes [13].

L'examen des réponses apportées par EDF aux demandes formulées par l'ASN dans les lettres en références [8], [10] et [11] et des engagements d'EDF pris au cours de l'instruction technique font l'objet de la présente annexe.

A. Profils de qualification en température et pression dans les locaux « vapeur »

L'évaluation de la méthodologie de qualification des équipements aux conditions accidentelles (hors accident grave) nécessite l'analyse des familles d'ambiance et du caractère enveloppe des profils de qualification retenus en pression et en température, notamment pour les locaux contenant les vannes du circuit vapeur principal (circuit VVP), dit locaux « vapeur ».

Afin de démontrer le conservatisme des profils de qualification retenus, des études de sensibilité considérant des transitoires de surchauffe de la vapeur dans le générateur de vapeur (GV) en cas de rupture de tuyauterie vapeur (RTV) ont été considérés. Ces études doivent en particulier considérer tous les phénomènes à l'origine de conditions surchauffées, notamment :

- le phénomène de compression ;
- le phénomène d'apport de chaleur par déstockage de l'énergie emmagasinée dans les masses métalliques du GV et des lignes du circuit VVP.

En ce qui concerne les phénomènes de surchauffe de la vapeur par compression, vous avez indiqué que ceux-ci sont identiques à ceux des transitoires de surpression secondaire. La définition des conditions de pression et de température dans les casemates vapeur utilise comme données d'entrée les calculs de masse et énergie libérées établies à l'aide du logiciel MANTA. Or, le logiciel MANTA présente des limites de validation et une absence de prise en compte des incertitudes sur les modèles physiques dominants, notamment ceux ayant une influence sur les phénomènes de surchauffe. À cet égard, une étude de sensibilité spécifique pour la prise en

compte du phénomène de surchauffe par compression par les modèles physiques dominants du logiciel MANTA doit être transmise au second semestre 2020.

Demande A : Je vous demande, dans un délai compatible avec leur examen dans le cadre de l'instruction de la demande d'autorisation de mise en service, de justifier le conservatisme des résultats des études permettant de définir les profils en pression et en température enveloppes dans les casemates « vapeur », en considérant tous les phénomènes de surchauffe de la vapeur en cas de RTV. Cette justification prendra en compte les limites de validation du logiciel MANTA, notamment celles mises en évidence au travers de l'étude de sensibilité susmentionnée.

B. Exigences de qualification à l'ambiance interne – cas des vannes d'isolement de l'enceinte situées à l'extérieur du bâtiment réacteur

Pour la qualification à l'ambiance accidentelle des équipements, il convient de considérer, outre les conditions d'ambiance externe susceptibles d'être subies par les équipements, les conditions d'ambiance interne susceptibles d'être créées par le fluide véhiculé en situation accidentelle.

À cet égard, les vannes d'isolement de l'enceinte situées à l'extérieur du bâtiment du réacteur constituent un cas particulier. En effet, l'intérieur de ces vannes est susceptible de se trouver en contact avec l'atmosphère de l'intérieur de l'enceinte. Aussi, la fonction de fermeture de ces vannes devrait être affectée à la même famille d'ambiance que celle des vannes correspondantes situées à l'intérieur de l'enceinte.

Demande B : Je vous demande, dans un délai compatible avec leur examen dans le cadre de l'instruction de la demande d'autorisation de mise en service, de retenir les conditions d'ambiance de type interne pour la fonction « maintien fermé » des vannes d'isolement de l'enceinte situées à l'extérieur du bâtiment réacteur, sauf à justifier de l'exclusion de fuites des vannes d'isolement de l'enceinte situées à l'intérieur du bâtiment réacteur, ou de leur absence d'impact sur la dégradation des conditions d'ambiance de l'espace entre enceintes.

Vous veillerez, conformément à la demande A du courrier en référence [11], à la mise à jour des exigences associées aux équipements à qualifier à l'ambiance accidentelle, ou, le cas échéant, à l'intégration de la justification du cas particulier des vannes d'isolement de l'enceinte situées à l'extérieur du bâtiment réacteur dans le sous-chapitre 3.7 du RDS.

ANNEXE 2 A LA LETTRE CODEP-DCN-2020-018283 RELATIVE A LA PROTECTION DES EQUIPEMENTS VIS-A-VIS DES SITUATIONS DE SURPRESSION PRIMAIRE ET SECONDAIRE.

Les analyses de la protection contre la surpression du circuit primaire principal (CPP) et des circuits secondaires principaux (CSP) sont présentées au sous-chapitre 3.6 du rapport de sûreté cité en référence [5].

Pour chaque catégorie de situation de fonctionnement, sont définis :

- le critère de protection contre les surpressions (limite de pression à ne pas dépasser) ;
- les moyens de protection contre les surpressions prévus pris en compte pour respecter le critère de protection contre les surpressions ;
- les transitoires dimensionnant vis-à-vis des surpressions, la règle d'analyse des transitoires et les résultats de l'étude pour les transitoires concernés visant à démontrer que le critère de protection contre les surpressions est respecté.

Les dispositifs de protection contre les surpressions du circuit primaire principal et des circuits secondaires principaux du réacteur EPR de Flamanville comprennent des systèmes de régulation, de limitation et de protection. Ils sont opérables soit par action du contrôle-commande associé, soit de manière passive. En particulier, le CPP et les CSP sont équipés de soupapes de sûreté qui contribuent à leur protection dès que la pression excède leur point de consigne. L'analyse de la protection contre les surpressions du CPP et des CSP vise à vérifier que les critères de protection associés sont respectés pour l'ensemble des transitoires pénalisants. Le rapport de sûreté du réacteur présente les transitoires à analyser ainsi que les méthodes utilisées.

L'examen de l'acceptabilité des études thermo-hydrauliques de surpressions primaires et secondaires réalisées par l'exploitant et notamment du conservatisme des hypothèses retenues pour réaliser ces études, amène l'ASN à considérer les points ci-après.

Validation de l'outil de calcul scientifique (OCS) de thermohydraulique utilisé pour les études de surpressions en puissance et en état d'arrêt à froid

L'analyse du dossier de validation amène l'ASN à considérer que cet outil permet de représenter globalement les nombreux phénomènes physiques à considérer et de prédire correctement les pics de pression dans le CPP et les CSP, mais sans conservatisme systématique.

Il est également observé un certain nombre de lacunes dans la validation de cet outil. En particulier, les éléments de validation sont uniquement fondés sur des résultats d'essais intégraux (c'est-à-dire faisant intervenir l'ensemble des phénomènes physiques d'intérêt) et sur des transitoires particuliers. Pour la transposition à l'ensemble des transitoires de surpression étudiés, l'ASN considère qu'il est nécessaire de s'assurer de l'absence de compensations d'erreurs entre les différents modèles implémentés dans l'OCS. Pour ce faire, chaque modèle physique ayant une influence significative sur les évolutions de pression aurait dû faire l'objet d'une validation spécifique. De plus, les éléments de validation présentés ne sont pas suffisamment représentatifs des conditions susceptibles d'être rencontrées lors des transitoires de surpressions étudiés. Enfin, les incertitudes associées aux modèles physiques dominants de l'outil et leur influence sur les résultats ne sont pas évaluées.

Conservatisme des hypothèses d'étude retenues

Les études de surpressions primaires et secondaires des réacteurs actuellement en fonctionnement ont été affectées par certaines anomalies d'études. Ces anomalies concernaient l'hypothèse relative à la capacité d'échange thermique entre le CPP et les CSP et celle relative à la courbe de décroissance de débit primaire pour les transitoires avec arrêt des pompes primaires. L'examen des études thermo-hydrauliques de surpression du réacteur EPR de Flamanville a donc été réalisé en considérant ces anomalies d'études. Pour justifier la pénalisation de ces deux paramètres, EDF valorise des études de sensibilité, ce qui est satisfaisant.

Par ailleurs, les autres hypothèses d'études retenues pour les conditions initiales et aux limites conduisent à pénaliser les évolutions des pressions primaire et secondaire, ce qui est également satisfaisant.

En revanche, EDF n'a, d'une manière générale, pas pris en compte les incertitudes sur les modèles physiques dominants de l'OCS utilisé susceptibles d'impacter les évolutions des pressions. De plus, elle n'a pas démontré que la pénalisation des conditions initiales et aux limites est suffisante pour garantir le conservatisme global des études.

Analyse des résultats des études de surpressions primaires et secondaires

L'ASN note que les choix retenus par EDF concernant les points de consigne des soupapes primaires et secondaires permettent de ne pas les solliciter lors de transitoires de surpressions de deuxième catégorie, ce qui est considéré comme satisfaisant.

L'ASN note que les résultats de l'étude pour les transitoires de situations de troisième catégorie avec une soupape de sûreté défaillante et de quatrième catégorie respectent les critères avec des marges suffisantes.

En revanche, les résultats de l'étude pour des transitoires de surpression primaire et secondaire de deuxième et de troisième catégories, où toutes les soupapes sont requises, présentent de faibles marges par rapport au critère (respectivement 100 % PC2 et 110 % PC). Les marges disponibles sont inférieures à 2 ba. L'ASN considère que cela est potentiellement insuffisant pour couvrir les lacunes de validation identifiées et l'absence de prise en compte des incertitudes associées aux modèles physiques de l'OCS utilisé.

À l'issue de l'expertise menée par l'IRSN, l'ASN note que vous vous êtes engagé à :

- fournir la liste des phénomènes physiques dominants et rappeler les éléments démontrant que l'OCS utilisé est validé pour les modéliser, afin de démontrer la représentativité des calculs réalisés ;
- quantifier les pénalisations induites par les choix de modélisation afin d'illustrer le niveau des conservatismes des études de surpression primaire et secondaire en puissance.

Cet engagement ne permet cependant pas de compenser le fait que le conservatisme global des études n'est pas démontré en l'absence de la quantification de la prise en compte des incertitudes associées aux modèles physiques de l'OCS utilisé.

En conséquence, l'ASN considère que les études de surpression primaire et secondaire sont considérées comme acceptables, sous réserve néanmoins qu'EDF justifie, à échéance du dossier de fin de démarrage, le conservatisme global des résultats des études de surpression primaire et secondaire des situations de deuxième et de troisième catégories du CPP et des CSP initiés en puissance avec toutes les soupapes de sûreté disponibles. Cette justification devra tenir compte des limites de validation de l'outil de calcul scientifique utilisé et de l'absence de prise en compte des incertitudes sur les modèles physiques dominants associés.

REFERENCES DE LA LETTRE CODEP-DCN-2020-018283 – ANNEXE 3

- [1] Directives techniques pour la conception et la construction de la prochaine génération de réacteurs nucléaires à eau sous pression, adoptées pendant les réunions plénières du GPR et des experts allemands les 19 et 26 octobre 2000, mars 2004
- [2] Décret n° 2007-534 du 10 avril 2007 autorisant la création de l'installation nucléaire de base dénommée Flamanville 3
- [3] Directive n° 2014/68/UE du 15/05/14 relative à l'harmonisation des législations des États membres concernant la mise à disposition sur le marché des équipements sous pression
- [4] Arrêté du 30 décembre 2015 modifié relatif aux équipements sous pression nucléaires et à certains accessoires de sécurité destinés à leur protection
- [5] Rapport de sûreté de Flamanville 3 pour la demande de mise en service dans sa version consolidée du 30/04/2019
- [6] Courrier du Président-Directeur Général d'EDF du 16 mars 2015 – Flamanville 3 demande d'autorisation de mise en service
- [7] Bilan de qualification aux conditions accidentelles et à l'accident grave des chaînes électromécaniques classées de sûreté de l'EPR (Propriété EDF) - ECEMA102313 indice E datant du 28 octobre 2014
- [8] Courrier ASN CODEP-DCN-2017-018889 datant du 9 juin 2017 : « Flamanville 3, réacteur de type EPR (INB 167) – Évaluation de la méthodologie de qualification des équipements aux conditions accidentelle – hors accident grave : familles d'ambiance, profils de qualification P/T, hypothèses pour le calcul des doses accidentelles et liste des équipements à qualifier à l'ambiance accidentelle »
- [9] Courrier ASN CODEP-DCN-2018-037337 datant du 26 novembre 2018 : « Flamanville 3, réacteur de type EPR (INB 167) – Méthodologie de qualification des équipements aux conditions d'accident grave »
- [10] Lettre ASN CODEP-DCN-2017-003188 du 8 février 2017, « Flamanville 3, réacteur de type EPR, Évaluation de notes de synthèse de qualification et de programmes particuliers de qualification d'un premier lot d'équipements électriques »
- [11] Lettre ASN CODEP-DCN-2018-003903 du 22 février 2018 : « Flamanville 3, réacteur de type EPR, Évaluation de notes de synthèse de qualification et de programmes particuliers de qualification d'un second lot d'équipements électriques - Qualification fonctionnelle renforcée des composants électriques programmés réalisant des fonctions de sûreté classées F1 »
- [12] Lettre ASN CODEP-DCN-2019-001268 du 22 mars 2019 : « Flamanville 3, réacteur de type EPR (INB 167) – Examen de notes de synthèse de qualification pour un premier lot d'équipements mécaniques (robinetterie) »
- [13] Lettre ASN CODEP-DCN—2019-023736 du 1er octobre 2019 : « Flamanville 3, réacteur de type EPR (INB 167) - Examen de notes de synthèse de qualification pour un second lot d'équipements mécaniques (pompes) »