



DIRECTION DES CENTRALES NUCLEAIRES

Montrouge, le 18 décembre 2014

Réf. : CODEP-DCN-2014-057234**Monsieur le Directeur
Centre National d'Équipement Nucléaire
(CNEN)
EDF
97 avenue Pierre Brossolette
92129 MONTROUGE****Objet : Flamanville 3 (réacteur de type EPR)
Règles d'études d'accident hors piscine de désactivation**

- Réf. :**
- [1] Courrier EDF ECESN110124 du 7 octobre 2011 : EPR FA3 - Transmission de la 3^{ème} version de travail du dossier de demande de mise en service
 - [2] 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
 - [3] Courrier ASN DGSNR/SD2/n° 0729/2004 du 28 septembre 2004 relatif aux options de sûreté du projet de réacteur EPR
 - [4] Courrier EDF D503913013697 du 16/12/2013 : Réponse à l'analyse détaillée par l'IRSN du sous-chapitre 15.0 du RDS version 2 du DMES

Monsieur le Directeur,

Le chapitre 15 du projet de rapport de sûreté du réacteur n°3 de Flamanville transmis par courrier en référence [1] détaille les études des conditions de fonctionnement de référence (PCC) liées à ce réacteur. Quatre catégories de PCC sont définies suivant leur fréquence annuelle estimée :

- l'exploitation normale (PCC-1) ;
- les transitoires de référence (PCC-2, fréquence estimée supérieure à 10^{-2} /réacteur.an) ;
- les incidents de référence (PCC-3, fréquence estimée comprise entre 10^{-4} et 10^{-2} /réacteur.an) ;
- les accidents de référence (PCC-4, fréquence estimée comprise entre 10^{-6} et 10^{-4} /réacteur.an).

Le sous-chapitre 15.0, intitulé « hypothèses et exigences pour les études des conditions de fonctionnement de référence », présente notamment le domaine couvert et la liste des PCC ainsi que les règles d'études d'accidents utilisées pour l'analyse de ces différentes conditions.

Concernant ce dernier point, vous précisez les critères d'acceptation retenus, les états physiques, les méthodes d'études, les conditions initiales, la façon dont sont pris en compte les actions des opérateurs, les systèmes mécaniques, électriques, le contrôle-commande, les aggravants, la maintenance préventive et le manque de tension externe.

Le sous-chapitre 15.0 fixant les conditions de réalisation des études d'accident, l'ASN a examiné différents points – hors piscine de désactivation du bâtiment combustible – portant notamment sur :

- le rôle des études PCC dans la démarche de sûreté ;
- les événements déclencheurs considérés et les justifications retenues pour l'élaboration des PCC ;
- les exigences et critères d'acceptation retenus ;
- les règles d'études choisies pour la réalisation des études PCC.

Précédemment, par courrier en référence [3], l'ASN vous avait communiqué sa position quant aux options de sûreté du projet de réacteur EPR et vous a transmis les directives techniques en référence [2]. L'ASN s'est donc également attachée à examiner la prise en compte des dispositions prévues dans ces documents lors de l'examen du chapitre 15.0 de votre dossier.

A l'issue de son analyse menée avec son appui technique, l'ASN considère que le sous-chapitre 15.0 – hors sous-chapitre 15.0.3 relatif à la piscine de désactivation du bâtiment combustible – tel que rédigé dans le dossier transmis par courrier en référence [1] est insuffisamment détaillé pour justifier les PCC finalement retenus. De plus, l'ASN constate l'absence de certains événements déclencheurs, l'absence d'exigences ou de critères pour certains PCC sans justification acceptable, ainsi qu'une absence de gradation des exigences sur différents points entre les incidents et accidents de référence. Enfin, par rapport aux dispositions prévues dans les directives techniques en référence [2], des compléments doivent être apportés.

Au cours de l'instruction, les différents échanges que vous avez eus avec l'ASN et son appui technique vous ont amené, par courrier en référence [4], à prévoir des actions visant à répondre à certaines demandes.

Par conséquent, l'ASN vous demande de modifier le sous-chapitre 15.0 du rapport de sûreté du réacteur n° 3 de Flamanville, en prenant en compte les actions annoncées dans votre courrier en référence [4] et les demandes figurant en annexe du présent courrier. Ces modifications devront être intégrées dans le dossier qui sera transmis avec la demande d'autorisation de mise en service de ce réacteur. Elles rendent par ailleurs nécessaires des modifications des études du chapitre 15, qui devront être apportées aux échéances précisées dans l'annexe au présent courrier.

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

Le directeur de la DCN,

Thomas HOUDRÉ

Demandes de l'ASN

A. Liste des conditions de fonctionnement de dimensionnement (PCC) et justifications associées

La démarche ayant abouti à la liste des PCC retenues dans le rapport de sûreté (RDS) du réacteur n° 3 de Flamanville transmis par courrier en référence [1] comporte plusieurs étapes : élaboration d'une première liste en préalable à la phase de conception, évolutions lors de la phase de conception et intégration des remarques instruites lors de différents réunions du groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires (GPR). Lors de l'instruction notamment au cours de ces différentes réunions du GPR, EDF a fourni des justifications sur la logique et les étapes ayant abouti à cette liste. Cependant, la lecture du RDS ne permet pas de comprendre cette logique et les étapes ayant abouti à cette liste.

A.1. L'ASN vous demande de présenter dans le RDS la logique et les conclusions des principales étapes de la démarche suivie pour élaborer la liste des PCC.

Concernant la liste des événements déclencheurs retenus, l'ASN constate les absences suivantes :

- le retrait de toutes les grappes à la levée du couvercle de cuve : cet événement n'est pas intégré à la liste des PCC alors qu'il est actuellement répertorié comme l'un des trois événements de votre référentiel criticité ;
- l'ouverture intempestive d'une ligne de dépressurisation du circuit primaire principal dans les états en puissance, arrêt à chaud et arrêt intermédiaire sur générateurs de vapeur (état A) ; cet événement ne figure pas dans la liste des PCC, alors que les directives techniques en référence [2] demandent de l'introduire à moins qu'une justification précise puisse être présentée. Or, l'ASN considère que les éléments transmis par EDF visant à justifier que cet événement serait couvert par les études d'accident de perte de réfrigérant primaire (APRP) ne sont pas acceptables pour la phase court terme, compte tenu entre autres des vitesses de dépressurisation plus élevées dans le cas de l'ouverture d'une ligne de dépressurisation.

A.2.1. L'ASN vous demande de retenir, dans la liste des PCC, le retrait de toutes les grappes à la levée du couvercle de cuve.

A.2.2. En ce qui concerne l'événement « ouverture intempestive d'une ligne de dépressurisation du circuit primaire principal dans l'état A », l'ASN vous demande :

- soit de justifier son exclusion ;
- soit de le retenir dans la liste des PCC.

En cas d'impossibilité d'exclusion de cet événement déclencheur, l'ASN vous demande de lui transmettre les études associées dans le cadre du dossier de demande d'autorisation de mise en service.

Par ailleurs, la justification de la liste des PCC retenue consiste à mentionner une note citée en référence et datant de 2001. Ce document ne permet ni de justifier l'exhaustivité des événements déclencheurs uniques couverts ni le bien-fondé de l'exclusion d'autres événements déclencheurs ni les regroupements effectués. De plus, des évolutions techniques ont affecté la conception de l'installation depuis 2001.

A.3. Compte tenu des demandes ci-dessus et des évolutions intervenues au niveau de la conception, des données de fiabilité et des durées associées aux différents états du réacteur, l'ASN vous demande de présenter dans le sous-chapitre 15.0 du RDS l'ensemble des événements déclencheurs possibles et de justifier, avec les données à jour et en prenant en compte les dispositions mentionnées dans les directives techniques en référence [2], les événements exclus, les regroupements et les classifications effectuées conduisant à l'élaboration de la liste des PCC.

B. Exigences et critères associés

B.1. Généralités

Le sous-chapitre 15.0 tel que transmis présente les critères techniques d'acceptation pour les PCC-2, PCC-3 et PCC-4 (hors accident APRP) et les critères particuliers utilisés pour les accidents d'éjection de grappe et d'APRP. Cependant, les critères spécifiques relatifs aux ruptures de tubes de générateurs de vapeur (RTGV) ainsi que ceux relatifs aux événements caractérisés par une perte d'intégrité du circuit secondaire ne sont pas mentionnés.

B.1.1. L'ASN vous demande de présenter dans le sous-chapitre 15.0 l'ensemble des exigences et critères techniques d'acceptation associés aux études PCC, y compris ceux relatifs aux RTGV et ceux caractérisés par une perte d'intégrité du circuit secondaire.

B.2. Gradation des critères

L'ASN constate l'absence de gradation des critères d'acceptation entre les PCC-3 et les PCC-4. Or, l'ASN considère que les critères d'acceptation doivent être gradués entre les différentes catégories de PCC de manière à garantir des conséquences d'autant plus limitées que la fréquence estimée d'apparition d'un événement déclencheur est élevée. Ce principe de gradation des critères est notamment exprimé dans le niveau de référence E.7.1. publié en 2008 par l'association WENRA : « *Radiological and technical acceptance criteria shall be assigned to each plant state such that frequent initiating events shall have only minor or no radiological consequences and that events that may result in severe consequences shall be of very low frequency* ».

B.2.1. L'ASN vous demande de définir des critères spécifiques pour les PCC-3 de manière à maintenir la gradation des dommages acceptables sur le cœur pour ces situations par rapport à ceux acceptables pour les PCC-4.

Les nouvelles études associées à la mise en œuvre de ces nouvelles exigences et de ces nouveaux critères devront être jointes au plus tard au dossier de fin de démarrage.

Ainsi, l'ASN considère que l'exigence de sûreté fixée actuellement pour les PCC-3 et PCC-4 (hors accident APRP) consistant à limiter la dégradation du gainage du combustible ne peut se traduire, pour les crayons susceptibles d'entrer en crise d'ébullition, par un critère d'acceptation unique.

B.2.2. En application du principe de gradation des critères, l'ASN vous demande de définir une exigence relative aux PCC-3 afin de limiter les dommages causés par la crise d'ébullition à un faible pourcentage des éléments combustibles et de la décliner sous la forme d'un critère technique d'acceptation limitant le nombre de crayons entrant en crise d'ébullition, à une valeur inférieure que celle que vous avez retenue pour les PCC-4.

Les nouvelles études justifiant le respect de ce nouveau critère technique d'acceptation devront être jointes au plus tard au dossier de fin de démarrage.

De la même façon, vous prévoyez, pour les PCC-3 et les PCC-4, que la fraction fondue du combustible ne doit pas dépasser 10 % en volume au point chaud du cœur.

De plus, l'ASN constate que les études de conséquences radiologiques des PCC-3 actuellement réalisées ne considèrent pas de fusion du combustible.

B.2.3. L'ASN vous demande d'assurer une cohérence entre les critères retenus dans les études des conséquences radiologiques des PCC-3 et les critères techniques d'acceptation des études PCC-3, introduisant une exigence d'absence de fusion du combustible dans les études d'accident PCC-3.

Les études associées à ces nouveaux critères devront être jointes au dossier de demande de mise en service.

B.3. Critères en cours d'élaboration

Concernant le risque d'interaction mécanique pastille-gaine en PCC-2, vous avez transmis la note EDF ENCNTC120106 indice A présentant les principes généraux de la méthode d'analyse thermomécanique de l'accident de retrait incontrôlé de groupes de grappes de contrôle à puissance nulle, utilisant notamment un critère de déformation maximale de la gaine de combustible. Cependant, ce critère n'est pas répertorié dans le sous-chapitre 15.0 du RDS.

B.3.1. L'ASN vous demande de mentionner dans le sous-chapitre 15.0 du RDS les critères techniques d'acceptation retenus pour la démonstration de la tenue mécanique des crayons de combustible lors d'un accident de retrait incontrôlé de groupes de grappes de contrôle à puissance nulle.

Par ailleurs, dans le cadre de l'instruction sur la méthode rénovée d'étude de l'accident d'éjection de grappe, l'ASN vous a demandé, par courrier référencé CODEP-DCN-2010-049305 du 24 janvier 2011, d'apporter, « *dans le cadre de la demande d'autorisation de mise en service de ce réacteur, les éléments complémentaires justifiant la tenue en situation d'éjection de grappe des crayons des assemblages de combustible dont l'épuisement moyen est compris entre 33 et 47 GWj/tU* ».

B.3.2. L'ASN vous demande de mentionner dans le sous-chapitre 15.0 du RDS les critères techniques d'acceptation retenus pour justifier la tenue des crayons des assemblages d'épuisement compris entre 33 et 47 GWj/tU au cours d'un accident d'éjection de grappe. Les études justifiant du respect de ces critères devront être fournies au minimum un an avant l'atteinte du taux d'épuisement moyen de 33 GWj/t pour l'assemblage de combustible le plus irradié présent dans le cœur du réacteur.

B.4. Réservoir de décharge du pressuriseur

Par courrier en référence [4], vous avez indiqué qu'un critère opérationnel pour juger de la tenue du réservoir de décharge du pressuriseur (RDP) sera ajouté à la liste des critères d'acceptation présentés dans le sous-chapitre 15.0 du RDS.

Les événements déclencheurs PCC-2 actuellement présentés dans le RDS et susceptibles de conduire au remplissage et à la rupture de ce réservoir font l'objet d'une étude « moyen terme » dans l'objectif de vérifier sa tenue. Cependant, malgré le risque de rejets dans l'enceinte de confinement en cas de rupture de ce réservoir, vous n'associez pas au critère opérationnel prévu une exigence d'intégrité du réservoir en PCC-2. L'ASN constate que dans de tels cas, seule la 3^{ème} barrière ferait obstacle à un rejet dans l'environnement, ce qui est contraire aux exigences fixées dans le chapitre 15.0. L'ASN estime donc nécessaire d'inscrire une exigence d'intégrité du RDP en PCC-2.

B.4.1. L'ASN vous demande d'ajouter une exigence d'intégrité du RDP en PCC-2 à la liste des exigences présentées dans le sous-chapitre 15.0 du RDS.

B.5. Interaction pastille – gaine (IPG)

Les directives techniques en référence [2] indiquent qu'« *il serait judicieux d'éliminer par la conception du combustible le risque de ruptures de gaines résultant d'interactions pastille gaine durant les transitoires de référence, sans restriction sur l'exploitation du réacteur (suivi de charge, fonctionnement prolongé à puissance réduite)* ». A ce jour, il ne vous a pas été possible de garantir l'absence de rupture de gaines du combustible par interaction pastille-gaine assistée par corrosion sous contrainte en PCC-2.

Les études IPG réalisées ont pour rôle de déterminer des seuils de protection, de limitation et de surveillance spécifiquement adaptés à la prise en compte de ce phénomène et de définir des limites en termes de fonctionnement prolongé à puissance intermédiaire. Ces études sont actuellement présentées dans le chapitre 19 du RDS du réacteur n° 3 de Flamanville, relatif à la réduction du risque.

L'ASN considère que le phénomène IPG doit être considéré dans l'analyse des PCC-2, au même titre que les autres phénomènes susceptibles de conduire à une perte d'intégrité de la première barrière.

B.5.1. Par conséquent, l'ASN vous demande d'intégrer le risque de perte d'intégrité de gaine par interaction entre la pastille et la gaine dans le sous-chapitre 15.0 du RDS. Il conviendra de décliner en critères techniques d'acceptation l'exigence d'absence de perte d'intégrité associée à ce phénomène pour les transitoires de référence et de préciser les règles particulières attachées à ces études. Cette demande devra être traitée au plus tard dans le cadre du dossier de fin de démarrage.

B.5.2. De plus, l'ASN vous demande d'intégrer les études relatives au phénomène d'IPG pour les transitoires de référence dans le chapitre 15 du RDS. Cette demande devra être traitée au plus tard dans le cadre du dossier de fin de démarrage.

B.6. Exigences et critères relatifs à la maîtrise de la réactivité

Les directives techniques en référence [2] considèrent deux états physiques particuliers, l'état contrôlé et l'état d'arrêt sûr.

Dans l'état contrôlé, le cœur du réacteur est sous-critique, l'évacuation de la puissance est assurée à court terme, l'inventaire en eau du cœur est stable et les rejets radioactifs restent tolérables. Les directives techniques prévoient cependant qu'un retour en criticité de courte durée avant les actions de l'opérateur, conduisant seulement à une puissance neutronique faible, pourrait être accepté au cas par cas. Cela permet de couvrir les PCC de type « refroidissement incontrôlé », au cours desquels un retour aux conditions critiques est susceptible de se produire.

Dans l'état d'arrêt sûr, le cœur est sous-critique, la chaleur résiduelle est évacuée durablement et les rejets radioactifs restent tolérables.

S'il peut être acceptable qu'une condition de 4^{ème} catégorie, telle que la rupture d'une tuyauterie vapeur fasse exception à l'exigence de maintien de la sous-criticité après l'intervention de l'arrêt automatique du réacteur, une condition de 2^{ème} catégorie, beaucoup plus fréquente, n'a pas lieu de faire exception au principe général défini dans les directives techniques en référence [2] rappelé ci-dessus et demandant à ce que le cœur du réacteur reste sous-critique.

B.6.1. Aussi, en application des directives techniques en référence [2] et conformément au principe de gradation des exigences, l'ASN vous demande de retenir une exigence de non-retour en criticité après arrêt automatique du réacteur pour les PCC-2 initiés en état « réacteur en production ».

Les justifications relatives au respect de cette exigence devront être fournies au plus tard dans le cadre du dossier de demande d'autorisation de mise en service.

De plus, pour les exceptions au non-retour en criticité dans l'état contrôlé telles que prévues dans les directives techniques en référence [2] et conformément au principe de gradation des exigences, l'ASN considère que l'acceptabilité d'un retour en criticité après un arrêt automatique du réacteur pourrait être considéré après examen particulier pour les incidents et accidents de référence (PCC-3 et PCC-4). Cependant, pour ces conditions de fonctionnement, le niveau de puissance atteint ne devrait pas conduire à endommager la première barrière de confinement.

B.6.2. L'ASN vous demande de définir les exigences à respecter afin de limiter, d'une part, l'endommagement de la première barrière en cas de retour en criticité et, d'autre part, de garantir le retour à un état sous-critique sans action manuelle des opérateurs pour les PCC-3 et PCC-4 initiés en état « réacteur en production ».

Les justifications relatives au respect de ces exigences devront être fournies au plus tard dans le cadre du dossier de demande d'autorisation de mise en service.

Par ailleurs, vous n'avez défini dans le sous-chapitre 15.0 ni d'exigence associée en termes de sous-criticité pour l'état contrôlé, ni de critère technique d'acceptation garantissant une marge à la criticité en état d'arrêt sûr.

B.6.3. L'ASN vous demande de définir dans le sous-chapitre 15.0 du RDS :

- **une exigence de sous-criticité associée à l'état contrôlé et de la décliner en critère d'acceptation,**
- **un critère technique d'acceptation permettant de maintenir une marge à la criticité en état d'arrêt sûr.**

Les justifications relatives au respect de ces exigences et critères devront être fournies au plus tard dans le cadre du dossier de demande d'autorisation de mise en service.

Enfin, les directives techniques en référence [2] prévoient qu'une « *attention appropriée doit être portée aux transitoires, incidents et accidents de référence survenant dans les états d'arrêt, en tenant compte des conditions de fonctionnement spécifiques associées, notamment la possible indisponibilité de certaines des barrières et de certains des systèmes de sûreté* ». Cependant, aucune exigence ni critère d'acceptation ne sont actuellement présentés dans le sous-chapitre 15.0 du RDS pour ce qui concerne la maîtrise de la réactivité.

B.6.4. L'ASN vous demande de définir des exigences relatives à la maîtrise de la réactivité pour les PCC initiés dans les états du réacteur où le cœur est initialement sous-critique (à l'exception de la recherche de la criticité) et de les décliner en critères techniques d'acceptation dans le sous-chapitre 15.0 de votre RDS.

Les justifications relatives au respect de ces exigences et critères techniques devront être fournies au plus tard dans le cadre du dossier de demande d'autorisation de mise en service.

C. Règles et méthodes d'étude pour l'analyse des PCC

C.1. Exclusion de matériels

Vous définissez dans votre RDS trois exceptions à la règle de l'aggravant unique :

- la défaillance à l'ouverture des clapets des accumulateurs ;
- la défaillance à la fermeture d'une vanne d'isolement des tuyauteries de vapeur principale en cas de rupture d'un ou plusieurs tubes de générateurs de vapeur ;
- la non-refermeture d'une soupape de sûreté du pressuriseur après sa sollicitation.

Les directives techniques en référence [2] prévoient la possibilité d'exclure des défaillances actives uniques lors de l'application du critère de défaillance unique pour la conception des systèmes, mais précisent que « *de telles exclusions doivent être clairement justifiées par des méthodes appropriées en relation avec des dispositions de conception et d'exploitation précises, tenant compte de l'expérience d'exploitation* » et que « *les justifications devraient inclure une analyse des conséquences de la défaillance avec des hypothèses réalistes* ».

C.1.1. En cohérence avec les dispositions prévues dans les directives techniques en référence [2], l'ASN vous demande d'intégrer dans le sous-chapitre 15.0 du RDS les éléments justifiant l'exclusion des défaillances matérielles de la liste des aggravants possibles.

C.2. Règles d'étude des PCC avec cumul de manque de tension externe

Les directives techniques en référence [2] prévoient que « *les transitoires, incidents et accidents de référence (à l'exception de ceux initiés par une action humaine), doivent être étudiés en supposant la perte des alimentations électriques externes au moment le plus défavorable* ». Pour les PCC survenant en puissance, le manque de tension externe est postulé à l'instant le plus pénalisant entre les trois instants suivants, appelés instants « conventionnels » : « événement initiateur, déclenchement turbine ou signal d'injection de sécurité ». Or, aucun élément ne permet de justifier que le moment le plus défavorable, tel que demandé par les directives techniques en référence [2], est nécessairement l'un de ces trois instants.

C.2.1. L'ASN vous demande de justifier que l'instant le plus pénalisant entre les trois instants conventionnels choisis correspond à l'instant le plus défavorable demandé par les directives techniques en référence [2]. En cas d'impossibilité, vous veillerez alors à choisir l'instant le plus défavorable et à modifier les règles d'étude des PCC avec cumul de manque de tension externe prévues dans le sous-chapitre 15.0 du RDS.