



DIRECTION DES CENTRALES NUCLEAIRES

Paris, le 2 mai 2011

Réf. : CODEP-DCN-2011-013376

Monsieur le Directeur
Division Production Nucléaire
EDF
Site Cap Ampère – 1 place Pleyel
93 282 SAINT-DENIS CEDEX

Objet : Réacteurs électronucléaires REP d'EDF,
Orientations pour l'évolution du référentiel d'étude de l'Accident de Perte de Réfrigérant Primaire (APRP).

Réf. : [1] Lettre CODEP-DCN-2010-005436 du 25 février 2010
[2] Avis CODEP-MEA-2010-028862 du 31 mai 2010
[3] Lettre ENSNDR100114 du 08 juillet 2010

Monsieur le Directeur,

Le référentiel d'étude américain 10 CFR 50.46 et l'appendice K destiné à l'étude de l'accident de perte de réfrigérant primaire (APRP) ont été utilisés à l'occasion de la construction des premiers réacteurs électronucléaires d'EDF sous licence Westinghouse. Ce référentiel définit notamment le transitoire et la taille de brèche de référence (brèche guillotine doublement débattue de la tuyauterie primaire) utilisés pour dimensionner le système d'injection de sécurité (RIS) qui permet d'assurer le refroidissement du cœur en cas d'APRP.

L'adoption de nouveaux matériaux de gainage, l'augmentation des taux de combustion du combustible dans les réacteurs français, la mise en évidence de nouveaux phénomènes physiques par les programmes de recherche consacrés à l'APRP, ainsi que la révision en cours de ce référentiel aux États-Unis, ont poussé l'ASN et son appui technique à engager une réflexion sur la nécessité de mettre à jour et de faire évoluer le référentiel d'étude de l'APRP.

Comme annoncé dans ma lettre en référence [1], le Groupe Permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires (GPR) s'est réuni à la demande de l'ASN afin de se prononcer sur les orientations à retenir pour l'évolution du référentiel d'étude de l'APRP.

Sur la base d'un rapport d'expertise préparé par l'IRSN à la demande de l'ASN et faisant suite à la réunion de cadrage du 5 novembre 2009, le GPR a plus particulièrement examiné les sujets suivants :

- les propositions d'évolution des scénarios et règles d'études ;
- la pertinence et la suffisance des exigences et critères de sûreté ou de découplage ;

Le GPR a rendu son avis en référence [2] à l'issue de la réunion du 6 mai 2010.

Certains points soulevés au cours de l'instruction ont fait l'objet de positions et de propositions d'action de votre part par lettre en référence [3].

Position de l'ASN :

L'ASN note que des travaux de synthèse importants de l'état des connaissances sur le comportement du combustible en APRP ont été réalisés par l'IRSN et par EDF. Ces travaux ont permis de mettre en évidence certaines difficultés dans la démonstration de sûreté, notamment la mise en cohérence de la démonstration du refroidissement du combustible et du maintien d'une géométrie refroidissable du cœur en cas d'APRP.

*

Brèches à prendre en compte

En ce qui concerne l'évolution de la taille maximale de la brèche à considérer, l'ASN note que l'instruction menée en préparation de la réunion du GPR du 6 mai 2010 n'a pas permis de conclure définitivement sur ce point.

EDF soutient l'évolution vers une taille de brèche de transition, qui repose sur l'hypothèse d'une variation de la fréquence d'occurrence d'une brèche en fonction du diamètre de la tuyauterie affectée. L'ASN constate que l'existence d'un lien direct entre cette fréquence et le diamètre de tuyauterie n'est pas démontrée à ce stade sur des bases physiques avérées.

Cependant, l'évolution vers une telle taille de brèche, inspirée des réflexions américaines, pourra éventuellement faire l'objet d'analyses complémentaires en vue d'examiner notamment les conditions de sa transposabilité dans le contexte français. D'autres observations de l'ASN sur cette approche sont données en annexe.

L'ASN considère que le scénario d'évolution fondé sur la démarche d'exclusion de rupture n'est pas recevable. La démarche d'exclusion de rupture n'est pas applicable aux réacteurs actuellement en service du fait qu'elle repose en partie sur des dispositions de conception, de réalisation et de contrôle qui n'ont pas été appliquées à ces réacteurs.

L'ASN estime donc qu'il n'est pas envisageable d'apporter une démonstration robuste d'absence de risque de rupture pour les réacteurs du parc en exploitation.

Le scénario dit « brèches mécaniques » repose sur l'identification des zones les plus sensibles au risque de rupture, pour chaque palier de réacteurs. L'ASN considère qu'il est difficile de prévoir les modes de dégradations et l'évolution à terme de dégradations déjà constatées.

Dès lors, la mise en œuvre de ce scénario n'est pas recevable en l'absence de justifications complémentaires. L'ASN souligne l'ampleur de ces justifications et l'incertitude pour EDF d'apporter une démonstration suffisante pour obtenir une position favorable de l'ASN en vue de son utilisation.

L'ASN considère que le scénario d'évolution consistant à retenir les brèches à débatement limité (ou longitudinales dans certains cas) utilisées pour l'analyse du comportement mécanique des structures internes de la cuve et des assemblages de combustible doit être approfondi et nécessite préalablement de vérifier le bon dimensionnement des dispositifs anti-débatement et le maintien de leurs capacités dans le temps. Ce point fait l'objet de la demande D1 en annexe.

Règles d'études de l'APRP

Concernant les règles d'études de l'APRP, l'ASN estime que :

- le cumul d'une situation de Manque De Tension Externe (MDTE) doit être conservé pour l'analyse de l'APRP, comme pour l'ensemble des accidents de catégorie 4 (accidents hypothétiques) ;
- la proposition d'EDF de ne pas considérer la défaillance à court terme de la partie mécanique des disjoncteurs des pompes primaires n'est pas recevable du fait qu'il n'est pas démontré que la défaillance de la partie mécanique soit moins probable que celle de la partie électrique ;
- le principe d'utilisation de méthodes pour lesquelles certains paramètres pris en compte dans la démonstration de sûreté font l'objet d'un traitement statistique est recevable. Cependant, le bien-fondé d'un traitement statistique devra être justifié pour chaque paramètre.

Évolution des critères de sûreté

Concernant le maintien d'une géométrie refroidissable du cœur en APRP, deux modes d'endommagement possibles du combustible ont été examinés :

- le gonflement des gaines de combustible conduisant au bouchage partiel des canaux de circulation du fluide (mode ductile) d'une part ;
- la rupture à la suite du choc thermique de la trempe des gaines de combustible fragilisées par l'oxydation haute température en phase vapeur (mode fragile) d'autre part.

Dans le référentiel actuel, l'exigence de conservation d'une géométrie refroidissable du cœur en mode fragile se traduit par une exigence de tenue de la gaine à la trempe. Le respect de cette exigence est assuré par la vérification de deux critères portant sur la température maximale de gaine et sur le taux d'oxydation total garantissant l'absence de fragmentation de la gaine.

Sans remettre en cause cette approche, l'ASN estime qu'il conviendra, pour fixer les critères de sûreté, de considérer les chargements mécaniques additionnels susceptibles d'intervenir pendant la trempe. Ce point fait l'objet de la demande D3 en annexe.

En mode ductile, dans le référentiel actuel d'étude de l'APRP, il n'existe pas de critère de sûreté spécifique associé à l'exigence de conservation d'une géométrie refroidissable du cœur en présence de bouchage.

L'ASN estime qu'en l'état actuel des connaissances, il n'est pas nécessaire qu'un critère spécifique au mode ductile soit défini dans le cadre des évolutions envisagées du référentiel d'étude de l'APRP.

Des compléments de connaissances doivent cependant être recherchés sur les phénomènes physiques mis en jeu, notamment les conséquences des contacts entre crayons de combustible ballonnés et les élévations de température qui pourraient en résulter.

Phénomènes physiques à prendre en compte dans l'étude de l'APRP

L'ASN note que les phénomènes physiques (notamment les phénomènes de ballonnement des gaines et de relocalisation du combustible) ainsi que les paramètres thermohydrauliques à retenir dans le cadre de l'évolution du référentiel APRP sont relativement bien identifiés.

Il conviendra qu'EDF précise les modalités de leur prise en compte dans la démonstration de sûreté.

Demandes de l'ASN :

L'ASN souhaite qu'EDF énonce clairement les gains pour la sûreté et les impacts sur la démonstration de sûreté liés à ces évolutions du référentiel d'étude de l'APRP.

L'annexe du présent courrier précise les demandes et les observations de l'ASN relatives à la révision du référentiel d'étude de l'APRP d'EDF.

Enfin, l'ASN demande à EDF de lui transmettre le référentiel révisé dans des délais compatibles avec son examen par le GPR avant son utilisation lors du quatrième réexamen de sûreté des réacteurs du palier de 900 MWe.

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

Pour le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire,
par délégation,
Le directeur général adjoint,


Jean-Luc LACHAUME

LISTE DE DIFFUSION

Copies externes :

- Groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires/M. le Président
- IRSN/DSR
- IRSN/DSR/ST3C
- EDF/DPN
- EDF/DIN

Copies internes :

- DG : O.Gupta
- DCN : T. Houdré, J.Devos, A.Vacheron, S.Peiro, S.Hugon
- DEP : S.Crombez
- MEA : Secrétariat des GPE
- Toutes les divisions territoriales en charge du contrôle de la sûreté nucléaire des REP

Demandes de l'ASN

I. Évolution des scénarios et des règles d'études

Concernant le scénario fondé sur les brèches conventionnelles à débattement limité, il est nécessaire de démontrer que les défaillances des dispositifs anti-débattements sont exclues afin de pouvoir valoriser ceux-ci dans la démonstration.

Il est aussi nécessaire d'apporter les compléments de démonstration pour traiter les cas particuliers, comme celui du réacteur de Fessenheim 1, pour lesquels la présence de systèmes anti-débattements n'est pas nécessairement suffisante pour exclure certaines brèches importantes ou qui conduisent à des hypothèses de temps d'ouverture ou de taille de brèche spécifiques.

D1- L'ASN vous demande de compléter, conformément aux considérations développées ci-dessus, votre argumentation technique visant à démontrer l'acceptabilité du scénario de brèches à débattement limité (ou longitudinales dans certains cas).

II. Évolution des exigences et des critères

L'ASN rappelle que l'exigence de conservation d'une géométrie refroidissable du cœur en cas de brèche primaire requiert de démontrer que le comportement des crayons de combustible n'entrave pas la possibilité de leur refroidissement à court, moyen et long terme et que le comportement mécanique des assemblages de combustible et des structures internes de la cuve permet de maintenir leurs fonctions (supportage, répartition du débit et guidage des grappes). Cette démonstration doit être réalisée pour les tailles de brèches retenues.

L'ASN considère qu'EDF doit tenir compte des conditions d'exploitation des réacteurs (incluant la prolongation de cycle) ainsi que de l'effet de l'irradiation dans sa démonstration.

D2- L'ASN vous demande de tenir compte des conditions d'exploitation des réacteurs (incluant la prolongation de cycle) ainsi que de l'effet de l'irradiation sur le comportement des structures afin de démontrer que les deux conditions suivantes sont remplies pour les tailles de brèches retenues :

- le comportement des crayons de combustible n'entrave pas la possibilité du refroidissement du cœur à court, moyen et long terme ;
- le comportement mécanique des assemblages de combustible et des structures internes de la cuve permet de maintenir leurs fonctions (supportage, répartition du débit et guidage des grappes).

Dans le référentiel actuel, l'exigence de conservation d'une géométrie refroidissable du cœur en mode fragile se traduit par une exigence de tenue de la gaine à la trempe. Le respect de cette exigence est assuré par la vérification de deux critères portant sur la température maximale de gaine (1204 °C) et sur le taux d'oxydation total garantissant l'absence de fragmentation de la gaine (17 %).

Cependant, les essais qui ont servi à l'établissement des critères actuels ne tiennent pas compte des chargements mécaniques additionnels qui pourraient s'appliquer au moment de la trempe.

Compte tenu de l'évolution des connaissances, l'ASN considère que l'exigence à retenir dans le cadre de l'évolution du référentiel est la tenue structurelle de la gaine en prenant en compte les chargements mécaniques additionnels susceptibles d'intervenir pendant la trempe.

D3- L'ASN vous demande de faire évoluer l'exigence de refroidissabilité du cœur en mode fragile vers une exigence de tenue structurelle de la gaine de combustible avec un chargement mécanique additionnel intervenant pendant la trempe. Les scénarios de refroidissement et de chargement seront établis de manière réaliste et l'indicateur de tenue structurelle de la gaine sera défini sur la base de l'exclusion de la rupture franche. Vos propositions seront transmises en vue de l'instruction devant conduire à la tenue de la deuxième réunion du GPR sur l'évolution du référentiel pour l'étude de l'APRP.

* *
*

Observations de l'ASN

III. Scénario fondé sur une brèche de transition

EDF soutient le choix d'un scénario fondé sur une taille de brèche de transition, inspiré des réflexions américaines sur le sujet.

La définition de la brèche de transition par l'Autorité de sûreté américaine (Nuclear Regulatory Commission – NRC) a été établie à partir d'un processus reposant sur des jugements d'experts, qui postule l'existence d'un lien entre le diamètre d'une tuyauterie et la fréquence d'occurrence d'une brèche.

O1- L'ASN considère que l'existence d'un lien entre le diamètre de la tuyauterie et la fréquence d'occurrence d'une brèche n'est actuellement pas démontrée.

EDF s'appuie par ailleurs sur la démonstration de la NRC pour un scénario présentant une fréquence de coupure à 10^{-5} événement/année.réacteur alors que les scénarios d'APRP considérés dans la démonstration de sûreté des réacteurs du parc français présentent une plage de fréquence de 10^{-4} à 10^{-6} événement/année.réacteur.

O2- L'ASN considère que la taille de brèche à retenir est à évaluer vis-à-vis de la probabilité d'occurrence la plus faible.