

Montrouge, le 24 juillet 2014

**Réf. :** CODEP-DCN-2014-032737

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

**Objet :** Réacteurs électronucléaires - EDF  
**Nouveau référentiel d'étude de l'accident par perte de réfrigérant primaire (APRP)**

**Réf. :** [1] Avis du GPR transmis par courrier CODEP-MEA-2010-028862 du 31 mai 2010  
[2] Lettre CODEP-DCN-2011-013376 du 02 mai 2011  
[3] Lettre CODEP-DCN-2013-034482 du 28 août 2013  
[4] Avis du GPR transmis par courrier CODEP-MEA-2014-018590 du 28 avril 2014  
[5] Lettre D305914009142 du 26 mai 2014

Monsieur le Directeur,

L'accident par perte de réfrigérant primaire (APRP) est un accident hypothétique provoqué par une brèche sur une tuyauterie du circuit primaire. Cette brèche a deux conséquences : la première est une chute rapide de la pression dans le circuit primaire soumettant les structures internes de la cuve et les assemblages de combustible à des chargements mécaniques importants, la seconde est une perte en eau du circuit primaire conduisant dans certains cas à un découverture du cœur et à un endommagement du combustible.

L'évolution du référentiel d'étude américain de l'APRP, l'adoption de nouveaux matériaux de gainage du combustible, l'augmentation des taux de combustion du combustible dans les réacteurs français mais aussi la mise en évidence de nouveaux phénomènes physiques par les programmes de recherches liés à cet accident ont conduit l'ASN et son appui technique, l'IRSN, à engager une réflexion sur la nécessité de mettre à jour et de faire évoluer le référentiel d'étude de l'APRP.

C'est dans ce contexte que le groupe permanent d'experts pour les réacteurs (GPR) s'est prononcé, par avis en référence [1], sur les orientations à retenir pour le futur référentiel d'étude de l'APRP. Sur la base du courrier de l'ASN en référence [2] communiquant sa position sur ces orientations et ses demandes et observations en vue de la rénovation du référentiel d'étude de l'APRP, vous avez travaillé à l'élaboration de ce nouveau référentiel, en vue d'une application pour le réexamen de sûreté associé aux quatrièmes visites décennales des réacteurs du palier 900 MWe.

Les évolutions significatives apportées par le nouveau référentiel proposé sont principalement les suivantes :

- scénarios de brèches et règles d'études : vous prévoyez de retenir, pour les analyses mécaniques comme pour les études thermohydrauliques, des brèches guillotines conventionnelles à débattement limité ainsi que des ruptures des piquages connectés au circuit primaire ;
- exigences et critères de sûreté ou de découplage : pendant la phase de dénoyage du cœur du réacteur, le référentiel futur prévoit, tout comme celui actuellement applicable, de vérifier par un calcul que la température maximale des gaines de crayons de combustible reste inférieure à une température limite. Pour ce qui concerne la phase de renoyage, vous avez pris en compte une force axiale dont vous avez estimé la valeur maximale susceptible d'être atteinte durant la trempe et dont l'effet se combine à celui des autres sollicitations liées à la trempe. Comme critère, vous prévoyez de conserver une température limite à laquelle vous associez une limite de taux d'oxydation en transitoire dépendant de la teneur initiale du gainage en hydrogène ;
- principes de la méthode d'étude associée au nouveau référentiel : vous prévoyez une nouvelle méthode d'étude présentant des évolutions majeures, telles que l'utilisation de nouveaux modèles pour représenter le réacteur et un traitement statistique des incertitudes.

Compte tenu de ces évolutions proposées, l'ASN a demandé, par lettre en référence [3], l'avis du GPR sur l'acceptabilité de ce nouveau référentiel d'étude de l'APRP. L'ASN a par ailleurs informé le GPR que sa consultation ne portait que sur la refroidissabilité du cœur – prenant en compte la tenue des internes de cuve et la refroidissabilité du combustible – et que les autres conséquences d'un APRP, telles que la tenue de l'enceinte de confinement, la tenue des structures internes de l'enceinte, l'évaluation des conséquences radiologiques et la qualification des équipements seraient examinées dans le cadre des réexamens de sûreté des différents paliers de réacteurs.

Sur la base d'un rapport d'expertise préparé par l'IRSN, le GPR a rendu son avis en référence [4] à l'issue de la réunion du 17 avril 2014.

Certains points soulevés au cours de l'instruction ont fait l'objet de positions et propositions d'actions de votre part par lettre en référence [5].

\*\*\*

### **Position de l'ASN**

Sous réserves des demandes jointes en annexe au présent courrier et de la réalisation des actions que vous vous êtes engagés à mener par lettre en référence [5], l'ASN juge acceptable le nouveau référentiel d'étude de l'APRP proposé vis-à-vis de la refroidissabilité du cœur.

Dans ces conditions, l'ASN considère que ce nouveau référentiel d'étude de l'APRP doit être appliqué, dans un premier temps, lors du réexamen de sûreté associé aux quatrièmes visites décennales des réacteurs du palier 900 MWe, puis, dans un second temps, à l'ensemble des réacteurs en fonctionnement.

### Scénarios de brèches retenus :

Concernant les scénarios retenus, l'ASN considère comme acceptable l'utilisation des brèches guillotines conventionnelles à débattement limité dans les analyses mécaniques et dans les études thermohydrauliques d'un APRP. De plus, compte tenu de la conception des dispositifs anti-débattement et du retour d'expérience disponible relatif à ces dispositifs, l'ASN estime acceptable de tenir compte de leur présence pour définir les aires des brèches guillotines pour la réalisation des analyses mécaniques.

L'ASN constate que les paramètres « taille de brèche » et « temps d'ouverture » de chaque brèche guillotine ont été déterminés de manière pénalisante, en tenant notamment compte des prolongations de cycle. Cependant, afin de s'assurer de la robustesse des hypothèses retenues, l'ASN estime nécessaire la réalisation d'études de sensibilité de la tenue des structures internes de la cuve et des assemblages de combustible à la taille des brèches et à leurs temps d'ouverture.

Par ailleurs, pour ce qui concerne les études réalisées au titre de la robustesse, l'ASN estime nécessaire de vérifier que la tenue des structures internes de la cuve et des assemblages de combustible permet d'assurer le refroidissement du cœur et la chute des barres de contrôle pour des brèches guillotines plus importantes que celles actuellement retenues dans le nouveau référentiel proposé.

### Exigences et critères de sûreté :

Concernant les exigences et critères retenus pendant la phase de dénoyage du cœur du réacteur, l'ASN considère comme acceptable la proposition de vérifier par un calcul que la température maximale des gaines de combustible reste inférieure à une limite fixée à 1204 °C. Cependant, l'ASN rappelle l'importance de la prise en compte des effets défavorables du gonflement et de l'éclatement des gaines dans cette phase de l'accident et insiste sur la nécessité de les prendre en compte de manière conservatrice dans la nouvelle méthode de calcul prévue ; l'ASN note que, par courrier en référence [5], vous vous êtes engagé en ce sens.

Par ailleurs, compte tenu des caractéristiques des gestions de combustible actuellement en vigueur sur les réacteurs en exploitation en France et des taux de combustion maximaux associés, l'ASN considère que le risque de dispersion de combustible après rupture de gaines de combustible lors de la phase de dénoyage est faible. Cependant, l'ASN estime nécessaire la poursuite de l'analyse des résultats des programmes expérimentaux internationaux, notamment pour les combustibles de type MOX.

Concernant les exigences et critères retenus pendant la phase de renoyage du cœur, l'ASN considère la démarche proposée comme acceptable. Compte tenu du fait qu'une des limites proposées repose sur des essais, l'ASN prend note que vous avez prévu de transmettre avant sa première application des éléments complémentaires permettant de confirmer la validité de la valeur retenue.

Par ailleurs, l'ASN constate que les éléments fournis au cours de l'instruction sont insuffisants pour montrer que la survenue d'un séisme affectant des gaines de combustible fragilisées après un APRP ne mettrait pas en cause le refroidissement à long terme du cœur du réacteur.

Principes de la méthode d'étude associée au nouveau référentiel :

Concernant la nouvelle méthode d'étude associée au nouveau référentiel, l'ASN considère que vous devrez apporter des éléments de validation des choix de modélisation retenus de manière à démontrer le conservatisme des études. Par ailleurs, l'ASN considère que, même si le traitement statistique des incertitudes des paramètres d'entrée des études constitue une amélioration pour la détermination de valeurs conservatives des paramètres cibles, il conviendra de préserver certains cumuls déterministes d'incertitudes afin de maintenir le caractère conservatif de la démonstration de sûreté.

Enfin, concernant les phénomènes physiques pris en compte dans la nouvelle méthode, l'ASN estime nécessaire la transmission d'éléments justificatifs du caractère représentatif des modèles retenus ainsi que des essais sur lesquels ils sont fondés, afin de justifier le caractère conservatif des études réalisées.

**Demandes**

Vous trouverez en annexe les demandes particulières de l'ASN relatives aux différents thèmes examinés lors de la réunion du GPR.

**L'ensemble des réponses devra être transmis avant le 30 juin 2015 .**

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

La directrice générale adjointe,

**Sophie MOURLON**

Scénarios de brèches retenus :

L'ASN rappelle que la démonstration de la refroidissabilité du cœur en cas d'APRP suppose, d'une part le bon comportement des crayons combustibles lors des phases de dénoyage et de renoyage du cœur et, d'autre part, la tenue des structures internes de la cuve et des assemblages combustibles. En effet, la tenue des structures internes de la cuve est nécessaire à la chute des grappes de commande et à l'écoulement de l'eau provenant des boucles primaires en cas d'APRP.

Ainsi, il apparaît nécessaire de s'assurer de la robustesse de la refroidissabilité du cœur et de la possibilité de chute des barres de contrôle pour des brèches guillotines plus importantes que celles prises en compte dans le nouveau référentiel proposé pour le domaine de dimensionnement.

**[D.1] L'ASN vous demande de compléter l'étude du comportement mécanique des structures internes de la cuve et des assemblages combustibles prévue dans le cadre du nouveau référentiel, en tant que de besoin jusqu'à la brèche guillotine doublement débattue, par des études de sensibilité aux paramètres prépondérants pour établir la robustesse de la refroidissabilité du cœur et de la possibilité de chute des grappes.**

Exigences et critères de sûreté :

L'ASN constate qu'EDF n'a pas apporté à ce jour suffisamment d'éléments justifiant que la survenue d'un séisme affectant des gaines fragilisées après un APRP ne mettrait pas en cause le refroidissement du cœur à long terme. L'ASN rappelle que la survenue de cette agression externe ne peut être exclue dans cette phase de refroidissement à long terme dans la mesure où, après un APRP, le combustible est susceptible de rester longtemps dans le cœur.

**[D.2] L'ASN vous demande de transmettre des éléments de justification visant à montrer qu'un séisme intervenant pendant la phase de refroidissement à long terme après un APRP n'empêcherait pas le refroidissement du cœur.**

Principes de la méthode d'étude associée au nouveau référentiel :

Vous avez développé une nouvelle méthode pour l'étude de l'APRP visant à prendre en compte les objectifs du nouveau référentiel d'étude. Cette nouvelle méthode utilisera un traitement statistique des paramètres qui peuvent être des conditions initiales, des conditions aux limites, des choix de modélisation et des modèles physiques du logiciel. Ce traitement statistique consiste en une propagation des incertitudes de ces paramètres permettant la détermination d'une valeur conservative des paramètres cibles.

L'ASN constate que vous prévoyez de traiter toutes les incertitudes et variabilités par des variables aléatoires et des distributions de probabilité. Or, il paraît nécessaire de bien distinguer les incertitudes de nature aléatoire et de nature épistémique<sup>1</sup>, afin de les traiter de manière adaptée.

---

<sup>1</sup> Les incertitudes de nature épistémiques sont dues à un manque de connaissance et assimilables à un biais, contrairement aux incertitudes de nature aléatoire, dues à la variation naturelle des phénomènes.

En effet, la modélisation des incertitudes épistémiques par des variables aléatoires doit faire l'objet d'un examen particulier, compte tenu du fait que le caractère conservatif de son traitement sous forme d'une variable aléatoire n'est pas acquis.

**[D.3] L'ASN vous demande d'assurer le conservatisme des études de sûreté faites selon la méthode statistique en traitant les incertitudes, en particulier épistémiques, les plus influentes de manière déterministe ou par une démarche permettant de définir un intervalle de variation pénalisant.**