

**GROUPE PERMANENT D'EXPERTS  
POUR LES REACTEURS NUCLEAIRES**

**Avis**

**relatif à la révision du référentiel d'étude de l'accident de perte  
de réfrigérant primaire (APRP)**

6 mai 2010

## I

Conformément à la demande du Président de l'Autorité de sûreté nucléaire, notifiée par la lettre CODEP-DCN-2010-005436 du 25 février 2010, le Groupe Permanent d'experts pour les Réacteurs nucléaires a examiné les évolutions à apporter au référentiel d'étude de l'accident de perte de réfrigérant primaire (« référentiel APRP ») au vu de l'évolution des connaissances et des pratiques d'exploitation, en tenant compte des propositions d'Edf dans ce domaine.

## II

Le Groupe Permanent s'est réuni le 6 mai 2010 et a entendu l'analyse de l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire, exposée dans le rapport DSR n°338 .

Le Groupe Permanent a plus particulièrement examiné les orientations concernant :

- les propositions d'évolution des scénarios et règles d'études,
- la pertinence et la suffisance des exigences et critères de sûreté ou de découplage associés au refroidissement du combustible,
- les phénomènes physiques à prendre en compte dans la démonstration de sûreté de l'accident de perte de réfrigérant primaire.

Au cours de l'instruction technique EDF a formulé un certain nombre de positions et actions complémentaires à son dossier, qu'il transmettra à l'Autorité de Sûreté Nucléaire.

## III

Le Groupe permanent rappelle que toute évolution du « référentiel APRP » doit maintenir l'exigence de conservation d'une géométrie refroidissable du cœur lors d'un tel accident. A cet égard, le Groupe permanent note que l'appréciation du respect de cette exigence nécessite la connaissance d'une part du comportement des crayons combustibles lors du transitoire de vidange et de renoyage du cœur, d'autre part de la tenue des structures internes de cuve et de celle des assemblages combustibles.

### **EVOLUTION DES SCENARIOS ET REGLES D'ETUDE**

Le Groupe Permanent a examiné les propositions présentées par EDF concernant les évolutions à apporter au « référentiel APRP ». Les propositions présentées par EDF concernent d'une part la taille maximale de brèche à retenir pour la refroidissabilité du cœur, d'autre part les règles d'étude de l'APRP.

Le groupe permanent considère que le scénario consistant à retenir les brèches à débattement limité (ou longitudinales dans certains cas) utilisées pour l'analyse du comportement mécanique des structures internes de la cuve et de l'assemblage combustible mériterait d'être approfondi. Le scénario fondé sur une taille de brèche de transition, inspiré des réflexions américaines sur le sujet, pourrait éventuellement faire l'objet d'analyses complémentaires. Les deux autres scénarios envisagés par EDF n'apparaissent pas recevables pour l'évolution du référentiel APRP appliqué aux tranches en fonctionnement.

Le Groupe Permanent note qu'au titre du maintien de la défense en profondeur EDF vérifiera le dimensionnement du système d'injection de sécurité pour des brèches allant jusqu'à un débit équivalent à celui d'une brèche guillotine doublement débattue sur une tuyauterie primaire principale.

Pour ce qui concerne les évolutions des règles d'études relatives à la vérification du bon dimensionnement de l'injection de sécurité, le Groupe Permanent considère que le cumul de l'APRP à un manque de tension externe dû à un séisme doit être pris en compte dans la démonstration de sûreté.

Le Groupe Permanent prend note par ailleurs du souhait d'EDF de recourir à des méthodes d'étude fondées sur un traitement statistique des données d'entrée. Le Groupe Permanent estime que le recours à de telles méthodes nécessite de justifier le traitement statistique de chacun des paramètres.

### **PERTINENCE ET SUFFISANCE DES EXIGENCES ET DES CRITERES DE SURETE OU DE DECOUPLAGE ASSOCIÉS AU COMPORTEMENT DU COMBUSTIBLE**

Concernant le comportement du combustible en cas d'APRP, deux modes d'endommagement doivent être examinés : le gonflement et la rupture de gaines de combustible (mode ductile), d'une part et la fragilisation de gaines de combustible et leur tenue au choc thermique de la trempe (mode fragile), d'autre part.

Dans le référentiel actuel, il n'existe pas de critère spécifique associé à l'exigence de conservation d'une géométrie refroidissable en mode ductile. Le Groupe Permanent n'estime pas nécessaire qu'un critère spécifique soit défini dans le cadre des évolutions envisagées du référentiel APRP. L'approche actuellement utilisée pour vérifier le respect de l'exigence de conservation d'une géométrie refroidissable du cœur en mode ductile basée sur le calcul de la température maximale des gaines des crayons combustibles au cours du transitoire apparaît acceptable en l'état actuel des connaissances. Toutefois, le Groupe Permanent souligne que cette approche ne permet pas d'appréhender précisément les conséquences des contacts entre crayons ballonnés, notamment les élévations de température qui pourraient en résulter ; des compléments de connaissance doivent être recherchés à ce sujet.

Par ailleurs, 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 des gaines et sur le taux d'oxydation de celles-ci garantissant l'absence de fragmentation des gaines. Sans remettre en cause cette approche, le Groupe Permanent estime qu'il conviendra pour fixer les critères de considérer les chargements mécaniques additionnels susceptibles d'intervenir pendant la trempe (blocage partiel des crayons dans les grilles, arcure des crayons...) dans le cadre des évolutions du référentiel APRP.

### **PHENOMENES PHYSIQUES ET PARAMETRES A PRENDRE EN COMPTE**

La démonstration du respect des exigences de sûreté en APRP s'appuie sur des calculs simulant les phénomènes physiques complexes intervenant lors de ces transitoires. Le Groupe Permanent considère que les phénomènes physiques (notamment le phénomène de relocalisation du combustible) et les paramètres thermohydrauliques à retenir dans le cadre de la rénovation du référentiel de sûreté APRP sont désormais relativement bien identifiés mais que les modalités relatives à leur prise en compte restent à préciser.

#### **IV**

Le Groupe Permanent examinera ultérieurement les propositions d'évolution du référentiel APRP que présentera EDF en tenant compte du présent avis et des recommandations jointes en annexe.

## ANNEXE

### **Recommandation n°1**

Le Groupe Permanent rappelle que l'exigence relative à la conservation de géométrie refroidissable du cœur en cas de brèche primaire requiert le respect des deux conditions suivantes :

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

Le Groupe Permanent recommande qu'EDF tienne compte des conditions d'exploitation des tranches (incluant la prolongation de cycle) ainsi que de l'effet de l'irradiation sur le comportement des structures afin de démontrer que ces deux conditions sont remplies pour les tailles de brèches retenues.

### **Recommandation n°2**

Le groupe permanent considère que le scénario 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 de l'assemblage combustible mériterait d'être approfondi dans le cadre de l'évolution du référentiel de l'étude de l'APRP, sous réserve de vérifier le bon dimensionnement des dispositifs anti-débattement et le maintien de leurs capacités dans le temps. Le scénario fondé sur une taille de brèche de transition, inspiré des réflexions américaines sur le sujet, pourrait éventuellement faire l'objet d'analyses complémentaires en vue d'examiner notamment les conditions de sa transposabilité dans le contexte français.

### **Recommandation n°3**

Le Groupe Permanent recommande que l'exigence de refroidissabilité en mode fragile, requise au titre du référentiel de sûreté APRP, repose sur la tenue structurelle de la gaine avec un chargement mécanique additionnel intervenant pendant la trempe et représentatif de celui rencontré en réacteur. Les scénarios de refroidissement et de chargement mécanique associés aux essais seront établis de manière réaliste. L'indicateur de tenue structurelle de la gaine doit être défini sur la base de l'exclusion de la rupture franche.