

**GROUPE PERMANENT D'EXPERTS  
POUR LES RÉACTEURS NUCLÉAIRES**

**Avis**

**relatif à l'examen du rapport provisoire de sûreté de  
l'installation CABRI, en vue du redémarrage de  
l'installation modifiée**

22 janvier 2009

## I

Conformément à la demande du Président de l'Autorité de sûreté nucléaire notifiée par les lettres ASN DEP – DRD – N° 728 – 2007 du 26 décembre 2007, et N° 683 – 2008 du 12 décembre 2008, le Groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires a procédé à un examen du rapport provisoire de sûreté et des règles générales d'exploitation de l'installation CABRI exploitée par le Commissariat à l'Energie Atomique, ainsi que des documents associés, en vue du redémarrage de l'installation modifiée dans le cadre du décret n° 2006-320 du 20 mars 2006.

Cet examen a été effectué sur la base de l'analyse par l'IRSN des documents précités. Il a porté d'une part sur les actions réalisées dans le cadre de la réévaluation de sûreté de l'installation, d'autre part sur les dispositions de conception et de réalisation mises en œuvre en vue de l'implantation de la nouvelle boucle d'essai à eau sous pression (BEP) au sein du cœur du réacteur.

Le programme expérimental prévu par l'exploitant dans le réacteur CABRI comporte différents types d'essais sur du combustible de réacteurs à eau sous pression placé dans une boucle expérimentale : ces essais simuleront une injection de réactivité (essais dits RIA) ou un accident de perte de réfrigérant primaire (essais dits APRP).

Au cours de l'instruction technique, le Commissariat à l'Energie Atomique a pris des engagements complémentaires à son dossier initial, transmis à l'Autorité de sûreté nucléaire.

L'examen du Groupe permanent a conduit aux recommandations jointes en annexe et à l'avis suivant.

## II

Le Groupe permanent a examiné tout particulièrement l'aptitude du cœur nourricier actuel du réacteur CABRI à réaliser, dans des conditions de sûreté satisfaisantes, les essais prévus dans ce réacteur. Cet examen a tenu compte des anomalies découvertes lors d'examens effectués en 2003, à savoir des déformations de gaines de crayons du cœur nourricier ainsi qu'une fusion partielle de pastilles combustibles d'un crayon, sans perte de l'étanchéité de ces crayons.

Sur ce sujet, le Groupe permanent a entendu une présentation de l'organisme de sûreté belge AVN qui a procédé à une expertise indépendante à la demande de l'IRSN.

Le Groupe permanent considère tout d'abord que les explications de l'exploitant quant à l'origine des déformations des gaines et de la fusion partielle de pastilles combustibles sont convaincantes. Il note que le type de transitoire identifié comme ayant conduit à ces anomalies (augmentation lente de puissance) n'est pas prévu dans le futur.

Le Groupe permanent note que les documents présentés par l'exploitant visent à démontrer le maintien de l'étanchéité des gaines des crayons du cœur nourricier actuel lors de transitoires rapides de puissance initiés à partir d'un palier, précédant l'essai, d'une puissance inférieure ou égale à 100 kW. Les transitoires rapides de puissance initiés à partir d'un palier, précédant l'essai, d'une puissance supérieure à 100 kW, ainsi que les transitoires de puissance nécessaires à la réalisation d'essais de type APRP feront, le cas échéant, l'objet de dossiers transmis ultérieurement à l'Autorité de sûreté nucléaire, en vue d'autorisations spécifiques.

Le Groupe permanent note également que les différents tests visant à vérifier le comportement du réacteur avant sa remise en service et avant chaque essai seront réalisés en sollicitant le cœur de façon progressive. La démarche de l'exploitant sera précisée dans une note spécifique.

Le Groupe permanent considère que les critères proposés par l'exploitant pour assurer le maintien de l'étanchéité des gaines du cœur nourricier, en termes de limites sur la température de gaine et sur la déformation circonférentielle de la gaine, sont acceptables, pour le cas spécifique du cœur actuel du réacteur CABRI, pour les transitoires rapides de puissance initiés à partir d'un palier, précédant l'essai, d'une puissance inférieure ou égale à 100 kW. Cette appréciation tient compte du retour

d'expérience favorable des fonctionnements antérieurs et de la faible irradiation du combustible du cœur nourricier.

Par ailleurs, le Groupe permanent souligne que le faible contenu en produits de fission des crayons combustibles du cœur nourricier permet de considérer que les conséquences des ruptures de gaines qui se produiraient malgré le respect des critères précités seraient faibles.

Le Groupe permanent rappelle que l'exploitant devra transmettre à l'Autorité de sûreté nucléaire, avant le redémarrage du réacteur, le programme de surveillance des crayons combustibles du cœur nourricier qu'il prévoit de réaliser (voir la lettre DGSNR/SD3/0666/2006 du 22 août 2006).

### III

Concernant la réévaluation de sûreté de l'installation, le Groupe permanent a principalement examiné les points suivants :

- le projet de renforcement des bâtiments de l'INB pour garantir un comportement satisfaisant de ceux-ci en cas de séisme,
- la démarche mise en œuvre pour établir les programmes d'inspection des équipements dits « essentiels pour la sûreté » et son application au circuit de refroidissement du cœur,
- le système de ventilation du bâtiment du réacteur qui a fait l'objet d'une refonte complète,
- les dispositions retenues à l'égard des agressions internes et notamment à l'égard du risque d'incendie,
- les dispositions retenues pour prévenir les transitoires accidentels et notamment une injection de réactivité non maîtrisée lors des essais de transitoires rapides de puissance,
- les dispositions retenues pour garantir la mise et le maintien à l'arrêt sûr de l'installation ainsi que le refroidissement du cœur en cas de séisme.

#### **REEVALUATION DU COMPORTEMENT SISMIQUE DU GENIE CIVIL**

Les objectifs retenus pour la définition des renforcements du bâtiment du réacteur sont acceptables. Le Groupe permanent souligne l'importance d'une part des dispositions prévues pour assurer la stabilité des superstructures, sur la conception desquelles l'exploitant s'est engagé à rechercher des améliorations, d'autre part du renforcement des voiles des infrastructures par des bandes de tissus de fibres de carbone (TFC) dont les marges de dimensionnement restent à préciser.

Par ailleurs, le Groupe permanent estime que la réalisation des renforcements prévus pour les bâtiments situés autour du bâtiment du réacteur garantira leur stabilité et l'absence d'agression du bâtiment du réacteur par ces bâtiments en cas de séisme.

Les dispositions prises par l'exploitant pour garantir l'absence d'agression du bâtiment du réacteur par sa propre cheminée en cas de séisme restent à analyser.

#### **REEVALUATION DE LA SURETE DES EQUIPEMENTS EXISTANTS « ESSENTIELS POUR LA SURETE »**

L'exploitant a établi une liste d'équipements dits « essentiels pour la sûreté » pour lesquels il a présenté un programme d'inspection visant à s'assurer que leur état demeure compatible avec leurs fonctions de sûreté et à réaliser, si nécessaire, les actions correctives. Les équipements retenus sont ceux qui sont nécessaires pour garantir en toutes circonstances la mise et le maintien à l'arrêt sûr de l'installation ainsi que le refroidissement du cœur et ceux qui pourraient, en cas de défaillance, compromettre le confinement des matières radioactives présentes dans l'installation.

Le Groupe permanent considère que la liste des équipements retenus est acceptable.

Le Groupe permanent considère également que la démarche mise en œuvre par l'exploitant pour établir le programme d'inspection de ces équipements, fondée notamment sur une réévaluation des

dispositions de conception et de réalisation, ainsi que sur la prise en compte du retour d'expérience et des conditions d'exploitation, est satisfaisante.

Le Groupe permanent note que l'exploitant s'est engagé à transmettre, avant le redémarrage du réacteur, une synthèse des résultats des contrôles réalisés sur l'ensemble des équipements existants « essentiels pour la sûreté ».

Le Groupe permanent note que l'exploitant transmettra une mise à jour de la note de calcul du comportement sismique du pont roulant utilisé pour les manutentions au-dessus du cœur prenant en compte l'ensemble des renforcements envisagés et l'évolution des spectres transférés. Cette mise à jour devra faire l'objet d'un examen avant le redémarrage de l'installation.

Le Groupe permanent note que l'état du pont roulant ainsi que les contrôles associés feront également l'objet d'un examen avant redémarrage.

## **RENOVATION DE LA VENTILATION**

Le Groupe permanent considère que la rénovation de la ventilation du bâtiment du réacteur, qui visait principalement à améliorer les taux de renouvellement dans les différents locaux, est satisfaisante.

## **PROTECTION CONTRE LE RISQUE D'INCENDIE**

Le Groupe permanent considère que les moyens de prévention, de détection et de limitation des conséquences d'un incendie sont globalement satisfaisants.

Le Groupe permanent note que l'étude réglementaire de stabilité au feu du bâtiment reste à achever et à analyser avant le redémarrage de l'installation.

## **RISQUES LIES AUX ESSAIS D'INJECTION DE REACTIVITE**

Le Groupe permanent considère que, dans leur principe, les dispositions matérielles retenues par l'exploitant pour éviter une injection de réactivité non maîtrisée lors des essais de type RIA permettent d'éliminer pratiquement l'accident d'ouverture simultanée des deux vannes du circuit d'hélium nécessaire à la réalisation des transitoires de puissance. Le Groupe permanent souligne que l'exploitant devra transmettre en temps utile des éléments complémentaires relatifs aux performances des systèmes de protection concernés.

## **SEISME**

L'exploitant devra justifier le seuil de déclenchement qu'il aura retenu pour assurer la chute des barres de commande et de sécurité.

Le Groupe permanent estime nécessaire que l'exploitant mette en place des dispositions ultimes permettant de garantir l'arrêt du réacteur en cas de non-chute des barres de commande et de sécurité.

## **IV**

Concernant la nouvelle boucle d'essais à eau sous pression dont la partie en pile est en Zircaloy pour des raisons de transparence neutronique, le Groupe permanent considère que les essais réalisés par l'exploitant permettent de valider les caractéristiques mécaniques retenues pour ce matériau dans les études de dimensionnement.

Le Groupe permanent considère que les valeurs estimées par l'exploitant pour le pic de pression et pour l'impulsion associée qui pourraient résulter de l'interaction combustible-eau en cas de rupture de gaine du crayon d'essai peuvent être considérées comme « enveloppes ». Le dimensionnement des différents éléments de la boucle apparaît satisfaisant pour résister à une telle interaction.

Pour ce qui concerne l'étanchéité des première et seconde barrières de confinement, une attention particulière devra être portée aux boulonneries et à leurs conditions de serrage en tenant compte des efforts dynamiques dans les différentes situations de fonctionnement retenues.

Le Groupe permanent souligne que l'exploitant devra transmettre, avant le redémarrage de l'installation, un programme de suivi en exploitation de la boucle à eau sous pression.

## V

Le Groupe permanent considère que les dispositions contenues dans les règles générales d'exploitation sont globalement satisfaisantes. Le Groupe permanent note toutefois que, dans le cadre de la mise à jour des règles générales d'exploitation avant redémarrage, l'exploitant s'assurera que l'ensemble des conditions d'exploitation nécessaires au respect de la démonstration de sûreté y apparaissent explicitement, ainsi que les dispositions de radioprotection spécifiquement applicables à l'installation CABRI.

## VI

En conclusion, sous réserve des remarques du présent avis et des recommandations formulées en annexe, le Groupe permanent considère, en ce qui concerne les points examinés, que l'exploitant pourra être autorisé à redémarrer l'installation CABRI modifiée et à y réaliser les transitoires rapides de puissance envisagés, dans les conditions définies dans les documents présentés.

## **Annexe**

### **Recommandations**

#### **Cœur nourricier**

##### **Recommandation 1**

Le Groupe permanent note que le critère proposé par l'exploitant pour garantir l'intégrité mécanique de la gaine des crayons du cœur nourricier autorise une déformation plastique de la gaine. Il recommande en conséquence que l'exploitant considère, pour l'évaluation de la température maximale du combustible lors des transitoires rapides de puissance, un jeu initial pastille-gaine maximal en début du transitoire tenant compte de la déformation plastique permise. Les résultats devront être fournis avant la fin de l'année 2008.

##### **Recommandation 2**

Le Groupe permanent recommande que, avant la fin de l'année 2008, l'exploitant :

- réactualise les études de tenue thermomécanique des crayons en détaillant de manière exhaustive les hypothèses considérées dans cette démonstration et en incluant l'effet de l'augmentation à 15 bars de la pression des barres transitoires sur l'énergie déposée au point chaud lors du pulse 10 ms ainsi que la prise en compte de l'incertitude sur l'enthalpie du combustible ;
- présente de façon explicite une situation conservatrice pour ce qui concerne les températures atteintes par les pastilles de combustible.

Le Groupe permanent recommande également que :

- ces études soient ensuite reprises, si nécessaire, en fonction des résultats des essais de commission et avant la réalisation d'un premier essai du programme CIP-Q ;
- le chapitre III du titre III du Volume III du rapport provisoire de sûreté soit mis à jour lors de la révision qui sera faite à l'issue des essais de commission.

##### **Recommandation 3**

Le Groupe permanent recommande que l'exploitant évalue, avant la réalisation des essais de commission en puissance, la capacité du code de calcul DULCINEE à prédire correctement l'évolution de la puissance moyenne du cœur nourricier lors des essais transitoires rapides de largeur à mi-hauteur 10 ms ainsi que lors de l'accident de surpuissance. Cette évaluation devra comprendre la justification des modèles et des données utilisés. Elle devra couvrir des injections de réactivité correspondant à des dépressurisations des barres transitoires allant jusqu'à 15 bars. L'exploitant présentera à l'appui de son évaluation une comparaison des puissances mesurées lors des essais passés et des puissances estimées par le code de calcul DULCINEE pour ces essais.

A l'issue des essais de commission, cette évaluation sera reprise pour prendre en compte les résultats de ces essais.

### **Bloc-réacteur**

#### **Recommandation 4**

Le Groupe permanent recommande que l'exploitant établisse, avant le redémarrage de l'installation, un programme de surveillance en exploitation adapté au risque de corrosion des éléments en aluminium et en acier inoxydable du bloc réacteur.

### **Boucle d'essai**

#### **Recommandation 5**

Le Groupe permanent note qu'en cas de rupture guillotine du dispositif d'essai, situation de 4<sup>ème</sup> catégorie, la chute de la partie rompue sur l'enceinte EP conduit à un déplacement vertical de cette dernière. Le Groupe permanent recommande que l'exploitant vérifie, sous 6 mois, que le déplacement vertical de l'enceinte EP ne remet pas en cause la tenue des petits tubes d'alimentation sur l'enceinte EP, y compris les piquages et raccords, ainsi que le supportage du répartiteur de ces tubes, en prenant en compte l'effet dynamique de ce chargement.

### **Prévention de l'accident de surpuissance**

#### **Recommandation 6**

Le Groupe permanent recommande que l'exploitant justifie sous 6 mois le temps de réponse maximal des composants électroniques programmés classés 1E utilisés pour réaliser la fonction de sûreté de l'ensemble numérique et analogique de commande des barres transitoires.

### **Séisme**

#### **Recommandation 7**

Le Groupe permanent recommande que l'exploitant justifie, avant le redémarrage de l'installation, le seuil retenu pour l'arrêt automatique du réacteur sur détection sismique, au regard des objectifs de sûreté visés.