

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

**Avis**

**relatif au retour d'expérience sur le combustible en  
exploitation durant la période comprise entre 2003 et 2009**

23 juin 2011

## I

Conformément à la demande de l'Autorité de sûreté nucléaire, notifiée par la lettre ASN CODEP-DCN-2010-019896 du 2 juillet 2010, le groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires s'est réuni le 23 juin 2011 pour examiner certains aspects du retour d'expérience relatif au comportement du combustible nucléaire et des grappes de commande dans les réacteurs des paliers 900 MWe, 1300 MWe et 1450 MWe au cours de la période 2003-2009.

## II

Le groupe permanent a entendu l'analyse de l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire. Dans le cadre de l'examen du retour d'expérience relatif au comportement du combustible, le groupe permanent a examiné plus particulièrement les questions relatives à :

- la démonstration de sûreté pour les cœurs mixtes, c'est-à-dire les cœurs chargés d'assemblages de types différents,
- la réévaluation du modèle de corrosion du Zircaloy-4 et l'impact de l'épaisseur de corrosion réévaluée sur la démonstration de sûreté,
- la démonstration de sûreté apportée pour les recharges,
- les incidents en exploitation liés au combustible.

Au cours de son examen, le groupe permanent a noté que, à l'issue de l'instruction technique menée par l'IRSN, l'exploitant a pris des engagements complémentaires à son dossier initial, qu'il devra confirmer au Président de l'Autorité de sûreté nucléaire. Lors de la réunion du 23 juin 2011, le groupe permanent a formulé les recommandations jointes en annexe.

## III

Le groupe permanent note que les orientations retenues par l'exploitant pour la période 2003-2009 se sont traduites par des évolutions de gestion, et des évolutions sur les assemblages combustibles mises en place afin d'améliorer leur fiabilité et leur robustesse. La période 2003-2009 a également été marquée par l'introduction accrue de combustibles Westinghouse dans les tranches des paliers 1300 MWe et 900 MWe CPY.

### **Retour d'expérience**

Le groupe permanent a pris connaissance des pertes d'étanchéité du combustible. Il souligne qu'EDF a déployé des efforts importants pour identifier les causes de ces défaillances. Le groupe permanent constate que le nombre d'assemblages inétanches détectés au cours de la période 2003-2009 est en baisse par rapport à la période 1996-2002.

Le retour d'expérience a mis en évidence des faiblesses de conception et des problèmes de fabrication des assemblages combustibles, qui ont conduit sur la période 2003-2009 à des défaillances, avec ou sans perte d'intégrité des gaines. Le groupe permanent estime qu'EDF a pris en compte dans des délais satisfaisants ces faiblesses ou ces problèmes, par des évolutions de conception des assemblages combustibles et des dispositions de fabrication et d'exploitation améliorées.

Par ailleurs, si le retour d'expérience montre une amélioration du comportement des grappes en termes d'usure, la période 2003-2009 a vu en revanche apparaître un phénomène de gonflement de grappes. Ce phénomène peut ralentir la chute de certaines grappes voire les bloquer dans le rétreint des tubes guides. Le groupe permanent note que, afin d'éviter un gonflement trop important des grappes, EDF a fait évoluer à partir de 2008 ses stratégies de surveillance et de remplacement des grappes en limitant la durée d'utilisation de celles-ci et en appliquant des critères de mise au rebut plus stricts.

Le groupe permanent estime qu'EDF a exploité, de manière satisfaisante, le retour d'expérience disponible relatif au combustible et aux grappes de commande au cours de la période 2003-2009. Il estime cependant qu'EDF devrait enrichir ce retour d'expérience en renforçant les examens de combustibles irradiés en vue d'une meilleure compréhension des phénomènes physiques.

Le groupe permanent souhaite que les prochaines analyses du retour d'expérience du combustible s'appuient davantage sur l'expérience internationale de l'utilisation de combustibles similaires à ceux du parc d'EDF.

### **Démonstration de sûreté pour les cœurs mixtes**

Un cœur « mixte » est généralement composé d'assemblages qui ont des coefficients de perte de charge différents. Cette composition particulière conduit à des redistributions de débit entre assemblages dont il faut tenir compte dans les études de situations accidentelles dans les rapports de sûreté standard.

Le groupe permanent a pris connaissance de la démarche développée par EDF en vue de démontrer le respect des critères de sûreté pour les cœurs mixtes. Le groupe permanent considère que cette démarche n'est pas entièrement satisfaisante et note qu'EDF s'est engagé à la réviser.

### **Réévaluation du modèle de corrosion du zircaloy 4 et impact de l'épaisseur de corrosion réévaluée sur la démonstration de sûreté**

Le groupe permanent a pris connaissance des hypothèses retenues par EDF pour construire un nouveau modèle de corrosion des gaines en zircaloy 4. Le groupe permanent constate que la réévaluation des épaisseurs maximales de corrosion pour les gestions du combustible comportant des assemblages à gainage en zircaloy 4 met en cause le respect de certaines hypothèses et de certains critères retenus aujourd'hui dans la démonstration de sûreté et, notamment, que la valeur de 100  $\mu\text{m}$  peut être dépassée pour les assemblages dont le taux de combustion moyen dépasse 47 GWj/t. Le groupe permanent note qu'EDF précisera les conséquences de ce dépassement sur les études des situations accidentelles, notamment des transitoires d'insertion de réactivité.

### **Evaluation de la sûreté des recharges**

Le groupe permanent a pris connaissance des évaluations réalisées lors des études de sûreté relatives aux recharges, destinées à démontrer le respect des hypothèses retenues dans les rapports de sûreté. Le groupe permanent note que le retour d'expérience des évaluations relatives à la sûreté des recharges montre que certaines caractéristiques de ces recharges s'éloignent significativement des hypothèses retenues dans les rapports de sûreté. Le groupe permanent considère que la réflexion engagée entre EDF, l'IRSN et l'ASN pour traiter la démonstration de sûreté de ce type de recharges doit se poursuivre.

### **Incidents en exploitation liés aux combustibles**

Les niveaux de déformation latérale des assemblages pour les paliers 900 MWe, 1300 MWe et 1450 MWe se sont stabilisés pendant la période 2003-2009. Toutefois, des déformations latérales importantes ont été constatées en 2010 sur le réacteur 2 de Chooz B. Le groupe permanent considère qu'EDF doit poursuivre ses efforts en termes de surveillance des cœurs, de conception d'assemblages et de R&D afin de maîtriser les déformations des assemblages.

Par ailleurs, le groupe permanent a pris connaissance des accrochages d'assemblages combustibles survenus au cours de la période 2003-2009 lors de la levée des Equipements Internes Supérieurs. Le groupe permanent constate que les actions mises en place par EDF après l'événement similaire survenu sur la tranche 1 de Nogent en 1998 ont été insuffisantes pour en éviter le renouvellement sur la tranche 2 de Tricastin en 2008 et 2009 et sur la tranche 1 de Gravelines en 2009. A cet égard, le groupe permanent constate que, après une analyse approfondie, EDF a amélioré les examens et contrôles prévus pour éviter ces accrochages et implante actuellement une nouvelle technique de mesure des positions absolues des têtes d'assemblages dans les cœurs. Le groupe permanent estime que les dispositions et mesures prises par EDF permettent de diminuer les risques d'accrochages d'assemblages.

#### **IV**

A l'issue de son examen, et sous réserve de la prise en compte des recommandations jointes en annexe et des actions complémentaires qu'EDF s'est engagé à réaliser, le groupe permanent estime qu'EDF a convenablement tenu compte du retour d'expérience concernant le comportement en réacteur des assemblages combustibles.

## Annexe

### Recommandations du groupe permanent

#### CŒURS MIXTES

##### **Recommandation n°1**

Le groupe permanent recommande qu'EDF révisé, sous 18 mois, sa démarche d'élaboration du bilan de marges en recharge pour le respect du critère en RFTC, en prenant en compte l'intégralité des conditions de fonctionnement à traiter et en retenant des hypothèses garantissant le caractère conservatif de chacun des postes intervenant dans ce bilan.

##### **Recommandation n°2**

Le groupe permanent recommande qu'EDF élabore, sous deux ans, une démarche lui permettant de démontrer le respect des critères de découplage pour des cœurs mixtes, pour les conditions de fonctionnement de catégories 3 et 4 dans lesquelles une limite en nombre de crayons entrant en crise d'ébullition doit être respectée.

En tout état de cause, le groupe permanent estime nécessaire qu'EDF établisse une démarche en préalable au chargement de cœurs mixtes sur les paliers CP0 et N4

##### **Recommandation n°3**

Le groupe permanent recommande qu'EDF prenne en compte, lors des prochaines études génériques (Souplesse – Parité MOX, AP 1300 ...) ou à l'occasion des révisions de Rapports de Sûreté, des hypothèses relatives aux caractéristiques des assemblages combustibles cohérentes avec la composition des cœurs susceptibles d'être chargés.

#### CORROSION DES GAINES ET IMPACT SUR LA DEMONSTRATION DE SURETE

##### **Recommandation n°4**

Le groupe permanent recommande qu'EDF complète la base expérimentale des crayons Zy-4 bas étain pour des épaisseurs de corrosion comprises entre 100 et 120  $\mu\text{m}$  en veillant à couvrir la limite réglementaire de 52 GWj/t en taux de combustion assemblage.

De plus, le groupe permanent recommande qu'EDF caractérise, sur l'ensemble de la base, le type d'écaillage observé (écaillage d'extraction ou desquamation en fonctionnement normal).

##### **Recommandation n°5**

Compte tenu des dépassements de la limite en épaisseur de corrosion pour les gestions actuelles à gainage Zy-4, le groupe permanent recommande qu'EDF procède à un examen de l'adéquation des limites de conception retenues dans les bases de conception à l'égard de la corrosion et de la dégradation associée de la ductilité de la gaine. Le groupe permanent recommande que cet examen porte non seulement sur les valeurs limites retenues, mais aussi sur la pertinence de la grandeur physique sur laquelle porte le critère, en prenant en compte l'effet de la corrosion sur la ductilité de la gaine.

**Recommandation n°6**

Le groupe permanent recommande qu'EDF s'assure du respect des critères de sûreté en APRP compte tenu des évolutions d'hypothèses relatives au combustible (épaisseur de corrosion initiale) et au réacteur (débits RIS, sur-remplissage des accumulateurs, RGV, BTGV ...).

**Recommandation n°7**

Le groupe permanent recommande qu'EDF propose, sous 6 mois, une démarche afin de s'assurer de l'applicabilité du critère de dépôt d'enthalpie de 57 cal/g aux crayons en Zy-4 chargés sur le parc associé à une exigence de non-rupture en cas d'accident de réactivité.