

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

**Avis  
relatif au noyau dur post-Fukushima des réacteurs à eau  
sous pression d'EDF en construction ou en exploitation**

Réunions tenues à Paris les 13 et 20 décembre 2012

## I

Conformément à la demande du président de l'Autorité de sûreté nucléaire, formulée dans sa lettre CODEP-DCN-2012-039416 du 20 juillet 2012, le groupe permanent pour les réacteurs nucléaires s'est réuni le 13 et le 20 décembre 2012 pour donner un avis sur le dossier transmis le 30 juin 2012 par EDF à l'ASN concernant la mise en place d'un noyau dur post-Fukushima sur les réacteurs du parc en exploitation et sur l'EPR Flamanville 3.

Au cours de l'instruction technique, Electricité de France a pris un certain nombre de positions et d'actions, qui seront transmises dans leur version définitive à l'Autorité de sûreté nucléaire.

## II

Le groupe permanent a pris connaissance de l'analyse du dossier précité par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), présentée dans son rapport n°2012-009. Le groupe permanent a entendu les conclusions de l'IRSN sur :

- les objectifs de sûreté associés au noyau dur et son positionnement dans la démonstration de sûreté,
- le contenu du noyau dur pour ce qui concerne les réacteurs du parc en exploitation d'une part, l'EPR Flamanville 3 d'autre part, y compris pour les piscines d'entreposage de combustibles irradiés,
- les exigences associées, notamment pour assurer la robustesse aux agressions.

Au cours de sa réunion, le groupe permanent a émis les recommandations jointes en annexe au présent avis.

## III

Le groupe permanent souligne la complexité de l'exercice demandé à EDF dans les délais impartis. Il note à cet égard qu'EDF n'a pas pu, dans ces délais, mener à son terme sa démarche de définition du noyau dur et des exigences associées en l'absence d'études détaillées du comportement des installations en cas d'agression naturelle extrême ou d'agression interne pouvant résulter d'une telle agression. A ce jour, EDF poursuit encore ses réflexions et études sur la définition des démarches à mettre en œuvre sur certains aspects qui ne sont pas ou sont peu traités dans le dossier transmis le 30 juin 2012 (phénomènes induits dans l'installation, facteurs organisationnels et humains, exigences de conception, de réalisation et d'exploitation associées aux dispositions matérielles du noyau dur...) ou la validation du choix de certaines options en termes de faisabilité.

Il est à cet égard essentiel, compte tenu de l'ambition retenue de définition d'un noyau dur capable de résister à des agressions allant très au-delà des référentiels de sûreté en vigueur, qu'un délai suffisant soit laissé pour les concertations nécessaires au sujet de la définition du noyau dur et de sa mise en œuvre, en s'appuyant sur des examens approfondis ne laissant pas de place à des approximations qui pourraient ultérieurement mettre en cause la robustesse même du noyau dur.

### Objectifs de sûreté associés au noyau dur

Le groupe permanent estime que l'objectif, retenu par EDF pour le noyau dur, d'absence d'« *effets durables dans l'environnement* » doit être complété par un objectif de limitation des rejets radioactifs massifs, y compris pendant la phase d'urgence.

### Contenu du noyau dur pour les réacteurs du parc en exploitation

Pour les réacteurs du parc en exploitation, le groupe permanent a examiné la proposition d'EDF relative au contenu du noyau dur.

La stratégie initialement proposée par EDF reposait sur un refroidissement du cœur par une procédure de type « gavé-ouvert » primaire et une évacuation de la puissance résiduelle hors de l'enceinte de confinement par l'utilisation du dispositif d'événage et de filtration. Le groupe permanent souligne que cette stratégie conduirait à une ouverture volontaire des deuxième et troisième barrières interposées entre le combustible et l'environnement, sans garantie sur l'état du combustible (première barrière). Il estime donc que cette stratégie doit être amendée.

Pour le groupe permanent, le noyau dur doit permettre d'assurer les trois fonctions fondamentales de sûreté en cas d'aléas de niveau supérieur à ceux retenus dans le référentiel actuel, avec un bon niveau de confiance :

- pour ce qui concerne la maîtrise de la réactivité, le groupe permanent estime nécessaire qu'EDF présente une démonstration convaincante d'une chute suffisante des grappes pour les niveaux de séisme retenus pour le noyau dur ;
- pour ce qui concerne le refroidissement du cœur et l'évacuation de la puissance hors de l'enceinte de confinement, le groupe permanent estime que le noyau dur doit d'abord viser à prévenir la fusion du cœur en privilégiant des solutions permettant de conserver l'intégrité des barrières le plus longtemps possible et de limiter les risques de bipasse de l'enceinte ;
- pour ce qui concerne la maîtrise du confinement, le groupe permanent estime que doivent être inclus dans le noyau dur les équipements permettant l'isolement de l'enceinte de confinement, l'évacuation de la puissance résiduelle hors de l'enceinte et la maîtrise des phénomènes énergétiques susceptibles de mettre en cause l'intégrité du confinement en situation d'accident grave.

### Contenu du noyau dur pour le réacteur EPR Flamanville 3

Le réacteur EPR a bénéficié, dès sa conception, de dispositions supplémentaires par rapport aux réacteurs du parc en exploitation en matière de prévention des situations de perte totale des sources froides et des alimentations électriques ainsi que de limitation des conséquences d'un accident avec fusion du cœur. L'EPR Flamanville 3 est également mieux protégé à l'égard des agressions externes que sont le séisme et l'inondation. La proposition de noyau dur faite par EDF pour l'EPR Flamanville 3 vise à assurer que le niveau des conséquences radiologiques associées à un accident grave dû à une agression extrême sera cohérent avec les objectifs généraux visés à la conception, ce qui est satisfaisant.

### Les piscines des bâtiments du combustible et du réacteur

Pour ce qui concerne les piscines du bâtiment du réacteur (lorsqu'il est ouvert) et du bâtiment du combustible, le groupe permanent souligne que, en l'absence de dispositions techniques permettant de limiter les rejets radioactifs en cas de dénoyage des assemblages combustibles, les démonstrations de la résistance structurelle aux agressions extrêmes de la fosse d'entreposage de ces assemblages ainsi que d'arrêt d'une vidange par siphonnage devront être particulièrement robustes.

### Les systèmes « supports »

Concernant les systèmes dits « supports », EDF s'est engagé à mettre en place sur toutes les tranches du parc en exploitation un contrôle commande et une distribution électrique dédiés au noyau dur, autant que possible indépendants des moyens existants. Le groupe permanent estime que ceci devrait contribuer fortement à la robustesse du noyau dur, notamment vis-à-vis des agressions induites sur l'installation.

### Dispositions organisationnelles et humaines

Le groupe permanent souligne que la capacité du noyau dur à faire face à une situation d'agression extrême repose aussi sur la capacité des moyens organisationnels et humains d'EDF à gérer la situation et à décider des actions qui sont de sa responsabilité.

Le groupe permanent note que des éléments relatifs aux dispositions organisationnelles et humaines du noyau dur ainsi qu'aux dispositions relatives à la gestion de crise doivent être transmis par EDF d'ici le 31 décembre 2012, en application de la décision de l'ASN.

### Exigences associées aux dispositions matérielles du noyau dur

Le groupe permanent souligne l'importance de définir au plus tôt un référentiel d'exigences associé au noyau dur présentant, de façon détaillée, les exigences en matière de conception, de réalisation, de contrôle, de qualification et de suivi en exploitation.

Pour le séisme, EDF a, comme suggéré par le GPR dans son avis du 10 novembre 2011 repris par une prescription de l'ASN, proposé de retenir, pour dimensionner les équipements et structures neufs et vérifier les équipements et structures existants, des niveaux forfaitaires. Toutefois, le groupe permanent considère que les aléas retenus pour le noyau dur devraient être justifiés et aller significativement au-delà de ce qui est retenu dans le référentiel des agressions de dimensionnement. La proposition d'EDF doit donc être revue.

Concernant les méthodes de justification de la tenue des dispositions matérielles du noyau dur aux séismes extrêmes, le groupe permanent estime que les propositions d'EDF doivent être revues eu égard au niveau de confiance qui doit être recherché pour le noyau dur.

Pour ce qui concerne l'inondation, la proposition d'EDF apparaît globalement satisfaisante ; elle nécessite toutefois une augmentation forfaitaire des niveaux marins considérés pour deux sites.

Plus globalement, le groupe permanent s'est interrogé sur l'opportunité de disposer d'un noyau dur permettant de faire face à des situations de perte totale de la source froide, des alimentations

électriques ou d'accident grave pouvant résulter d'agressions extrêmes autres qu'un séisme ou une inondation. Le noyau dur pourrait dès lors inclure d'autres dispositions que celles prévues pour faire face aux séismes et aux inondations extrêmes. Une réflexion doit être menée sur ce sujet afin de compléter, si nécessaire, les exigences retenues pour les systèmes, structures et composants neufs prévus pour faire face à un séisme ou à une inondation extrêmes, notamment vis-à-vis des températures extrêmes.

Le groupe permanent note que le dossier d'EDF sera complété par des éléments relatifs à la prise en compte des effets induits, notamment par la défaillance de matériels n'appartenant pas au noyau dur. Le groupe permanent rappelle à cet égard que l'analyse des effets induits constitue un sujet important pour la définition du noyau dur.

#### IV

En conclusion, le groupe permanent estime que la proposition faite par EDF dans son dossier du 30 juin 2012 relative au noyau dur et aux exigences associées ne satisfait pas totalement à son avis rendu le 10 novembre 2011. A cet égard, il recommande que cette proposition soit complétée, d'une part par des dispositions permettant de prévenir avec un bon niveau de confiance la fusion du cœur, d'autre part par des dispositions permettant de réduire significativement les conséquences radiologiques en cas d'accident grave, et que le dossier présenté par EDF soit mis à jour en conséquence. Les exigences permettant de garantir la capacité du noyau dur à assurer ses fonctions dans les situations d'agression extrême devront être précisées ou revues.

Par ailleurs, le groupe permanent souligne l'importance que, sans attendre la mise en œuvre du noyau dur, les autres vérifications et modifications éventuelles résultant notamment des prescriptions de l'ASN soient mises en œuvre pour conforter la résistance des tranches aux agressions.

## ANNEXE

### Recommandations

#### Recommandation n°1

Le groupe permanent recommande qu'EDF présente, au plus tôt, les dispositions qu'il compte mettre en œuvre pour assurer la chute des grappes en vue de maîtriser la réactivité, en cas de séisme du niveau retenu pour le noyau dur.

Cette recommandation s'applique également à l'EPR Flamanville 3.

#### Recommandation n°2

Le groupe permanent recommande qu'EDF introduise dans le noyau dur des réacteurs du parc en exploitation des dispositions permettant d'assurer une fonction de refroidissement par les générateurs de vapeur.

#### Recommandation n°3

Le groupe permanent recommande qu'EDF examine les possibilités d'introduire dans le noyau dur des réacteurs du parc en exploitation certaines des dispositions supplémentaires de limitation des conséquences radiologiques en cas de fusion partielle ou totale du cœur qui seront définies à l'issue des études en cours dans le cadre des réexamens de sûreté (filtration améliorée du dispositif d'éventage, possibilités d'évacuation de la puissance résiduelle hors de l'enceinte sans ouverture du bâtiment du réacteur, dispositions visant à éviter le percement du radier).

#### Recommandation n°4

Pour le bâtiment du combustible (BK) des réacteurs CPY et P4, le groupe permanent recommande qu'EDF montre que les dispositions prévues à la conception pour découpler la zone de manutention des charges lourdes de la zone d'entreposage du combustible en piscine assurent leur fonction en cas de chute d'un emballage de transport provoquée par un séisme de niveau « noyau dur ».

#### Recommandation n°5

Le groupe permanent recommande qu'EDF justifie, et révise si nécessaire, les niveaux d'accélération à fréquence infinie (PGA) des SND des sites et la forme des spectres de réponse aux basses fréquences.

#### Recommandation n°6

Le groupe permanent recommande qu'EDF considère les situations extrêmes comme des situations normales pour le dimensionnement des équipements nouveaux du noyau dur et adopte des critères adaptés aux exigences fonctionnelles de ces équipements.

Pour la vérification du dimensionnement des structures et équipements du noyau dur (ou « en interface » avec le noyau dur) existants, le groupe permanent recommande qu'EDF privilégie une

démarche déterministe conventionnelle, incluant en tant que de besoin la qualification des équipements

Recommandation n°7

Le groupe permanent recommande qu'EDF réévalue le niveau marin retenu au titre du noyau dur des sites de Gravelines et du Blayais selon les principes du guide inondation, complétés par une majoration forfaitaire justifiée, intégrant son effet sur les vagues.