

## Synthèse du rapport IRSN N° 2012-009 sur la définition d'un noyau dur post-Fukushima pour les REP d'EDF : objectifs, contenu et exigences associées

Suite aux évaluations complémentaires de sûreté menées en 2011, l'IRSN a analysé les dispositions du « noyau dur post-Fukushima » proposées par EDF, dans son dossier remis le 30 juin 2012 en réponse à la demande de l'ASN [1], et a présenté ses conclusions au Groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires le 13 décembre 2012 [2].

L'IRSN a estimé que ces dispositions devaient être complétées afin de limiter significativement, en cas d'accident de perte totale et durable des sources électriques ou de la source froide, les conséquences pour l'environnement. Ces situations pouvant potentiellement être consécutives à une agression ou à une combinaison d'agressions de très forte intensité, l'IRSN a également examiné les aléas retenus par EDF pour dimensionner les équipements du noyau dur. A cet égard, il a estimé que les spectres sismiques devaient être réévalués [3].

### Rappel

Après l'accident de Fukushima, des évaluations complémentaires de sûreté (ECS) ont été menées par EDF, à la demande de l'ASN. Ces évaluations ont consisté à évaluer, d'une part le comportement des installations pour des situations extrêmes, ciblées essentiellement sur le séisme, l'inondation et la perte totale des alimentations électriques ou de la source froide, d'autre part la gestion des accidents graves supposés affecter de façon durable tout ou partie des installations d'un site. L'analyse des conclusions des ECS a fait l'objet d'un rapport de l'IRSN [4] et d'une réunion des groupes permanents d'experts (GPE) les 8, 9 et 10 novembre 2011. Les GPE ont conclu à la robustesse des installations pour les aléas retenus pour le dimensionnement des installations, sous réserve de leur conformité, et ont demandé la mise en œuvre de dispositions matérielles et organisationnelles complémentaires (noyau dur) permettant de limiter les conséquences d'une agression « extrême » qui affecterait un site nucléaire.

Sur la base de ces examens, l'ASN a demandé à EDF [1] la mise en œuvre d'« *un noyau dur de dispositions matérielles et organisationnelles robustes visant, pour les situations extrêmes étudiées dans le cadre des ECS, à :*

- a) prévenir un accident avec fusion du combustible ou en limiter la progression,*
- b) limiter les rejets radioactifs massifs,*
- c) permettre à l'exploitant d'assurer les missions qui lui incombent dans la gestion d'une crise »,*

avec la définition des exigences associées.

## Objectif du noyau dur

L'objectif indiqué par EDF est d'éviter des rejets radioactifs massifs et des effets durables dans l'environnement pour des situations extrêmes.

L'IRSN a estimé que cet objectif pour le noyau dur n'est pas suffisant. L'IRSN estime que le noyau dur doit permettre, à terme, non seulement de limiter les conséquences à long terme des rejets radioactifs dans l'environnement, mais également de limiter significativement les rejets de gaz rares et d'iodes, principaux contributeurs aux doses reçues par les personnes du public en phase d'urgence.

## Dispositions matérielles du noyau dur

Pour atteindre l'objectif qu'il a défini pour le noyau dur, EDF retient un ensemble de « *dispositions robustes permettant « une extraction de la puissance résiduelle hors de la cuve par une dépressurisation du circuit primaire (« gavé-ouvert » via le pressuriseur), puis une injection d'eau pour refroidir le cœur.*

*L'extraction de la puissance résiduelle hors de l'enceinte sera assurée :*

- *sur le parc en exploitation, par un éventage de l'enceinte complété par un appoint d'eau permettant de compenser les pertes en vapeur,*
- *sur l'EPR Flamanville 3, par un moyen ultime de refroidissement.*

*Pour assurer la prévention des ruptures de gaines dans les bâtiments dont le confinement n'est pas assuré, un appoint en eau dans les piscines permettra de prévenir le risque de découverture des assemblages entreposés ou en cours de manutention. »*

### Les réacteurs du parc en exploitation - partie réacteur

Le noyau dur doit permettre de faire face à des situations pour lesquelles les différentes lignes de défense prévues au titre de la démonstration de sûreté actuelle pourraient être perdues, l'opérabilité des moyens associés n'étant pas démontrée pour des niveaux d'aléas extrêmes : la mise en œuvre de lignes de défense autant que possible indépendantes entre elles et diversifiées par rapport aux structures, systèmes de composants (SSC) existants est l'élément structurant qui permet d'avoir un bon niveau de confiance dans la capacité du noyau dur à assurer ses fonctions.

En conséquence, l'IRSN estime que le noyau dur doit comporter deux lignes de défense, l'une visant à prévenir la fusion du cœur, l'autre à limiter les conséquences d'un accident grave. L'indépendance de ces deux lignes de défense doit être recherchée.

Au-delà de ce principe, l'IRSN souligne que la stratégie retenue par EDF pour limiter les rejets consiste à ouvrir la deuxième barrière (conduite dite en « gavé-ouvert ») et la troisième barrière de confinement (éventage par le dispositif U5), quel que soit l'état de la première barrière. Or, l'IRSN rappelle que l'un des principes fondamentaux retenu à la conception des installations nucléaires pour limiter les rejets en cas d'accident est l'interposition de barrières entre la matière radioactive

d'une part, l'homme et l'environnement d'autre part, et le maintien de l'intégrité de certaines barrières (au moins une) en situation accidentelle. L'IRSN estime qu'une stratégie de conduite privilégiant le maintien de l'intégrité des barrières, aussi longtemps que possible, doit être recherchée pour faire face à des situations extrêmes du type de celle survenue à Fukushima. A ce titre, l'IRSN a recommandé que le noyau dur permette d'assurer la fonction de refroidissement du circuit primaire par les générateurs de vapeur du circuit secondaire.

#### Le réacteur EPR Flamanville 3 - partie réacteur

Le réacteur EPR Flamanville 3 a bénéficié, dès sa conception, de dispositions supplémentaires par rapport aux réacteurs en exploitation pour prévenir la survenue de situations de perte totale des sources froides et des sources électriques ainsi que pour la limitation des conséquences d'un accident grave. En cohérence avec la stratégie qu'il a retenue pour les réacteurs du parc en exploitation, EDF propose une stratégie de passage en « givé-ouvert » et d'utilisation du système d'évacuation de la puissance de l'enceinte (EVU).

L'IRSN a estimé que la proposition d'EDF relative au contenu du noyau dur (aspects matériels) est acceptable pour l'EPR Flamanville 3, sous réserve de la démonstration de l'opérabilité en cas d'agression extrême de tous les équipements requis. L'IRSN estime toutefois qu'EDF devrait valoriser un refroidissement du circuit primaire par les générateurs de vapeur du circuit secondaire, en particulier pour limiter les risques de bipasse du confinement.

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

Le bâtiment abritant la piscine d'entreposage du combustible irradié des réacteurs à eau sous pression fait l'objet d'un confinement dynamique (assuré par une ventilation et une filtration), qui devient inopérant lorsque la température de l'eau de la piscine devient anormalement élevée. Compte tenu de l'impossibilité de limiter les conséquences radiologiques associées à une dégradation des éléments de combustible, EDF vise à prévenir les ruptures de gaines en évitant le dénoyage du combustible entreposé en piscine ou en cours de manutention. La gestion accidentelle prévue par EDF consiste à compenser l'évaporation due à l'ébullition de l'eau de la piscine par un appoint d'eau. Ce principe est également appliqué à la piscine du bâtiment du réacteur dans les situations où son confinement statique ne peut pas être assuré.

L'IRSN a estimé que les dispositions de prévention (dénoyage du combustible) doivent être particulièrement robustes pour la piscine d'entreposage du combustible et pour la piscine du bâtiment du réacteur lorsque le confinement statique du bâtiment n'est pas assuré.

EDF postule que les piscines resteraient intègres après l'agression. L'IRSN a estimé que l'hypothèse d'intégrité totale des piscines après une agression extrême ne permet pas de disposer d'un bon niveau de confiance dans les caractéristiques fonctionnelles du noyau dur permettant d'éviter le découverture du combustible et doit être revue. En effet, les structures, systèmes et composants (SSC) sur lesquels repose l'intégrité des piscines sont nombreux, difficiles à renforcer, situés dans de nombreux locaux et susceptibles d'être agressés par d'autres SSC.

## Exigences associées aux dispositions matérielles du noyau dur

L'IRSN a estimé que les choix concernant la définition du contenu du noyau dur et des exigences associées doivent permettre de garantir, avec un bon niveau de confiance, la capacité des dispositions retenues à assurer leurs fonctions.

Pour ce qui concerne la résistance du noyau dur aux agressions, l'IRSN s'est intéressé, d'une part aux agressions extrêmes à considérer et à leur niveau, d'autre part aux méthodes retenues pour justifier du caractère opérationnel du noyau dur dans les conditions envisagées :

- pour ce qui concerne les **niveaux retenus pour le séisme**, EDF a proposé des niveaux forfaitaires, sans indiquer les objectifs qu'il vise en termes de phénomènes ou de fréquence de dépassement à couvrir. Pour l'IRSN, les aléas retenus pour le noyau dur doivent être significativement supérieurs à ceux pris en référence pour la conception des installations et représentatifs d'agressions plus rares : en particulier, les niveaux extrêmes devraient notamment correspondre à des événements dont la période de retour dépasse significativement la dizaine de milliers d'années (la durée de fonctionnement usuelle d'une installation étant de l'ordre d'une cinquantaine d'années) La proposition faite par EDF pour ce qui concerne les séismes n'a pas été jugée suffisante par l'IRSN ;
- pour ce qui concerne l'**inondation**, la proposition faite par EDF repose sur des situations forfaitaires qui sont apparues satisfaisantes, bien qu'elles nécessitent quelques compléments, notamment pour les sites maritimes ;
- concernant les **autres agressions extrêmes**, l'IRSN estime que le noyau dur devrait inclure d'autres dispositions que celles prévues pour faire face aux séismes et aux inondations extrêmes. L'IRSN rappelle que la prise en compte de conditions climatiques extrêmes pour la définition du noyau dur a été recommandée par l'ENSREG dans le cadre des tests de résistance menés, au niveau européen, après l'accident de Fukushima ;
- concernant les **méthodes de justification de la tenue** des dispositions matérielles du noyau dur, l'IRSN considère que celles-ci doivent être cohérentes avec celles mises en œuvre dans le cadre du dimensionnement ou lors des réexamens de sûreté ; si nécessaire, pour certains sites, d'autres méthodes de justification pourront être analysées au cas par cas.

## Dispositions organisationnelles du noyau dur - gestion de crise

Indépendamment des dispositions matérielles, la capacité du noyau dur à faire face à une situation d'agression extrême repose sur la capacité des moyens organisationnels et humains à gérer la situation et à décider des actions qui sont de la responsabilité de l'exploitant.

En matière de gestion de crise, EDF a fait de premières propositions qui doivent être complétées dans le cadre de la définition d'un « Référentiel de Crise Post Fukushima (RCPF) », notamment pour ce qui concerne les moyens d'alerte, l'instrumentation nécessaire à la gestion de la crise, les

moyens de communication et de report d'informations vers les centres locaux et nationaux de crise ou encore la protection des personnes présentes sur le site. Par ailleurs, le déploiement d'une Force d'Action Rapide Nucléaire (FARN) sur un site accidenté et l'interface avec l'organisation de crise mise en œuvre au niveau local seront précisés.

Enfin, l'IRSN souligne la décision d'EDF de construire un bâtiment de grande résistance (appelé « Centre de Crise Local ») destiné à la gestion de crise.

*Références :*

- 1- <http://www.asn.fr/Controler/Evaluations-complementaires-de-surete/Decisions-de-l-ASN/Decisions-2012-de-l-ASN-Prescriptions-complementaires>
- 2- <http://www.asn.fr/L-ASN/Appuis-techniques-de-l-ASN/Les-groupes-permanents-d-experts/Groupe-permanent-d-experts-pour-les-reacteurs-nucleaires-GPR>
- 3- <http://www.asn.fr/Controler/Evaluations-complementaires-de-surete/Decisions-de-l-ASN/Decisions-2014-de-l-ASN>
- 4- [http://www.irsn.fr/FR/expertise/rapports\\_gp/gp-reacteurs/Pages/Rapport-IRSN-ECS.aspx](http://www.irsn.fr/FR/expertise/rapports_gp/gp-reacteurs/Pages/Rapport-IRSN-ECS.aspx)