

## Synthèse du rapport de l'IRSN sur l'examen de la démarche de classement de sûreté du réacteur EPR de Flamanville

### Contexte

Le classement de sûreté constitue la démarche formalisée et structurée qui permet de définir les exigences générales de conception, de réalisation et de suivi en exploitation applicables aux systèmes, structures et composants (SSC) en fonction de leur importance pour la sûreté.

Dès la phase de conception du réacteur EPR de Flamanville 3 (EPR-FA3) et comme proposé dans les Directives techniques (DT) pour la conception et la construction de la prochaine génération de réacteurs nucléaires à eau sous pression, Electricité de France (EDF) s'est appuyé sur un classement de sûreté pour définir les exigences applicables aux SSC selon leur importance pour la sûreté. La démarche de classement de sûreté du réacteur EPR-FA3 a été présentée par EDF dès le Basic design report (BDR) de 1999, puis dans le Rapport préliminaire de sûreté (RPrS) de 2003, dans le RPrS de 2006 et, plus récemment, dans des versions de travail du Rapport de sûreté (RDS) transmises en anticipation du Dossier de demande de mise en service (DMES).

Cette démarche a fait l'objet de plusieurs analyses de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) qui ont conduit l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) à formuler des réserves et demandes à EDF en 2009 et en 2011. Depuis, EDF a fait évoluer, dans la dernière version de travail du RDS, certains aspects de la démarche de classement et a apporté des compléments. Dans le présent rapport, l'IRSN analyse les nouveaux éléments apportés par EDF.

### Démarche de classement de sûreté retenue par EDF pour l'EPR-FA3

La démarche de classement retenue pour l'EPR-FA3, telle que présentée par EDF dans les dossiers fournis en anticipation du DMES, est déclinée selon deux approches complémentaires :

- une approche « barrière », tenant compte de l'importance des SSC en tant que barrière entre les matières radioactives et l'environnement. Elle est formalisée par un classement mécanique comportant trois classes M1, M2 et M3 (de la plus exigeante à la moins exigeante) ;
- une approche « fonctionnelle », tenant compte de l'importance des fonctions de sûreté assurées par les systèmes et les composants, pour la protection du cœur et des barrières et pour la limitation des rejets dans l'environnement dans les conditions de fonctionnement de référence (PCC), les conditions de fonctionnement avec défaillances multiples (RRC-A), les situations d'accident grave (RRC-B) et dans les situations d'agressions. Cette approche est formalisée par un classement fonctionnel des fonctions de sûreté identifiées et des systèmes et composants qui les réalisent. Ce classement distingue trois classes : F1A, F1B et F2. Ce classement fonctionnel intervient dans la définition des classements mécaniques

(classes M1, M2, M3), électriques (classes EE1, EE2) et de contrôle-commande (classes E1A, E1B, E2) à retenir pour les différents types d'équipements.

En complément, deux classes sismiques ont été définies pour prendre en compte les effets du séisme (Séisme De Dimensionnement (SDD)) sur les équipements classés de sûreté :

- la classe SC1 qui s'applique aux SSC classés de sûreté qui doivent assurer leurs fonctions en cas de SDD ;
- la classe SC2 qui s'applique aux SSC dont la défaillance pourrait mettre en danger des équipements classés SC1.

Enfin, un classement de sûreté est défini :

- pour les bâtiments : classement C1 des bâtiments abritant ou supportant des équipements assurant des fonctions classées F1 ou susceptibles de contenir des substances radioactives (classés M1, M2 ou M3) ;
- pour les dispositifs de manutention (classement HS1 ou HS2).

Des exigences de conception, de construction et de suivi en exploitation sont attribuées à chaque SSC en fonction de ses classements de sûreté. Pour les équipements mécaniques sous pression, ces exigences sont complétées par celles issues de la réglementation applicable aux équipements sous pression et aux équipements sous pression nucléaires (classement « ESPN »). Pour ces équipements, différents niveaux de conception (Q1, Q2, Q3) sont définis, en fonction de leur classement mécanique et de leur classement ESPN, et permettent de définir le code qui est appliqué à leur dimensionnement.

Les conclusions de l'analyse menée par l'IRSN de cette démarche de classement et des évolutions et compléments apportés par EDF à l'issue des instructions déjà menées sur ce sujet, figurent ci-après. En complément, l'IRSN a analysé certaines exceptions à la démarche de classement auxquelles EDF souhaite recourir.

### **Classement fonctionnel**

De manière générale, l'IRSN considère que la démarche de classement fonctionnel est conforme aux principes énoncés dans les Directives techniques qui consistent à définir le classement fonctionnel des fonctions de sûreté et des équipements en fonction des situations accidentelles dans lesquels ils sont requis (F1 pour les conditions de fonctionnement de référence, F2 pour les conditions avec défaillances multiples), ainsi que des états physiques que ces équipements permettent d'atteindre (F1A pour l'état « contrôlé », F1B pour l'état « d'arrêt sûr »). De plus, EDF a complété les principes de classement F2 énoncés dans les Directives techniques, notamment pour prendre en compte les situations d'accident avec fusion du cœur (RRC-B), ce qui est satisfaisant.

L'IRSN a plus particulièrement analysé les principes de classement fonctionnel des fonctions et équipements suivants pour lesquels EDF a apporté des évolutions depuis les instructions précédentes :

- les fonctions de surveillance en fonctionnement normal des fonctions F1, des principaux paramètres du réacteur et de la piscine de désactivation du combustible usé, ainsi que de l'état des trois barrières ;
- les équipements dont la défaillance induit un incident ou un accident ;
- les fonctions utilisées dans la gestion des accidents avec fusion du cœur ;
- les fonctions et équipements utilisés pour vérifier l'« élimination pratique » de certaines situations » ;
- les équipements intervenant dans le contrôle et la limitation des conséquences des agressions.

Concernant les fonctions de surveillance, l'IRSN estime satisfaisant que la surveillance en fonctionnement normal des différents paramètres caractérisant la disponibilité des fonctions F1 nécessaires à la mitigation des accidents de référence soit réalisée par des fonctions classées F2. EDF s'est de plus engagé à classer F2 toutes les fonctions de surveillance des principaux paramètres du réacteur et de la piscine de désactivation pris en compte comme conditions initiales des études de sûreté. De façon générale, l'IRSN estime que le classement des fonctions de surveillance en fonctionnement normal constitue une amélioration notable de l'EPR-FA3 par rapport aux réacteurs du parc en exploitation.

Concernant la surveillance de l'état des trois barrières, EDF propose de classer F2 les fonctions nécessaires à cette surveillance lorsque cette dernière n'est pas assurée par des essais périodiques. S'agissant plus particulièrement de la surveillance de la troisième barrière qui, pour EDF, repose uniquement sur des essais périodiques, l'IRSN rappelle qu'il a estimé, dans le cadre de son avis remis à l'ASN en 2010 sur le confinement du réacteur EPR-FA3, que le système SEXTEN, permettant de détecter en fonctionnement normal d'éventuelles fuites qui n'auraient pas été identifiées lors des essais périodiques, devait être classé F2. L'IRSN souligne également le rôle important du système EAU d'auscultation de l'enceinte interne dans le suivi et la prédiction du comportement de l'enceinte de confinement et estime qu'il devrait faire l'objet d'exigences et de dispositions d'exploitation.

L'IRSN relève que la démarche de classement d'EDF ne prend pas en compte les équipements dont la défaillance induit un incident ou un accident de référence. Pour l'IRSN, ceci constitue, en regard du principe de défense en profondeur, une lacune de la démarche de classement actuelle. EDF a toutefois précisé que, sur l'EPR-FA3, ces équipements bénéficiaient déjà pour la plupart d'un classement fonctionnel ou mécanique.

Concernant la gestion des accidents avec fusion du cœur, l'IRSN note qu'EDF a proposé, suite à l'instruction, d'élargir le classement F2 des fonctions nécessaires pour prévenir les rejets importants en cas d'accident avec fusion du cœur aux fonctions nécessaires pour atteindre et maintenir un état maîtrisé lors d'un tel accident. En complément, l'IRSN considère qu'EDF devrait également classer les instrumentations qui permettent de contrôler la disponibilité des fonctions nécessaires à l'atteinte et au maintien d'un état final stabilisé en RRC-B.

Concernant les fonctions et équipements intervenant dans l'« élimination pratique » de situations conduisant à des rejets précoces ou importants, EDF a proposé de les classer F2 (pour ceux non déjà classés à un autre titre), ce qui constitue une amélioration notable de la démarche de classement. Néanmoins, l'IRSN estime que, au cas par cas, ils pourront requérir un classement fonctionnel supérieur si la vérification de l'« élimination pratique » le nécessite. L'IRSN considère qu'EDF devrait également classer les instrumentations permettant de contrôler que les fonctions qui interviennent dans l'« élimination pratique » de situations sont assurées.

Concernant le classement des dispositions de protection contre les agressions (d'origine interne ou externe) et de limitation de leurs conséquences, EDF a fait évoluer significativement sa démarche de classement et distingue à présent :

- les dispositions actives ou passives non statiques qu'EDF appelle « dispositions agression » et auxquelles il attribue un classement F2, conformément aux Directives techniques, ainsi que des exigences de suivi en exploitation relevant des Règles générales d'exploitation (RGE) ;
- les dispositions statiques passives auxquelles EDF attribue le statut d'Équipement important pour la protection (EIP) non classé.

L'IRSN estime que la démarche d'EDF consistant à ne classer qu'une partie des dispositions nécessaires à la protection contre les agressions et à la limitation de leurs conséquences, sans que la sélection des dispositions classées ne s'opère sur la base de considérations liées à leur importance pour la sûreté, n'est pas appropriée. L'IRSN estime ainsi que l'ensemble des SSC nécessaires à la protection contre les agressions internes et externes et à la limitation de leurs conséquences doivent être classés de sûreté et que leurs exigences de suivi en exploitation doivent être prises en compte dans les RGE.

Enfin, l'IRSN constate que la classe fonctionnelle F2, qui regroupe des SSC dont les rôles pour la sûreté peuvent être très différents, ne permet pas en réalité de définir un lot d'exigences générales cohérentes afférent à cette classe. Une analyse « au cas par cas » est en pratique nécessaire pour définir les exigences appropriées à chaque SSC classé F2.

### **Classement et exigences associés aux équipements dont la défaillance est supposée exclue dans la démonstration de sûreté**

EDF valorise l'absence de défaillance de certains équipements dans la démonstration de sûreté, ce qui le dispense d'étudier les conséquences de ces défaillances. C'est le cas par exemple du circuit primaire principal et des circuits secondaires principaux auxquels est appliquée une démarche d'« exclusion de rupture » (démarche qui a déjà fait l'objet d'instructions par ailleurs). EDF entend appliquer une démarche d'« exclusion de fuite » aux équipements véhiculant du fluide de moindre énergie (portions non isolables du circuit PTR de traitement et de refroidissement de l'eau des piscines et dispositif de transfert du combustible reliant le compartiment de transfert du bâtiment réacteur et le compartiment de transfert du bâtiment combustible). L'IRSN constate qu'EDF appuie sa démarche d'exclusion de fuite sur une qualité de conception et de réalisation inférieure à celle retenue pour la démarche d'« exclusion de rupture ». L'IRSN estime que les équipements en

« exclusion de fuite » doivent bénéficier d'un très haut niveau d'exigences équivalent à ce qui serait retenu si ces équipements étaient traités en « exclusion de rupture ».

Par ailleurs, s'agissant de la protection contre les agressions, l'IRSN note qu'EDF exclut certaines défaillances d'équipements qui pourraient conduire à des scénarios d'agression dont les conséquences ne sont pas étudiées dans la démonstration de sûreté (telles que des ruptures ou fuites sur des tuyauteries contenant du dihydrogène qui pourraient conduire à des risques d'explosion). L'IRSN estime que le caractère suffisant des exigences attribuées aux matériels dont la défaillance est exclue devra être justifié par EDF dans le cadre des études d'agressions pour le DMES. L'IRSN estime que ces équipements doivent faire l'objet d'un classement de sûreté permettant de traduire l'importance pour la démonstration de sûreté de l'hypothèse d'exclusion de leur défaillance, ainsi que d'exigences de suivi en exploitation dans les RGE.

### **Classement des matériels électriques et de contrôle-commande**

L'IRSN a examiné les aspects qui devaient être précisés par EDF à l'issue des précédentes instructions des principes de classements appliqués aux matériels électriques et aux matériels de contrôle-commande, à savoir :

- le classement des fonctions de contrôle-commande de « protections prioritaires » qui peuvent, en cas d'apparition de certains défauts, arrêter le fonctionnement d'un matériel classé avant que celui-ci ne soit irrémédiablement endommagé (dans le but de pouvoir plus facilement le réparer et réduire son délai d'indisponibilité). Sur ce point, l'IRSN considère satisfaisants le classement et les exigences associés aux protections prioritaires des composants d'un système F1A ;
- les règles d'interface entre les matériels électriques et de contrôle-commande de classes différentes. Sur ce point, l'IRSN estime que les règles d'interface qui figurent dans la dernière version de travail du RDS, complétées par les précisions qu'EDF s'est engagé à apporter au DMES, sont satisfaisantes au regard du principe selon lequel la défaillance d'un SSC classé ou non classé ne doit pas entraîner la défaillance d'un SSC de classe supérieure.

### **Classement mécanique**

EDF a retenu un classement mécanique M3 et un niveau de qualité de conception et de réalisation Q3 pour certains matériels mécaniques assurant des fonctions classées F1, à savoir les accumulateurs du système d'injection de sécurité (RIS) et les matériels du système de borication de sécurité (RBS) et du système d'alimentation de secours des générateurs de vapeurs (ASG). Lors de l'instruction en 2008 des principes de classement mécanique, l'IRSN avait estimé que le niveau de qualité des systèmes et équipements devait être défini avant tout au regard de leur importance pour la sûreté. Ainsi, les systèmes RIS, RBS et ASG, qui assurent directement le respect des fonctions fondamentales de sûreté dans les conditions de fonctionnement de référence, devraient présenter une fiabilité maximale et donc être conçus et fabriqués suivant le niveau de qualité Q2, et non Q3 comme retenu par EDF, ce dernier niveau de qualité imposant des exigences moindres sur

l'approvisionnement et les contrôles de fabrication. Suite à cette analyse de l'IRSN, l'ASN a demandé à EDF d'attribuer à ces systèmes et équipements un niveau de qualité Q2. Or, EDF n'a pas pris en compte cette demande et a proposé de réaliser des contrôles et vérifications supplémentaires sur les équipements concernés visant à démontrer que le niveau de qualité effectivement obtenu pour ces équipements est compatible avec les fonctions de sûreté qu'ils assurent. Compte tenu des différences entre les niveaux Q2 et Q3 en termes de contrôles de fabrication, l'IRSN considère impossible d'obtenir a posteriori une équivalence Q2. De plus, concernant les contrôles supplémentaires aux contrôles de fabrication associés à la qualité de réalisation Q3 qui ont été proposés par EDF, l'IRSN note qu'ils sont limités puisqu'ils ne portent ni sur l'ensemble des soudures, ni sur l'ensemble des trains de ces systèmes, ce que l'IRSN estime inacceptable. Des compléments substantiels sont donc nécessaires de la part d'EDF, en termes de contrôles ainsi que de surveillance renforcée en exploitation des matériels concernés.

Par ailleurs, les instructions déjà menées sur les principes de classement mécanique ont montré que des compléments devaient être apportés par EDF concernant :

- la démarche de classement des éléments constituant des barrières de confinement et leurs éventuelles extensions, ainsi que des matériels assurant une fonction de protection de ces éléments ;
- les exigences applicables aux différentes sous-classes spécifiques introduites par EDF pour prendre en compte les lignes du circuit primaire principal de très petit diamètre et les gaines de ventilation n'ayant pas, pour EDF, d'exigence d'étanchéité.

Pour ce qui concerne les exigences d'étanchéité des barrières ainsi que de l'extension de la troisième barrière (E3B), l'IRSN note qu'elles sont présentées dans le RDS et qu'EDF apportera des précisions pour certains équipements. Concernant les circuits ou moyens susceptibles de véhiculer du fluide actif hors de l'enceinte en cas d'accident, mais qui n'appartiennent pas à l'E3B et donc ne sont a priori pas soumis aux exigences d'étanchéité associées à l'E3B car non strictement nécessaires à la mitigation de l'accident, l'IRSN note qu'EDF a indiqué qu'ils ont été identifiés et que des dispositions relatives à leur étanchéité ont été retenues.

S'agissant des lignes du circuit primaire principal (circuit classé M1) de très petit diamètre dont la rupture serait compensable par les moyens normaux d'appoint, l'IRSN relève qu'EDF retient une conception avec un niveau de qualité de conception équivalent à celui retenu pour les équipements de la classe mécanique M2. D'après les précisions apportées par EDF lors de l'instruction, l'IRSN note que la position d'EDF est cohérente avec l'Arrêté ESPN de 2005.

Les équipements mécaniques de ventilation classés M3 uniquement au titre de leur participation à une fonction classée F1 et qui ne participent pas à la prévention de la contamination du milieu environnant bénéficient d'exigences d'étanchéité moindres que celles des autres équipements classés M3. L'IRSN juge néanmoins satisfaisantes les justifications apportées par EDF sur la qualité de réalisation de ces équipements.

### Classement sismique

L'IRSN estime satisfaisant qu'EDF ait étendu le classement SC1 aux équipements des systèmes participant directement à l'évacuation de la chaleur de l'enceinte de confinement en situation RRC-B, ainsi qu'à leurs systèmes supports.

L'IRSN estime que la prise en compte, à la conception de l'EPR-FA3, de l'approche « séisme événement » au travers d'un classement sismique dédié (classe SC2) est une démarche satisfaisante et cohérente avec les Directives techniques.

Toutefois, l'IRSN a constaté que le classement sismique définissait les requis fonctionnels sous séisme et les chargements associés mais ne définissait aucune exigence pour les équipements soumis à ce classement. L'IRSN estime que les classes SC1/SC2 devraient permettre de garantir un suivi en exploitation des matériels concernés au titre des RGE.

Par ailleurs, l'IRSN rappelle que les Directives techniques précisent que « *les contre-mesures nécessaires en cas d'incendie pour protéger les systèmes classés de sûreté (éléments de sectorisation, détection d'incendie et systèmes de lutte contre l'incendie) doivent être dimensionnés pour résister à un séisme* ». Or, l'IRSN relève que les « requis sismiques » définis par EDF pour les matériels de protection contre l'incendie ne garantissent pas que la fonction de certaines protections contre l'incendie sera assurée après un séisme, ce qui n'est pas satisfaisant.

### Cas des équipements de manutention et d'entreposage du combustible

L'IRSN a relevé que, d'après la dernière version de travail du RDS, la piscine de désactivation et le tube de transfert étaient classés SC1 mais ne bénéficiaient pas de classement mécanique et fonctionnel. EDF a confirmé lors de l'instruction que la piscine de désactivation est classée C1 et le tube de transfert F1A, M2 et SC1. L'IRSN estime que le classement uniquement M2 du tube de transfert n'est pas satisfaisant compte tenu de l'hypothèse d'« exclusion de fuite » retenue par EDF.

De manière générale, les exigences associées aux équipements de manutention ou d'entreposage du combustible seront examinées dans le cadre de l'instruction d'une réunion du Groupe permanent dédiée à la piscine de désactivation.

### Exceptions à la démarche de classement

L'IRSN a analysé les dossiers transmis par EDF pour justifier certaines exceptions à la démarche de classement auxquelles EDF souhaite recourir. Il s'agit d'exceptions :

- aux règles de classement F1 qui conduisent EDF à retenir un classement F2 pour des fonctions ou systèmes qui, en application de la démarche, relèveraient d'un classement F1 ;
- aux règles de classement F2 de certaines fonctions de contrôle-commande ;
- aux règles de classement sismique ;

- à la règle de l'« aggravant unique » appliquée dans les études des incidents et accidents de référence, consistant à postuler une défaillance dans ces études.

Dans l'ensemble, l'IRSN considère que les éléments présentés par EDF permettent de justifier l'acceptabilité de ces exceptions ou note qu'EDF s'est engagé à fournir les compléments de justification nécessaires.

S'agissant plus particulièrement de l'exception à l'application de l'« aggravant unique » sur la défaillance à la refermeture d'une soupape de sûreté du pressuriseur, la nécessité du recours à cette exception est liée au choix technologique d'EDF pour le réacteur EPR-FA3 (une seule soupape sur chaque ligne de décharge au lieu d'un tandem composé de deux soupapes en série sur les réacteurs du parc EDF en exploitation) qui, dans son principe, constitue une régression en termes de sûreté par rapport à la conception des réacteurs du parc en exploitation. Toutefois, EDF justifie la conception retenue sur l'EPR-FA3 par la fiabilité importante de la soupape de sûreté SEMPELL et de son pilote. L'IRSN estime que la justification de l'acceptabilité de la non-application de la règle de l'aggravant unique à la refermeture d'une soupape de sûreté SEMPELL du pressuriseur n'est pas encore apportée et estime que des justifications devront être apportées par EDF sur la fiabilité de l'ensemble soupape+pilote et sur le caractère suffisant du programme d'essais de qualification.