

## **Synthèse du rapport de l'IRSN relatif aux accidents graves et à l'étude probabiliste de sûreté de niveau 2 pour le réacteur EPR de Flamanville**

En application du décret du 2 novembre 2007, la mise en service du réacteur n°3 de Flamanville (INB n°167) de type EPR (EPR FA3) est soumise à l'autorisation de l'ASN. Dans cette perspective, EDF a déposé, le 16 mars 2015, auprès de l'ASN, une demande d'autorisation de mise en service à laquelle sont joints le rapport de sûreté de l'installation (RDS) ainsi que des éléments permettant d'apprécier la conformité de l'installation réalisée avec les dispositions du décret d'autorisation de création et les prescriptions de l'ASN. Les prescriptions émises suite à l'examen des évaluations complémentaires de sûreté ont complété les exigences précitées en demandant la mise en place d'un noyau dur visant notamment à limiter les rejets radioactifs massifs d'accident avec fusion du combustible en cas d'agression « extrême ».

Afin de prendre position sur l'autorisation de mise en service du réacteur EPR FA3, l'ASN souhaite recueillir l'avis du Groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires (GPR) sur le caractère acceptable des dispositions de gestion d'un accident grave mises en place jusqu'à l'atteinte d'un état dans lequel le corium est refroidi, la puissance résiduelle est évacuée et l'intégrité de l'enceinte de confinement est maintenue (« état maîtrisé »). En complément, l'ASN souhaite connaître le positionnement du réacteur EPR FA3 au regard des textes établis par l'association WENRA concernant la prise en compte d'un accident grave pour les nouveaux réacteurs, l'un des principaux objectifs de cette association étant de développer une approche harmonisée de sûreté nucléaire, notamment réglementaire, au sein de l'Union européenne.

### **RAPPEL DES PRINCIPALES DISPOSITIONS MISES EN ŒUVRE SUR LE RÉACTEUR EPR FA3 POUR LES ACCIDENTS AVEC FUSION DU CŒUR**

Les réacteurs de type EPR sont caractérisés par une évolution importante du référentiel de conception, visant une amélioration significative du niveau de sûreté par rapport aux réacteurs actuellement en exploitation, au moyen d'un renforcement de la défense en profondeur ; en particulier, les accidents avec fusion du cœur sont pris en compte à la conception, de sorte que les accidents avec fusion du cœur à basse pression ne provoquent pas d'impact radiologique important pour la population et dans l'environnement (les actions de protection des populations doivent être limitées dans l'espace et le temps) et que les accidents avec fusion du cœur susceptibles de conduire à des rejets précoces importants soient « pratiquement éliminés ».

À ce titre, dans le cas d'un hypothétique accident de fusion du cœur (accident grave) affectant le réacteur EPR FA3 :

- un dispositif de dépressurisation du circuit primaire, différent du dispositif protégeant ce dernier des surpressions, permet d'abaisser la pression dans le circuit primaire avant la rupture de la cuve du réacteur, évitant un risque de fusion du cœur avec un circuit primaire sous pression ;
- un dispositif d'homogénéisation de l'atmosphère de l'enceinte de confinement et un dispositif de recombinaison de l'hydrogène au moyen de recombineurs autocatalytiques passifs permettent de limiter les risques liés à une combustion d'hydrogène ;
- un dispositif d'étalement et de refroidissement du corium hors de la cuve permet de stabiliser ce dernier sans affecter l'étanchéité de l'enceinte de confinement ;
- des dispositions constructives (comme un anneau d'étanchéité autour de la cuve) éliminent les risques d'explosion de vapeur hors de la cuve avant et pendant l'étalement du corium ;
- un système, constitué de 2 trains, assure le transfert de la chaleur produite dans l'enceinte du bâtiment réacteur vers la source froide, via une chaîne de refroidissement intermédiaire ;
- toutes les traversées de l'enceinte du bâtiment réacteur débouchent dans l'espace entre-enceintes ou des bâtiments périphériques, de telle sorte qu'il n'y a pas de rejets radioactifs directs vers l'environnement.

Les dispositions de limitation des conséquences d'un accident grave sur le réacteur EPR FA3 ont été intégrées dans le « noyau dur post-Fukushima ».

Pour faire face à une perte totale et de longue durée des sources électriques, EDF prévoit des dispositions complémentaires permettant de contrôler la pression dans l'enceinte de confinement ; elles consistent, à court terme, en une aspersion d'eau dans l'enceinte au moyen d'une motopompe autonome lignée sur un bassin situé en haut de la falaise surplombant le réacteur, puis, à moyen terme, en l'acheminement sur le site d'une source électrique mobile de forte puissance permettant de réalimenter les systèmes participant au refroidissement de l'enceinte. Ces moyens, définis dans le cadre des évaluations complémentaires de sûreté, ne sont toutefois pas valorisés dans la démonstration de sûreté.

## **ANALYSE DE L'IRSN**

L'analyse de l'IRSN a porté sur le dimensionnement des dispositions permettant l'atteinte d'un état maîtrisé de l'installation après un accident grave, les situations devant être « pratiquement éliminées », l'impact radiologique des accidents graves pour la population et dans l'environnement, la robustesse des dispositions proposées pour faire face à une perte totale et de longue durée des sources électriques et des sources froides et la situation de l'EPR FA3 vis-à-vis des positions établies par WENRA concernant les accidents graves pour les nouveaux réacteurs.

La qualification des équipements nécessaires à la gestion d'un accident grave et les stratégies de conduite sont examinées dans un autre cadre.

### ***Dimensionnement des dispositions permettant l'atteinte d'un état maîtrisé de l'installation après un accident grave***

#### **Dispositif de dépressurisation du circuit primaire**

L'IRSN estime que le dispositif de dépressurisation du circuit primaire est satisfaisant.

En effet, son ouverture entraîne une baisse de pression dans le circuit primaire, la pression étant en-dessous de 20 bar au moment de la rupture de la cuve. Les calculs réalisés montrent qu'une rupture de la cuve dans ces conditions ne conduit pas à l'endommagement du confinement.

#### **Dispositif de contrôle de l'hydrogène**

L'IRSN considère que le dispositif de contrôle de l'hydrogène est satisfaisant au regard des objectifs de sûreté relatifs à la tenue du confinement et à l'« élimination pratique » du risque de détonation d'hydrogène. Néanmoins, son analyse montre la nécessité de mieux tenir compte des effets en pression et en température des déflagrations lentes et rapides d'hydrogène sur les équipements nécessaires à la gestion de l'accident grave.

#### **Dispositif d'étalement et de refroidissement du corium hors de la cuve**

L'IRSN considère que le dispositif d'étalement et de refroidissement du corium hors de la cuve est satisfaisant au regard des objectifs de sûreté relatifs à la tenue du confinement. L'IRSN note de plus la capacité de ce dispositif à refroidir d'éventuelles accumulations locales de corium dans la chambre d'étalement.

#### **Dispositions prises pour limiter les risques d'explosion de vapeur hors de la cuve**

L'IRSN a constaté la présence de dispositions constructives destinées à garantir un puits de cuve sec et une salle d'étalement sèche avant l'arrivée du corium.

#### **Système d'évacuation de la chaleur produite dans l'enceinte du bâtiment réacteur vers la source froide**

L'IRSN considère que le dimensionnement du système d'évacuation de la chaleur produite dans l'enceinte du bâtiment réacteur vers la source froide lors d'un accident grave est satisfaisant au regard des objectifs de sûreté relatifs à la tenue du confinement. En particulier, l'étanchéité de la paroi interne de l'enceinte du bâtiment réacteur est assurée à court terme sans évacuation de la puissance résiduelle hors de

l'enceinte. La mise en service, après une période de grâce de 12 heures, des deux trains du système d'évacuation de la chaleur produite dans l'enceinte permet de réduire, en 12 heures, la pression dans l'enceinte jusqu'à une valeur de l'ordre de 2 bar absolus, un train étant suffisant au bout de 15 jours pour maintenir la pression dans l'enceinte en-dessous de la pression de dimensionnement.

#### Maîtrise du risque de retour en criticité

Compte tenu de la stratégie de conduite en cas d'accident grave sur l'EPR FA3 qui proscrit l'injection d'eau en cuve, l'IRSN considère que le risque de retour en criticité pour l'EPR FA3 est raisonnablement écarté lors du déroulement d'un accident grave.

#### Dispositions intégrées au Noyau Dur post-Fukushima

L'IRSN estime que la liste des dispositions intégrées au Noyau Dur post-Fukushima pour les accidents graves est recevable. Ces dispositions permettent en effet de détecter l'entrée en accident grave, puis de maîtriser les fonctions de sûreté nécessaires à la gestion de l'accident grave jusqu'à l'atteinte de l'état maîtrisé, à savoir le refroidissement du corium, l'évacuation de la chaleur produite dans l'enceinte du bâtiment réacteur et le maintien du confinement.

#### ***Évaluation probabiliste de sûreté de niveau 2 (EPS2)***

L'IRSN estime que l'EPS2 EPR FA3, dans son état de réalisation au moment de l'élaboration du dossier pour la demande de mise en service, apporte un éclairage appréciable sur le niveau de sûreté de l'EPR FA3, sur la robustesse de la conception de l'installation, et participe à la vérification que les objectifs de sûreté de l'EPR vis-à-vis des accidents graves sont respectés.

#### ***Situations « pratiquement éliminées »***

Sur la base de l'ensemble des éléments déterministes et probabilistes examinés, l'IRSN considère que les situations de défaillance du confinement par détonation d'hydrogène, explosion de vapeur et en cas de fusion du cœur à haute pression sont « pratiquement éliminées ». L'IRSN confortera ultérieurement cette conclusion à l'issue de son examen de la qualification des équipements aux conditions d'accident grave.

Les autres situations « pratiquement éliminées », à savoir les situations de fusion du cœur avec bipasse de l'enceinte de confinement, les accidents d'injection rapide de réactivité ainsi que les situations de fusion du combustible dans la piscine de désactivation, sont analysées dans d'autres cadres.

#### ***Impact radiologique d'un accident grave pour la population et dans l'environnement***

L'IRSN estime globalement recevables les hypothèses fonctionnelles et physico-chimiques retenues par EDF pour évaluer les rejets atmosphériques en cas d'accident grave.

L'IRSN considère que les dispositions prévues de prévention et de limitation des conséquences d'un accident grave mises en œuvre sur le réacteur EPR FA3 apportent une raisonnable confiance sur le respect des objectifs de sûreté de l'EPR vis-à-vis des conséquences radiologiques.

L'IRSN a néanmoins identifié des besoins d'améliorations méthodologiques (non spécifiques à l'EPR FA3) pour apprécier la limitation dans l'espace et dans le temps des conséquences d'un accident et a noté

qu'EDF a engagé une démarche d'amélioration de sa méthodologie commune à tous les réacteurs. Compte tenu des doses calculées à court terme et dont l'IRSN ne remet pas en cause l'ordre de grandeur pour les voies d'exposition par inhalation et irradiation au panache, l'IRSN estime acceptable que ces améliorations méthodologiques ne soient pas réalisées dans le cadre de la démonstration de sûreté associée à la demande de mise en service de l'EPR FA3.

L'IRSN estime enfin nécessaire qu'EDF retienne, dans l'évaluation des conséquences radiologiques d'un accident grave, des fuites sur le système d'évacuation de la chaleur produite dans l'enceinte du bâtiment réacteur dès sa mise en service et en tire les conséquences sur la gestion de ces situations.

### ***Robustesse des dispositions proposées pour faire face à une perte totale et de longue durée des sources électriques et des sources froides***

Les situations de perte totale et de longue durée des sources électriques et des sources froides ne font pas partie du référentiel de sûreté de l'EPR FA3. En cohérence avec les conclusions issues des évaluations complémentaires de sûreté, l'IRSN considère que des dispositions doivent être prévues pour gérer ces situations. Il estime de plus que ces dispositions doivent être valorisées dans la démonstration de sûreté.

La stratégie retenue par l'exploitant repose sur des hypothèses d'absence d'endommagement significatif de l'enceinte du bâtiment réacteur et d'absence de dégradation significative de son étanchéité pour des pressions (de l'ordre de 10 bar absolus) bien supérieures à la pression de dimensionnement.

L'IRSN considère que les éléments apportés par EDF ne permettent pas de justifier ces hypothèses et l'absence d'effets falaise pour des pressions de cet ordre de grandeur. Selon l'IRSN, pour limiter autant que possible de tels effets durant la progression de l'accident, les dispositions à mettre en œuvre en situation de perte totale et de longue durée des sources électriques et des sources froides doivent être conçues pour limiter la pression dans l'enceinte de confinement à sa pression de dimensionnement (5,5 bar absolus), ou à défaut, à sa pression de vérification (6,5 bar absolus).

Aussi, l'IRSN estime qu'EDF devra faire de nouvelles propositions pour la gestion de ces situations.

### ***Situation de l'EPR FA3 vis-à-vis des positions établies par WENRA concernant les accidents graves pour les nouveaux réacteurs***

L'IRSN ne considère que le réacteur EPR FA3 satisfait globalement aux positions établies par l'association WENRA concernant les accidents graves pour les nouveaux réacteurs. Toutefois, l'IRSN relève que l'indépendance des dispositions prévues au niveau 4 de la défense en profondeur (fusion du cœur) et de celles relevant des niveaux précédents sera d'autant mieux établie que les dispositions de gestion ultime des accidents de perte totale de longue durée des sources électriques et des sources froides auront été consolidées par EDF.