

Fontenay-aux-Roses, le 4 mai 2018

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN/2018-00129

Objet : EPR de Flamanville - Stratégies de conduite en accident grave (OSSA FA3)

- Réf.
1. Lettre ASN CODEP-DCN-2016-038593 du 17 novembre 2016
 2. Lettre ASN CODEP-DCN-2012-062485 du 12 décembre 2012 : « Réacteurs électronucléaires - EDF - Projet EPR - Flamanville 3 - Instruction anticipée - Principes de conduite en accident grave - Operating strategies for severe accident (OSSA) »
 3. Avis IRSN 2015-00308 du 23 septembre 2015 : « Centrale nucléaire EPR de Flamanville (FA3) - Accidents graves et études probabilistes de sûreté de niveau 2 »
 4. Lettre ASN CODEP/DCN-2015-005643 du 21 avril 2015 : « Réacteur Flamanville 3, de type EPR. Conception détaillée du système d'évacuation ultime de la puissance résiduelle (système EVU) »

Dans le cadre de la demande d'autorisation de mise en service du réacteur EPR de Flamanville (EPR FA3), l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) sollicite, par lettre en référence 1, l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur les stratégies de conduite, dénommées « OSSA » (de l'anglais Operating Strategies for Severe Accidents), à appliquer dans l'éventualité d'un accident de fusion du cœur (dit accident grave). Cette demande porte, d'une part sur les sujets non traités lors de l'examen, par l'IRSN, d'une version précédente des OSSA, d'autre part sur les réponses apportées par Électricité de France (EDF) aux demandes formulées par l'ASN dans sa lettre en référence 2 à l'issue de ce précédent examen.

Adresse Courrier
BP 17
92262 Fontenay-aux-Roses
Cedex France

Les OSSA, applicables par les équipes de conduite et les équipes de crise en situation d'accident grave, visent à limiter les rejets dans l'environnement et doivent permettre de ramener l'installation dans un état « maîtrisé et stabilisé » dans lequel le corium est refroidi, la puissance résiduelle est évacuée et l'intégrité de l'enceinte est assurée ; ces trois fonctions, dites fonctions de sûreté accident grave, étant assurées durablement.

Siège social
31, av. de la Division Leclerc
92260 Fontenay-aux-Roses
Standard +33 (0)1 58 35 88 88
RCS Nanterre 8 440 546 018

Lorsque les systèmes fonctionnent tel que prévu à la conception, la stratégie de conduite mise en œuvre suit le « chemin de mitigation ». A défaut, les OSSA proposent des « stratégies alternatives » ayant pour objectif de rejoindre le chemin de mitigation.

L'IRSN a examiné l'ensemble des dispositions de conduite décrites dans les OSSA : les critères d'entrée en accident grave et les actions immédiates à réaliser par les opérateurs, la démarche et les critères de diagnostic de l'état de l'installation ainsi que les préconisations de conduite découlant de ce diagnostic. L'IRSN constate que les OSSA tiennent compte des demandes formulées par l'ASN dans sa lettre en référence 2, ce qui est satisfaisant. L'examen de la dépressurisation volontaire du circuit primaire, de la gestion des appoints d'eau en cuve et de la conduite des générateurs de vapeur ne soulève pas de remarque de la part de l'IRSN. La justification de l'habitabilité de la salle de commande en cas d'accident grave affectant le réacteur EPR ou l'un des deux réacteurs de 1300 MWe du site est également satisfaisante. Les remarques de l'IRSN portent sur les sujets suivants :

- le critère d'entrée en accident grave relatif au débit de dose dans l'enceinte ;
- la réalisation des actions immédiates ;
- le diagnostic de l'état de l'installation relatif à la fonction « enceinte » ;
- le critère de mise en service du système EVU en mode aspersion ;
- la prise en compte dans les OSSA des situations de perte totale des alimentations électriques de longue durée ;
- la faisabilité, en termes de radioprotection, des actions à réaliser en local par les intervenants.

Critères d'entrée en situation d'accident grave relatif au débit de dose dans l'enceinte

En réponse à la demande de l'ASN [2], les OSSA prévoient dorénavant, en complément du critère de 650°C relatif à la température des gaz en sortie de cœur, un critère d'entrée en accident grave fondé sur la mesure du débit de dose dans le dôme de l'enceinte de confinement. Les seuils de débits de dose retenus doivent permettre de discriminer une situation d'accident grave, avec fusion généralisée du cœur, d'une situation d'accident, sans fusion généralisée, pour laquelle les systèmes de protection et de sauvegarde du réacteur visent à garantir le maintien du cœur en cuve et dans une configuration permettant son refroidissement. A la demande de l'IRSN, EDF a complété sa démonstration en évaluant le débit de dose dans l'enceinte en cas d'accident avec 0,1 % de combustible fondu, cette situation ne devant pas conduire à l'atteinte du critère d'entrée en accident grave.

Compte tenu des éléments complémentaires fournis par EDF, l'IRSN estime satisfaisants les seuils de débits de dose retenus dans les OSSA pour l'entrée en situation d'accident grave.

La réalisation des actions immédiates

Dès l'entrée en accident grave (correspondant à l'entrée dans les OSSA du point de vue de la conduite), des actions dites « immédiates » doivent être réalisées par les opérateurs en salle de commande, de façon autonome et systématique, sans évaluation préalable des équipes de crise.

L'IRSN estime satisfaisants les principes d'EDF pour la mise en œuvre des actions immédiates et estime acceptable la liste des actions immédiates retenues dans les OSSA.

Dans ce cadre, en cas de perte totale des alimentations électriques, l'IRSN a estimé, sur la base d'arguments théoriques fournis par EDF, que les actions immédiates étaient réalisables par les opérateurs avant l'épuisement des batteries de secours, qui ont une autonomie de deux heures. L'IRSN note cependant que cette démonstration nécessiterait une vérification sur site, **ce qui fait l'objet de l'observation n°1 en annexe 2.**

Diagnostic de l'état de l'installation

Après l'entrée en accident grave, les OSSA décrivent la démarche à appliquer pour établir un diagnostic de la situation ; cette démarche vise à déterminer les actions à réaliser et à suivre l'évolution de l'état de l'installation. L'IRSN estime que cette démarche est satisfaisante.

Le diagnostic se base sur le suivi en continu de trois fonctions de sûreté, dites fonctions de sûreté « accident grave », hiérarchisées entre elles. Ces fonctions sont relatives à la limitation des rejets dans l'atmosphère, à la limitation de la pression dans l'enceinte et au contrôle du refroidissement du corium dans le récupérateur.

Ce diagnostic permet de définir les actions prioritaires à réaliser et de résoudre ainsi d'éventuels conflits entre les actions envisageables. Le niveau de priorité des actions est déterminé, en premier lieu par l'état de dégradation de chaque fonction de sûreté accident grave, en second lieu par l'enjeu associé aux différentes fonctions en termes de limitation des rejets dans l'environnement. Ainsi, pour des situations où des fonctions de sûreté accident grave auraient un état de dégradation équivalent, la priorité est donnée aux actions contribuant, respectivement, aux fonctions suivantes : « relâchement », puis « enceinte » et enfin « refroidissement ».

Pour ce qui concerne la fonction de sûreté « enceinte », EDF retient une pression de l'enceinte égale à 12 bar absolus comme critère de transition menant à l'état le plus dégradé. L'IRSN rappelle que, dans son avis en référence 3, il estimait que, pour des pressions de l'enceinte de l'ordre de 10 bar absolus bien supérieures à la pression de dimensionnement (5,5 bar absolus), les hypothèses d'absence d'endommagement significatif de l'enceinte du bâtiment du réacteur, de dégradation significative de son étanchéité ou d'effets falaise n'étaient pas justifiées. L'IRSN constate que ce critère n'a pour objectif au final que de permettre une priorisation des actions à réaliser pour limiter les rejets à l'extérieur de l'enceinte. En effet, il permet que la transition vers l'état le plus dégradé de la fonction de sûreté « enceinte » soit plus tardive que celle de la fonction de sûreté « refroidissement », ce qui, du point de vue de l'IRSN, en l'état des connaissances, est pertinent. En cas de récupération tardive d'un appoint en eau, avec une fonction de sûreté « refroidissement » dans l'état le plus dégradé et une pression de l'enceinte bien supérieure à sa pression de dimensionnement, l'IRSN juge en effet préférable de mettre en œuvre cet appoint afin d'éviter un percement du radier au détriment d'une potentielle augmentation des fuites de l'enceinte.

Compte tenu de ces éléments, l'IRSN conclut que les critères de transition entre les différents états de dégradation pour les trois fonctions de sûreté accident grave, sont satisfaisants.

Par ailleurs, l'IRSN estime satisfaisants la définition d'une situation « stabilisée » de l'installation retenue dans les OSSA ainsi que les critères de succès relatifs aux trois fonctions de sûreté accident grave utilisées pour le diagnostic de l'état de l'installation.

Critères de mise en service du système EVU en mode aspersion de l'enceinte

Selon EDF, l'aspersion d'eau dans le bâtiment du réacteur permet le lessivage des produits de fission sans conséquence négative vis-à-vis du risque de déflagration d'hydrogène. Etant donné que plus la pression dans le bâtiment réacteur est proche de la pression atmosphérique, plus l'efficacité de l'aspersion pour réduire la pression est faible, EDF préconise dans les OSSA de mettre en service les deux trains du système EVU en mode aspersion, dès que la pression de l'enceinte excède le seuil de deux bar absolus.

Les études menées par l'IRSN montrent que la mise en service de l'aspersion dès deux bar absolus de pression dans l'enceinte peut conduire à une augmentation du risque global de combustion de l'hydrogène dans le dôme de l'enceinte. Ainsi, l'IRSN estime que la mise en service de l'aspersion devrait être assujettie à un délai après l'entrée en accident grave plutôt qu'au seuil de pression défini dans les OSSA. Cette stratégie permettrait, dans ce délai, de diminuer les concentrations locales d'hydrogène grâce aux recombineurs et d'éviter une mise en service de l'aspersion pendant les pics de production d'hydrogène lors de la phase de dégradation en cuve.

A cet égard, l'IRSN rappelle que la stratégie adoptée par EDF pour gérer la mise en service de l'aspersion sur les réacteurs du parc en fonctionnement, pour les états du réacteur avec le circuit primaire fermé avec indisponibilité de l'aspersion enceinte au moment de l'entrée en accident grave, consiste à mettre en service l'aspersion dans l'enceinte six heures après l'entrée en accident grave. Cette stratégie présente toutefois l'inconvénient de favoriser d'éventuelles fuites par les traversées de l'enceinte. Dans le cas de l'EPR FA3, toutes ces fuites sont collectées, voire filtrées si les systèmes de ventilation sont disponibles. Pour l'IRSN, cet inconvénient, qui peut être minimisé par le choix d'un délai adapté, n'est pas de nature à remettre en cause le gain pour la sûreté vis-à-vis du risque hydrogène.

Ce point fait l'objet de la recommandation n° 2 en annexe 1.

Prise en compte des situations de perte totale des alimentations électriques (PTAE) de longue durée

La démonstration de sûreté retient une hypothèse de restauration d'une alimentation électrique dans un délai de 12 heures en cas de situation de PTAE. Les évaluations complémentaires de sûreté menées à la suite de l'accident de Fukushima-Daïchi ont mis en évidence un effet falaise sur le confinement de l'installation en cas d'indisponibilité du système EVU : en situation de PTAE supérieure à 12 heures ou de perte des sources froides principale et ultime, la tenue de l'enceinte de confinement ne peut en effet être assurée durablement. EDF a proposé, en complément du « noyau dur » post-Fukushima, des moyens mobiles à mettre en œuvre par la force d'action rapide nucléaire (FARN) pour limiter la pression dans l'enceinte afin de disposer d'un délai supplémentaire permettant la récupération d'une alimentation électrique et d'une source froide pour rétablir les fonctions du système EVU. Toutefois, EDF ne souhaite pas inscrire cette stratégie de conduite alternative dans les OSSA.

Dans la continuité de la demande de l'ASN citée en référence 4 relative à la valorisation, dans le rapport de sûreté, de ces moyens, l'IRSN considère que la stratégie de mise en œuvre des moyens mobiles permettant de limiter la montée en pression dans l'enceinte doit être décrite dans les OSSA au titre des stratégies alternatives. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 1 en annexe 1.**

Faisabilité, en termes de radioprotection, des actions à réaliser en local

Actions à réaliser à court-terme

EDF considère que la faisabilité, en termes de radioprotection, des actions de conduite « immédiates » à réaliser en local est acquise si la dose totale reçue par l'intervenant reste inférieure à 100 mSv. L'IRSN considère que le niveau de référence de 100 mSv est acceptable dans le cadre de cette étude de faisabilité. Toutefois, il souligne qu'indépendamment du respect de cette valeur repère, une démarche ou des éléments d'optimisation des doses en situation d'accident grave devraient être identifiés, comme cela est prévu par le code de la santé publique.

A cet égard, pour ce qui concerne les actions immédiates nécessitant une accessibilité aux locaux électriques, l'IRSN convient que ces actions sont réalisables ou envisageables avec ou sans protection des voies respiratoires, le port des protections respiratoires permettant de limiter la dose reçue par inhalation par les intervenants.

En revanche, pour les actions immédiates nécessitant une accessibilité dans les zones contrôlées des bâtiments des auxiliaires de sauvegarde (BAS/ZC) et dans le bâtiment du combustible (BK), l'IRSN est en désaccord avec EDF. EDF conclut, sur la base de ses évaluations de doses, que ces actions sont réalisables. Or l'IRSN considère que les hypothèses retenues par EDF dans ses évaluations ne sont pas représentatives des situations envisagées. En utilisant des hypothèses réalistes ou raisonnablement conservatives, l'IRSN constate que les temps de présence de l'intervenant en local, avant l'atteinte d'une dose de 100 mSv, diminuent significativement par rapport à ceux évalués par EDF. A ce sujet, EDF s'est engagé à fournir des éléments complémentaires pour fin 2018 afin que l'IRSN puisse se prononcer sur la faisabilité des actions immédiates dans les zones contrôlées des bâtiments des auxiliaires de sauvegarde et dans le bâtiment combustible, ce qui est satisfaisant.

Actions à réaliser à long-terme

La démarche d'EDF, pour les actions à réaliser en local pendant la phase long terme de l'accident, se fonde sur la comparaison des doses prévisionnelles à une valeur de dose efficace individuelle de 40 mSv. L'IRSN rappelle que cette valeur de dose prévue à l'article R. 4451-15 du code du travail est soumise à l'obtention d'une autorisation spéciale.

L'IRSN estime que les dispositions mises en place par EDF pour réduire l'exposition des intervenants due à la contamination des tuyauteries du système EVU, des puisards RPE et des sols, dans le cadre des actions à réaliser en local pendant la phase long terme de l'accident, sont satisfaisantes sur le principe.

De plus, EDF s'est engagé à réaliser, à échéance du dossier de fin de démarrage, des études complémentaires concernant l'accessibilité des locaux pendant la phase long terme de l'accident, en prenant en compte des

valeurs plus conservatives des paramètres significatifs et à réaliser des essais pour vérifier le bien-fondé du coefficient de majoration du temps d'intervention en local utilisé dans ses évaluations. **L'IRSN estime que cette démarche de vérification est satisfaisante.**

Enfin, s'agissant des études et compléments qu'EDF s'est engagé à réaliser pour l'estimation de l'exposition des intervenants en situation d'accident grave, **l'IRSN a identifié des points d'attention mentionnés dans l'observation n° 2 en annexe 2.**

Conclusion

Au terme de son analyse et sous réserve des actions complémentaires qu'EDF s'est engagé à mener lors de l'instruction et de la prise en compte des recommandations et observations en annexes, **l'IRSN estime que les stratégies et dispositions de conduite préconisées en situation d'accident grave sur l'EPR de Flamanville et décrites dans les OSSA, sont satisfaisantes.**

Pour le Directeur général et par délégation,

Karine HERVIOU

Directrice des systèmes, des nouveaux réacteurs et des démarches de sûreté

Annexe 1 à l'Avis IRSN/2018-00129 du 4 mai 2018

Recommandations

Recommandation n° 1 :

L'IRSN recommande qu'EDF introduise, dans les OSSA, au titre des stratégies alternatives, la stratégie de gestion d'un accident grave en situation de perte totale des alimentations électriques de longue durée ou de perte des sources froides principale et ultime.

Recommandation n° 2 :

L'IRSN recommande qu'EDF modifie le critère de mise en service de l'EVU en mode aspersion dans les OSSA afin de limiter le risque de déflagration d'hydrogène dans l'enceinte de confinement dans la phase court terme de l'accident grave. L'IRSN estime que ce critère devrait être basé sur un délai suivant l'entrée en accident grave et non pas sur un critère de pression dans l'enceinte.

Annexe 2 à l'Avis IRSN/2018-00129 du 4 mai 2018

Observations

Observation n° 1 :

L'IRSN considère qu'EDF devrait confirmer, lors d'un essai sur site, les délais nécessaires à la réalisation de l'isolement enceinte phase 2 en situation de perte totale des alimentations électriques.

Observation n° 2 :

L'IRSN estime que, dans le cadre des études complémentaires à réaliser pour l'estimation de l'exposition des intervenants en situation d'accident grave, EDF devrait :

- préciser les temps de cheminement pris en compte dans l'estimation des débits de doses pour ce qui concerne l'accessibilité sur le site et les actions à réaliser en local à court-terme ;
- prendre en compte, pour les études dosimétriques supplémentaires qu'il s'est engagé à réaliser :
 - un facteur d'efficacité des masques de 250 ;
 - un débit respiratoire de 1,7 m³/h pour les déplacements sur le site, dans les locaux et en manœuvre de vanne et de 3 m³/h dans les escaliers ;
- justifier le facteur de majoration du temps d'intervention retenu à l'issue des essais « à blanc » ;
- identifier les dispositions d'optimisation pour limiter les expositions au niveau des extrémités (mains ou pieds/chevilles) et du cristallin le cas échéant.