

Fontenay-aux-Roses, le 21 février 2014

Monsieur le président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis/IRSN N° 2014-00061

Objet : Analyse de l'étude probabiliste de sûreté de niveau 2 (EPS 2) du réacteur EPR de Flamanville (INB 167 - FA3) dans le cadre de l'instruction anticipée de sa mise en service

Réf. Lettre ASN CODEP-DCN-2013-008963 du 5 mars 2013

Dans le cadre de l'instruction anticipée de la demande de mise en service du réacteur EPR constituant la troisième tranche électronucléaire du site de Flamanville (EPR FA3, INB n°167), EDF a transmis une étude probabiliste de sûreté de niveau 2 (EPS2) pour ce réacteur.

Par la saisine en référence, l'ASN a souhaité recueillir l'avis de l'IRSN sur « *la pertinence et le caractère adéquat vis-à-vis de la sûreté des méthodes et des hypothèses utilisés* » pour réaliser cette étude, « *en se basant sur les exigences en vigueur (notamment celles figurant dans le Rapport de Sûreté - RDS) et sur les connaissances disponibles en France et à l'international* ».

L'ASN a également demandé qu'il lui soit fait part de toutes les observations que l'IRSN pourrait porter sur ce dossier.

Pour mémoire, la conception du réacteur EPR s'appuie essentiellement sur une démarche déterministe, complétée par une approche probabiliste à partir de la phase de *Basic Design*. Une première EPS de niveau 1 (EPS1) a ainsi été développée dans ce cadre, puis étendue au niveau 1+ pendant la phase de conception détaillée¹.

Compte tenu des limites associées à cette EPS1+, il a été jugé nécessaire de disposer d'une EPS2 en amont de la mise en service du réacteur afin de disposer d'un éclairage sur le caractère satisfaisant des dispositions de gestion des accidents graves et de prévention des situations susceptibles d'entraîner des rejets précoces ou importants.

La saisine en référence porte donc sur la première version de l'EPS2 EPR FA3, réalisée au stade de la conception du réacteur. Il convient de rappeler que celui-ci est le premier réacteur français disposant de ce type d'étude à ce stade.

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

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

¹ Une EPS de niveau 1+ regroupe les séquences de fusion du cœur identifiées dans l'EPS1 selon l'état du confinement de l'installation.

I - Contenu et objectifs de l'EPS2 EPR FA3

I.1 - Contenu

L'EPS2 EPR FA3 porte sur les initiateurs d'accident internes à la chaudière. Elle a fait l'objet d'une mise jour pendant l'instruction sur les sujets suivants : ajout de situations de brèches extérieures à l'enclaustrée sur des circuits connectés au circuit primaire et de dilutions hétérogènes, modification de la fréquence estimée d'une fusion de combustible en piscine de désactivation et correction d'une erreur sur la quantification de l'échec de l'action de dépressurisation du circuit primaire.

L'IRSN considère que l'EPS2 EPR FA3, réalisée au stade de la conception, apporte un éclairage sur le niveau de sûreté de l'EPR FA3 mais il souligne que certains aspects de la conception étaient encore en évolution lors de sa réalisation par EDF et que certaines instructions ou évolutions récentes de conception concernant les systèmes de l'EPR, de même que les évolutions de l'EPS1 EPR FA3, auront un impact sur les hypothèses de modélisation et sur les résultats de cette étude. L'IRSN considère ainsi que l'EPS2 EPR FA3 devra faire l'objet d'une mise à jour pour refléter l'installation telle que construite et exploitée. Par ailleurs, une meilleure justification de certaines hypothèses et une amélioration de la présentation des résultats en vue des utilisations ultérieures devront être apportées. EDF en a convenu et prévoit une mise à jour de l'EPS2 EPR FA3 (en lien avec celle de l'EPS1) à échéance du Dossier de fin de démarrage. L'IRSN estime que cette position est acceptable.

L'EPS2 EPR FA3 ne prend pas en compte les risques liés aux agressions. L'IRSN estime nécessaire que cette étude prenne en compte ces risques à terme et a donc demandé à EDF au cours de l'instruction de transmettre un calendrier de prise en compte des agressions. EDF a indiqué sur ce sujet qu'il analysera à l'échéance du Dossier de fin de démarrage (DFD) la pertinence d'une extension au cas par cas de l'EPS2 EPR FA3 aux agressions. L'IRSN estime que cette position de l'exploitant n'est pas suffisante et maintient sa demande de présentation d'un calendrier de prise en compte des agressions, à l'échéance du DFD (**Recommandation n° 1**).

I.2 - Lien entre objectifs généraux de sûreté et utilisation de l'EPS2

Les Directives techniques pour la conception et la construction de l'EPR indiquent :

« [...] un objectif important est d'obtenir une réduction significative des rejets radioactifs pouvant résulter de toutes les situations d'accident concevables, y compris les accidents avec fusion du cœur. Pour les situations d'accidents sans fusion du cœur, il ne doit pas y avoir de nécessité de mesures de protection des populations vivant dans le voisinage de la centrale endommagée (pas d'évacuation, pas de mise à l'abri).

Les accidents avec fusion du cœur qui conduiraient à des rejets précoces importants doivent être "pratiquement éliminés" : s'ils ne peuvent pas être considérés comme physiquement impossibles, des dispositions de conception doivent être prises pour les exclure. Cet objectif concerne en particulier les accidents avec fusion du cœur en pression.

Les séquences avec fusion du cœur à basse pression doivent être traitées de telle sorte que les rejets maximaux concevables associés ne nécessitent que des mesures de protection des populations très limitées en termes d'étendue et de durée.»

A cet égard, l'IRSN rappelle que l'EPS2 EPR FA3 doit contribuer à apporter la conviction que les objectifs définis ci-dessus sont atteints quel que soit le type de situation accidentelle considérée.

L'IRSN constate qu'à cette fin EDF utilise les résultats de l'EPS2 EPR FA3 pour vérifier le respect, en ordre de grandeur, des cibles probabilistes qu'il a définies au sous-chapitre 18.0 du RDS pour traduire les objectifs des Directives techniques (ces cibles sont les suivantes : fréquence globale de rejets « importants » $<10^{-7}$ /a.r. et fréquence $<10^{-8}$ /a.r. pour chaque famille d'initiateurs).

Les rejets « importants » sont définis par EDF comme étant ceux pour lesquels la dose efficace estimée à 7 jours et à 500 mètres de l'installation est supérieure à 50 mSv (ce critère traduit quantitativement, pour EDF, l'objectif de mise en œuvre d'actions de protection de la population très limitées en termes d'étendue et de durée). L'IRSN considère que ce critère est pertinent pour l'EPS2 EPR FA3. Pour les différents scénarios de rejets qu'il a classés comme « importants » *a priori*, EDF n'a pas effectué d'évaluation des conséquences radiologiques. Pour les autres situations, EDF a réalisé, au-delà de l'évaluation des fréquences des différents types d'accidents possibles, une évaluation de la dose projetée, afin de vérifier que ces situations ne conduisent pas *in fine* à des rejets « importants ».

L'IRSN considère que l'EPS2 EPR FA3 doit contribuer à démontrer que l'exposition accidentelle à des rejets radiologiques des personnes du public et de l'environnement est aussi faible que raisonnablement possible. A cet égard, l'absence de calcul des conséquences de l'ensemble des situations accidentelles est une limitation forte de l'étude.

Aussi, et conformément à la pratique internationale, l'IRSN estime nécessaire qu'EDF discrimine les différentes situations de rejets radiologiques « importants » selon leur cinétique et leur amplitude, afin de faciliter l'examen des possibilités de limitation des rejets dans ces situations (**Recommandation n° 2**).

En outre, pour ce qui concerne les évaluations des conséquences radiologiques effectivement réalisées par EDF, l'IRSN relève l'absence de prise en compte des incertitudes et de plusieurs éléments de modélisation dans l'évaluation de la dose (**Observation n° 1**).

II - Examen du contenu de l'EPS 2 EPR FA3

L'IRSN a examiné les différents éléments constitutifs de l'EPS2 EPR FA3 :

- l'interface entre l'EPS1 et l'EPS2 EPR FA3 ;
- l'étude des phénomènes physiques pouvant survenir en accident grave et, en premier lieu, l'évolution de la thermohydraulique du réacteur et la cinétique de dégradation du cœur, pour chaque scénario évalué ;
- l'évaluation probabiliste de la fiabilité humaine (EPFH), c'est-à-dire l'évaluation de la réalisation (échec ou succès) des actions humaines préconisées dans les procédures de Conduite Incidentelle-Accidentelle (CIA), avant entrée en accident grave (AG), et dans le guide OSSA², après l'entrée en AG ;
- l'étude et la modélisation probabiliste du comportement des différents matériels contribuant à limiter les conséquences d'un accident grave (enceinte de confinement, système EVU (pour l'évacuation de la puissance résiduelle), récupérateur de corium ...) ;
- la construction des arbres d'événements et la présentation des résultats de l'EPS2 EPR FA3.

² OSSA : operating strategies for severe accidents

Les principales conclusions de cet examen figurent ci-après. Les enseignements qu'en tire l'IRSN sur certaines situations particulières dont l'« élimination pratique » est attendue sont ensuite présentés.

II.1 - Calculs de progression d'accident en support à l'EPS2 EPR FA

Les calculs de scénarios d'accident en support de l'EPS2 EPR FA3 ont été réalisés avec le code MAAP ; ils ont été définis par jugement d'ingénieur, sans prendre en compte les détails de la Conduite Incidentelle-Accidentelle (CIA) applicable au réacteur de Flamanville, dont les règles et procédures n'étaient pas disponibles au moment de la réalisation de l'étude, mais en tenant compte des préconisations de conduite de l'installation après fusion du cœur, définies dans les OSSA.

EDF considère que cette approche, issue des études génériques du concepteur AREVA, est suffisante et simplifie grandement la réalisation de l'EPS2 EPR FA3 et ses mises à jour ultérieures.

L'IRSN convient que ces simplifications étaient nécessaires pour réaliser l'EPS2 EPR FA3 au stade de la conception. Toutefois, pour garantir le réalisme de l'étude, l'IRSN estime que la conduite CIA doit à terme être modélisée dans les simulations d'accident utilisées en support de l'EPS2 EPR FA3. En effet ces simulations sont nécessaires pour décrire de manière appropriée l'état de l'installation au moment de l'entrée en accident grave (Recommandation n° 3).

II.2 - Evaluation Probabiliste de la Fiabilité Humaine (EPFH) en Conduite Incidentelle-Accidentelle et en accident grave

L'IRSN a relevé que la méthode EPFH utilisée pour la modélisation des actions de la CIA (méthode commune aux EPS 1 et 2) présente des faiblesses, notamment pour évaluer les actions à mettre en œuvre en local, et qu'elle conduit à des effets de seuil. L'IRSN note qu'EDF prévoit d'améliorer la modélisation des actions CIA en cohérence avec l'EPS1 à échéance du DFD.

L'IRSN a également relevé des faiblesses dans la méthode simplifiée utilisée pour la modélisation des actions des OSSA, tout particulièrement pour ce qui concerne les actions locales, les difficultés d'accessibilité des locaux éventuellement contaminés n'étant pas prises en compte. L'IRSN estime en outre souhaitable que soit étudiée la dépendance entre les actions à réaliser en CIA et les actions à réaliser dans les OSSA, particulièrement pour la dépressurisation du circuit primaire, et que certaines actions soient précisément modélisées.

Tous ces points font l'objet de la Recommandation n° 4.

II.3 - Etude et modélisation probabiliste du comportement des différents matériels contribuant à limiter les conséquences d'un accident grave

II.3.1 - Tenue ultime de l'enceinte interne de confinement et courbe de fragilité

La courbe de fragilité de l'enceinte interne de confinement (probabilité de défaillance fonction de la pression interne) est une donnée essentielle de l'EPS2 EPR FA3.

L'IRSN estime que, quel que soit le modèle probabiliste utilisé pour transposer les résultats des études mécaniques dans une courbe de fragilité, l'évaluation du risque de défaillance du confinement reste délicate dès qu'on s'éloigne significativement des valeurs d'épreuves de l'enceinte du réacteur.

L'IRSN note que la forme de la courbe de fragilité retenue par EDF dans l'EPS2 EPR FA3 rend très improbable la défaillance de l'enveloppe de confinement dans l'EPS2 EPR FA3, jusqu'à des pressions de l'ordre de 10 bar abs. De ce fait, les phénomènes induisant une pression élevée dans l'enveloppe interne de confinement (déflagration d'hydrogène, échauffement direct de l'enveloppe ou pressurisation lente) contribuent très faiblement au risque de rejets importants.

L'IRSN souligne que les pressions de vérification de l'enveloppe de confinement sont significativement inférieures à la valeur calculée de 10 bar abs. mentionnée ci-dessus (pressions d'épreuve de 6,0 bar abs. à la mise en service, puis 5,5 bar abs. tous les dix ans, et profil de qualification des équipements à l'intérieur de l'enveloppe de confinement pour l'accident grave limité à 5,5 bar abs.). Le seuil de 10 bar abs., qui s'applique à l'ensemble des constituants de l'enveloppe (zone courante et singularités), n'est donc pas vérifiable in situ.

Aussi, l'IRSN estime nécessaire qu'EDF, en complément de l'EPS2 de référence, évalue et présente la sensibilité des résultats de l'EPS2 EPR FA3 à la courbe de fragilité (ou à la pression de tenue ultime) de l'enveloppe de confinement (**Recommandation n° 5**).

II.3.2 - Disponibilité à long terme de la fonction d'évacuation de la puissance résiduelle

Les résultats de l'EPS2 EPR FA3 indiquent que les situations initiées par une perte partielle ou totale de la source froide contribuent pour près de 20% à la fréquence de rejets importants. Les situations initiées par une perte des sources électriques haute tension y contribuent pour 17 %.

L'IRSN émet des réserves quant à ces résultats pour les raisons suivantes :

- les arbres d'évènements de l'EPS2 EPR FA3 ne permettent d'évaluer que le premier mode de défaillance du confinement, cumulé ou non à la percée du radier ; les défaillances différées du confinement ne sont donc pas systématiquement prises en compte ;
- dans l'EPS2 EPR FA3, en situation de Perte Totale des Alimentations Electriques (PTAE), l'impossibilité de restauration d'une alimentation électrique avant l'atteinte de la pression de ruine de l'enveloppe est négligée (EDF considérant un délai de 3 jours avant l'atteinte de la pression ultime de l'enveloppe de confinement (10 bar) et un temps moyen de seulement 10 heures pour la réparation d'une alimentation électrique (diesel)) ; l'IRSN considère d'une part que retenir un unique délai de restauration moyen pour l'ensemble des scénarios constitue une hypothèse forte de l'étude, et rappelle d'autre part que l'évaluation de la pression ultime de tenue de l'enveloppe de confinement est très incertaine ;
- l'étude des possibilités de défaillances de la fonction d'évacuation de la puissance résiduelle de l'enveloppe de confinement pouvant survenir durant la progression de l'accident grave mériterait d'être détaillée.

L'EPR FA3 n'étant pas équipé d'un système d'éventage-filtration de l'enveloppe, l'IRSN considère que, dans l'EPS2 EPR FA3, la modélisation de la défaillance de la fonction d'évacuation de la puissance de l'enveloppe de confinement doit être aussi précise que possible, afin de conforter la valeur associée de probabilité de défaillance du confinement en accident grave (**Recommandation n° 6 - partie a**).

Les hypothèses de restauration des équipements nécessaires à cette fonction doivent de plus faire l'objet d'une analyse détaillée et d'études de sensibilité en vue d'apprécier leur impact sur les résultats de l'EPS2 EPR FA3 (**Recommandation n° 6 - parties b et c**).

Les réponses à la Recommandation n°5 et à la Recommandation n°6 participeront à l'appréciation de l'« élimination pratique » des situations de rejets importants induites par suppression de l'atmosphère de l'enceinte interne de confinement. Elles permettront également de se positionner sur la nécessité de dispositions complémentaires. L'IRSN considère que ces réponses devront être apportées au stade de la mise en service du réacteur EPR.

II.3.3 - Modélisation de la fiabilité du récupérateur de corium

Dans l'EPS2 EPR FA3, EDF utilise une probabilité conditionnelle de défaillance de 10^{-3} pour modéliser la défaillance de la stabilisation du corium dans le récupérateur.

L'IRSN estime nécessaire qu'EDF démontre que cette valeur couvre toutes les incertitudes physiques concernant le fonctionnement du récupérateur de corium, notamment pendant les phases précédant le noyage passif. EDF considère que ces incertitudes sont implicitement traitées dans le chapitre 19.2.2.4 du RDS dédié à l'évaluation (déterministe) de la stabilisation du corium, et prévoit, à échéance du DFD, de compléter le paragraphe du rapport principal de l'EPS2 EPR FA3 relatif à la fiabilité du récupérateur de corium, afin de mieux préciser les phénomènes couverts par la valeur de 10^{-3} utilisée.

L'IRSN estime que cette action est satisfaisante sous réserve qu'EDF s'assure que les évaluations présentées dans le chapitre 19.2.2.4 du RDS couvrent bien tous les scénarios d'accident inclus dans l'EPS2 EPR FA3 et incluent l'examen des incertitudes associées à ces scénarios, notamment celles liées aux outils de simulation utilisés. Par ailleurs, la démonstration présentée dans le RDS ne vaut que pour un scénario accidentel « à sec », c'est-à-dire sans injection d'eau en cuve après entrée dans les OSSA. En cas d'injection d'eau en cuve après entrée dans les OSSA, la progression de l'accident est plus difficile à évaluer.

II.3.4 - Fonctionnement intempestif du RIS

Dans l'EPS2 EPR FA3, aucune injection intempestive par le système RIS n'est envisagée, EDF considérant qu'un tel événement a une probabilité résiduelle, car la future mise à jour des OSSA devrait intégrer à la fois la demande d'arrêt des pompes RIS (en action immédiate) et des dispositions pour éviter un éventuel démarrage intempestif. L'IRSN juge cette position trop qualitative.

Aussi, compte tenu des risques associés à un démarrage tardif du RIS (rupture de la cuve en pression...), l'IRSN estime nécessaire qu'EDF réévalue la probabilité de cet événement, en tenant compte de la conduite préconisée dans les OSSA lors de la mise en service de l'EPR (**Observation n°2**).

III - Traitement de situations susceptibles de conduire à des rejets précoces ou importants dans l'environnement (situations devant être pratiquement éliminées sur EPR)

L'EPS2 EPR FA3 doit permettre d'appuyer la démonstration d'« élimination pratique » des situations conduisant à des rejets précoces ou importants (cette démonstration est portée au chapitre 19.2.4 du RDS). L'IRSN a donc analysé la prise en compte, dans l'étude, des différentes situations concernées.

Suppression à froid du circuit primaire et rupture de la cuve en fonctionnement

En complément des demandes formulées dans le cadre de l'instruction de l'EPS1 EPR FA3, l'IRSN estime nécessaire qu'EDF prenne en compte les situations de suppression à froid ainsi qu'un initiateur de rupture fragile de la cuve dans l'EPS2 EPR FA3.

EDF a indiqué qu'il étudiera la possibilité d'intégrer ces situations à échéance du DFD, en cohérence avec les mises à jour de l'EPS1. L'IRSN prend note de cette position.

Accident de dilution

L'IRSN estime nécessaire qu'EDF inclue, dans l'EPS2 EPR FA3, l'évaluation des risques de dilution hétérogène inhérente à une situation d'accident (**Recommandation n° 7**).

Défaillance du confinement par combustion

Concernant l'étude du risque de défaillance du confinement par combustion d'hydrogène, l'IRSN estime que certains compléments devront être apportés à l'EPS2 EPR FA3 au stade de la mise en service du réacteur EPR (**Recommandation n° 8**).

Explosion de vapeur en cuve

L'IRSN estime que le risque d'effet induit par une explosion de vapeur en cuve (endommagement de la cuve, voire de l'enveloppe de confinement) est très faible pour les réacteurs à eau pressurisée du parc en exploitation.

Toutefois, compte tenu des spécificités du couvercle de cuve du réacteur EPR (nombre de pénétrations élevées), l'IRSN considère que l'absence de risque de ce type devrait être spécifiquement vérifiée dans le cadre de l'EPS2 EPR FA3 (**Observation n° 3**).

Situations de fusion du cœur en pression

L'IRSN convient que les situations de fusion du cœur en pression sont prises en compte à la conception du réacteur EPR, via la mise en place de vannes de décharge du circuit primaire et au travers de la conduite prévue dans les OSSA. Toutefois, même si elles sont associées à des probabilités faibles, les situations de fusion en pression doivent faire l'objet d'une modélisation précise dans l'EPS2 EPR FA3, du point de vue des équipements, des actions humaines, des spécificités géométriques du réacteur et de la phénoménologie associée. L'IRSN a relevé plusieurs aspects qui devraient être précisés.

Rupture de la cuve en pression

Le réservoir de décharge du pressuriseur est équipé de disques de rupture tarés à une pression primaire de 19 bar rel., ce qui rend possibles des scénarios de rupture de la cuve à une pression supérieure à 20 bar. L'IRSN note que ces situations particulières ne sont pas évaluées dans l'EPS2 EPR FA3.

L'IRSN a plus globalement examiné la modélisation des situations de rupture de la cuve en pression (quantité d'hydrogène pris en compte pour la combustion, endommagement de la trappe du puits de cuve, déplacements de la cuve) et estime que des compléments sont nécessaires pour l'évaluation correcte de ces risques dans l'EPS2 EPR FA3 (**Recommandation n° 9**).

Rupture de tubes de générateur de vapeur (RTGV)

En cas de fusion du cœur en pression, avec présence de bouchons d'eau dans les branches intermédiaires du circuit primaire (la probabilité de formation d'un tel bouchon étant évaluée par ailleurs), l'IRSN considère que la rupture de tubes de générateur de vapeur est très probable si la partie secondaire d'un générateur de vapeur est dépressurisée.

L'IRSN a examiné les hypothèses de modélisation retenues par EDF à ce sujet et estime que certaines d'entre elles nécessitent des justifications (**Recommandation n° 10**).

Situations de fusion du cœur avec le tampon d'accès des matériels (TAM) initialement ouvert

Les situations accidentelles de fusion du cœur alors que le TAM est ouvert représentent une contribution significative (20%) à la fréquence totale des situations de rejets importants estimée dans l'EPS2 EPR FA3. Ce résultat est lié aux situations pour lesquelles le temps minimum nécessaire pour la fermeture du TAM excède le délai avant dégradation du combustible.

Pour ces situations, EDF a confirmé que l'éclairage probabiliste apporté par l'EPS2 EPR FA3 sera pris en compte pour la définition des Spécifications techniques d'exploitation relatives aux conditions d'ouverture du TAM. L'IRSN estime cette position satisfaisante et considère qu'elle devra se traduire par des compléments sur l'analyse de ces situations dans l'EPS2 EPR FA3 (**Observation n° 4**).

Conclusion

Après examen des méthodes, hypothèses ou études réalisées en support de l'EPS2 EPR FA3, l'IRSN considère que cette étude est globalement conforme à ce qui peut être attendu au stade de la conception du réacteur et en regard des pratiques internationales.

L'IRSN considère néanmoins que certaines hypothèses de l'EPS2 EPR FA3 doivent faire l'objet de compléments par EDF au stade de la mise en service du réacteur (tenue ultime de l'enceinte de confinement, restauration de la fonction d'évacuation de la puissance résiduelle, combustion d'hydrogène) afin de pouvoir apprécier le caractère satisfaisant des dispositions de conception.

L'IRSN considère de plus que, à l'échéance du Dossier de fin de démarrage, l'étude mise à jour devra prendre en compte la conception finalisée du réacteur ainsi que des compléments permettant notamment de conforter l'appréciation qui peut être portée sur l'« élimination pratique » de certaines situations pouvant conduire à des rejets précoces ou importants.

Pour le directeur général et par délégation,
La Directrice des systèmes, des nouveaux réacteurs
et des démarches de sûreté,

Sylvie CADET-MERCIER

Recommandations

Extension de l'EPS2 EPR FA3 aux agressions

Recommandation n° 1

L'IRSN estime nécessaire que l'EPS2 EPR FA3 prenne en compte les agressions. A ce titre, il recommande qu'EDF, à l'échéance du Dossier de fin de démarrage, transmette un calendrier de prise en compte des agressions dans l'EPS2 EPR FA3.

Lien entre objectifs généraux de sûreté et utilisation de l'EPS2

Recommandation n° 2

L'IRSN recommande qu'EDF, à l'échéance du Dossier de fin de démarrage, évalue, dans le cadre de l'EPS2 EPR FA3, la cinétique et l'amplitude des rejets, qu'ils soient importants ou non et, sur cette base, apporte un éclairage sur le caractère satisfaisant des dispositions retenues à la conception, au regard des objectifs généraux de limitation de l'exposition accidentelle des personnes du public et de l'environnement à des rejets radiologiques.

Calculs thermohydrauliques en support à l'EPS2 EPR FA3

Construction des initiateurs de l'EPS2 EPR FA3

Recommandation n° 3

L'IRSN recommande qu'EDF, à l'échéance du Dossier de fin de démarrage, mette à jour les calculs utilisés en support de l'EPS2 EPR FA3, sur la base des procédures de conduite du réacteur EPR de Flamanville 3, dans le but de conforter les regroupements de scénarios issus de l'EPS1 dans les initiateurs de l'EPS2 EPR FA3, en termes de cinétique d'accident et d'état du réacteur.

Evaluation Probabiliste de la Fiabilité Humaine (EPFH) en Conduite Incidentelle-Accidentelle et en accident grave

Recommandation n° 4

L'IRSN recommande qu'EDF, à l'échéance du Dossier de fin de démarrage :

- améliore la modélisation des actions de conduite CIA à mettre en œuvre en local ;
- reconsidère son hypothèse de complète indépendance entre les missions de conduite en CIA et celles en accident grave et propose une autre modélisation pour l'action de dépressurisation ;
- améliore la modélisation des actions des OSSA à mettre en œuvre en local ;
- justifie pour les états d'arrêt (notamment en état Cb et D), l'absence de risque d'échec de mise en œuvre des actions relatives au confinement en situation de Manque De Tension Généralisé suite à l'échec du démarrage des diesels SBO en CIA, compte tenu des délais courts mis en évidence dans les calculs supports ;
- détaille la modélisation des actions de récupération par le Pupitre Inter Poste Opérateur (PIPO) de l'échec de l'isolement de l'enceinte en cas de défaillance du contrôle-commande (faisabilité de cette récupération par les opérateurs et disponibilité matérielle), ainsi que la modélisation de la mise en service manuelle des ventilations EDE, DWL et EBA petit débit (faisabilité de l'action et estimation du temps de mission), et justifie dans les deux cas la probabilité d'échec retenue dans l'EPS2 EPR FA3.

Courbe de fragilité de l'enceinte EPR FA3 et gestion long terme des situations accidentelles

Recommandation n° 5

L'IRSN recommande qu'EDF présente, au stade de la mise en service du réacteur EPR, la sensibilité des résultats de l'EPS2 EPR FA3 à la pression ultime de l'enceinte, en considérant la défaillance certaine du confinement pour tout chargement en pression sur l'enceinte interne supérieur à la valeur de la pression d'épreuve initiale (soit 6 bar abs.), et en tire les enseignements sur le caractère satisfaisant des dispositions de gestion d'un accident.

Recommandation n° 6

a) Risque de défaillance de la fonction d'évacuation de la puissance résiduelle à long terme

L'IRSN recommande qu'EDF complète dans l'EPS2 EPR FA3, au stade de la mise en service du réacteur EPR, l'évaluation du risque de défaillance du confinement induit par l'indisponibilité de la fonction d'évacuation de la puissance résiduelle de l'enceinte à long terme, que l'indisponibilité soit due à l'initiateur de l'accident ou se produise pendant l'accident, et ce pour tous les scénarios inclus dans l'EPS2 EPR FA3 (y compris ceux pour lesquels une première défaillance du confinement survient).

b) Justification des temps moyens de restauration des équipements

L'IRSN recommande qu'EDF explicite et justifie dans l'EPS2 EPR FA3, au stade de la mise en service du réacteur EPR, les hypothèses de restauration des équipements nécessaires à la fonction d'évacuation

de la puissance résiduelle de l'enceinte de confinement (système EVU et tous ses systèmes supports, en incluant les alimentations électriques).

c) Sensibilité de l'étude aux temps moyens de restauration des équipements

L'IRSN recommande qu'EDF présente, au stade de la mise en service du réacteur EPR, la sensibilité des résultats de l'EPS2 EPR FA3 aux temps moyens de restauration de ces équipements, en tenant compte d'une connaissance incertaine de la pression ultime de tenue de l'enceinte de confinement.

Dilution hétérogène

Recommandation n° 7

L'IRSN recommande qu'EDF inclue, dans l'EPS EPR FA3, à l'échéance du Dossier de fin de démarrage, l'évaluation des risques de dilution hétérogène inhérente à une situation d'accident.

Combustion d'hydrogène

Recommandation n° 8

L'IRSN recommande qu'EDF complète, dans l'EPS2 EPR FA3, au stade de la mise en service du réacteur EPR, son évaluation des risques associés à une combustion d'hydrogène :

- en précisant la manière dont les situations conduisant à la vidange des accumulateurs en phase de dégradation du cœur sont traitées dans l'étude ;
- en évaluant les risques induits par les gaz combustibles émis dans le puits de cuve ou dans la salle d'étalement, lors de la phase tardive de l'accident grave (en particulier pour les scénarios avec un corium peu oxydé à la rupture de la cuve) et sans considération de l'hypothèse selon laquelle ces gaz seraient brûlés instantanément ;
- en introduisant dans les arbres d'événements le risque de perte du confinement par déflagration lente d'hydrogène après rupture de la cuve ;
- en évaluant, à l'aide d'études de sensibilité, les risques associés à une mise en service à un moment inopportun de l'aspersion dans l'enceinte (EVU), et en ajoutant cet événement dans les arbres d'événements de l'EPS2 EPR FA3 ;
- en confortant la modélisation actuellement simplifiée du risque de déflagration rapide, en s'appuyant sur des calculs représentatifs des différentes situations possibles.

Rupture de la cuve en pression

Recommandation n° 9

L'IRSN recommande qu'EDF complète, dans l'EPS2 EPR FA3, à l'échéance du Dossier de fin de démarrage, son évaluation des risques associés à une rupture de la cuve en pression :

- en identifiant précisément les situations pour lesquelles la rupture des disques du réservoir RDP ne serait pas effective malgré l'ouverture des lignes de décharge du pressuriseur ;
- en prenant en compte la combustion de l'hydrogène déjà présent dans l'enceinte, dans le circuit primaire ou produit par oxydation des particules de corium émises depuis la cuve ;
- en évaluant plus précisément le risque d'endommagement de la trappe du puits de cuve et les conséquences associées ;
- en évaluant plus précisément les déplacements de la cuve (en tenant compte notamment de la pressurisation du puits de cuve et des incertitudes associées) et les conséquences associées.

Brèches induites - RTGV

Recommandation n° 10

Le risque de ruptures de tubes de générateur de vapeur dépend de la présence de bouchons d'eau dans les branches intermédiaires du circuit primaire et le fond de cuve. L'IRSN note que la probabilité de disparition des bouchons d'eau est dix fois plus faible dans l'EPS2 EPR FA3 que dans l'EPS2 REP 1300. L'IRSN recommande qu'EDF justifie, à l'échéance du Dossier de fin de démarrage, la valeur retenue dans l'EPS2 EPR FA3.

Même en présence de bouchons d'eau dans le circuit primaire, des ruptures de tubes de générateur de vapeur sont très probables si la partie secondaire d'un générateur de vapeur est dépressurisée. Pour maintenir la pression dans les générateurs de vapeur, les OSSA prévoient leur isolement sur critère de bas niveau d'eau. L'IRSN recommande que, à l'échéance du Dossier de fin de démarrage, l'échec de cette action d'isolement par les opérateurs soit modélisé avec précision dans l'EPS2 EPR FA3.

Observations

Méthode de calcul des doses projetées

Observation n° 1

L'IRSN considère qu'EDF devrait, à l'échéance du Dossier de fin de démarrage, dans la méthode de calcul des conséquences radiologiques de l'EPS2 EPR FA3 :

- identifier les éléments de modélisation, actuellement non pris en compte, qui pourraient accroître la probabilité globale de rejets importants,
- évaluer les incertitudes,

et justifier l'absence de remise en cause des résultats de l'EPS2 EPR FA3.

Fonctionnement intempestif du RIS

Observation n° 2

L'IRSN considère qu'EDF devrait compléter, à l'échéance du Dossier de fin de démarrage, l'EPS2 EPR FA3 par l'évaluation de l'événement « injection intempestive par le RIS après l'entrée en AG ».

Interaction corium-réfrigérant en cuve (explosion de vapeur)

Observation n° 3

L'IRSN considère qu'EDF devrait étudier, à l'échéance du Dossier de fin de démarrage, les conséquences d'une explosion de vapeur dans la cuve du réacteur EPR FA3 en tenant compte :

- de la présence d'un nombre élevé de pénétrations dans le couvercle de la cuve de ce réacteur ;
- des effets thermiques (diminution de la résistance mécanique d'un couvercle chaud).

Situations accidentelles avec un TAM initialement ouvert

Observation n° 4

L'IRSN considère qu'EDF devrait compléter, à l'échéance du Dossier de fin de démarrage, l'analyse des situations avec TAM ouvert dans l'EPS2 EPR FA3, en précisant les dispositions de conception et d'exploitation contribuant à justifier leur « élimination pratique ».