

Montrouge, le 23 juillet 2014

Réf. : CODEP-DCN-2014-002353

**Monsieur le Directeur
Centre national d'équipement nucléaire
(CNEN)
EDF
97 avenue Pierre Brossolette
92120 MONTROUGE**

**Objet : Réacteur n° 3 de Flamanville de type EPR
Études probabilistes de sûreté de niveau 1 (EPS 1)**

- Réf. :**
- [1] Lettre DGSNR du 28 septembre 2004 transmettant les directives techniques pour la conception et la construction de la prochaine génération de réacteurs nucléaires à eau sous pression
 - [2] Décision n° 2008-DC-0114 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 26 septembre 2008 fixant les prescriptions relatives au site de Flamanville
 - [3] Arrêté du 7 février 2012 modifié fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base
 - [4] Lettre ASN CODEP-DCN-2010-064949 du 25 janvier 2011
 - [5] Lettre EDF ECESN110148 du 12 décembre 2011
 - [6] Lettre EDF ECESN121212 du 9 janvier 2013
 - [7] Règle fondamentale de sûreté (RFS) n° 2002-01 du 26 décembre 2002 relative à l'utilisation des études probabilistes pour la sûreté des installations nucléaires de base
 - [8] Lettre ASN CODEP-DCN-2013-028077 du 19 juillet 2013 – Saisine du groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires (GPR) – Examen des études probabilistes de sûreté de niveau 1 (EPS 1) du réacteur n° 3 de Flamanville
 - [9] Avis et recommandations du groupe permanents d'experts pour les réacteurs nucléaires concernant les études probabiliste de niveau 1 (EPS 1) relatives au réacteur n° 3 de Flamanville de type EPR dans le cadre de l'instruction anticipée du dossier de demande de mise en service, transmis par courrier CODEP-MEA-2014-007019 du 10 février 2014
 - [10] Lettre EDF ECESN140192 contenant les positions/actions du 25 février 2014
 - [11] Lettre ASN CODEP-DCN-2013-042198 du 6 novembre 2013

Monsieur le Directeur,

Les études probabilistes de niveau 1 visent à identifier les séquences pouvant conduire, à partir d'événements déclencheurs, à la fusion du combustible présent dans la cuve du réacteur ou dans la piscine de désactivation et à évaluer leurs fréquences.

La **prescription INB n° 167-8** de la décision en référence [2] précise que « *le rapport de sûreté présente une évaluation probabiliste de sûreté permettant d'apprécier les risques liés à l'installation en termes de fréquence de fusion du cœur, associée notamment aux événements d'origine interne à l'installation que sont les défaillances d'origine matérielle ou humaine, l'explosion, l'inondation et l'incendie* ». Ce rapport de sûreté (RDS) sera inclus dans le dossier de demande d'autorisation de mise en service du réacteur n° 3 de Flamanville (DMES).

Pour préparer ce dossier, EDF a réalisé des études probabilistes de sûreté de niveau 1 (EPS 1) dès le début de la conception. Dans le DMES, EDF a prévu de présenter les études probabilistes pour le réacteur mises à jour, en tenant compte des demandes de l'ASN de la présente lettre, puis une seconde mise à jour de ces études, appelée EPS « d'exploitation », avec le *dossier de fin de démarrage* (DFD).

La démarche de sûreté de l'EPR présente une évolution importante par rapport à celle des réacteurs français en fonctionnement. Elle s'appuie essentiellement sur les **directives techniques**, transmises à EDF par lettre en référence [1], précisant que les études probabilistes de sûreté (EPS) peuvent être conduites en deux étapes ou plus : « *une étude simplifiée au stade de la conception et des études plus complètes pendant les phases d'ingénierie, quand des informations plus précises sur la conception deviennent disponibles* ». Les directives techniques prévoient notamment que « *la démonstration de sûreté pour les tranches nucléaires de la prochaine génération doit être faite de manière déterministe, complétée par des méthodes probabilistes et des travaux de recherche et de développement appropriés [...] Une étude probabiliste de sûreté doit être réalisée en commençant dès le stade de la conception et en incluant au moins les événements internes ; cette étude probabiliste de sûreté indiquerait les fréquences des séquences de fusion du cœur avec un aperçu des conséquences possibles des différents types de situations avec fusion du cœur sur la fonction de confinement. [...] une étude probabiliste de sûreté doit être effectuée avec les objectifs suivants au stade de la conception : conforter le choix des options de conception, en y incluant la redondance et la diversification des systèmes de sûreté, assurer un concept de sûreté équilibré et évaluer les écarts par rapport aux pratiques actuelles en matière de sûreté, apprécier l'amélioration du niveau de sûreté en comparaison des tranches existantes* ».

L'arrêté du 7 février 2012 en référence [3] dispose, à son article 3.3, que « *La démonstration de sûreté nucléaire comporte en outre, sauf si l'exploitant démontre que ce n'est pas pertinent, des analyses probabilistes des accidents et de leurs conséquences* » et, à son article 8.1.2, que « *pour toute installation nucléaire de base comprenant un ou plusieurs réacteurs électronucléaires, les analyses probabilistes mentionnées à l'article 3.3 incluent des études probabilistes de sûreté liées au risque d'endommagement du combustible nucléaire* ».

L'EPS de niveau 1 dite de « réalisation », qui constitue une mise à jour de l'étude réalisée au stade de la conception, a fait l'objet d'un premier examen par l'ASN et son appui technique portant sur les éléments méthodologiques, la fiabilité des systèmes et les premiers résultats des études. Cet examen a donné lieu à des demandes de compléments et d'améliorations par la lettre de l'ASN en référence [4]. EDF a transmis des réponses (en références [5] et [6]) et a présenté dans ce contexte les études suivantes :

- l'EPS de niveau 1, dite de « sensibilité », pour évaluer les risques de fusion du cœur du réacteur induits par des événements internes à l'installation. Il s'agit d'une version mise à jour de l'EPS de « réalisation », accompagnée de quelques études de sensibilité à certaines hypothèses et données ;
- les EPS de niveau 1 pour évaluer les risques de fusion du cœur du réacteur induits par les agressions internes telles que l'inondation, l'incendie et l'explosion ;
- les évaluations réalisées pour certaines agressions externes à l'installation telles que les températures froides de l'air, le frasil et l'inondation de la station de pompage ;
- les études probabilistes des séquences « pratiquement éliminées » des situations accidentelles de fusion du cœur avec bipasse du confinement et des situations accidentelles de dilution hétérogène.

L'EPS portant sur la fusion du combustible présent dans la piscine de désactivation du bâtiment combustible (HK) de l'EPR sera examinée dans le cadre de l'instruction spécifique des études relatives à cette piscine.

Le groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires (GPR) s'est réuni à la demande de l'ASN, en référence [8], afin de se prononcer sur les études probabilistes de sûreté de niveau 1 réalisées pour le réacteur n° 3 de Flamanville.

Sur la base d'un rapport d'expertise préparé par l'IRSN à la demande de l'ASN, le GPR a plus particulièrement examiné :

- l'équilibre de la conception d'ensemble vis-à-vis de la sûreté nucléaire et les choix effectués en matière de redondance et de diversification des fonctions et systèmes de sûreté ;
- l'adéquation des EPS de niveau 1 vis-à-vis des applications ultérieures telles que les règles générales d'exploitation (RGE) et la définition du domaine RRC-A ¹;
- les résultats quantitatifs obtenus, dans la perspective de vérifier ultérieurement l'atteinte des objectifs probabilistes de sûreté du réacteur EPR de Flamanville 3.

A l'issue de la réunion du 30 janvier 2014, le Groupe permanent d'experts a rendu son avis en référence [9].

Enfin, de nombreux points soulevés au cours de l'instruction ont fait l'objet de positions ou d'actions de votre part, formalisées par la lettre en référence [10].

Position de l'ASN

L'ASN souligne que le développement des EPS de niveau 1 dès le début de la conception du réacteur EPR FA3 a apporté un éclairage important en complément des études déterministes, qui a notamment conduit à définir plusieurs améliorations importantes de la conception de ce réacteur. L'ASN estime que la réalisation des EPS a permis de mener une analyse structurée de la conception du réacteur EPR et d'identifier des sujets techniques à approfondir.

L'ASN estime que, pour la réalisation de l'EPS 1 relative aux événements internes, les préconisations de la Règle Fondamentale de Sûreté (RFS) 2002-01 relative aux EPS, en référence [7], et des directives techniques, jointes à la lettre en référence [1], ont été appliquées par EDF de façon satisfaisante. Néanmoins, l'ASN estime qu'EDF devra conforter, lors de la transmission du DMES, son évaluation des séquences accidentelles qui comportent des actions automatiques et des actions humaines présentant des dépendances entre elles. Par ailleurs, l'ASN note qu'EDF s'est engagée à apporter, lors de la transmission du DFD, des compléments à son étude.

Sur la base des études de sensibilité présentées par EDF, les scénarios prépondérants apparaissent liés à la perte totale des alimentations électriques. L'ASN rappelle l'importance d'avoir un concept de sûreté équilibré et souhaite qu'EDF se prononce sur l'opportunité et la possibilité d'améliorations sur ce point lors de la transmission du DMES. L'ASN estime que les études probabilistes spécifiques réalisées par EDF pour les accidents pouvant conduire à une fusion du cœur avec bipasse du confinement sont de nature à éclairer l'appréciation de l'« élimination pratique » de ces situations par les dispositions de conception et d'exploitation retenues. Des compléments d'études apparaissent toutefois nécessaires pour certains scénarios particuliers et l'ASN note qu'EDF s'est engagée à apporter ces compléments lors de la transmission du DMES.

¹ *Risk Reduction Category A* = Études avec défaillances multiples

L'ASN estime par ailleurs que, au stade actuel des études, l'« élimination pratique » de certaines situations accidentelles de dilution hétérogène n'est pas acquise. EDF s'est engagée à présenter, dans le DMES, des parades complémentaires pour ces scénarios et à apporter les justifications nécessaires. L'ASN considère qu'EDF devra, en particulier, retenir le principe de ne pas utiliser de l'eau insuffisamment borée lors d'activités de maintenance.

L'ASN souligne les efforts importants faits par EDF pour développer des EPS relatives aux agressions internes, ce qui devrait permettre de disposer, dans le DMES, d'un éclairage probabiliste pour l'évaluation des risques liés à l'incendie, à l'inondation interne et à l'explosion interne. L'ASN souligne toutefois que les études déterministes relatives aux agressions ne sont pas encore toutes achevées ; l'ASN considère qu'EDF devra s'assurer, dans le DMES, que les enseignements des EPS « agressions » ne sont pas mis en cause par les évolutions éventuelles des études déterministes.

L'ASN considère que la méthode ainsi que les principales hypothèses et données utilisées par EDF dans l'EPS de niveau 1 relative à l'incendie apparaissent globalement appropriées, sachant qu'EDF s'est engagée à apporter des compléments lors de la transmission du DFD. Toutefois, l'ASN considère nécessaire qu'EDF apporte, dans le DMES, des compléments d'évaluation probabiliste concernant le risque de propagation d'un incendie dans l'espace entre enceintes.

L'ASN estime acceptable l'approche retenue par EDF pour les inondations internes consistant à développer une EPS de niveau 1 simplifiée lui permettant, dans le DMES, d'apprécier le respect des cibles probabilistes. L'ASN estime néanmoins que des compléments sont nécessaires concernant le risque d'inondation dans l'espace entre enceintes et les scénarios induits par la vidange du réservoir IRWST² dans un bâtiment des auxiliaires de sauvegarde. EDF s'est engagée à apporter ces compléments lors de la transmission du DMES.

L'ASN souligne l'intérêt de l'EPS relative aux explosions internes, première étude de ce type réalisée en France. Bien qu'il s'agisse d'une étude simplifiée, visant à évaluer les fréquences d'atmosphères explosives, elle a notamment permis de définir des améliorations de l'installation à l'égard des risques d'explosion. L'ASN estime toutefois que d'autres éléments sont nécessaires pour compléter cette étude, notamment la prise en compte d'autres événements déclencheurs. EDF s'est engagée à apporter ces compléments dans le DFD.

Pour ce qui concerne les agressions externes, EDF a également transmis des études des risques associés aux agressions « inondation de la station de pompage », « frasil » et « températures froides de l'air », complétées, pour cette dernière agression, par une évaluation de la probabilité d'occurrence de températures inférieures à celles prises en compte pour le dimensionnement des installations. L'ASN a bien noté que des dispositions de conception sont prises sur l'EPR FA3 pour protéger les équipements contribuant aux fonctions de sûreté vis-à-vis des températures froides de l'air (« froid » de dimensionnement et agression « grand froid »), d'une arrivée de colmatants et d'une inondation externe. L'ASN estime néanmoins que les éléments apportés par EDF ne sont pas suffisants pour apprécier la fréquence de fusion du cœur induite par ces agressions. EDF s'est engagée à apporter, dans le DMES, *des éléments qualitatifs supplémentaires sur la robustesse de l'installation au regard des hypothétiques scénarios d'agressions externes corrélées à la perte de la source froide*. L'ASN souligne que ces éléments devront être suffisamment démonstratifs pour permettre d'apprécier la validité des dispositions de conception prévues à l'égard de ces agressions.

L'ASN souligne de manière plus générale que les études probabilistes présentées par EDF sont encore peu développées pour les agressions externes et considère qu'EDF doit poursuivre ses efforts sur ces études.

² IRWST : *In-containment refueling water storage tank*. C'est le réservoir d'eau borée situé dans l'enceinte de confinement

Pour les RGE qui seront transmises dans le DMES, EDF prévoit de limiter les utilisations des EPS à celles relatives aux événements internes. L'ASN considère que des réflexions devront être menées concernant l'utilisation des EPS « agressions », en tenant compte de leur niveau de détail et de leur maturité.

En conclusion, l'ASN note le travail important réalisé par EDF pour le développement, dès la conception, de l'EPS de niveau 1 pour le réacteur EPR FA3, ce qui a conduit à définir plusieurs améliorations importantes de la conception. L'ASN relève en particulier les efforts faits par EDF pour développer des EPS relatives aux agressions internes.

L'ASN considère qu'EDF doit poursuivre ses efforts concernant les études de type probabiliste relatives aux agressions externes, notamment pour mieux évaluer la robustesse de la station de pompage. EDF a prévu d'apporter, lors de la transmission du DMES, des compléments aux études réalisées. Ces compléments, ainsi que les réponses aux demandes jointes en annexe, devront pouvoir être utilisés, au stade de la demande d'autorisation de mise en service, pour apprécier les dispositions prises par EDF au regard des objectifs de sûreté fixés.

L'ASN souligne enfin que les EPS examinées ne sont pas définitives et qu'elles ont été analysées alors que les études déterministes, notamment les études d'accident, ne sont pas toutes achevées. En particulier, l'ASN a noté que des éléments d'analyse sont attendus sur l'accident d'éjection de grappe lors de la transmission du DMES. L'ASN considère que les EPS devront être complétées, en tant que de besoin, par ces éléments en tenant compte des incertitudes.

Demandes de l'ASN

L'instruction des études probabilistes de sûreté de niveau 1 du réacteur EPR de Flamanville 3 a permis d'identifier plusieurs compléments et améliorations nécessaires.

Vous avez indiqué, par votre lettre en référence [10], les positions que vous adoptez et les actions que vous avez décidées pour améliorer vos différentes EPS.

Vous vous êtes engagé également à réaliser, pour le DFD, une mise à jour complète du modèle EPS 1 et de sa documentation. Cette EPS 1 complète, appelée EPS 1 « d'exploitation », prendra en compte l'état de l'installation telle que construite, le solde des demandes de l'ASN ainsi que la mise à jour de l'ensemble des analyses qualitatives de séquences, des études sur les systèmes, des données d'entrée (profil de fonctionnement, événements déclencheurs, paramètres de fiabilité, etc.) et des analyses probabilistes de sûreté.

De manière générale, l'ASN note votre engagement :

- à l'échéance de la transmission du DMES, d'étudier l'impact d'une éventuelle évolution des hypothèses-clés des études déterministes en support aux EPS agressions internes (incendie, inondation et explosion), qui serait de nature à réinterroger les choix méthodologiques retenus dans les EPS agressions déjà réalisées ;
- à l'échéance de la transmission du DFD, de mettre à jour les EPS agressions en intégrant l'état de l'installation établi au stade du DMES ainsi que les enseignements issus des études déterministes.

L'ASN vous demande de veiller au respect de ces engagements dans les délais prévus car ils contribuent à la démonstration de sûreté du réacteur EPR de Flamanville 3.

Pour les agressions externes, l'ASN convient des difficultés méthodologiques liées à la quantification de l'aléa, notamment en termes de période de retour. **Cependant, l'ASN demande à EDF de poursuivre ses efforts concernant les études de type probabiliste relatives aux agressions externes.**

Pour l'inondation externe, l'ASN demande de mieux évaluer la robustesse de la station de pompage à l'égard de cette agression externe et de prendre en compte l'inondation externe dans les causes possibles de perte de la source froide par colmatage, les équipements participant à la fonction de filtration pouvant être affectés.

Pour le risque de formation de frasil, l'ASN rappelle à EDF sa demande formulée dans la lettre ASN en référence [11], d'effectuer d'autres investigations complémentaires. **Si, d'après ces investigations, le site de Flamanville devait être considéré comme un site sensible au frasil, l'ASN considère qu'EDF devra se réinterroger sur la fréquence associée à l'événement déclencheur de perte de la source froide retenue dans l'EPS « événements internes ».**

L'ASN estime que d'autres compléments ou évolutions de ces études sont indispensables pour l'autorisation de la demande de mise en service du réacteur EPR de Flamanville 3. A cette fin, l'ASN vous adresse les demandes et observations détaillées dans l'annexe jointe à la présente lettre.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Directeur, l'expression de ma considération distinguée.

La directrice générale adjointe,

Sophie MOURLON

Demandes et observations de l'ASN

A. EPS « Événements internes »

Dans le cadre de la demande d'autorisation de création de l'EPR FA3, EDF a présenté une EPS de niveau 1 « événements internes » pour le réacteur, dont l'EPS de niveau 1 appelée « de réalisation » constitue une mise à jour. Pour prendre en compte les demandes de l'ASN, exprimées dans la lettre en référence [4], et aussi un certain nombre d'études de sensibilité et des modifications apportées à l'installation, EDF a produit une nouvelle version de cette EPS, appelée EPS 1 « de sensibilité », qui a été examinée dans le cadre de la présente instruction. Ainsi, pour la demande d'autorisation de mise en service de l'EPR FA3, EDF entend justifier « l'atteinte des objectifs probabilistes » de ce réacteur sur la base de l'EPS « de réalisation » en tenant compte de l'EPS « de sensibilité » et des études de sensibilité produites en complément.

Les événements déclencheurs de perte de ventilation et de perte du contrôle-commande, mentionnés respectivement dans les demandes D1 et D5 de la lettre de l'ASN en référence [4], n'ont pas été modélisés. **L'ASN note l'engagement d'EDF de les intégrer dans l'EPS « d'exploitation » intégrée au DFD.**

Pour l'EPS « événements internes » de l'EPR FA3, la fréquence annuelle de fusion du cœur calculée par EDF est égale à environ 9.10^{-7} . L'ASN appelle l'attention sur le fait que, bien que la valeur de fréquence de fusion du cœur soit inférieure à la cible probabiliste fixée par EDF (inférieure à 10^{-6}), la marge est très faible.

En outre, il ressort de l'examen que la perte des sources électriques haute tension contribue à environ 50 % à la fréquence globale de fusion du cœur. L'ASN appelle l'attention sur cette contribution dominante des situations de perte de sources électriques haute tension qui fait que le concept de sûreté équilibrée, préconisé dans les directives techniques, n'est pas respecté pour l'EPR de FA3.

Demande n° 1

L'ASN demande à EDF de réaliser dans le DMES une réévaluation de la fréquence de fusion du cœur du réacteur n° 3 de Flamanville en tenant compte de la conception finalisée et des résultats des instructions portant sur les systèmes. Si la contribution de la perte des sources électriques s'avère encore dominante, EDF devra proposer des améliorations pour les sources électriques externes afin que leur contribution à la fréquence globale de fusion du cœur diminue.

B. Incendie

L'EPS 1 relative à l'incendie interne a permis d'évaluer à $4,5.10^{-7}$ /année.réacteur la fréquence de fusion du cœur associé à un incendie dans un bâtiment de l'EPR FA3. La cible probabiliste qu'EDF vise pour la fréquence de fusion du cœur due aux agressions internes (3.10^{-6} /année.réacteur) est donc respectée avec les hypothèses et données utilisées dans l'étude. Ce résultat conforte les dispositions de conception prises vis-à-vis des conséquences d'un incendie, notamment la séparation des bâtiments de sauvegarde (BAS) 1 à 4 et les dispositions de sectorisation incendie au sein de chaque bâtiment.

L'ASN considère que la méthode ainsi que les principales hypothèses et données utilisées pour réaliser l'EPS de niveau 1 relative à l'incendie interne sont globalement satisfaisantes.

Cependant, l'ASN constate la nécessité de compléter cette étude par la prise en compte :

- des câbles électriques et des tuyauteries d'hydrogène, en tant que sources d'incendie et cibles potentielles ;
- des événements déclencheurs de type intempestif ;
- de la localisation précise des matériels pour réévaluer les valeurs de fréquence de départ de feu.

L'ASN note l'engagement d'EDF de mettre à jour l'EPS 1 incendie dans le DFD en prenant en compte ces aspects.

Pour ce qui concerne les câbles électriques, à l'état actuel il est prévu que des câbles des quatre divisions électriques traverseront l'espace entre enceintes (EEE). EDF a indiqué vouloir étudier l'opportunité de mettre en œuvre des dispositions spécifiques, comme l'enrubannage de câbles, selon les enseignements tirés des études déterministes. Pour s'assurer qu'il n'y a pas d'impact notable sur la fréquence de fusion du cœur, l'ASN juge important de mener une analyse détaillée des conséquences d'un départ de feu survenant dans l'EEE en tenant compte, notamment, du risque de perte de l'ensemble des trains électriques, de la défaillance du système d'extinction automatique et du fait que la sectorisation repose sur ce système. Plus généralement, ne disposant pas d'information précise sur l'existence d'autres locaux dans lesquels transiteraient des câbles appartenant à des divisions électriques différentes, l'ASN estime qu'EDF devra examiner l'impact sur les résultats de l'EPS incendie des dispositions retenues pour les locaux autres que l'EEE dans lesquels transiteraient des câbles appartenant à des divisions électriques différentes.

Demande n° 2

L'ASN demande à EDF de fournir, dans la demande d'autorisation de la mise en service du réacteur n° 3 de Flamanville, des évaluations probabilistes permettant de vérifier, en complément des études déterministes, le caractère satisfaisant des dispositions prises à l'égard du risque de propagation d'incendie dans l'espace entre enceintes et plus généralement dans tous les locaux dans lesquels passent des câbles de divisions électriques différentes et pour lesquels la maîtrise du risque incendie repose sur des dispositifs de détection ou d'extinction.

Concernant l'évaluation probabiliste du facteur humain, l'ASN prend note des engagements d'EDF pour améliorer et compléter l'EPS « incendie » lorsque l'ensemble de la documentation opérationnelle sera disponible. **En particulier, l'ASN note l'action d'EDF, à l'échéance de la transmission du DFD, consistant à étudier l'opportunité de faire évoluer la méthodologie d'évaluation probabiliste de la fiabilité humaine (EPFH) de l'EPS « incendie » en intégrant une éventuelle pénalisation liée au contexte incendie et en prenant compte les procédures de conduite FAIOp (fiches d'action incendie pour les opérateurs).**

C. Données d'entrée

L'analyse réalisée par l'IRSN sur les données d'entrée de l'EPS de niveau 1 s'est focalisée sur le profil de fonctionnement, les fréquences des événements déclencheurs de l'EPS « événements internes », les données de fiabilité, en particulier des batteries et des motopompes du système d'alimentation de secours des générateurs de vapeur (ASG), les paramètres de défaillance de cause commune (DCC) et l'analyse des DCC entre des systèmes différents.

EDF a apporté des améliorations dans le traitement des données de fiabilité, réalisé des études de sensibilité sur certaines données et effectué une analyse des DCC pouvant affecter des composants appartenant à des systèmes différents. Cependant, l'ASN considère que d'autres compléments sont nécessaires.

Pour les données relatives aux pompes ASG, EDF a utilisé les valeurs de fiabilité des pompes ASG du palier 1300 MWe, en considérant que celles de l'EPR ont une conception et une exploitation similaires. L'ASN considère que les pompes ASG de l'EPR sont différentes de celles du palier 1300 MWe en termes de nombre d'heures de fonctionnement, de nombre de démarrages et de conception. De plus, à cause de l'absence de retour d'expérience d'exploitation (REX), il est difficile de se prononcer sur des évolutions de conception qui pourraient amener à de nouvelles causes de défaillance. Toutefois, l'ASN considère que, en l'absence de REX spécifique, l'utilisation des données des pompes ASG du palier 1300 MWe est acceptable à ce stade des EPS pour l'EPR FA3.

Demande n° 3

L'ASN demande à EDF d'assurer le suivi de la fiabilité des pompes ASG de l'EPR en exploitation afin d'évaluer des données de fiabilité spécifiques pour ces composants.

Pour les données relatives au blocage des grappes de commande, EDF a utilisé les valeurs issues des analyses concernant les réacteurs français en fonctionnement qu'elle juge pertinentes car étant les plus représentatives. En complément, EDF a indiqué que, pour l'EPR, la conception des Mécanismes de Commande des Grappes (MCG), dérivée de la conception KONVOI, bénéficie d'un très bon REX d'exploitation, en particulier en comparaison des MCG du palier N4. L'ASN estime acceptables les données retenues par EDF pour le blocage des grappes de commande à ce stade des EPS EPR.

Demande n° 4

L'ASN demande à EDF, compte tenu de l'importance de ces données qui figurent dans les deux coupes minimales prépondérantes de l'EPS « événements internes », de mettre en place un suivi de la fiabilité des grappes de l'EPR en exploitation pour évaluer des données de fiabilité spécifiques pour ces composants.

Pour les données relatives aux batteries, EDF a réalisé une étude spécifique pour déterminer les données de fiabilité des batteries en considérant leur surveillance. L'ASN estime pertinente cette nouvelle étude mais constate néanmoins que les données prises en compte dans l'EPS « de sensibilité » sont issues d'une étude de fiabilité des batteries des réacteurs français en fonctionnement. L'ASN note l'engagement d'EDF de mettre à jour les données de fiabilité en justifiant leur utilisation compte tenu des spécificités des matériels installés sur l'EPR.

Par ailleurs, l'ASN souligne que les données de fiabilité des batteries figurent parmi les données qui ont l'impact le plus important sur la fréquence de fusion du cœur.

Demande n° 5

Compte tenu du fait que les batteries de l'EPR sont de conception différente de celles présentes sur les réacteurs en fonctionnement et que leur capacité est plus importante, l'ASN demande à EDF d'assurer le suivi de ces composants en exploitation, afin d'évaluer des données de fiabilité spécifiques à l'EPR.

D. Études thermohydrauliques

Les études thermohydrauliques en support des EPS de niveau 1 visent à évaluer le succès ou l'échec de scénarios ainsi que les matériels nécessaires et les délais de grâce associés.

Ces critères s'expriment, en général, en termes de :

- nombre minimal de trains d'un système nécessaires pour assurer une fonction ;
- délai au terme duquel cette fonction doit être assurée.

Concernant la validation des codes de calcul, EDF n'a pas transmis d'éléments permettant d'attester de la validation du logiciel CONPATE 4, utilisé pour évaluer les conditions de pression et de température dans l'enceinte ainsi que l'évolution de la température de l'eau de l'IRWST.

Demande n° 6

Au vu de ces éléments, l'ASN demande à EDF de justifier que les marges sont suffisantes vis-à-vis des critères retenus pour pallier les manques de validation des outils de calcul utilisés et accepter la démonstration d'EDF en l'état.

Les calculs CATHARE 2 réalisés par EDF, servant à évaluer les masses et énergies libérées dans l'enceinte et l'IRWST, sont issus des études sur l'accident de perte de réfrigérant primaire (APRP) qui considèrent des configurations de débit minimal du système d'injection de sécurité à moyenne pression (ISMP) et une température constante (fixée à 50 °C) de l'eau injectée par l'ISMP dans le circuit primaire.

Ces hypothèses sont pertinentes pour la vérification des critères associés à l'échauffement de la gaine des crayons du cœur, mais ne sont pas assez conservatives pour l'évaluation de l'échauffement de l'IRWST et du système EVU³. En effet, un débit d'injection de sécurité minimisé et l'absence de prise en compte de l'évolution de la température de l'IRWST durant le transitoire (qui s'approche de 120 °C) pourraient amener à sous-évaluer les masses et énergies libérées dans l'IRWST et donc sous-estimer la cinétique de son échauffement. Le délai minimal de mise en service de l'EVU pourrait ainsi être surestimé.

L'ASN note l'engagement d'EDF de réaliser une analyse de l'impact de l'évolution de la température de l'IRWST et d'un débit ISMP maximisé sur le système EVU avant la transmission du DFD.

E. Contrôle-commande

Dans les EPS de niveau 1 de l'EPR, EDF a réalisé la modélisation des systèmes de contrôle-commande en utilisant la méthode COMPACT.

L'analyse, réalisée par l'IRSN, sur la modélisation du contrôle-commande dans les EPS a porté sur deux types de situations distinctes :

- une situation accidentelle dans laquelle les systèmes du contrôle-commande interviennent et leurs défaillances affectent la parade ;
- une situation de fonctionnement normal de l'installation dans laquelle une défaillance des systèmes du contrôle-commande engendre un événement déclencheur.

L'instruction a mis en évidence la nécessité de vérifier l'indépendance entre les actions automatiques et les actions redondantes des opérateurs. En effet, il est important de s'assurer que, lorsque des actions automatiques et des missions de conduite permettant de récupérer les éventuelles défaillances de ces actions automatiques reposent sur les mêmes moyens (mesures, chaînes, ...), l'impact de ces dépendances sur la fréquence de fusion du cœur reste limité.

L'ASN note l'engagement d'EDF d'identifier les dépendances entre les actions automatiques et les actions de conduite dans le DMES.

³ *Évacuation Ultime de chaleur du bâtiment réacteur*

L'ASN estime que, pour se prononcer sur le respect des cibles probabilistes à cette échéance, il convient également qu'EDF apporte des éléments sur l'impact de ces dépendances sur les fréquences des séquences concernées et étende sa recherche à l'ensemble des EPS de l'EPR FA3 notamment aux études particulières fournies dans le cadre de la vérification du caractère pratiquement éliminé des séquences accidentelles de types « bipasse du confinement » et « dilution hétérogène ».

En conséquence, l'ASN formule les deux demandes suivantes :

Demande n° 7

Dans le dossier accompagnant la demande d'autorisation de mise en service de l'EPR FA3, l'ASN demande à EDF d'identifier les séquences accidentelles comportant des fonctions automatiques et des missions de conduite utilisées pour pallier les défaillances du contrôle-commande.

Demande n° 8

Dans le dossier accompagnant la demande d'autorisation de mise en service de l'EPR FA3, l'ASN demande à EDF de s'assurer, pour les séquences identifiées en réponse à la demande n° 7, que les missions de conduite ne s'appuient pas sur des matériels de contrôle-commande également utilisés pour les fonctions automatiques ou que la prise en compte des dépendances liées à l'utilisation de matériels communs ne modifie pas significativement la fréquence de fusion du cœur pour les séquences concernées.

F. Représentativité

En complément de la conception déterministe de l'installation, les EPS sont également utilisés pour l'examen des spécifications techniques d'exploitation (STE), qui constituent le chapitre III des RGE.

Pour les RGE qui seront intégrés au DMES, EDF a prévu de limiter les utilisations des EPS aux « événements internes », compte tenu du niveau de détail des EPS « agressions » peu développées par rapport aux premières. L'ASN observe que la démarche probabiliste pourrait apporter un éclairage important pour justifier la pertinence des règles d'exploitation liées aux agressions et estime qu'il convient de viser cet objectif à terme.

Dans l'EPS de niveau 1, EDF n'a pas pris en compte la mise en configuration spécifique des systèmes lors d'opérations de maintenance préventive, réacteur en puissance, du fait que les configurations spécifiques de certains matériels nécessaires à ces opérations ne sont pas connues aujourd'hui. L'ASN note l'engagement d'EDF de prendre en compte la stratégie de maintenance finalisée dans l'EPS « d'exploitation » qui sera transmise dans le DFD. L'ASN estime nécessaire que des vérifications particulières soient alors effectuées.

Demande n° 9

L'ASN demande à EDF de démontrer dans le DMES que la mise en œuvre des opérations de maintenance préventive ne remet pas en cause l'atteinte des objectifs probabilistes de sûreté du projet de Flamanville-3. En l'absence de cette démonstration, la réalisation de certaines opérations de maintenance, notamment lorsque le réacteur est en puissance, pourrait ne pas être autorisée.

Pour le réacteur EPR FA3, les EPS « événements internes » de niveau 1 sont également utilisés pour identifier les conditions de fonctionnement RRC-A. L'étude des conditions de fonctionnement RRC-A permet de définir des dispositions particulières de conception, appelées « dispositions RRC-A ».

L'ASN considère que la liste des dispositions RRC-A du RDS et leur déclinaison dans les RGE doivent être mises à jour dans le DMES en utilisant l'EPS « événements internes » de « sensibilité » et en prenant également en compte :

- les évolutions de modélisation réalisées à la suite de l'instruction menée dans le cadre de la préparation de la réunion du GPR du 30 janvier 2014 ;
- les évolutions de conception ayant un impact sur l'EPS « événements internes » ;
- les études spécifiques des événements déclencheurs de bipasse de confinement avec fusion du cœur et de dilution hétérogène.

EDF s'est engagée à analyser dans le DMES l'impact des études de sensibilité produites depuis l'EPS « de réalisation » sur la liste des dispositions RRC-A identifiées sur la base de cette dernière.

L'ASN estime que, dans le cadre de la préparation du DFD, une nouvelle validation de la liste des dispositions RRC-A du RDS et des utilisations des EPS pour les RGE devra être effectuée sur la base de l'EPS « d'exploitation ». EDF s'est engagée à mettre à jour cette liste ainsi que les éclairages probabilistes des RGE sur la base de l'EPS « d'exploitation ».

L'ASN considère ces actions acceptables. Toutefois, lors de l'examen des RGE incluses dans le DMES, l'ASN pourra fixer des exigences d'exploitation si l'analyse d'impact annoncée par EDF conduit à identifier de nouvelles dispositions RRC-A.