

Fontenay-aux-Roses, le 8 janvier 2018

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN/2018-00004

- Objet : Réacteurs électronucléaires - EDF - Palier 1300 MWe
Instruction des réponses EDF aux demandes de l'ASN et aux engagements d'EDF formulées dans le cadre du réexamen périodique associé aux troisièmes visites décennales des réacteurs de 1300 MWe (VD3 1300)
- Réf.
1. Lettre ASN - CODEP-DCN-2011-006777 du 4 mai 2011
 2. Avis IRSN n° 2014-00356 du 29 septembre 2014
 3. Lettre ASN - CODEP-DCN-2015-008144 du 20 mars 2015
 4. Lettre ASN - CODEP-DCN-2017-035105 du 29 août 2017
 5. Lettre ASN - CODEP-DCN-2013-056415 du 2 décembre 2013
 6. Lettre ASN - CODEP-DCN-2014-033573 du 18 décembre 2014
 7. Avis IRSN n° 2013-00158 du 25 avril 2013
 8. Lettre ASN - CODEP-DCN-2015-000645 du 9 janvier 2015
 9. Avis IRSN - 2017-00337 du 26 octobre 2017

EDF a engagé en 2009 un réexamen périodique de sûreté « générique » de l'ensemble des réacteurs du palier de 1300 MWe en plusieurs phases :

- une phase d'orientation à l'issue de laquelle l'ASN a pris position par courrier en référence 1 sur les objectifs de sûreté du réexamen périodique VD3-1300 et sur le programme de travail proposé par EDF pour les atteindre ;
- une phase d'instruction des études qui a fait l'objet de nombreux avis de l'IRSN et de lettres de position de l'ASN. Au cours de ces instructions techniques, EDF a pris plusieurs engagements complétant son dossier.

Pour clore cette phase d'instruction générique du réexamen périodique VD3-1300, EDF a présenté le bilan général des études, le programme de vérification de la conformité et de maîtrise du vieillissement et les modifications envisagées pour améliorer la sûreté des réacteurs du palier 1300 MWe au regard des orientations initialement retenues. Ce dossier a fait l'objet, en 2014, de l'avis de l'IRSN en référence 2, présenté lors de la réunion du groupe permanent relatif au bilan du réexamen de sûreté des réacteurs de 1300MWe, puis de la lettre de position de l'ASN en référence 3 comprenant plusieurs demandes.

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 8 440 546 018

Les conclusions de ces études génériques et les modifications identifiées sont déclinées par EDF sur chacun des réacteurs du palier 1300 MWe au fil de leur troisième visite décennale (VD3) entre 2015 et 2024 environ. Notamment, EDF met en œuvre actuellement, sur les premiers réacteurs du palier 1300 MWe concernés par le réexamen périodique VD3, un premier lot de modifications matérielles et des règles générales d'exploitation (RGE) (lot A). Ce lot de modifications a été examiné par l'IRSN dans son avis en référence 2. Depuis, EDF a établi un deuxième lot de modifications (lot B) qui est en cours d'instruction. À cet égard, EDF s'est engagé dans une démarche de réinterrogation de l'intérêt des modifications prévues à l'issue de la phase générique du réexamen. La mise en œuvre de cette démarche a conduit à une évolution de la solution technique retenue par EDF ou à l'annulation de certaines modifications prévues dans les lots A et B.

Par la saisine en référence 4, l'ASN souhaite recueillir l'avis de l'IRSN sur des compléments apportés par EDF par rapport à l'examen mené dans le cadre de la réunion du groupe permanent relatif au bilan du réexamen de sûreté des réacteurs de 1300 MWe en 2014, et notamment sur la suffisance des modifications matérielles et des exigences en exploitation proposées par EDF. L'objectif recherché, dans le cadre de l'examen des éléments susmentionnés, est de permettre à l'ASN de se prononcer sur la poursuite d'exploitation des réacteurs de 1300 MWe à l'issue de leur VD3. À ce sujet, les conclusions de la présente instruction menée par l'IRSN distinguent :

- les modifications complémentaires à mettre en œuvre par EDF afin d'atteindre les objectifs visés par le réexamen VD3 1300 en annexe 1 ;
- les compléments de vérification qu'EDF doit apporter afin de valider l'atteinte des objectifs du réexamen VD3 1300 en annexe 2 ;
- certaines modifications des données, hypothèses et méthodes qui doivent être appliquées par EDF sur l'ensemble des paliers du parc électronucléaire dans le cadre des démonstrations de sûreté attendues et notamment dans le cadre du référentiel de sûreté applicable en VD3 1300 en annexe 3 ;
- les demandes de l'ASN examinées qui restent à mettre en œuvre afin d'atteindre les objectifs du réexamen VD3 1300 en annexe 4.

En complément, l'IRSN formulera en 2018 son avis sur les modifications incluses dans le lot B précédemment cité.

Règles, méthodes et résultats des études d'accidents

Afin de mettre à jour la démonstration de sûreté associée aux conditions de fonctionnement de dimensionnement, EDF a modifié plusieurs règles d'études ou méthodes, données et hypothèses dont l'impact diffère selon les études considérées. Des éléments complémentaires demandés sur ces points par l'ASN à l'issue des conclusions de l'instruction de 2014 consacrée aux études génériques du réexamen VD3 1300, il ressort principalement les points suivants.

Définition des seuils d'alarme de limite basse et très basse d'insertion des groupes de compensation de puissance

Le pilotage des réacteurs de 1300 MWe repose, en partie, sur l'utilisation des groupes de compensation de puissance (GCP) qui compensent les variations instantanées de réactivité résultant des variations de puissance (effet de puissance) associées en temps réel à la demande du réseau électrique. Cette compensation est effectuée par un asservissement en boucle ouverte de la position des groupes à la demande de puissance électrique par l'intermédiaire de la courbe de calibrage (appelée courbe G3). Afin d'éviter une insertion de réactivité trop importante en cas d'incident sur les fonctions de contrôle et de manœuvrabilité des groupes de compensation de puissance, les études de sûreté ont conduit les exploitants à veiller à ce que les GCP ne s'insèrent pas au-delà des limites d'insertion établies par la courbe G3. Actuellement, il n'y a pas de surveillance « directe » de la position des

GCP en fonction de la puissance thermique primaire. Pour pallier cette insuffisance, EDF a prévu, dans le cadre du réexamen VD3 1300, de mettre en œuvre un nouveau module de surveillance de la position des GCP en fonction de la puissance thermique primaire et d'y associer des alarmes spécifiques de limite basse et très basse d'insertion, ce qui est satisfaisant. Dans le cadre de l'instruction technique, EDF s'est engagé à compléter et à formaliser les justifications associées à cette surveillance, **ce qui fait l'objet de l'observation n° 1 en annexe 2.**

Études de l'accident de rupture de tuyauterie du générateur de vapeur de 4^e catégorie (RTGV4)

À l'issue de l'instruction de 2014, l'ASN a considéré, sous réserve que les marges au débordement en eau du générateur de vapeur affecté ne soient pas remises en cause par les incertitudes sur le modèle de débit à la brèche, que l'étude de RTGV4 du rapport de sûreté à l'état VD2 pourrait être remplacée dans le rapport de sûreté à l'état VD3 par l'étude, dans le domaine complémentaire, d'un accident de RTGV cumulé à la fois avec le blocage mécanique en position fermée de la vanne du groupe de contournement à l'atmosphère (GCTa) et avec le blocage en position ouverte d'une soupape.

L'IRSN estime, sur la base de la présente instruction et du fait des phénomènes incertains susceptibles d'intervenir, comme le gonflement de l'eau dans le GV affecté et les phénomènes dynamiques associés dans la ligne vapeur (coups de bélier, marteaux d'eau et collapsus d'une poche vapeur), **que la démonstration robuste de l'absence de risque de débordement du GV affecté, compte tenu des incertitudes sur le modèle de débit à la brèche, n'a pas été apportée par EDF. En conséquence, l'IRSN considère qu'EDF doit donc conserver dans le rapport de sûreté, en 4^e catégorie, l'étude d'une RTGV cumulée au blocage en position ouverte d'une soupape, tel que recommandé dans l'avis de l'IRSN en référence 2.**

Accident de perte de réfrigérant primaire de taille intermédiaire (APRP-BI)

À la suite de l'instruction menée par l'IRSN dans le cadre de l'instruction des études génériques du réexamen VD3 1300, EDF s'est engagé à compléter son dossier afin de démontrer le conservatisme des études d'APRP BI à l'état VD3. Les réserves de l'IRSN portaient sur le caractère pénalisant du choix de modélisation de l'injection de sécurité (IS) sur la branche rompue du circuit primaire et sur l'évaluation des potentiels sous-conservatismes liés à l'absence de prise en compte des incertitudes sur les modèles physiques dominants et des effets croisés entre les paramètres dominants. EDF a fourni, conformément à ses engagements, des études complémentaires afin de justifier que les conservatismes existants dans les études d'APRP BI sont suffisants pour compenser les défauts de conservatismes mis en avant par l'IRSN.

À l'issue de l'examen de l'ensemble de ces éléments, l'IRSN considère que l'étude présentée dans le RDS VD3 1300 n'est pas le cas pénalisant et estime qu'une reprise de l'étude de référence d'APRP BI est nécessaire. EDF s'est engagé à transmettre cette étude début 2018, **ce qui fait l'objet de l'observation n° 2 en annexe 2.**

Démonstration du respect du profil de qualification K1¹

EDF considère que la température de saturation à la pression partielle de la vapeur constitue la grandeur la plus représentative des conditions de température vues par les matériels de l'enceinte sur l'ensemble du transitoire. Pour l'IRSN, compte tenu de l'existence potentielle d'une surchauffe de l'atmosphère de l'enceinte, c'est la température de l'atmosphère de l'enceinte qu'il faut prendre en compte. Si la température de l'atmosphère de l'enceinte dépasse le profil de qualification K1, il est alors nécessaire de vérifier que, malgré l'assèchement du film liquide, la température de surface du matériel reste inférieure à celle du profil K1. Pour répondre à cette réserve,

¹ Profil K1 : il s'agit des conditions de pression et température pouvant être atteintes dans l'enceinte interne de confinement à la suite d'accidents tel que l'APRP et la RTV.

EDF a évalué l'épaisseur minimale d'une structure en acier qui, soumise à une température de l'atmosphère de l'enceinte supérieure au profil K1, aurait une température de surface inférieure ou égale au profil K1 et vérifié que l'ensemble des matériels du palier 1300 MWe respecte cette épaisseur minimum. L'IRSN considère que cette évaluation relève de la démonstration de sûreté et **formule l'observation n° 3 en annexe 1.**

Risques de dilution du bore dans l'eau du circuit primaire

Lorsque le réacteur est en puissance ou en état d'arrêt normal, le scénario retenu dans la démonstration de sûreté nucléaire pour les réacteurs de 1300 MWe est celui de la dilution par le système d'appoint en eau (REA). Or le scénario de rupture d'un tube de l'échangeur du circuit d'étanchéité des pompes primaires (CEPP), considéré en catégorie 2 des conditions de fonctionnement de référence des réacteurs de 1450 MWe pour ces domaines d'exploitation du réacteur, présente des marges inférieures à celles du scénario de dilution par le système REA du fait de l'impossibilité d'isoler la dilution depuis la salle de commande. Aussi, l'ASN a demandé à EDF de prendre en compte le scénario de dilution homogène à la suite de la rupture de l'échangeur CEPP dans les domaines d'exploitation réacteur en puissance (RP) et arrêt normal (AN) dans la démonstration de sûreté nucléaire des réacteurs de 1300 MWe.

De l'examen des éléments transmis en réponse à cette demande de l'ASN, il ressort principalement qu'EDF estime que le scénario « CEPP » ne relève pas, en raison de sa très faible fréquence d'occurrence, du domaine de dimensionnement. EDF propose donc d'intégrer ce scénario comme une condition de fonctionnement du domaine complémentaire pour les états AN et RP.

À l'issue de son instruction technique, l'IRSN ne partage pas les conclusions d'EDF sur le classement de cet initiateur et considère que ce scénario de dilution homogène par rupture de tube de l'échangeur CEPP, déjà étudié dans les états d'arrêt pour intervention ou pour rechargement (API/APR) dans le domaine de dimensionnement, doit également être étudié dans les états RP et AN (avec ou sans groupe motopompe primaire en service). **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 1 en annexe 1.**

Par ailleurs, la détection d'anomalies concernant les études d'accident de dilution a conduit EDF à proposer une modification sur l'ensemble des réacteurs relative à la mise œuvre d'un nouveau dispositif de surveillance de la concentration en bore dans le circuit primaire. Cette modification est en cours d'instruction par l'IRSN. Toutefois, la modification proposée par EDF ne sera valorisée que pour certains états du réacteur lorsque les grappes sont totalement insérées dans le cœur. Sur ce point, l'IRSN estime que la démonstration de sûreté associée au risque de dilution doit être complétée afin de couvrir toutes les phases de redémarrage jusqu'à la fin de l'essai de temps de chute des grappes. A cet égard, EDF doit démontrer la capacité à détecter une dilution dans les domaines de fonctionnement où la marge d'arrêt de l'étude de dilution en AN n'est pas garantie (lorsque les groupes requis extraits ne sont pas à leur position requise mais que les grappes ne sont pas toutes totalement insérées). **Ces éléments conduisent l'IRSN à formuler la recommandation n° 2 en annexe 1.**

Par ailleurs, concernant l'étude de dilution homogène lorsque le réacteur est initialement en production, l'IRSN considère que l'efficacité de la conduite réalisée par l'opérateur doit être démontrée. Ceci a fait notamment l'objet de la recommandation n° 5 de l'avis de l'IRSN en référence 2. En réponse, EDF a proposé de mettre en œuvre une nouvelle alarme en salle de commande afin de mieux détecter ces situations mais conserve le principe de traitement de ces situations par les opérateurs dans le cadre de la conduite normale de l'installation. L'IRSN considère pour sa part que la maîtrise de ces situations relève de l'application des procédures de conduite incidentelle et accidentelle du chapitre VI des règles générales d'exploitation (RGE). **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 3 en annexe 1.**

Enfin, un APRP peut conduire, après l'arrêt des pompes primaires et à la suite de l'arrêt de la circulation naturelle, à la formation et à l'accumulation, dans certaines parties du circuit primaire, d'eau faiblement borée par condensation de la vapeur dans les tubes des générateurs de vapeur. Or en cas d'APRP, les procédures de conduite accidentelles demandent à l'opérateur d'initier un refroidissement par le circuit secondaire qui peut amener à une reprise de la circulation naturelle dans le circuit primaire. Ceci peut conduire à l'envoi de bouchons d'eau faiblement borée vers le cœur et induire un retour incontrôlé en puissance du cœur du réacteur. Ce risque de dilution est donc inhérent à un transitoire d'APRP au même titre que le risque de perte de refroidissabilité du cœur. En cas d'insertion de réactivité importante consécutive à la dilution inhérente, les dommages sur le cœur pourraient être significatifs. À ce titre, **l'IRSN considère que le risque de dilution inhérente à l'APRP doit être étudié en mettant en œuvre les règles d'étude des conditions de fonctionnement de dimensionnement, pour l'ensemble des réacteurs du parc en exploitation. Cette étude devra couvrir les méconnaissances et incertitudes sur le volume du bouchon d'eau faiblement borée, le nombre de bouchons, la cinétique d'envoi des bouchons et le débit de reprise de circulation naturelle.**

Risques de surpression à froid

Dans le cadre du réexamen VD3 1300, l'ASN a demandé à EDF (référence 5) une étude de modifications permettant de réduire le risque de surpression à froid pour les situations de petites brèches primaires dans les domaines de fonctionnement du réacteur où le RRA est connecté au circuit primaire. En effet, l'ASN a estimé que *« les résultats présentés par EDF sous-évaluent significativement la probabilité d'une situation de surpression à froid résultant d'une brèche inférieure à 1,5 pouces sur le circuit RRA et considère que ces études ne permettent pas de conclure l'élimination pratique de ces séquences »*.

À la suite de l'instruction menée en 2014, l'ASN a confirmé *« la nécessité d'examiner les conséquences de ces scénarios de chocs froids au regard d'un risque de rupture de la cuve afin de vérifier s'il est nécessaire ou non d'étudier des modifications complémentaires dans le cadre du réexamen de sûreté VD3 1300 en vue d'une élimination pratique de ces séquences. »* Sur ce point, EDF a fourni de nouvelles études probabilistes de sensibilité sur la base d'hypothèses que l'IRSN estime non justifiées, ce qui ne correspond pas à l'attendu.

En conséquence, l'IRSN estime que les éléments apportés par EDF ne sont pas suffisants pour modifier les conclusions de son analyse technique (référence 7) ayant conduit à la demande de l'ASN, rappelée en annexe 4, portant sur l'étude d'une modification.

Vérification de la suffisance des contrôles d'étanchéité réalisés sur le tampon d'accès des matériels (TAM)

Le TAM, qui est la plus grande traversée de l'enceinte, débouche directement vers l'extérieur. Son inétanchéité, si elle n'était pas détectée en exploitation, pourrait conduire, en situation accidentelle et d'accident grave (AG), à des rejets directs significatifs dans l'environnement. EDF réalise sur cet équipement une importante collecte de résultats d'essais d'étanchéité qui sont globalement satisfaisants. Toutefois, pour l'IRSN, toute fermeture du TAM doit faire l'objet d'une requalification fonctionnelle consistant en la vérification de son étanchéité. À l'issue de l'instruction, ce point a fait l'objet d'un engagement de la part d'EDF, **mentionné dans l'observation n° 4 en annexe 1.**

Impact du comportement des soupapes secondaires sur la couverture des transitoires du domaine complémentaire

La fermeture rapide de toutes les vannes d'isolement vapeur (VIV) des générateurs de vapeur (GV) constitue une condition de fonctionnement de dimensionnement à l'égard du risque de surpression du circuit secondaire et dimensionne notamment les soupapes de protection de ce circuit. Cet événement peut entraîner l'ouverture de

plusieurs soupapes de sûreté du circuit secondaire, comme lors de l'événement survenu le 11 août 2004 sur le réacteur n° 2 de Cattenom où l'ensemble des soupapes de sûreté d'un générateur de vapeur a été sollicité à la suite de la fermeture lente d'une VIV.

À l'issue de l'instruction technique consacrée à cet événement, l'IRSN a notamment considéré qu'il n'était pas possible d'exclure l'ouverture simultanée de plusieurs soupapes secondaires dès lors qu'au moins une soupape est sollicitée. Par conséquent, l'ASN a demandé (référence 6) à EDF d'analyser les conséquences potentielles de l'ouverture d'un nombre de soupapes supérieur à celui actuellement retenu pour les conditions de fonctionnement du domaine complémentaire. En réponse à cette demande, l'IRSN estime satisfaisants les arguments apportés par EDF pour justifier le faible effet d'une ouverture multiple de soupapes lors d'un accident de perte d'eau alimentaire normale des GV cumulée à un échec de l'arrêt automatique du réacteur.

Néanmoins, la démarche appliquée par EDF pour répondre à la demande de l'ASN ne permet pas de garantir que toutes les situations du domaine complémentaire potentiellement impactées par une ouverture multiple de soupapes secondaires aient bien été identifiées, ce qui fait l'objet d'un engagement de la part d'EDF, mentionné dans l'**observation n° 5 en annexe 2**.

Prévention et mitigation des accidents graves

En situation d'accident grave, la réalisation de certaines actions en local par le personnel peut nécessiter le port d'appareil de protection des voies respiratoires en raison des débits de dose auxquels pourraient être exposé l'intervenant. À ce sujet, EDF considère que les conditions d'intervention, notamment les protections des voies respiratoires, seront décidées par les astreintes « Prévention des risques » dans le cadre du déclenchement du plan d'urgence interne (PUI) en cas de situation accidentelle. D'une manière générale, l'IRSN considère, et ce quel que soit le palier, que l'intérêt du port d'un appareil respiratoire isolant afin de réaliser des actions nécessaires à la gestion d'un accident grave doit être davantage approfondi par EDF. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 4 en annexe 3.**

Dans le cadre du VD3 1300, EDF a réalisé un premier exercice d'évaluation des doses reçues par les intervenants en situation d'accident grave. Il ressort que les actions en local étudiées semblent réalisables. Toutefois, l'IRSN a relevé des améliorations méthodologiques souhaitables dans l'établissement de ces évaluations, notamment concernant la dose au cristallin, le débit respiratoire des intervenants et la durée d'intervention en situation dégradée. À cet égard, les nombreux éléments échangés au cours de l'instruction devraient être centralisés dans une note d'étude en référence du référentiel « accident grave ». Par ailleurs, l'IRSN estime que les enseignements issus de ces évaluations, notamment concernant les dispositions matérielles et organisationnelles favorisant la limitation des expositions des intervenants en situations d'AG, doivent figurer dans une documentation opérationnelle, à destination des exploitants et ce, sur tous les paliers. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 5 en annexe 3.**

S'agissant des performances attendues des équipements nécessaires à la gestion des situations d'accident grave, l'IRSN estime nécessaire, dans un souci de cohérence entre les requis appliqués aux équipements nécessaires en accident grave et les fonctions à remplir en accident grave par ces équipements, qu'EDF associe aux clapets d'isolement enceinte de la ligne d'aspersion EAS² une durée de mission cohérente avec la stratégie d'utilisation discontinuée de l'EAS pour gérer à moyen terme, sur quelques jours, le compromis entre le contrôle de la pression et

² EAS : système d'aspersion et de recirculation de l'aspersion.

le maintien dans une situation d'inertage qui permet d'éviter un risque de combustion hydrogène. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 6 en annexe 2.**

Enfin, dans le cadre du réexamen VD3 1300, EDF a entrepris de modifier le système (EDE) de mise en dépression-filtration de l'espace entre-enceintes (EEE) afin de limiter les rejets radioactifs en situation accidentelle, y compris en cas d'accident grave (AG). En effet, avant ces modifications, le dimensionnement de l'EDE ne prenait pas en considération les accidents graves qui peuvent conduire à des relâchements de produits de fission dans l'enceinte et des taux de fuites de l'enceinte interne plus importants qu'en conditions de dimensionnement. Cette modification a fait l'objet d'un examen en 2014 et l'IRSN a alors estimé que cette modification, telle que déclarée par EDF constitue « *une avancée notable pour la sûreté* ».

En 2017, EDF a informé l'ASN et l'IRSN d'une évolution de la solution technique du dossier modification associée au système EDE. Pour l'essentiel, il s'agit de supprimer l'ensemble groupe froid/batterie froide dont la fonction devait permettre en situation d'accident grave de refroidir l'air et de déshumidifier par condensation l'air aspiré dans l'espace entre-enceintes afin de disposer des conditions d'ambiances les plus optimales possibles pour assurer l'efficacité du piégeage des iodes.

Conformément à la saisine de l'ASN, l'IRSN a examiné l'incidence de cette nouvelle solution technique sur les objectifs correspondants visés en VD3 1300, notamment en termes d'impact de l'abandon du groupe froid sur la durée de mission de l'EDE et sur les conséquences radiologiques en cas d'accident grave. Sur ce sujet, EDF s'est engagé lors de l'instruction à compléter ses justifications du caractère acceptable de cette évolution, ce qui fait l'objet de l'**observation 6 en annexe 2**. Au demeurant, ces études doivent contribuer à déterminer de nouvelles limites de fonctionnement du système EDE pour assurer l'efficacité de la filtration des iodes, **ce qui fait l'objet de la recommandation n° 7 en annexe 1**.

Conception des systèmes importants pour la sûreté (IPS)

Référentiel associé au risque de criticité du combustible dans les piscines de désactivation et du bâtiment réacteur lorsque la cuve est ouverte

Le référentiel relatif à la maîtrise des risques liés à la criticité (référentiel « criticité ») a pour objectif de couvrir la démonstration de sûreté de l'ensemble des activités liées à la manutention du combustible lorsque la cuve est ouverte et à son entreposage sur site. Il a été mis en application à l'occasion des réexamens de sûreté VD3 900 et VD3 1300. À l'issue de l'instruction de ce thème lors de la phase générique du réexamen périodique VD3 1300, l'ASN a notamment demandé à EDF : « *de faire figurer l'étude des situations considérées dans le référentiel criticité dans le bâtiment du réacteur, cuve du réacteur ouverte, parmi les études des conditions de fonctionnement de référence.* »

EDF n'a pas répondu en totalité à la demande de l'ASN, rappelée en annexe 4. En effet, l'étude de la situation de retrait de toutes les grappes devra être versée dans les études des conditions de fonctionnement de référence de la démonstration de sûreté (volume III du rapport de sûreté).

Sûreté du combustible entreposé dans la piscine de désactivation du bâtiment combustible (BK)

Dans le cadre du réexamen des réacteurs de 1300 MWe en vue de leur troisième visite décennale, l'IRSN a estimé que les modifications prévues, ou déjà intégrées sur ce palier par EDF, améliorent de manière significative la sûreté de l'entreposage et de la manutention du combustible en piscine de désactivation du combustible (BK). Toutefois,

des compléments de démonstration étaient encore nécessaires pour ce qui concerne la robustesse des piscines BK aux agressions et la maîtrise des risques de vidange excessive notamment par siphonnage.

EDF a indiqué qu'un incendie peut conduire à une perte prolongée du refroidissement de la piscine par détérioration des câbles d'alimentation électrique des pompes PTR³ mais que cette situation serait gérée par la mise en place d'un appoint permettant de compenser la perte de l'inventaire en eau par ébullition. Pour l'IRSN, l'application du principe de défense en profondeur, prescrit notamment par la décision incendie, doit conduire EDF à privilégier la protection de ces câbles pour éviter l'accident plutôt que le gérer. Par ailleurs, des câbles transmettant les informations relatives au niveau et à la température de l'eau de la piscine BK cheminent dans les mêmes zones de feu, induisant également des risques de mode commun entre les moyens de refroidissement et d'appoint. Ce point fait l'objet de la recommandation n° 8 en annexe 1.

Pour ce qui concerne l'accessibilité du personnel au poste de vannage permettant de gérer l'appoint en eau à la piscine en cas d'incendie, l'IRSN estime que la justification d'EDF fondée notamment sur l'estimation de la durée du feu et l'éloignement au local siège de l'incendie n'est pas suffisante. Notamment, EDF n'a pas étudié les possibilités de transfert des fumées jusqu'au poste de vannage. EDF s'est engagé à examiner ce point qui fait l'objet de l'observation n° 7 en annexe 2.

Prise en compte des agressions d'origine interne et externe

Vérification du comportement au séisme de certains ouvrages du génie civil au séisme de niveau SMS VD3

Dans le cadre du réexamen VD3 1300, la caractérisation de l'aléa sismique a conduit EDF à réévaluer les mouvements sismiques de l'ensemble des sites du palier de 1300 MWe. Des études de réévaluation des ouvrages de génie civil ont été engagées lorsque les séismes majorés de sécurité (SMS) réévalués à l'issue de l'étape précédente dépassent les séismes de dimensionnement (SDD) retenus à la conception. Sur l'ensemble des éléments transmis par EDF, seuls les points suivants appellent des commentaires de la part de l'IRSN.

Cheminée des réacteurs de Flamanville

Dans le cadre du réexamen VD3 1300 des réacteurs de Flamanville, EDF a réalisé une analyse du comportement des cheminées DVN⁴, sur la base d'un modèle tridimensionnel aux éléments finis.

Pour l'IRSN, les caractéristiques mécaniques et géométriques des différents modèles sont conformes aux hypothèses du dimensionnement, excepté la valeur de l'amortissement réduit de la cheminée, qui est égale à 7 %. L'IRSN considère que cette valeur n'est pas conservative en regard de celle considérée au dimensionnement. Bien que la démarche suivie par EDF, pour justifier le comportement des cheminées sous séisme de niveau SMS VD3, soit dans l'ensemble satisfaisante, l'IRSN considère que la valeur retenue pour la valeur de l'amortissement réduit de la cheminée n'est pas cohérente avec celles considérées pour le dimensionnement et les pratiques courantes. Par ailleurs, s'agissant des chargements sismiques considérés par EDF dans son étude, ces derniers ne permettent pas de modéliser correctement les effets redoutés et, en particulier, conduisent à sous-estimer les déplacements différentiels entre les appuis de la cheminée. En effet, les effets du déphasage de la réponse du BK et du BR ne sont pas pris en compte, alors qu'ils sont de nature à amplifier les déplacements différentiels. **Ces points font l'objet de la recommandation n° 9 en annexe 2.**

³ PTR : système de traitement et de réfrigération de l'eau des piscines.

⁴ DVN : système de ventilation général du bâtiment des auxiliaires nucléaires.

Vérification au séisme de niveau 0,17g des ouvrages de site de Saint-Alban

À la suite d'une demande de l'ASN, EDF a fourni un nouveau spectre sismique de référence (SDR) pour le site de Saint-Alban, calé à 0,17 g à fréquence infinie. Ce dernier dépasse désormais le spectre correspondant au séisme de dimensionnement (SDD) de l'îlot nucléaire à hautes fréquences, fréquences d'intérêts pour la résistance sismique des équipements.

Les résultats de l'étude menée par EDF n'appellent pas de commentaires à l'exception d'un point spécifique à la passerelle inter-tranche.

S'agissant de cette passerelle, l'IRSN rappelle que, dans le cadre du réexamen, sa stabilité doit normalement être démontrée sur la base d'un comportement élastique linéaire à l'instar d'un ouvrage neuf, où un appel modéré à la ductilité des structures est admis. À cet égard EDF a suivi le guide méthodologique pour l'étude du comportement d'ouvrages relevant du noyau dur vis-à-vis d'un séisme extrême, en retenant des coefficients de ductilité en dépassement des valeurs usuellement admises lors des réexamens. Ceci n'est pas satisfaisant. En particulier, l'IRSN considère qu'EDF doit vérifier la stabilité de la passerelle inter-tranche de Saint-Alban vis-à-vis du séisme SDR 0,17 g en considérant des coefficients de ductilité usuellement admis en réexamen. Ce point fait l'objet de la **recommandation n° 10 en annexe 2**.

Stabilité des salles des machines des centrales de Flamanville, Paluel et Saint Alban

EDF a réalisé une étude de vérification de la stabilité globale des salles des machines (SdM) et d'absence d'entrechoquement avec les bâtiments adjacents des centrales nucléaire de Saint-Alban, Flamanville et de Penly. EDF conclut ainsi à la stabilité de la salle des machines et à l'absence d'agression par cette dernière des bâtiments importants pour la sûreté en tenant compte d'un taux d'amortissement des structures en béton et en charpente métallique pris égal à 10 %, non conforme à la demande de l'ASN de retenir un amortissement de 7 %.

EDF justifie l'emploi d'un tel amortissement en s'appuyant sur le caractère non important pour la sûreté de la SdM et sur des textes internationaux relatifs à la vérification sismique d'installations existantes et non à la conception de nouvelles installations. Par ailleurs, EDF montre qu'en considérant un amortissement de 7 % et une fissuration du béton, les déplacements différentiels inter-blocs corrigés restent inférieurs aux 30 mm du joint disponible en tenant compte des incertitudes, ce qui justifie, selon EDF, l'absence d'entrechoquement entre les différents blocs constitutifs des SdM.

Une augmentation du taux d'amortissement conduit à la diminution de la réponse sismique à la fois en termes d'efforts et de déplacement. À ce titre, et compte tenu de son caractère forfaitaire, cette hypothèse nécessite d'être validée d'autant que certains éléments structurels tels que les tenons ne présentent aucune marge vis-à-vis d'un appel possible à leur ductilité. **L'IRSN constate que les éléments apportés par EDF ne répondent pas à la demande de la lettre ASN, rappelée en annexe 4 (référence 8), de mener l'étude de la stabilité d'ensemble de la salle des machines en retenant une valeur d'amortissement de 7 % et considère pour les sites de Flamanville, de Penly et de Saint Alban la stabilité d'ensemble des SdM n'est pas acquise.**

Par ailleurs, s'agissant des déplacements différentiels inter-blocs, la démarche d'EDF relative au calcul de la majoration totale à appliquer aux déplacements issus de l'analyse initiale est dans l'ensemble acceptable. L'absence d'entrechoquement entre les différents blocs de SdM est a priori assurée mais sans marge. Par conséquent, l'absence d'agression des bâtiments IPS par les salles des machines semble acquise sous réserve que la stabilité d'ensemble le soit, ce qui fait l'objet de la conclusion précédente.

Démarche de réévaluation sismique des matériels (DERESMA)

EDF a élaboré une démarche de réévaluation sismique des matériels appelée « DÉRÉSMA ». Cette démarche est appliquée à l'ensemble du parc des réacteurs d'EDF lors des réexamens périodiques de sûreté. Cette dernière a fait l'objet d'évolution à la suite des instructions menées lors des VD3 900 et 1300.

La mise à jour de la démarche DÉRÉSMA présente des améliorations en termes de hiérarchisation des matériels, de valorisation des marges de dimensionnement et de mise en œuvre des inspections sismiques. Toutefois, la mise à jour de la démarche DÉRÉSMA ne satisfait pas totalement la demande de l'ASN, rappelée en annexe 4, de classer l'ensemble des matériels nécessaires à la maîtrise de la fonction de sûreté « confinement des substances radioactives » au niveau hiérarchique élevé par l'approche fonctionnelle notamment en **absence de prise en compte explicite des traversées de l'enceinte, de la fonction filtration iode du système EDE et de la partie extension de la 3^e barrière**. En outre, EDF n'a pas retenu au niveau hiérarchique élevé les systèmes DVS⁵ et DVK⁶, ce qui n'est pas satisfaisant.

Par ailleurs, la mise à jour de la démarche DÉRÉSMA retient la possibilité d'utiliser des méthodes dites « avancées » de justification du comportement des matériels avant d'envisager des modifications ou des renforcements. À ce sujet, l'IRSN rappelle que, conformément aux prescriptions de l'ASN, l'utilisation de ces méthodes doit être réservée aux cas des « *modifications ou renforcements sismiques qui ne seraient pas jugés industriellement ou économiquement acceptables* » et être justifiée par « *une évaluation du coût industriel et économique par rapport aux bénéfices pour la sûreté nucléaire* ».

Enfin, l'IRSN estime que les résultats de l'instruction relative aux méthodes de justification de la résistance des ancrages des matériels existants du noyau dur devront, le cas échéant, être pris en compte afin de mettre à jour la démarche DÉRÉSMA.

Grands chauds

Parmi les systèmes qui sont requis sur le long terme dans les conditions de fonctionnement de dimensionnement du référentiel « Grands chauds »⁷, figurent notamment les systèmes RIS⁸, EAS, RRI/SEC⁹ et leurs systèmes supports (conditionnement thermique, alimentation électrique). Il est important de garantir la tenue en température des équipements de ces systèmes qui sont nécessaires pour les conditions de fonctionnement de dimensionnement et dont la perte pourrait conduire à une situation du domaine complémentaire.

L'IRSN rappelle que la Td est la température maximale acceptable dans un local pour un équipement en régime permanent. Elle correspond à la valeur maximale entre la température spécifiée par les fournisseurs et la température de qualification de l'équipement lorsqu'elle existe. À la suite des périodes de canicules de 2003 et de 2006, les études thermiques de déclinaison du référentiel « Grands chauds » ont mis en évidence le dépassement possible de cette valeur de Td. EDF a alors défini, pour certains équipements, une température Tr supérieure à la Td, qui correspond à la température exceptionnelle acceptable pour le fonctionnement d'un équipement pendant quelques centaines d'heures par an. La détermination de la Tr se base sur des notes d'études ou sur des essais complémentaires. EDF précise que le fonctionnement à la Tr d'un équipement « *se fait au détriment de sa durée de*

⁵ DVS : systèmes de ventilation des locaux contenant les moteurs des systèmes d'injection de sécurité et d'aspersion de l'enceinte.

⁶ DVK : système de ventilation du bâtiment combustible.

⁷ Il s'agit des conditions de fonctionnement retenues dans le référentiel « Grands chauds » pour les températures extérieures de redimensionnement définies dans ce référentiel.

⁸ RIS : système d'injection de sécurité.

⁹ RRI/SEC : système de réfrigération intermédiaire et système d'eau brute de secours.

vie » et que « *la difficulté est de connaître la relation entre Tr et la diminution de durée de vie correspondante* ». Les justifications apportées par EDF pour démontrer la disponibilité des équipements jusqu'à la Tr, doivent donc être étayées pour chaque catégorie d'équipements, leur sensibilité aux températures étant différentes.

Au vu de l'ensemble des éléments précédemment évoqués, l'IRSN estime que, pour les équipements requis sur le long terme, dépassant dans les dix premiers jours de la situation accidentelle leur température de qualification ou de conception (Td) (dont le nombre apparaît limité sur les réacteurs de 1300 MWe) et faisant l'objet d'une analyse de dédouanement dans les notes d'études thermiques, des compléments de justification de la part d'EDF sont nécessaires. Il s'agit par exemple de certaines armoires et câbles électriques et d'instrumentation, **ce qui amène l'IRSN à formuler la recommandation n° 11 en annexe 2.**

Par ailleurs, EDF a indiqué, qu'au-delà de 10 jours, la récupération des ventilations et d'une source d'alimentation électrique suffiront à garantir des températures dans les locaux inférieures à la Td des équipements. Il précise également qu'en cas d'aléa sur un système de ventilation, l'exploitant aura le temps de réparer ou de mettre en place un moyen provisoire. Sur ce sujet, l'IRSN considère que les exploitants devraient avoir à leur disposition la liste des équipements sensibles et de leurs locaux, ainsi que la documentation d'exploitation leur permettant de suivre les températures dans ces locaux et les moyens à mettre en œuvre pour garantir la fonction de ces équipements sur le long terme.

Enfin, un certain nombre d'analyses fonctionnelles, visant à dédouaner le dépassement des températures limites acceptables de certains équipements en redimensionnement et en agression canicule, n'ont pas encore fait l'objet d'un examen de la part de l'IRSN. Ainsi, des compléments d'instruction de la part de l'IRSN sont encore nécessaires en ce qui concerne la tenue des équipements en température, la pertinence des analyses fonctionnelles de dédouanement, ainsi que la suffisance des modifications proposées par EDF pour les réacteurs de 1300 MWe. Sur ce dernier point, l'IRSN a d'ores et déjà émis des réserves concernant la demande d'annulation des modifications « Grands chauds » relatives aux diesels des sites de bord de mer et aux groupes froids du DEG (référence 9).

Maîtrise du risque incendie

En réponse à l'ASN, EDF a adressé les méthodologies de screening en vue d'établir la liste des volumes de feu de sûreté qui devront faire l'objet d'études approfondies/détaillées vis-à-vis des effets de pression résultant d'un incendie, susceptibles de conduire à une rupture de la sectorisation. Pour établir des règles de screening, EDF a poursuivi les études paramétriques réalisées dans le cadre de ses travaux menés en lien avec l'IRSN, en les orientant plus systématiquement vers la recherche de critères d'exclusion et d'abaques directement exploitables par ses ingénieries. Pour ce faire, il a réalisé des calculs numériques avec le logiciel MAGIC®.

L'IRSN considère que les principes sur lesquels reposent les méthodologies de screening proposées en vue d'établir la liste des VFS¹⁰ à étudier de manière approfondie vis-à-vis des effets de pression résultant d'un incendie sont satisfaisants dans leur principe mais nécessitent des compléments lors de leur application.

L'IRSN estime tout d'abord nécessaire qu'EDF s'assure que les portes actuellement installées disposent des bonnes performances. Ce point fait l'objet de la **recommandation n° 12 en annexe 2.**

Par ailleurs, le choix fait par EDF d'inclure la période d'incubation dans le calcul du coefficient de croissance du feu pour le foyer d'une « baie électrique ouverte » ne correspond pas aux pratiques d'ingénierie et conduit à modéliser

¹⁰ VFS : volume de feu de sûreté.

des feux à cinétique lente alors qu'ils sont à cinétique moyenne, ce qui entraîne une sous-estimation des effets de pression, ce qui fait l'objet de la **recommandation n° 14 en annexe 3**.

En outre, l'IRSN estime que les corrélations mentionnées dans la méthodologie EPRESSI® pour modéliser les foyers « câbles » nécessitent d'être justifiées, ce qui fait l'objet d'un engagement d'EDF dans l'**observation n° 8 en annexe 3**.

L'IRSN a également mis en évidence que la valeur retenue par EDF du coefficient de décharge en vue d'estimer les fuites aux portes est erronée et conduit à sous-estimer de manière très significative les effets de pression. L'IRSN estime nécessaire qu'EDF reprenne l'ensemble des simulations en support aux méthodologies de screening en retenant un coefficient de décharge de 0,4 pour modéliser les fuites aux portes. Le choix de ce coefficient de décharge devra également être retenu pour les calculs qui seront à réaliser par EDF dans le cadre des méthodologies d'analyse approfondies, ce qui fait l'objet de la **recommandation n° 15 en annexe 3**. **Le choix de ce coefficient est de nature à modifier la liste des locaux retenus pour une analyse détaillée.**

Enfin, l'IRSN considère que les VFS équipés d'un système fixe d'extinction ne devraient pas être exclus des études vis-à-vis des effets de pression puisque l'opérabilité des systèmes fixes d'extinction avant la survenue des pics de surpression liés à l'incendie n'est pas garantie. Quand bien même leur efficacité serait démontrée, l'IRSN estime que ces VFS devraient également être étudiés au titre de la démarche « aggravant » sur tous les paliers, ce qui fait l'objet de la **recommandation n° 13 en annexe 3**.

À l'issue de l'examen de la méthodologie de screening, l'IRSN considère que la liste des volumes de feu de sûreté établie par EDF et qui font l'objet d'analyses approfondies pour évaluer une possible rupture de sectorisation, constitue une liste minimale des volumes de feu à étudier. La définition des locaux qui présentent un risque de rupture de sectorisation et leur analyse approfondie devra être réalisée, sur la base des méthodes de screening révisées en tenant compte de l'ensemble des remarques précédemment formulées, ce qui fait l'objet de la **recommandation n° 16 en annexe 3**.

Maîtrise des risques d'explosions internes à l'installation

L'analyse par l'IRSN des réponses d'EDF aux demandes de l'ASN relatives à la prise en compte des risques liés à une explosion interne à l'installation conduit aux principales conclusions suivantes.

Concernant l'analyse du risque de transfert d'un mélange inflammable à un local voisin, l'IRSN estime que les études fournies par EDF devraient être complétées pour tenir compte de la possible perturbation des débits de transferts d'air entre locaux liée à une fuite d'hydrogène. Ce sujet fait l'objet d'un engagement d'EDF mentionné **dans l'observation n° 9 en annexe 3**.

Par ailleurs, EDF a indiqué au cours de l'instruction que la démarche agression vis-à-vis de l'explosion interne, bien que basée sur plusieurs niveaux de défense en profondeur, est axée principalement sur la prévention du risque relatif à la perte totale des équipements respectant le critère de défaillance unique. Pour sa part, l'IRSN estime nécessaire qu'EDF vérifie que les fonctions nécessaires au repli en état sûr du réacteur à la suite d'une explosion, restent également disponibles. Ceci conduit l'IRSN à formuler la **recommandation n° 17 en annexe 3**.

Concernant le risque d'explosion à l'intérieur du bâtiment réacteur, l'IRSN estime nécessaire qu'EDF complète son analyse qualitative par une évaluation des conséquences fonctionnelles de la perte des cibles situées à proximité des lieux de fuite, ce qui fait l'objet de la **recommandation n° 18 en annexe 3**.

Concernant les risques liés aux évaporateurs d'azote, l'IRSN estime que les dispositions de prévention mises en œuvre par EDF sont pertinentes. Toutefois, l'IRSN estime nécessaire de compléter l'analyse probabiliste du risque

d'explosion intrinsèque du réservoir par une analyse déterministe, ce qui fait l'objet de la **recommandation n° 19 en annexe 3**.

Pour ce qui concerne l'étude du comportement mécanique des bâtiments cibles soumis à une explosion, les critères retenus par EDF sont fondés sur l'utilisation de deux seuils de surpression de découplage. Sur ce point, l'IRSN considère que la justification de la stabilité des bâtiments du CNPE aux seuils de découplage devra se baser sur une évaluation du comportement mécanique des structures, ce qui n'est actuellement pas le cas. Ceci fait l'objet d'une demande de l'ASN rappelée en annexe 4.

Enfin, EDF n'a pas répondu aux demandes de l'ASN, rappelées en annexe 4, concernant la prise en compte des dégagements anormaux d'hydrogène en dehors des singularités démontables et la prise en compte du risque d'explosion interne aux circuits.

Maîtrise des risques industriels et aériens

L'analyse par l'IRSN des réponses d'EDF aux demandes de l'ASN relatives à la prise en compte des risques liés à l'environnement industriel et aux voies de communication autour des CNPE conduit aux principales conclusions suivantes.

Les réponses d'EDF aux demandes de l'ASN relatives aux risques liés aux canalisations et aux installations industrielles fixes sont globalement acceptables. Toutefois, EDF doit vérifier la pertinence des analyses directement tirées des études de danger (EDD) au regard des attendus de la démonstration de sûreté de ses installations nucléaires ce qui fait l'objet de la **recommandation n° 20 en annexe 3** et le cas échéant, réévaluer les risques sur la base des potentiels de danger présents.

Concernant la modélisation des conséquences de l'explosion de nuages inflammables dérivants, l'IRSN considère que certaines réponses d'EDF aux demandes de l'ASN concernant le délai d'inflammation et la masse de produit inflammable, rappelées en annexe 4, ne sont pas satisfaisantes.

S'agissant de l'actualisation du nouveau guide méthodologique utilisé par EDF en déclinaison de la RFSI.2.d¹¹, l'IRSN considère que les éléments apportés par EDF sont globalement acceptables, sous réserve de la prise en compte dans la démonstration de sûreté des éléments qui font l'objet de la **recommandation n° 21 en annexe 3**.

Ce nouveau guide d'EDF présente par ailleurs de nombreuses évolutions méthodologiques, dont certaines appellent des observations de l'IRSN, qui feront notamment l'objet d'instruction au cas par cas dans le cadre de l'examen des rapports de sûreté de chaque réacteur lors de l'évaluation des rapports conclusifs de réexamen (RCR).

¹¹ RFS-1.2.d : ASN - Règle fondamentale de sûreté du 7 mai 1982 relative à la prise en compte des risques liés à l'environnement industriel et aux voies de communication.

En conclusion, l'IRSN considère que l'atteinte des objectifs de sûreté définis dans le cadre du réexamen périodique des réacteurs du palier de 1300 MWe après 30 années de fonctionnement nécessite :

- la mise en œuvre des modifications, objets des recommandations et observations mentionnées en annexe 1 ;
- la réalisation d'études de sûreté, afin de vérifier la complétude des modifications actuellement définies, conformément aux recommandations et observations, spécifiques au réexamen VD3 1300 en annexe 2 et génériques à l'ensemble des paliers en annexe 3 ;
- la prise en compte des demandes de l'ASN mentionnées en annexe 4.

Pour le Directeur général et par délégation,

Franck BIGOT

Adjoint au Directeur de l'expertise

Annexe 1 à l'Avis IRSN/2018-00004 du 8 janvier 2018

Recommandations et observations nécessitant la mise en œuvre par EDF de modifications complémentaires afin d'atteindre les objectifs visés par le réexamen VD3 1300

Règles, méthodes et résultats des études d'accidents

Recommandation n° 1 :

L'IRSN recommande que, dans le cadre des VD3 1300, le scénario de dilution homogène par rupture de tube de l'échangeur du circuit d'étanchéité des pompes primaires soit considéré comme une condition de fonctionnement de référence dans les états en puissance (RP) et arrêt normal (AN) (avec et sans groupe motopompe en service).

Recommandation n° 2 :

L'IRSN recommande que, dans le cadre des VD3 1300, la prescription particulière des spécifications techniques d'exploitation (STE) relative à la position de groupes dans les états d'arrêt normal (AN), dont l'objectif est de pallier un arrêt automatique du réacteur inefficace lors des phases de redémarrage, intègre la valorisation d'un moyen de détection d'une dilution homogène robuste à la règle de l'aggravant. La démonstration de la suffisance de ce moyen de détection doit être apportée.

Recommandation n° 3 :

Dans le cadre des VD3 1300, l'IRSN recommande qu'EDF apporte, pour l'accident de dilution homogène en puissance, une démonstration de sûreté qui s'appuie uniquement sur des actions demandées dans les procédures de conduite incidentelle et accidentelle. À cette fin, une alarme « repérée DOS » dédiée aux dilutions incontrôlées en puissance devra être définie (document d'orientation et stabilisation).

Observation n° 3 :

L'IRSN estime qu'EDF devrait présenter, dans le rapport de sûreté, la comparaison au profil de qualification K1 en température, utilisé pour la qualification des matériels aux conditions accidentelles, de l'évolution de la température de l'atmosphère de l'enceinte. En cas de dépassement du profil K1, la démonstration que la température de surface des matériels concernés ne dépasse pas celle du profil K1 devrait également y être présentée.

Observation n° 4 :

EDF prend l'engagement suivant :

« EDF réalisera un essai fonctionnel complémentaire d'étanchéité, à chaque opération de fermeture intermédiaire du TAM des tranches 1300 MWe, en conformité avec les Spécifications Techniques d'Exploitation.

Le déploiement de cet essai sera effectif à partir de la campagne d'arrêts de 2020 (intégration dans la préparation modulaire des arrêts). »

Recommandation n° 7 :

L'IRSN recommande, dans le cadre des VD3 1300, qu'EDF réexamine la conduite de l'EDE en cas d'accident grave, en particulier vis-à-vis d'un arrêt des ventilateurs lorsque l'efficacité de la filtration iode devient insuffisante.

Conception des systèmes importants pour la sûreté (IPS)

Recommandation n° 8 :

L'IRSN recommande, dans le cadre du VD3 1300, qu'EDF complète les dispositions de protection contre l'incendie afin d'éviter une agression concomitante des voies redondantes des alimentations électriques des pompes du système de traitement et de réfrigération de l'eau des piscines (PTR) et des voies redondantes de l'instrumentation requise lors de la phase d'appoint de la piscine du bâtiment combustible.

Annexe 2 à l'Avis IRSN/2018-00004 du 8 janvier 2018

Recommandations et observations conduisant EDF à apporter des compléments de vérification afin de valider l'atteinte des objectifs du réexamen VD3 1300

Règles, méthodes et résultats des études d'accidents

Observation n° 1 :

EDF prend l'engagement suivant :

« Un document pédagogique présentant la méthode de détermination de la courbe G3 implantée dans le système RGL du palier 1300 MWe, en cours de cycle mais également au redémarrage après rechargement et en prolongation de cycle sera élaboré par EDF à échéance de juin 2018. Il traitera notamment de la loi de conversion de la puissance thermique en puissance électrique utilisée pour établir la courbe G3.

EDF justifiera la prise en compte de l'incertitude de positionnement des GCP (provision de 8 % Pn et décalibrage) dans le dimensionnement du GF01 à échéance de janvier 2018. La différence entre la valeur du décalibrage utilisée pour le dimensionnement du GF01 et sa valeur générique sera traitée.

EDF apportera des compléments de justification sur la mise en œuvre de la méthode de Monte Carlo pour le dimensionnement du GF01 à échéance de juin 2018 (indépendance des variables, établissement de l'incertitude globale et nombre de tirages). »

Observation n° 2 :

EDF s'engage à fournir « l'étude d'APRP-BI en modélisant l'IS en branche rompue et en considérant comme puissance résiduelle le terme A standard en janvier 2018. Cette étude sera intégrée dans le rapport de sûreté lors d'une prochaine mise à jour. »

Observation n° 5 :

EDF s'engage à « [compléter], à échéance d'octobre 2018, l'analyse de l'impact, sur les études du domaine complémentaire, d'une sollicitation de la totalité des soupapes secondaires dès l'instant où au moins une soupape est sollicitée au cours de l'accident et justifiera l'exhaustivité de l'analyse réalisée. »

Recommandation n° 6 :

L'IRSN recommande qu'EDF vérifie, dans le cadre des VD3 1300, l'opérabilité à l'ouverture des clapets d'isolement de la ligne d'aspiration de la bêche du système de traitement et de réfrigération de l'eau des piscines (PTR) en conditions d'accident grave pour une durée de mission de quelques jours cohérente avec la stratégie d'utilisation discontinuée de l'aspersion de l'enceinte.

Observation n° 6 :

EDF s'engage à étudier « à échéance de mars 2018 :

- *la durée de fonctionnement de la filtration iode de l'EDE pour des situations d'AG à cinétique plus lente, susceptibles de conduire à la perte de l'efficacité de la filtration iode de l'EDE avant d'atteindre les conditions d'ouverture du dispositif U5 ;*
- *l'impact sur les conséquences radiologiques de l'indisponibilité de l'EDE dans ces situations.*

Ces études de sensibilité n'ont pas vocation à se substituer ou à compléter l'étude d'accident grave de référence du rapport de sûreté avec ouverture du dispositif U5 à 24 heures qui conduit aux conséquences radiologiques les plus importantes. »

Conception des systèmes importants pour la sûreté (IPS)

Observation n° 7 :

EDF prend l'engagement suivant :

« EDF étudiera de manière détaillée, les possibilités de transfert de fumée vers le poste de vannage, pour les différents scénarios d'incendie entraînant la perte de la fonction PTR. EDF transmettra le résultat de ces études avant fin juillet 2018. »

Prise en compte des agressions d'origine interne et externe

Recommandation n° 9 :

L'IRSN recommande qu'EDF justifie, dans le cadre des VD3 1300, la stabilité sous sollicitations sismiques des cheminées du système de ventilation générale (DVN) du bâtiment des auxiliaires nucléaires de la centrale nucléaire de Flamanville en prenant en compte :

- un amortissement réduit de la cheminée métallique réaliste mesuré in situ ou, à défaut, au plus égal à 4 % ;
- les chargements les plus pénalisants vis-à-vis des déplacements différentiels entre le bâtiment réacteur et le bâtiment combustible pour les caractéristiques de sol.

Recommandation n° 10 :

L'IRSN recommande qu'EDF vérifie la stabilité de la passerelle inter-tranche de Saint-Alban vis-à-vis du séisme « *Spectre De Référence 0,17 g* » au sens d'EDF, en considérant des coefficients de ductilité usuellement admis en réexamen pour les barres et les assemblages et les effets des endommagements associés. EDF mettra en œuvre le cas échéant les renforcements structuraux nécessaires.

Recommandation n° 11 :

L'IRSN recommande, dans le cadre du VD3 1300, qu'EDF démontre que les équipements sollicités au-delà de leur température Td de qualification ou de conception permettent d'assurer les fonctions requises sur le long terme. Cette démonstration est notamment attendue pour les équipements dédouanés par jugement d'expert, les câbles d'alimentation des systèmes de sauvegarde, et certaines instrumentations.

Recommandation n° 12 :

L'IRSN recommande, dans le cadre du VD3 1300, qu'EDF vérifie la pertinence des critères de tenue en pression retenus dans les études pour les portes coupe-feu en regard des portes coupe-feu réellement installées sur le parc.

Annexe 3 à l'Avis IRSN/2018-00004 du 8 janvier 2018

Recommandations et observations, applicables à l'ensemble des paliers du parc électronucléaire, conduisant EDF à appliquer certaines modifications de données, hypothèses et méthodes dans le cadre des démonstrations de sûreté attendues

Règles, méthodes et résultats des études d'accidents

Recommandation n° 4 :

L'IRSN recommande qu'EDF étudie pour tous les paliers, l'intérêt du port de l'appareil respiratoire isolant (ARI) pour les actions à réaliser lors d'un accident grave.

Recommandation n° 5 :

L'IRSN recommande qu'EDF mette à disposition de ses exploitants, sur tous les paliers, une documentation opérationnelle listant les actions susceptibles d'être réalisées en local après l'entrée en accident grave et précisant des dispositions matérielles et organisationnelles de limitation des expositions des intervenants. Cette documentation pourrait mentionner :

- les cheminements à privilégier et les locaux identifiés comme susceptibles d'être les plus contaminés afin de préparer au mieux les interventions à réaliser en accident grave ;
- les locaux pour lesquels le temps de transit prévu serait à limiter ;
- les moyens de mesure en temps réel (dosimètres et radimètres) disponibles pour les intervenants ;
- les appareils de protections des voies respiratoires et autres dispositifs à tenir à disposition pour réduire les doses reçues lors de ces interventions.

Prise en compte des agressions d'origine interne et externe

Recommandation n° 13 :

L'IRSN recommande qu'EDF détermine les effets de pression liés à un incendie sur les éléments de sectorisation des locaux équipés d'un système fixe d'aspersion pour l'ensemble des paliers. Par ailleurs, l'impact de la défaillance de ces systèmes d'aspersion devra être examiné sur tous les paliers du parc EDF dans le cadre de la démarche « aggravant ».

Recommandation n° 14 :

Dans la modélisation des foyers d'armoire électrique, l'IRSN recommande que, pour tous les paliers, EDF retienne un coefficient de croissance α , indépendant des conditions d'allumage et représentatif de l'atteinte d'une phase de combustion auto-entretenue.

Observation n° 8 :

EDF prend l'engagement suivant :

« EDF apportera, sous 4 mois, des compléments techniques sur l'établissement des corrélations utilisées pour les feux de câbles dans la méthode EPRESSI et précisera également les limites d'utilisation de ces dernières ».

Recommandation n° 15 :

L'IRSN recommande qu'EDF retienne, pour tous les paliers, un coefficient de décharge Cd de 0,4 dans les calculs effectués en support à ses méthodes de screening permettant de déterminer des volumes de feu de sûreté présentant un risque de détérioration de la sectorisation incendie.

Recommandation n° 16 :

L'IRSN recommande qu'EDF établisse, sur tous les paliers, la liste des locaux qui doivent faire l'objet d'une analyse approfondie au titre du risque de détérioration de la sectorisation incendie, en tenant compte :

- d'un coefficient de décharge Cd de 0,4 dans les calculs effectués en support à ses méthodes de screening ;
- d'un coefficient de croissance α , indépendant des conditions d'allumage et représentatif de l'atteinte d'une phase de combustion auto-entretenu dans la modélisation des foyers d'armoire électrique.

Observation n° 9 :

EDF prend l'engagement suivant :

« EDF fournira à échéance de septembre 2018 un programme de travail sur la thématique des perturbations des flux d'air et des transferts par les inétanchéités suite à une fuite hydrogénée. »

Recommandation n° 17 :

L'IRSN recommande qu'EDF vérifie, sur tous les paliers, que les fonctions nécessaires au repli en état sûr du réacteur à la suite d'une explosion, restent disponibles.

Recommandation n° 18 :

L'IRSN recommande, pour tous les paliers, qu'EDF identifie les cibles de sûreté situées à proximité des mélanges inflammables susceptibles de se former dans le bâtiment réacteur en champs proche des lieux de fuite ou en cas d'accumulation et vérifie que les conséquences de la perte de ces cibles sont acceptables.

Recommandation n° 19 :

L'IRSN recommande, qu'EDF évalue les conséquences, sur tous les réacteurs du parc, d'un BLEVE lié à une agression ou à une défaillance intrinsèque d'un évaporateur d'azote liquide.

Recommandation n° 20 :

L'IRSN recommande que, pour tous les paliers, EDF vérifie que les hypothèses et scénarios des études de dangers des installations industrielles fixes et des canalisations de transport de matières dangereuses présentes à proximité de ses INB permettent de répondre aux attendus de la démonstration de sûreté de ses installations nucléaires. Le cas échéant, EDF devra présenter ses propres analyses de risques fondées sur la description de ces sources de dangers et déterminer le risque correspondant pour la sûreté de ses INB.

Recommandation n° 21 :

L'IRSN recommande que, dans le cadre de la démonstration de sûreté des risques liés à l'environnement industriel, pour tous les paliers, EDF :

- retienne comme seuil de référence un flux thermique de 3 kW/m² pour apprécier les effets thermiques ;
- évalue les risques liés aux nuages toxiques sur les personnels en retenant les valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) comme seuil de référence ;
- définisse les zones de recensement des potentiels dangers sur un rayon de 10 km autour d'une centrale nucléaire ;
- n'exclut pas a priori de phénomènes dangereux.

Annexe 4 à l'Avis IRSN/2018-00004 du 8 janvier 2018

Demandes de l'ASN examinées qui restent à mettre en œuvre afin d'atteindre les objectifs du réexamen

Risques de surpression à froid

Demande n° 1 de l'ASN dans son courrier CODEP-DCN-2013-056415 du 2 décembre 2013 relatif aux risques de surpression à froid du circuit primaire principal à l'occasion du réexamen de sûreté associé à la troisième visite décennale des réacteurs de 1300 MWe :

« L'ASN vous demande, dans le cadre du réexamen de sûreté VD3 1300, de proposer des modifications visant à renforcer les dispositions de protection du CPP contre les situations de surpression à froid dans les états du réacteur où le RRA est connecté. »

Référentiel associé au risque de criticité du combustible dans les piscines de désactivation et du bâtiment réacteur lorsque la cuve est ouverte

Demande A2 de l'ASN dans son courrier CODEP-DCN-2014-018653 du 18 juillet 2014 relatif au référentiel criticité à l'occasion du réexamen de sûreté associé à la troisième visite décennale des réacteurs de 1300 MWe :

« L'ASN vous demande également de faire figurer l'étude des situations considérées dans le référentiel criticité dans le bâtiment du réacteur, cuve du réacteur ouverte, parmi les études des conditions de fonctionnement de référence. »

Stabilité des salles des machines des centrales de Flamanville, Paluel et Saint Alban

Demande de l'ASN de son courrier CODEP-DCN-2015-000645 du 9 janvier 2015 relatif à la réévaluation sismique des ouvrages de génie civil et plus particulièrement la tenue des BAS/BL et la vérification de l'absence d'agression des bâtiments EIP par les salles des machines des CNPE de Flamanville et de Penly à l'occasion du réexamen de sûreté associé à la troisième visite décennale des réacteurs de 1300 MWe :

« L'ASN vous demande de :

- réévaluer la stabilité sous séisme d'intensité SMS des salles des machines et de démontrer l'absence d'agression de celles-ci sur les bâtiments EIP en retenant, pour les structures en béton armé et pour les structures en charpente métallique un taux d'amortissement de 7 % conformément à la méthodologie de réévaluation sismique des ouvrages de génie civil modifiée ;
- le cas échéant, de définir des modifications ou renforcements sismiques adéquats de manière proportionnée aux enjeux ;
- lorsque les modifications ou renforcements sismiques ne sont pas jugés industriellement ou économiquement réalisables, fournir une évaluation du coût industriel et économique par rapport aux bénéfices pour la sûreté nucléaire et justifier le maintien en l'état des bâtiments (éventuellement en utilisant des méthodes dites « réalistes » ou « optimisées » dont vous détaillerez les coefficients et taux d'amortissement utilisés). »

Démarche de réévaluation sismique des matériels (DERESMA)

Demande n° 1 de l'ASN dans son courrier CODEP-DCN-2015-001288 du 20 janvier 2015 relatif à la réévaluation sismique des matériels (démarche DERESMA) à l'occasion du réexamen de sûreté associé à la troisième visite décennale des réacteurs de 1300 MWe :

« L'ASN vous demande de classer les matériels nécessaires à la maîtrise de la fonction de sûreté confinement des substances radioactives au niveau hiérarchique élevé par l'approche fonctionnelle. »

Maîtrise des risques d'explosions internes à l'installation

Demande n° 3, 9 et 12 de l'ASN dans son courrier CODEP-DCN-2014-005838 du 7 mars 2014 relatif au réexamen de sûreté associé à la troisième visite décennale des réacteurs (VD3 1300)- Explosion :

Demande n° 3 : « L'ASN vous demande d'évaluer les conséquences sur la sûreté d'une explosion liée à un dégagement anormal d'hydrogène en dehors des singularités à caractère démontable des circuits hydrogénés. Vous identifieriez le cas échéant les dispositions de limitation des conséquences de dégagements anormaux d'hydrogène. »

Demande n° 9 : « L'ASN vous demande de compléter, dans la démonstration de sûreté, votre analyse du risque d'explosion interne aux circuits de l'îlot nucléaire en étudiant l'ensemble des scénarios potentiels et plausibles, sans vous limiter à l'examen du retour d'expérience. »

Demande n° 12 : « L'ASN vous demande de répondre aux remarques mentionnées ci-dessus concernant les lacunes de votre démonstration, notamment l'absence d'évaluation du comportement mécanique des structures des bâtiments « cibles » soumis aux chargements en pression issus des explosions retenues pour les parcs à gaz. »

Maîtrise des risques industriels et aériens

Demandes 4-1 et 4-2 formulées par l'ASN dans CODEP-DCN-2015-002021 du 19 janvier 2015 relatif à la maîtrise des risques liés à l'environnement industriel et aux voies de communication :

Demande n° 4.1 : « L'ASN vous demande, dans le cadre du réexamen de sûreté VD3 1300, de déterminer et retenir le délai d'inflammation conduisant à l'explosion la plus pénalisante pour l'installation nucléaire du nuage de gaz dérivant sans se limiter arbitrairement à un délai maximal de 5 minutes. »

Demande n° 4.2 : « L'ASN vous demande, dans le cadre du réexamen de sûreté VD3 1300, de retenir l'intégralité de la masse de produit inflammable contenue dans le nuage dérivant à une concentration supérieure à la LIE pour la détermination des effets de l'explosion. »