

Fontenay-aux-Roses, le 26 juin 2019

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN/2019-00142

Objet : EDF - Quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe
Examen des études probabilistes de sûreté de niveaux 1 et 2

Réf. [1] Lettre ASN - CODEP-DCN-2013-013464 du 28 juin 2013
[2] Lettre ASN - CODEP-DCN-2016-007286 du 20 avril 2016
[3] Lettre ASN - CODEP-DCN-2019-004207 du 11 mars 2019
[4] Avis de l'IRSN 2019-00051 du 13 mars 2019

En vue de l'autorisation de poursuivre l'exploitation des réacteurs de 900 MWe au-delà de leur quatrième visite décennale (VD4), Électricité de France (EDF) a transmis à l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) le rapport de sûreté (RDS) correspondant ainsi que les notes d'études associées.

Les VD4 des réacteurs de 900 MWe s'inscrivent dans un contexte particulier puisqu'EDF a fait part, en 2009, de sa volonté de prolonger la durée de fonctionnement de ces réacteurs au-delà de 40 ans. À la suite d'une consultation du groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires (GPR) portant sur le programme de travail d'EDF associé au projet d'extension de la durée de fonctionnement des réacteurs, l'ASN a notamment estimé, par lettre citée en référence [1], que le niveau de sûreté des réacteurs actuels devait être amélioré, en particulier au regard des exigences de sûreté renforcées appliquées aux nouveaux réacteurs. En 2016, à l'issue de la consultation du GPR sur les orientations du programme de travail d'EDF associé au quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe (réexamen VD4-900), l'ASN a statué, par lettre citée en référence [2], sur ces orientations et a défini les éléments complémentaires qu'EDF devait transmettre afin d'apporter la démonstration de sûreté attendue dans le cadre de ce réexamen.

Le réexamen VD4-900 doit ainsi permettre d'améliorer le niveau de sûreté des réacteurs de 900 MWe avec des objectifs visant à se rapprocher de ceux applicables aux nouveaux réacteurs, comme l'EPR Flamanville 3 (EPR-FA3), en tenant compte du retour d'expérience acquis, tant sur le parc électronucléaire français qu'à l'international, ainsi que, plus généralement, de l'évolution des connaissances et des pratiques.

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

Le renforcement des moyens de prévention de la fusion du combustible et des moyens de limitation des conséquences des accidents graves, ainsi que le renforcement de la robustesse des réacteurs pour faire face aux agressions d'origines interne et externe, figurent parmi les objectifs retenus par EDF dans le cadre du réexamen VD4-900.

Le développement des études probabilistes de sûreté (EPS) constitue un des éléments sur lesquels s'appuie la démarche de réévaluation de sûreté d'EDF pour ce réexamen.

Ainsi, l'évaluation par les EPS du risque de fusion du combustible, dans le cœur du réacteur ou dans la piscine de désactivation du combustible usé (piscine BK), et du risque de rejets radioactifs complète l'appréciation du niveau de sûreté des installations s'appuyant sur les études déterministes et permet d'identifier d'éventuels besoins d'amélioration des dispositions de conception ou d'exploitation. Dans ce cadre, EDF retient les objectifs suivants pour le réexamen VD4-900 :

- viser une fréquence globale de fusion du cœur, incluant les agressions, inférieure à quelques 10^{-5} /année-réacteur (a.r.) ;
- rendre le découvrement des assemblages de combustible, lors de vidanges accidentelles ou de pertes de refroidissement, extrêmement improbable ;
- rendre le risque de rejets précoces et importants extrêmement improbable.

Par lettre citée en référence [3], l'ASN souhaite recueillir l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur les données d'entrée, les méthodes, les scénarios et les résultats des EPS, sur leurs enseignements et sur la suffisance des modifications proposées par EDF pour le réexamen VD4-900, ainsi que sur l'adéquation de ces EPS en vue d'utilisations ultérieures. L'ASN demande également à l'IRSN de tenir compte des questions posées au cours du dialogue technique organisé avec l'Association nationale des comités et commissions locales d'information (ANCCLI) qui montrent un besoin particulier d'informations et d'explications (réurrence de la thématique abordée par la question, risque fort perçu par le public).

Les conclusions de l'expertise menée par l'IRSN sur la pertinence des différentes EPS réalisées par EDF et sur leurs résultats, ainsi que sur les enseignements tirés de ces études pour le réexamen VD4-900, sont présentées ci-après, hormis pour les réacteurs du Bugey pour lesquels les EPS font l'objet d'une expertise par ailleurs.

Il est à noter que l'avis ne porte pas sur l'utilisation des EPS pour la définition des dispositions du domaine complémentaire, qui a déjà fait l'objet d'une expertise de la part de l'IRSN dans le cadre de la préparation de la réunion du GPR dédiée aux études d'accidents du réexamen VD4-900.

1. Périmètre des EPS développées par EDF pour le réexamen VD4-900

Dans le cadre du réexamen VD4-900, EDF a réalisé plusieurs études EPS de niveau 1 (permettant d'évaluer les risques de fusion du cœur et de découvrement des assemblages de combustible dans la piscine BK) et de niveau 2 (permettant d'évaluer les risques de rejets radioactifs) :

- pour les événements internes :
 - une EPS de niveau 1 couvrant le réacteur et la piscine BK,
 - une EPS de niveau 2 ;

- pour les agressions d'origine interne aux installations :
 - une EPS incendie de niveau 1 couvrant le réacteur et la piscine BK,
 - une EPS incendie de niveau 2,
 - une EPS inondation interne de niveau 1 couvrant le réacteur et la piscine BK,
 - une EPS inondation interne de niveau 2,
 - une EPS explosion de niveau 1 couvrant le réacteur et la piscine BK ;
- pour les agressions d'origine externe aux installations :
 - une analyse visant à sélectionner les agressions externes devant faire l'objet d'une étude probabiliste pour le réexamen VD4-900,
 - une EPS séisme de niveaux 1 et 2 couvrant le réacteur et la piscine BK,
 - des évaluations probabilistes des risques d'inondation externe, couvrant le réacteur et la piscine BK, pour les sites de Saint-Laurent-des-Eaux et du Tricastin (crue fluviale) et le site de Gravelines (surcote).

L'IRSN souligne que, depuis le réexamen VD3-900 et en cohérence avec les orientations du réexamen VD4-900, EDF a largement étendu le périmètre de ses études probabilistes. Ainsi, certaines EPS ont été développées par EDF pour la première fois pour les réacteurs en exploitation : l'EPS explosion interne de niveau 1, les EPS incendie et inondation interne de niveau 2, une EPS séisme complète de niveaux 1 et 2, ainsi que des analyses probabilistes relatives aux risques d'inondation externe.

EDF a également présenté en VD4-900 des analyses probabilistes spécifiques, qui ne sont pas couvertes par ses EPS de référence, relatives aux scénarios de longue durée, ainsi qu'aux dépendances entre deux tranches d'un même site dans les situations où elles seraient affectées par un même initiateur.

L'IRSN estime que les EPS développées par EDF et la prise en compte de leurs enseignements pour le réexamen VD4-900 constituent un progrès important pour l'évaluation du niveau de sûreté des installations, en complément des études déterministes, en particulier pour les agressions d'origines interne et externe. L'IRSN souligne, notamment en réponse à des questions posées au cours du dialogue technique organisé avec l'ANCCLI, que ces EPS permettent de disposer d'un éclairage pertinent sur les risques associés aux différents événements initiateurs et d'apprécier, d'une part leur évolution par rapport aux risques évalués lors des précédents réexamens périodiques, d'autre part leur positionnement par rapport à ceux estimés pour le réacteur EPR de Flamanville, compte tenu de l'objectif de « *tendre vers l'EPR* » retenu pour ce réexamen VD4-900.

Ces EPS sont réalisées en considérant un état technique des réacteurs post-réexamen VD3-900 en termes de modifications de conception et d'exploitation. Certaines de ces EPS intègrent déjà des modifications prévues lors du réexamen VD4-900. Pour les autres, EDF a transmis, au cours de l'expertise, des analyses de sensibilité afin d'apprécier l'apport de ces modifications en termes de maîtrise des risques évalués. Il est à noter que les modifications prévues lors du réexamen VD4-900 seront déployées en deux phases, tout d'abord lors de la visite décennale VD4 de chaque réacteur (« Phase A ») puis lors de la seconde visite partielle suivant la visite décennale, environ 4 ans plus tard (« Phase B »).

2. Données utilisées dans les EPS d'EDF

L'IRSN a analysé les données utilisées par EDF dans l'ensemble des EPS réalisées pour le réexamen VD4-900, à savoir les fréquences des initiateurs, le profil de fonctionnement des réacteurs, les données de fiabilité et les taux d'indisponibilité des matériels, ainsi que les paramètres de défaillance de cause commune. L'IRSN souligne, notamment en réponse à des questions posées au cours du dialogue technique organisé avec l'ANCCLI, que, d'une manière générale, ces données sont évaluées par EDF à partir du retour d'expérience du parc nucléaire français. Ces données font partie des éléments déterminant la qualité et la représentativité des études EPS. L'IRSN constate les améliorations apportées par EDF à son processus d'élaboration des données utilisées dans les EPS, permettant de disposer de données cohérentes avec le retour d'expérience récent, et estime que les données ainsi utilisées dans les EPS développées pour le réexamen VD4-900 sont globalement pertinentes.

En outre, d'autres actions, déjà initiées par EDF ou auxquelles il s'est engagé à la suite de l'expertise de l'IRSN, devraient permettre d'améliorer encore la collecte du retour d'expérience et donc la représentativité, par rapport à l'état « réel » des réacteurs en exploitation, des données utilisées dans les différentes EPS (notamment pour les EPS « agressions ») qui seront développées pour les prochains réexamens périodiques.

3. Évaluation probabiliste des risques liés aux événements internes

EPS de niveau 1 « événements internes » pour le réacteur

L'IRSN estime que la démarche mise en œuvre et le périmètre de cette étude sont globalement satisfaisants et respectent la règle fondamentale de sûreté relative à l'utilisation des études probabilistes pour la sûreté des installations nucléaires de base (RFS 2002-01 du 26 décembre 2002).

Lors du développement de son étude probabiliste, EDF a identifié des besoins d'améliorations de sûreté et a ainsi proposé de mettre en œuvre deux modifications lors des VD4 (le remplacement des contacteurs des ventilateurs du système DVL assurant le refroidissement des locaux électriques par des contacteurs à accrochage et une amélioration de la procédure de conduite pour les situations de perte de la source froide) ; ces modifications, déjà intégrées à l'étude transmise lors de l'expertise, permettent de réduire significativement le risque de fusion du cœur. Les résultats présentés par EDF (fréquence de fusion du cœur pour tous les événements internes de $3,3 \cdot 10^{-6}$ /a.r.) respectent les objectifs retenus pour le réexamen VD4-900. L'étude n'intégrant à ce stade que les modifications prévues d'être déployées lors de la phase A du réexamen VD4-900, EDF s'est engagé à la mettre à jour d'ici juin 2021 pour y intégrer également les modifications VD4 prévues en phase B. À cette occasion, EDF présentera en outre l'évaluation des scénarios accidentels survenant dans le domaine d'exploitation « arrêt pour rechargement » qui n'a pas été traité dans l'étude actuelle.

Cependant, l'IRSN a identifié un scénario pouvant mener à la fusion du cœur avec bipasse du confinement en cas de perte totale des alimentations électriques cumulée à la défaillance de l'injection aux joints des pompes primaires, du fait de la réouverture, au cours de l'accident, des vannes pneumatiques situées sur la ligne de retour des joints n°1. L'IRSN considère que l'action proposée par EDF à ce sujet, reposant notamment sur la démonstration à venir de l'opérabilité et de l'étanchéité de la vanne RCV d'isolement extérieure de l'enceinte dans des conditions qui dépassent sa qualification, ne permet pas d'avoir une raisonnable assurance que ce scénario sera rendu extrêmement improbable avec un haut degré de confiance à l'issue de la VD4-900. Ce point fait l'objet de la recommandation n° 1 présentée en annexe.

L'IRSN considère également que des justifications et compléments d'étude sont nécessaires dans le cadre du réexamen VD4-900 concernant notamment l'évaluation du risque induit par une perte du système de ventilation DVL assurant le refroidissement des locaux électriques, actuellement non considéré par EDF dans son EPS ; EDF s'est engagé à apporter d'ici mi-2021 des éléments montrant l'absence de conséquences fonctionnelles importantes d'un tel initiateur.

En outre, EDF s'est engagé à réaliser, pour septembre 2019, une analyse de sensibilité estimant le gain qu'apporterait la mise en place d'une nouvelle motopompe au sein du système d'alimentation de secours en eau des générateurs de vapeur (ASG) ; en effet, bien que respectant les objectifs retenus pour le réexamen en termes de fréquence de fusion du cœur, les séquences accidentelles avec défaillance de l'ASG constituent des séquences prépondérantes de l'étude.

EPS de niveau 1 « événements internes » relative à la piscine BK

Cette EPS évalue le risque de découverture, d'une part des assemblages de combustible entreposés dans la piscine BK, d'autre part d'un assemblage de combustible en cours de manutention, dans les différentes situations accidentelles de perte de refroidissement ou de vidange de la piscine. L'IRSN estime que la démarche mise en œuvre et le périmètre de cette étude sont satisfaisants.

Cette étude, complétée par des analyses de sensibilité fournies par EDF au cours de l'expertise afin de tenir compte en particulier de certaines modifications prévues d'être opérationnelles en VD4-900 (diesel d'ultime secours DUS, appoint ultime à la piscine BK et disposition de mise en position sûre des assemblages) et non valorisées dans l'étude, conduisent à une fréquence de découverture des assemblages de combustible, pour l'ensemble des situations considérées, inférieure à 10^{-8} /a.r. Les résultats de ces évaluations sont cohérents avec l'objectif de rendre extrêmement improbable le risque de découverture des assemblages dans la piscine BK et conduisent EDF à ne pas proposer de modification supplémentaire par rapport à celles décidées à l'issue du troisième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe et des évaluations complémentaires de sûreté.

Néanmoins, l'expertise de l'IRSN a mis en évidence que des justifications étaient encore nécessaires pour conforter certaines hypothèses utilisées et ainsi consolider les résultats présentés par EDF, plus particulièrement en ce qui concerne l'impact des spécificités des prises d'eau des sites, ce à quoi EDF s'est engagé à échéance de mars 2020. Par ailleurs, les EPS relatives au réacteur et à la piscine BK, développées par EDF séparément, ne permettent pas d'apprécier l'impact, sur les risques ainsi évalués, des dépendances existant entre certains moyens utilisés pour gérer les accidents, d'une part pour le réacteur, d'autre part pour la piscine BK. EDF s'est engagé, à échéance de la phase B de la VD4-900, à analyser les scénarios accidentels affectant à la fois le réacteur et la piscine en tenant compte de leur impact sur les matériels et missions humaines valorisés dans l'EPS relative à la piscine BK.

EPS de niveau 2 « événements internes »

Au-delà de la fusion du cœur, EDF a présenté une étude quantifiant les fréquences d'occurrence de différentes catégories de rejets en cas d'événements internes, à l'état technique VD3 et à l'état technique VD4. Les catégories de rejets distinguent les rejets aériens précoces et importants, tardifs importants (non filtrés), tardifs filtrés, ou limités, et les rejets en cas de percée du radier.

L'expertise de cette étude montre que les modifications matérielles et de conduite prévues lors du réexamen VD4 ont un impact significatif sur les risques de rejets dans l'environnement. Parmi ces modifications, les plus importantes sont le secours électrique par le DUS de certaines vannes d'isolement de l'enceinte et des soupapes de dépressurisation du circuit primaire, l'étanchement du puits de cuve qui réduit le risque d'explosion de vapeur après percement de la cuve, et les dispositions de stabilisation du corium hors de la cuve et d'évacuation de la puissance hors de l'enceinte, grâce au système EASu, qui réduisent le risque de percée du radier du bâtiment du réacteur et la fréquence des situations nécessitant l'ouverture du dispositif U5 d'événement de l'enceinte de confinement.

Ainsi, selon les dernières estimations d'EDF, le risque de percée du radier en VD4-900 dû à des événements internes s'élève à $8.10^{-7}/a.r.$, ce qui représente une réduction d'un peu plus d'un facteur 5 par rapport à l'état technique VD3. Le risque de rejets tardifs filtrés par le dispositif U5 s'élève $4.10^{-7}/a.r.$, ce qui représente une réduction d'un ordre de grandeur par rapport à l'état technique VD3. Le risque de rejets précoces est quant à lui quantifié à $3.10^{-7}/a.r.$, ce qui représente une réduction d'un facteur 2 par rapport à l'état technique VD3.

Les engagements pris par EDF à l'issue de l'expertise réalisée, ainsi que de celle relative aux études déterministes des accidents graves, permettront de réduire encore la fréquence ou le niveau des rejets. Ces engagements visent par exemple à optimiser les dispositions de conduite en prévention ou en mitigation d'un accident de fusion du cœur ou, grâce à une instrumentation complémentaire, à rendre la conduite de la pompe du système EASu (appartenant au noyau dur) plus robuste. Les derniers résultats présentés par EDF intègrent une optimisation de la maintenance des nouveaux équipements du noyau dur pour renforcer leur disponibilité, ce qui impacte directement les fréquences de rejet. À cet égard, il conviendra qu'EDF mette en place un suivi en exploitation de ces matériels permettant d'en garantir une disponibilité suffisante.

Par ailleurs, l'IRSN souligne que la fiabilité de l'EASu, telle qu'elle est prise en compte dans l'étude probabiliste, n'intègre pas les défaillances au-delà de 24 heures, bien que ce système soit non redondant, non réparable et non substituable. Néanmoins, pour ces cas de défaillance à moyen et long termes, des moyens diversifiés sont à l'étude par EDF en vue d'assurer une redondance. Ils concernent un appoint d'eau dans les puisards du fond de l'enceinte, grâce à des moyens mobiles et à une mesure, résistante aux conditions d'un accident grave, du niveau d'eau dans les puisards du fond de l'enceinte.

En tout état de cause, à l'issue de son expertise, l'IRSN estime que le risque de percée du radier en VD4 reste encore relativement élevé. Or une part importante de ce risque résulte des défaillances à court terme du système EASu compromettant le transfert de l'eau de la bache PTR dans l'enceinte de confinement. Il ressort qu'une diversification du système EASu et de son alimentation électrique permettant de transférer à court terme l'eau de la bache PTR dans l'enceinte de confinement entraînerait une diminution sensible du risque de percée du radier, le ramenant à environ $5.10^{-7}/a.r.$ selon les estimations de l'IRSN. L'IRSN souligne que l'efficacité de cette mesure repose sur la disponibilité des informations permettant de définir l'instant de démarrage de cet appoint. **Compte tenu de l'objectif affiché par EDF en VD4-900 d'éviter les effets durables dans l'environnement en cas de fusion du cœur, l'IRSN formule à ce sujet la recommandation n° 2 présentée en annexe.**

En réponse à une question de l'ANCCLI sur l'objectif de « *tendre vers l'EPR* », l'IRSN précise que la comparaison des résultats obtenus pour le réexamen VD4-900 avec ceux du réacteur EPR-FA3 est à mener avec prudence dans la mesure où chaque étude probabiliste intègre un grand nombre d'hypothèses et de méthodes qui évoluent au fil des progrès réalisés dans ce domaine. À cet égard, l'étude probabiliste de niveau 2 réalisée pour l'EPR-FA3 actuellement disponible traite des événements internes et date de 2010. Ses résultats ne doivent donc être comparés qu'en ordre de grandeur avec ceux de l'EPS « événements internes » de niveau 2 à l'état VD4 d'EDF.

L'IRSN considère que le risque de percement du radier de l'EPR-FA3 peut être estimé à 5.10^{-8} /a.r. sans prendre en compte la possibilité de secours du système d'évacuation de la puissance de l'enceinte par aspersion (EVU) par un dispositif mobile qui n'était pas prévu initialement. En tenant compte de ce système disponible aujourd'hui sur le site, cette fréquence descend d'une décade environ. Ainsi, sous réserve de la prise en compte de la recommandation n°2 du présent avis, l'écart sur le risque de percement du radier entre les réacteurs à l'état technique VD4 et l'EPR-FA3 est de deux décades, sachant que l'écart de fréquence de fusion du cœur est de l'ordre d'une décade. Pour l'IRSN, par-delà les chiffres, cela traduit l'efficacité et la robustesse de certaines options de conception de l'EPR-FA3 en matière de limitation des conséquences des accidents avec fusion du cœur. Parmi celles-ci, il peut être cité le renoyage passif du corium s'opérant sans avoir recours à un système actif de transfert de l'eau borée de l'extérieur vers l'intérieur du bâtiment du réacteur, ainsi que la conception du système EVU, constitué de deux trains séparés géographiquement, réparables, substituables et indépendants des systèmes d'injection de secours utilisés pour la prévention de l'accident grave.

Concernant les rejets précoces, selon les estimations de l'IRSN, la différence entre la fréquence de rejets pour un réacteur à l'état VD4-900 et l'EPR-FA3 serait supérieure d'un peu moins d'une décade. Toutefois, ce résultat est fortement influencé par les différences de méthodes entre les deux études, les hypothèses relatives à la perte du confinement due à des phénomènes énergétiques ou à un défaut d'isolement d'une traversée de l'enceinte étant nettement plus conservatives dans les études réalisées pour l'EPR que dans celles réalisées pour le réexamen VD4-900.

Au final, compte tenu, d'une part des contraintes liées à l'amélioration d'un réacteur en exploitation conçu à l'origine sans prendre en compte les accidents de fusion du cœur, d'autre part du niveau atteint grâce aux modifications mises en œuvre dans le cadre du réexamen VD4-900, l'IRSN considère que les résultats obtenus sont acceptables.

4. Risques liés aux agressions d'origine interne

EPS de niveau 1 « explosion » pour le réacteur et la piscine BK

Cette étude constitue la première EPS « explosion » pour les réacteurs de 900 MWe et permet d'évaluer à la fois le risque de génération d'une atmosphère explosive dans les locaux et la fréquence de fusion du combustible pouvant en résulter. Le périmètre de l'étude et la méthodologie utilisée sont satisfaisants.

Lors du développement de cette étude, EDF a identifié un besoin d'amélioration de sûreté visant à réduire le risque de fusion du cœur induit par une explosion d'hydrogène dans les locaux des batteries. Bien que la nature précise de cette modification ne soit pas encore définie, les résultats de l'EPS transmise par EDF valorisent d'ores et déjà une modification des conditions d'exploitation (plan de coupure des batteries). Compte tenu de cette amélioration, la fréquence de fusion du cœur associée au risque d'explosion interne est évaluée à environ 3.10^{-6} /a.r. et celle de découverture des assemblages de combustible dans la piscine BK à 10^{-9} /a.r. Ces résultats sont cohérents avec les objectifs retenus pour le réexamen VD4-900. L'analyse des conséquences fonctionnelles d'une explosion dans les locaux de l'îlot nucléaire, utilisée dans l'EPS, repose toutefois sur une modélisation qui a déjà fait l'objet d'une expertise dans le cadre de la préparation de la réunion du GPR consacrée aux études déterministes d'agressions pour le réexamen VD4-900. À cette occasion, une erreur de modélisation avait été identifiée par l'IRSN et EDF s'est engagé à analyser pour fin 2019 son impact sur les résultats de l'EPS « explosion ».

EPS de niveau 1 « incendie » pour le réacteur et la piscine BK

Cette étude constitue la première EPS « incendie » de niveau 1 réalisée par EDF pour les réacteurs de 900 MWe. La méthodologie mise en œuvre s'appuie largement sur celle utilisée lors du développement des EPS « incendie » de niveau 1 des autres paliers de réacteurs à l'occasion de leur dernier réexamen périodique, avec toutefois quelques évolutions introduites par EDF pour réduire les principaux conservatismes inhérents à ce type d'étude. Le périmètre et la méthodologie de cette étude apparaissent globalement satisfaisants, les sous-conservatismes que l'IRSN a identifiés pour certaines hypothèses n'étant pas de nature à remettre en cause l'ordre de grandeur du risque évalué par EDF.

La fréquence de fusion du cœur dans le bâtiment du réacteur est évaluée à $1,2 \cdot 10^{-5}$ /a.r, avec une contribution dominante des incendies survenant dans trois volumes de feu de la voie A situés dans le bâtiment électrique. Cette fréquence a été réévaluée par EDF à $7 \cdot 10^{-6}$ /a.r. en valorisant certaines dispositions du noyau dur et en levant certains conservatismes du modèle. Ces évaluations tiennent d'ores et déjà compte de plusieurs modifications qu'EDF a identifiées lors du développement de son étude probabiliste et qu'il propose de mettre en œuvre lors des VD4-900. Ces modifications visent, soit à exclure certains scénarios accidentels prépondérants (évolution du contrôle-commande des soupapes SEBIM pour éviter l'envoi d'un ordre intempestif d'ouverture de ces soupapes), soit à fiabiliser certaines parades importantes en situation d'incendie (évolution de la commande de la turbopompe ASG pour éviter son déclenchement intempestif, protection par enrubannage de plusieurs câbles nécessaires à la commande de la turbopompe ASG ainsi qu'au basculement TS/TA). Pour ce qui concerne cette dernière modification, un complément d'étude, qu'EDF s'est engagé à réaliser pour fin 2019, est encore nécessaire pour consolider la liste des câbles à protéger.

L'IRSN constate que, en dépit de l'ensemble des modifications proposées par EDF lors des VD4-900, la fréquence de fusion du cœur reste élevée et montre que, parmi les événements et agressions internes à l'installation, l'incendie représente le risque prépondérant. Bien qu'il ne remette pas en cause l'objectif pour le réexamen VD4 en termes de risque de fusion du cœur, un tel résultat induit des fréquences de rejet élevées, comme identifié plus loin dans le paragraphe relatif aux EPS « agressions » de niveau 2.

La fréquence de découverture des assemblages de combustible dans la piscine de désactivation est quant à elle évaluée à $3 \cdot 10^{-8}$ /a.r, en tenant compte de la modification matérielle prévue lors des VD4-900 consistant à séparer par un écran thermique les deux pompes du circuit PTR. Ces résultats sont cohérents avec l'objectif retenu pour le réexamen VD4-900, d'autant que la valorisation des dispositions du noyau dur et de la force d'action rapide nucléaire (FARN) serait de nature à réduire ce risque. Des compléments d'étude, qu'EDF s'est engagé à apporter d'ici 2020, sont néanmoins attendus pour évaluer le risque de découverture des assemblages de combustible dans la piscine en cas d'incendie survenant dans le bâtiment électrique et affectant les alimentations électriques du système PTR.

EPS de niveau 1 « inondation interne » pour le réacteur et la piscine BK

Cette étude constitue la première EPS « inondation interne » réalisée par EDF pour les réacteurs de 900 MWe, avec une démarche et un périmètre comparables aux études similaires développées par EDF pour les paliers de 1300 MWe et N4. La démarche et le périmètre de l'étude sont satisfaisants.

Cette étude évalue la fréquence de fusion du cœur à $6,2 \cdot 10^{-6}$ /a.r., avec une contribution dominante des inondations survenant dans le bâtiment électrique et dans la zone connexe dite « non contrôlée » du bâtiment périphérique. EDF

a tiré les enseignements de son étude de manière satisfaisante, en proposant deux modifications matérielles (installation de siphons de sol dans les locaux des tableaux électriques de la voie B et amélioration de l'étanchéité des trémies de plancher des casemates du système d'alimentation en eau des générateurs de vapeur et du circuit de vapeur principal), permettant d'abaisser ce risque à $2,1.10^{-6}/a.r.$ Compte tenu de ce résultat, EDF conclut que l'objectif retenu pour le réexamen VD4-900 en termes de fréquence de fusion du cœur est respecté.

Cependant, l'expertise de l'IRSN a montré que l'étude d'EDF n'avait pas permis, du fait des hypothèses retenues, d'identifier et a fortiori d'évaluer tous les scénarios d'inondation par propagation horizontale. Or, sur la base de sa propre étude, l'IRSN estime que certains de ces scénarios d'inondation dans le bâtiment électrique ou dans la zone non contrôlée du bâtiment périphérique présentent un enjeu de sûreté, au vu des matériels qui seraient affectés et des fréquences potentiellement significatives. EDF s'est engagé à fournir un complément d'évaluation probabiliste pour ces scénarios. L'IRSN estime qu'EDF devra alors confirmer que les dispositions matérielles prévues à l'état VD4 à l'égard des risques d'inondation interne, dont le détail n'est pas complètement connu à ce stade, sont suffisantes pour respecter l'objectif de fréquence de fusion du cœur pour le réexamen VD4-900, en considérant l'ensemble des scénarios d'inondation.

La fréquence de découverture des assemblages de combustible dans la piscine BK, évaluée à $1,4.10^{-7}/a.r.$, apparaît élevée au regard de l'objectif de rendre ce risque résiduel. L'IRSN estime qu'EDF devra confirmer, sur la base du complément d'évaluation qu'il s'est engagé à réaliser en tenant compte de l'apport de certains moyens actuellement non valorisés (noyau dur, modifications spécifiques à l'inondation interne déployées en VD4, FARN), que ce risque est résiduel. De plus, pour les initiateurs de rupture de tuyauterie conduisant à une vidange accidentelle de la piscine, l'IRSN estime qu'EDF doit encore vérifier que toutes les parades valorisées dans l'étude ne sont pas affectées par l'inondation induite par l'initiateur, ce à quoi EDF s'est engagé.

EPS de niveau 2 « agressions internes »

Dans le cadre du réexamen VD4-900, EDF a réalisé pour la première fois des études probabilistes de niveau 2 pour les situations d'agressions internes, à savoir les incendies et les inondations. Ces études permettent d'estimer la fréquence des différentes catégories de rejets pour les séquences de fusion du cœur identifiées dans les EPS de niveau 1 relatives à ces deux agressions. L'IRSN considère que cet exercice constitue une avancée significative de la démonstration de sûreté des réacteurs de 900 MWe. Grâce à la démarche d'exploration systématique du déroulement des accidents considérés dans les EPS, EDF dispose désormais d'un outil permettant d'apporter un éclairage supplémentaire concernant la conception de ces réacteurs au regard des risques d'agressions internes. L'important travail d'analyse fonctionnelle produit par EDF pour ces études forme en outre un socle pérenne pour les EPS de niveau 2 « agressions » en général.

Les EPS « incendie » et « inondation » de niveau 2 ont été réalisées sur la base d'un état technique VD3-900. Pour cet état, EDF a évalué les fréquences de rejets pour tous les scénarios de son EPS « inondation interne » de niveau 1 conduisant à la fusion du cœur ainsi qu'en cas d'incendie dans les trois volumes de feux prépondérants en termes de risque de fusion du cœur. Sur cette base, dans un deuxième temps, EDF a réalisé une estimation des risques de fusion du cœur et de percement du radier à l'état technique VD4.

Il ressort de ces études que les scénarios de rejets prépondérants en cas d'agression correspondent à des pertes de matériels électriques situés dans le bâtiment électrique entraînant une perte totale des alimentations électriques. L'EPS incendie de niveau 2 ne traitant que les principaux locaux électriques de la voie A, EDF s'est engagé à

compléter son étude avec une étude d'impact, sur les moyens utilisés pour limiter les rejets, d'un incendie dans les autres locaux.

À l'issue de son analyse, l'IRSN considère que la fréquence des rejets précoces importants évaluée dans l'EPS de niveau 2 à l'état technique VD3 est élevée et que, en l'absence de quantification par EDF de la fréquence de ce type de rejets à l'état technique VD4, il n'est pas en mesure d'estimer si le gain qu'apporteront les modifications prévues en VD4 sera suffisant au regard de l'objectif d'EDF de rendre les rejets précoces importants extrêmement improbables. Ce sujet fait l'objet de la recommandation n° 3 présentée en annexe.

De plus, l'IRSN considère que les EPS de niveau 2 relatives aux agressions internes font ressortir un point de vulnérabilité de l'alimentation électrique de la ligne de mitigation des accidents graves au niveau d'un tableau électrique permettant d'alimenter notamment les vannes des circuits EAS et EASu. Alors que la ligne de mitigation des accidents graves, non redondante électriquement, est alimentée depuis le DUS par la voie B, ce tableau est situé dans un local électrique de la voie A. Ainsi, en cas d'agression dans ce local, la perte des alimentations électriques de la voie A induite par l'agression se cumule avec la perte de l'alimentation électrique de certains matériels nécessaires en accident grave (et alimentés via ce tableau par la voie B). De plus, l'IRSN estime que la faisabilité du lignage en local de l'EASu en cas d'accident grave, envisagé par EDF en cas de perte du tableau concerné, reste à démontrer. Ce mode commun contribue significativement au risque de percée du radier. Ce sujet fait l'objet de la recommandation n° 4 présentée en annexe.

5. Risques liés aux agressions d'origine externe

Sélection des agressions externes faisant l'objet d'évaluations probabilistes (« screening »)

EDF a appliqué aux sites des réacteurs de 900 MWe une analyse de « screening » des agressions externes visant à déterminer celles pour lesquelles des études probabilistes devaient être développées pour le réexamen. Cette analyse s'appuie sur une méthodologie déjà examinée et jugée globalement satisfaisante lors des orientations du réexamen VD4-900. L'IRSN souligne, notamment en réponse à des questions posées au cours du dialogue technique organisé avec l'ANCCLI, que cette analyse a conduit EDF à identifier plusieurs agressions externes pouvant relever d'une analyse probabiliste des risques radiologiques, dont les chutes d'avion, le séisme, les grands chauds, la tornade, les vents extrêmes, l'inondation externe et l'effacement d'ouvrage. Les risques liés à certaines de ces agressions faisant l'objet d'évaluations probabilistes dans le cadre de règles fondamentales de sûreté (chute d'avion, risques industriels), EDF a, en pratique, développé des études probabilistes pour le séisme et l'inondation externe.

La mise en œuvre de cette méthodologie générique a déjà été évaluée lors du réexamen VD2-N4 et il s'avère que la plupart des conclusions émises par l'IRSN à cette occasion, concernant les justifications apportées par EDF pour écarter certaines agressions de son programme de développement d'analyses probabilistes, peuvent être reconduites pour le réexamen VD4-900. Ainsi, en particulier, l'IRSN juge nécessaire :

- de développer des analyses probabilistes pour l'agression « grands chauds », ce à quoi EDF s'est engagé pour le réexamen VD4 des réacteurs de 1300 MWe. Pour le présent réexamen, l'IRSN convient que la priorité pour cette agression est qu'EDF apporte les compléments d'étude substantiels qui ont jugés nécessaires lors de l'expertise des études d'agressions déterministes, afin de statuer sur la suffisance des dispositions de protection prévues ;

- d'évaluer, par des analyses probabilistes, les risques d'inondation liés à une rupture du circuit d'eau de circulation CRF en salle des machines (situation d'inondation DDOCE du guide ASN n° 13). EDF s'est engagé à réaliser une analyse probabiliste détaillée pour le site du Tricastin, qui comporte une configuration particulière. Pour les autres sites, EDF appliquera sa démarche de screening et réalisera si besoin des analyses complémentaires dans le cadre des rapports de conclusion de réexamen de chaque site. L'IRSN estime qu'EDF devra apporter des éléments suffisants permettant de conclure sur ce risque et sur la suffisance des dispositions prévues.

EPS de niveau 1 « inondation externe » pour le réacteur et la piscine BK

EDF a réalisé plusieurs évaluations probabilistes pour l'inondation externe : des études portant sur le risque de crue fluviale pour les sites du Tricastin et de Saint-Laurent-des-Eaux et une étude portant sur le risque de surcote pour le site en bord de mer de Gravelines. Pour les sites n'ayant pas fait l'objet de telles études probabilistes, EDF fournira des justifications quant au caractère transposable des études probabilistes réalisées pour Saint-Laurent-des-Eaux et Gravelines. L'IRSN souligne le travail important réalisé par EDF pour développer, pour la première fois, des études probabilistes pour cette agression. La méthodologie utilisée pour déterminer la fréquence d'occurrence des niveaux d'eau au droit du site, pour évaluer la fiabilité des parades et pour construire et quantifier les scénarios accidentels apparaît simplifiée, mais acceptable dans le cadre d'une première évaluation probabiliste.

La fréquence de fusion du cœur est évaluée par EDF entre 10^{-6} /a.r. et 10^{-5} /a.r. suivant les sites. La fréquence de découverte des assemblages de combustible dans la piscine BK est évaluée par EDF à une valeur inférieure à 10^{-8} /a.r. Ces résultats, bien que relativement élevés pour ce qui concerne le risque de fusion du cœur, ne remettent pas en cause les objectifs de sûreté fixés pour le réexamen VD4-900. Ces études ont en revanche mis en évidence l'importance, pour respecter ces objectifs, des dispositions du noyau dur, qui permettent une protection contre des niveaux d'inondation plus sévères que ceux retenus pour le dimensionnement, ainsi que de l'intervention de la FARN pour les scénarios accidentels liés à la piscine BK.

S'agissant des hypothèses relatives à la conduite en cas d'inondation utilisées dans ces études probabilistes, elles devront si besoin être mises en cohérence avec les principes qui figureront in fine dans les règles particulières de conduite à l'état VD4. Le cas échéant, ces études devront être mises à jour et leurs enseignements tirés pour le réexamen, ce à quoi EDF s'est engagé. L'IRSN estime en outre nécessaire qu'EDF vérifie que les dispositions matérielles identifiées comme nécessaires à la prévention des risques de bipasse des protections (périphériques et volumétriques) dans les EPS inondation externe, et dont la très bonne fiabilité est postulée dans le cadre de ces évaluations, font effectivement toutes l'objet d'un suivi systématique en exploitation.

EPS « séisme » de niveaux 1 et 2 pour le réacteur et la piscine BK

EDF a présenté, pour les réacteurs du site du Tricastin, une EPS évaluant les risques de fusion du cœur et de découverte des assemblages de combustible dans la piscine BK, ainsi que de rejets induits par un séisme. Elle constitue la première EPS séisme complète, de niveaux 1 et 2, réalisée par EDF.

Le périmètre de cette étude et la démarche mise en œuvre, qui présente des améliorations méthodologiques notables par rapport à l'étude EPS séisme qui avait été réalisée pour les réacteurs de Saint-Alban dans le cadre du réexamen VD3-1300, afin d'améliorer la pertinence de ce type d'étude, sont globalement satisfaisants. L'IRSN souligne les efforts significatifs d'EDF pour développer l'EPS séisme pour le site du Tricastin et estime que l'étude

est globalement pertinente, les limitations qu'il a identifiées n'étant pas de nature à remettre en cause l'ordre de grandeur du risque évalué par EDF.

Les risques de fusion et de rejets sont évalués pour des périodes de retour de l'aléa sismique jusqu'à 10 millions d'années, c'est-à-dire pour des événements occasionnant des accélérations maximales au sol bien supérieures à celles engendrées par un séisme « noyau dur » (SND). Cette EPS séisme montre l'apport notable des dispositions du noyau dur pour la sûreté de l'installation, conduisant à une réduction de la fréquence de fusion du cœur de 30 % et de celle des rejets « voie air » et « voie eau » de 35 % et 40 % respectivement. Par ailleurs, cette étude a permis d'identifier le besoin de renforcer les bâches à fioul des groupes électrogènes à moteur Diesel de chaque réacteur, pour réduire les risques associés aux scénarios de perte des alimentations électriques.

La fréquence de fusion du cœur est évaluée, en tenant compte de cette modification, à 7.10^{-6} /a.r. Dans le cadre d'une analyse de sensibilité visant à tenir compte des demandes que l'ASN avait formulées concernant l'aléa sismique à considérer pour le dimensionnement du noyau dur, cette fréquence a été réévaluée par EDF à $1,8.10^{-5}$ /a.r. L'IRSN constate que, malgré les dispositions du noyau dur et le renforcement des bâches à fioul, la fréquence de fusion du cœur évaluée par EDF est élevée. Toutefois, il apparaît que le risque de fusion du cœur porté par les niveaux d'accélération sismique inférieurs ou égaux au SND ne représente que 15 % du risque global, ce qui montre la robustesse de l'installation pour ces niveaux de séisme. L'IRSN souligne que des dispositions de suivi en exploitation visant à garantir une bonne disponibilité des équipements du noyau dur permettraient de réduire ce risque, évalué en tenant compte d'une indisponibilité forfaitaire élevée de ces moyens.

La fréquence de découverture des assemblages de combustible dans la piscine BK est évaluée à 3.10^{-6} /a.r. (7.10^{-6} /a.r. avec une réévaluation de l'aléa sismique). Elle apparaît élevée au regard de l'objectif de rendre ce risque résiduel. Toutefois, il apparaît que le risque de découverture porté par les niveaux d'accélération sismique inférieurs ou égaux au SND ne représente que 3 % du risque global, ce qui montre, pour ces niveaux de séisme, la robustesse de l'installation. Pour les niveaux de séisme plus élevés, le risque provient principalement de la défaillance de structures autres que le bâtiment combustible (principalement le bâtiment électrique). L'étude d'EDF n'a pas permis d'identifier si des dispositions du noyau dur et de la FARN pourraient être utilisées dans certains de ces scénarios avec dégradation du bâtiment électrique pour assurer un refroidissement ou un appoint à la piscine BK. L'IRSN estime qu'EDF pourrait tirer les enseignements de son EPS séisme pour investiguer ces scénarios et adapter le cas échéant les moyens prévus.

Pour l'EPS de niveau 2 séisme, les risques de rejets aériens précoces et importants et de percée du radier sont de l'ordre de respectivement 5.10^{-6} /a.r. et 8.10^{-6} /a.r. Les résultats montrent que 90 % des rejets « voie air » et 85 % des rejets « voie eau » sont portés par des niveaux de séisme supérieurs au niveau SND. Pour ces niveaux élevés, les rejets sont majoritairement dus à des défaillances sismiques de structures (en particulier le canal d'amenée et le pont polaire). Pour des niveaux de séisme allant jusqu'au niveau SND et pour lesquels la défaillance des structures n'est pas le contributeur prédominant, le risque de rejets précoces et importants est de l'ordre de 3.10^{-7} /a.r. Le risque de percée du radier est plus élevé, proche de 10^{-6} /a.r., du fait notamment des situations de perte électrique et d'indisponibilité des matériels du noyau dur, conduisant à l'absence de stabilisation du corium hors de la cuve. Comme mentionné précédemment au sujet de l'évaluation du risque de fusion du cœur, une bonne disponibilité des équipements du noyau dur permettrait de réduire ce risque.

EDF propose de réaliser une EPS complète du même type que celle du Tricastin pour le site de Chinon (EPS dite « de type 1 »). Pour les autres sites, EDF propose des études dites « de type 2 » obtenues par transposition des études « de type 1 » ou, pour les sites les moins sismiques, des études « de type 3 » reposant sur des approches

probabilistes simplifiées. Sous réserve qu'EDF consolide et justifie la liste des sites concernés par ces différents types d'études, l'IRSN considère que l'approche d'EDF est acceptable dans le principe.

Enfin, l'IRSN considère que les EPS séisme pourraient être utilisées pour compléter les programmes d'inspection liés au risque sismique, en identifiant les points les plus sensibles des installations.

6. Analyses spécifiques

En complément des EPS susmentionnées, EDF a transmis une méthodologie visant à prendre en compte les aspects « multi-tranches » dans les EPS, ainsi qu'une évaluation de l'impact de ces aspects sur le risque de fusion du cœur évalué dans l'EPS de niveau 1 « événements internes » de chaque réacteur, pour deux initiateurs susceptibles d'affecter plusieurs réacteurs d'un site à la fois (perte des alimentations électriques externes et perte de la source froide). L'IRSN note l'effort important d'EDF pour développer une telle méthodologie dont la faisabilité a été confirmée au travers de l'exercice de mise en application réalisé. Cette évaluation a montré que l'intégration des aspects « multi-tranches », pour les deux situations considérées, n'induit pas d'effet falaise sur les risques de fusion du combustible dans le cœur et dans la piscine de désactivation qui sont évalués dans les EPS de chaque réacteur.

L'accroissement de risque observé, qui ne conduit pas à remettre en cause le respect des objectifs fixés en VD4-900, souligne néanmoins l'importance de considérer désormais les aspects « multi-tranches », pour les situations susceptibles d'affecter plusieurs installations d'un même site, afin de se prémunir d'une sous-estimation du risque.

Concernant les situations d'accident conduisant à des rejets radioactifs, l'IRSN souligne l'importance d'évaluer le niveau de rejet à partir duquel les actions des opérateurs ne seraient plus réalisables sur les installations voisines (réacteur ou piscine), ainsi que la probabilité qu'un accident générant des rejets sur une première installation conduise à une dégradation du niveau de sûreté ou à une situation accidentelle sur les autres.

Par ailleurs, EDF a transmis pour la première fois une étude spécifique, relative à une perte des alimentations électriques externes de longue durée (avec une durée de scrutation des séquences accidentelles sur 192 heures, bien supérieure à la durée de 24 heures retenue dans les EPS de référence d'EDF). Cette étude, qui repose sur un modèle simplifié réalisé avec des méthodes « EPS dynamiques », conduit à doubler la fréquence de fusion du cœur évaluée dans l'EPS « événements internes » de référence pour cet initiateur. L'étude produite par EDF confirme ainsi les limitations des EPS quantifiées sur 24 heures pour traiter des initiateurs ayant des temps de récupération longs, et donc la prudence à avoir lors de certaines utilisations de ces études dans l'analyse de sûreté. L'extension de cette étude au niveau 2, telle que réalisée par EDF, n'a en revanche pas permis de dégager des enseignements pertinents dans le cadre de ce réexamen. EDF s'est engagé à intégrer dans ses futures EPS de niveau 1 la modélisation des actions et missions survenant au-delà de 24 heures et dont la défaillance pourrait remettre en cause l'atteinte d'un état stabilisé. L'IRSN estime par ailleurs qu'une étude probabiliste intégrant la phase long terme du déroulement d'un accident grave présenterait un intérêt pour l'évaluation de la sûreté.

7. Conclusion

Dans le cadre du réexamen VD4-900, l'IRSN a examiné les études probabilistes de sûreté développées par EDF pour les événements internes ainsi que pour les agressions d'origines interne et externe aux installations. Le périmètre de ces études a été notablement étendu, en particulier pour les agressions, en comparaison de celui des EPS réalisées lors des précédents réexamens périodiques des réacteurs en exploitation ainsi que de celles développées à la conception du réacteur EPR de Flamanville. Les méthodologies mises en œuvre ainsi que les données et hypothèses utilisées dans ces études apparaissent globalement satisfaisantes, y compris pour les nouvelles EPS développées pour

la première fois par EDF, même si l'expertise a mis en évidence un certain nombre de points qui mériteraient d'être améliorés dans les EPS qui seront développées pour les prochains réexamens. Les EPS réalisées pour le réexamen VD4-900 permettent ainsi de disposer d'un éclairage probabiliste pertinent, en complément des études déterministes relatives aux situations accidentelles, aux accidents graves ainsi qu'aux risques d'agressions, pour permettre d'apprécier l'atteinte des objectifs de sûreté fixés pour ce réexamen. Ces objectifs visent notamment à améliorer la prévention de la fusion du cœur (fréquence de fusion du cœur globale, incluant les agressions, inférieure à quelques 10^{-5} /a.r.) et à rendre extrêmement improbables le risque de découvrément des assemblages de combustible entreposés dans la piscine de désactivation du combustible et le risque de rejets précoces et importants.

Malgré les améliorations importantes prévues par EDF dans le cadre du réexamen VD4-900, les résultats obtenus apparaissent globalement plus élevés que ceux estimés par EDF dans les EPS qu'il a développées pour le réacteur EPR, l'écart persistant s'expliquant par un certain nombre de dispositions à fort impact retenues dès la conception de l'EPR (prise en compte des accidents graves, intégration de l'objectif « d'élimination pratique » des situations conduisant à des rejets importants et précoces, conception à quatre divisions séparées géographiquement et autres dispositions favorables à l'égard des agressions...). En tout état de cause, les modifications prévues d'être déployées pour les VD4-900, notamment les dispositions du noyau dur ainsi que les modifications identifiées par EDF lors de son processus de développement des EPS pour réduire les risques associés à certains scénarios, se traduisent par des gains significatifs dans les résultats des EPS pour le réexamen VD4-900 par rapport à ceux obtenus lors des précédents réexamens ; certains de ces résultats nécessitent encore d'être consolidés au moyen d'évaluations et de justifications complémentaires, qu'EDF s'est engagé à apporter pour le réexamen VD4-900.

L'expertise de ces EPS a toutefois conduit l'IRSN à identifier certains risques qui méritent encore d'être réduits afin de pouvoir considérer que les objectifs fixés pour le réexamen sont complètement atteints. Ces besoins d'améliorations complémentaires font l'objet des recommandations formulées par l'IRSN en annexe.

Pour le Directeur général et par délégation,

Frédérique PICHEREAU

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

Annexe à l'Avis IRSN/2019-00142 du 26 juin 2019

Recommandations à prendre en compte dans le cadre du quatrième réexamen périodique
des réacteurs de 900 MWe du palier CPY

Recommandation n° 1

L'IRSN recommande qu'EDF mette en œuvre des modifications de conception permettant la fermeture et le maintien en position fermée de la ligne de retour des joints n° 1 des pompes primaires lors d'une situation de perte totale des alimentations électriques avec défaillance de l'injection aux joints, de manière à préserver l'intégrité du circuit RCV et ainsi d'éviter tout risque de fusion du cœur avec bipasse du confinement.

Recommandation n° 2

L'IRSN recommande qu'EDF prévoie un dispositif supplémentaire qui permette un appoint d'eau borée vers les puits de cuve ou vers les puisards du fond de l'enceinte, de manière à éviter la percée du radier en cas de défaillance du système EASu à court terme. Ce dispositif fixe ou mobile devra être suffisamment indépendant de l'EASu et de ses systèmes support.

Recommandation n° 3

L'IRSN recommande qu'EDF quantifie la fréquence des rejets aériens en cas d'accident de fusion du cœur résultant d'une agression interne, et identifie les éventuelles modifications complémentaires à apporter à l'installation.

Recommandation n° 4

L'IRSN recommande qu'EDF prenne des dispositions permettant de garantir l'alimentation électrique de la ligne de mitigation des accidents graves en cas d'agression interne survenant dans les locaux électriques de la voie A ou de défaillance de la ventilation des locaux de la voie A.