

Fontenay-aux-Roses, le 25 mars 2015

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN N° 2015-00098

Objet : Réacteurs électronucléaires - EDF
Orientations du réexamen de sûreté associé aux quatrièmes visites décennales des réacteurs du palier 900 MWe (VD4 900).

Réf. :

- [1] Saisine ASN CODEP-DCN-2014-054968 du 18 décembre 2014 : « Orientations du réexamen de sûreté associé aux quatrièmes visites décennales des réacteurs du palier 900 MWe (VD4 900) ».
- [2] Courrier ASN CODEP-DCN-2013-013464 du 28 juin 2013 : « Programme générique proposé par EDF pour la poursuite du fonctionnement des réacteurs en exploitation au-delà de leur quatrième réexamen de sûreté ».
- [3] Courrier ASN CODEP-DCN-2015-00645 du 9 janvier 2015 : « Réacteurs électronucléaires - EDF - Palier 1300 MWe - Réexamen de sûreté associé à la troisième visite décennale des réacteurs (VD3 1300) - Réévaluation sismique des ouvrages de génie civil - Tenue des BAS/BL et vérification de l'absence d'agression des bâtiments EIP par les salles des machines des CNPE de Flamanville et de Penly ».
- [4] Courrier ASN CODEP-DCN-2015-001288 du 20 janvier 2015 : « Réacteurs électronucléaires - EDF - Réexamen de sûreté associé aux troisièmes visites décennales des réacteurs de 1300 MWe (V13 1300) - Réévaluation sismique des matériels - Démarche DERESMA ».

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

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

En application de l'article L593-18 du code de l'environnement et de l'article 24 du décret n° 2007-1557 du 2 novembre 2007, EDF doit procéder tous les dix ans au réexamen de la sûreté de ses installations nucléaires de base. Pour les 34 réacteurs de 900 MWe, dont les réexamens associés aux quatrièmes visites décennales se dérouleront de 2019 (Tricastin 1) à 2030 (Chinon B4), EDF a transmis fin 2013 son « dossier d'orientation du réexamen de sûreté » (DOR VD4 900), amendé et complété jusqu'à mi-2014, présentant les études génériques à ce palier qu'il compte réaliser.

Par courrier en référence [1], l'ASN a demandé à l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) d'examiner les orientations retenues par EDF pour mener le réexamen de sûreté associé aux *quatrièmes visites décennales des réacteurs du palier 900 MWe (VD4 900) concernant la maîtrise des risques de nature radiologique et relatives* :

1. *à la vérification et au maintien dans le temps de la conformité des installations, compte tenu notamment des effets du vieillissement,*
2. *à la réévaluation de la sûreté* »,

et de présenter les conclusions de cette expertise devant le groupe permanent pour les réacteurs nucléaires (GPR). En particulier, l'ASN souhaite que l'IRSN se positionne sur les points suivants :

- orientations relatives à la vérification et au maintien dans le temps de la conformité des installations :
 - « *Les dispositions prévues par EDF, au stade de l'orientation du réexamen VD4 900, pour les contrôles et essais destinés à vérifier la conformité des installations sont-elles satisfaisantes au regard de l'objectif préalablement fixé par l'ASN d'un renforcement notable de l'étendue du programme de vérification par rapport aux réexamens précédents permettant de couvrir l'ensemble des exigences définies pour les EIP ?* » ;
 - « *Les dispositions prévues par EDF, au stade de l'orientation du réexamen VD4 900, pour assurer la maîtrise du vieillissement et ainsi maintenir la conformité des installations concernées jusqu'au prochain réexamen sont-elles suffisantes au regard de l'évolution des connaissances, du retour d'expérience et des meilleures pratiques internationales ?* » ;
- orientations relatives à la réévaluation de la sûreté :
 - « *Le programme des études prévues par EDF, au stade de l'orientation du réexamen VD4 900, pour réévaluer la sûreté de ses réacteurs prend-il en compte de manière satisfaisante les meilleures pratiques internationales ainsi que l'évolution des connaissances et des règles applicables aux installations similaires, en particulier aux nouveaux réacteurs ?* » ;
- prise en compte des dimensions organisationnelles et humaines :
 - « *Au stade de l'orientation du réexamen VD4 900, la démarche de conception engagée par EDF prend-elle en compte de façon satisfaisante les dimensions organisationnelles et humaines pour concevoir des modifications de l'installation ou du référentiel d'exploitation qui soient efficaces, fiables et faciles à exploiter ?* ».

Une synthèse de l'analyse menée par l'IRSN et des principales conclusions associées est présentée ci-après.

CONTEXTE

Les études génériques associées au réexamen de sûreté VD4 900 s'inscrivent dans la continuité de l'examen, depuis 2009, des dossiers relatifs :

- à l'aptitude des réacteurs à être exploités au-delà de 40 ans, en termes de **maîtrise du vieillissement et de l'obsolescence** ;
- aux améliorations de sûreté attendues au regard des **exigences et objectifs de sûreté retenues pour le réacteur EPR**.

Sur ces deux premiers points, EDF a indiqué en 2009 qu'il se fixait pour objectif d'étendre la durée de fonctionnement (DDF) de son parc nucléaire significativement au-delà de 40 ans et a présenté les grandes orientations de son programme industriel. Le programme générique DDF d'EDF a fait l'objet d'une instruction technique en 2011 et d'une prise de position de l'ASN en juin 2013 en référence [2]. Les objectifs ainsi définis s'appliquent pleinement au réexamen VD4 900 qui est le premier réexamen à s'inscrire dans ce cadre ;

- à la **mise en œuvre des dispositions post-Fukushima**, définies dans le cadre des évaluations complémentaires de sûreté (ECS).

Sur ce dernier point, EDF a prévu, en réponse aux décisions ASN émises les 26 juin 2012 et 21 janvier 2014, le déploiement des dispositions post-Fukushima en trois phases. EDF prévoit, pour les réacteurs de 900 MWe, le déploiement final des modifications post-Fukushima (« phase 3 »¹) à l'occasion des VD4 et considère que l'atteinte des objectifs de sûreté du réexamen VD4 900 « *s'appuiera de façon déterminante sur la mise en œuvre de la phase 3 de son programme de modifications post-Fukushima à l'occasion des VD4 des réacteurs de 900 MWe* ».

Par ailleurs, le réexamen de sûreté VD4 900 doit également tenir compte :

- des évolutions réglementaires et para-réglementaires (dont la mise à jour des niveaux de référence WENRA² en septembre 2014) intervenues pour une grande partie depuis 2010 ;
- des suites données au réexamen VD3 900, dont la phase d'études génériques s'est achevée en 2008, mais dont certaines réponses d'EDF ont été apportées jusqu'en 2013 ;
- de l'examen des études génériques du réexamen VD3 1300 dont les conclusions, présentées au GPR en octobre 2014, sont pour une grande partie applicables aux réacteurs de 900 MWe ;
- de sujets techniques dont l'examen récent n'a pas encore conduit à une prise en compte des conclusions pour les réacteurs de 900 MWe, mais pour lesquels le cadre des VD4 900 est approprié, comme par exemple le nouveau référentiel d'étude de l'accident par perte de réfrigérant primaire (APRP).

¹ La phase 3 concerne la mise en œuvre des dispositions dites « noyau dur » permettant de couvrir les situations les plus extrêmes considérées dans les ECS allant significativement au-delà des référentiels de sûreté en vigueur. Les phases 1 et 2, visant à couvrir les situations de perte totale de l'eau de refroidissement (H1) et de perte totale des alimentations électriques internes et externes (H3) plus sévères que celles actuellement considérées, sont déployées de 2012 à 2020 pour l'ensemble des 58 réacteurs EDF.

² WENRA : Western European Nuclear Regulators Association (association des autorités de sûreté nucléaire de l'Europe de l'ouest).

OBJECTIFS FIXÉS PAR L'ASN

Dans ses courriers du 28 juin et du 26 juillet 2013 relatifs à la poursuite du fonctionnement des réacteurs au-delà de leur VD4, l'ASN a fixé les principaux objectifs suivants pour ce réexamen :

- « *la poursuite du fonctionnement des centrales nucléaires [...] suppose de garantir le maintien, au-delà du quatrième réexamen de sûreté, de la conformité des équipements importants pour la sûreté aux exigences qui leur ont été fixées* ». En particulier, l'ASN a notamment considéré que « *les contrôles in situ devront couvrir l'ensemble des exigences définies pour les éléments importants pour la protection (EIP)* » ;
- « *les réacteurs actuels coexisteront, au niveau mondial, avec des réacteurs de type EPR, ou équivalent, dont la conception répond à des exigences de sûreté significativement renforcées. Les réacteurs nucléaires doivent donc être améliorés, au regard de ces nouvelles exigences de sûreté, de l'état de l'art en matière de technologie nucléaire et de la durée de fonctionnement visée par EDF* ».

L'ASN a de plus indiqué que « *le programme d'EDF doit être construit avec l'objectif que tous les réacteurs [...] dont le fonctionnement au-delà du quatrième réexamen de sûreté serait envisagé aient fait l'objet des travaux et modifications nécessaires au plus tard à l'échéance de leur quatrième visite décennale* ».

ANALYSE DE L'IRSN

L'instruction technique menée par l'IRSN s'est attachée à vérifier que les orientations présentées par EDF pour le réexamen de sûreté VD4 900 sont de nature à répondre aux objectifs précités.

L'analyse ainsi réalisée, dont les conclusions sont présentées ci-après pour chacune des thématiques examinées en regard des questions de l'ASN, intègre les éléments présentés par EDF dans son programme de travail ainsi que les échanges techniques ayant eu lieu au cours de l'instruction. Notamment, l'IRSN a exprimé un certain nombre d'attentes en termes de thématiques à examiner, d'objectifs associés ainsi que d'hypothèses et de règles à utiliser dans les démonstrations attendues. La plupart de ces attentes ont fait l'objet de projets d'engagements de la part d'EDF. Ces derniers, qui doivent être confirmés par EDF à l'ASN, complètent le programme de travail initialement retenu par EDF par la réalisation d'études complémentaires et par des ajustements de certaines hypothèses et méthodes retenues.

Vérification et maintien de la conformité des installations

Le maintien de la conformité des installations s'articule autour de deux axes :

- d'une part la vérification la plus exhaustive possible de la conformité des installations à leurs exigences définies et la réalisation des actions de mise en conformité nécessaires ;
- d'autre part la maîtrise de l'obsolescence des composants, des processus industriels associés à leur remplacement (en particulier les stratégies de maintenance exceptionnelle), et des phénomènes de vieillissement susceptibles d'affecter les systèmes, structures et composants.

L'IRSN a examiné la démarche globale d'EDF de maintien de la conformité des installations et les processus sur lesquels elle s'appuie, comprenant les quatre dispositions retenues par EDF pour vérifier la conformité lors des réexamens de sûreté : l'Examen de conformité des tranches (ECOT), le Programme d'investigations complémentaires (PIC), les dispositions de maîtrise du vieillissement et de l'obsolescence et les essais particuliers à réaliser en visite décennale.

Tout d'abord, l'IRSN relève que malgré ces processus, des constats voire des écarts portant sur la conformité des installations sont régulièrement détectés de manière fortuite. Cette situation interroge sur la capacité des processus actuels à garantir la conformité des installations, et ceci malgré l'investissement consacré. À cet égard, la revue des différents processus contribuant à la conformité des installations sur laquelle EDF s'est engagé devra permettre de caractériser les difficultés et fournir des axes d'améliorations.

Par ailleurs, EDF envisage de reconduire dans le réexamen VD4 900 la démarche de définition d'essais décennaux appliquée lors des précédents réexamens de sûreté, s'appuyant sur la capacité de ces processus, notamment de maintenance, d'essais périodiques et de requalification, à vérifier et à maintenir la conformité des installations. Toutefois et tel qu'évoqué précédemment, la découverte régulière d'écarts, de requalifications fonctionnelles insuffisantes ou encore d'essais périodiques insuffisamment représentatifs ou exhaustifs conduit l'IRSN à estimer que des essais d'ensemble sont nécessaires, notamment compte tenu des nombreuses modifications réalisées depuis le démarrage et des écarts qui ont pu apparaître durant les 40 années d'exploitation. Ces essais doivent viser à vérifier le comportement global de l'installation ou de ses fonctions de sûreté compte tenu des exigences et des performances attendues, en particulier au regard des modifications majeures (post-Fukushima, DDF, réexamen ...) qui auront été réalisées à l'issue des VD4. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 1 en annexe.**

Les programmes généraux de contrôles prévus au titre de l'ECOT et du PIC n'appellent pas de remarque de l'IRSN à ce stade, mais des compléments sont attendus dans le cadre de la définition des programmes détaillés.

Concernant les dispositions prises par EDF pour assurer la maîtrise du vieillissement et de l'obsolescence, telles que définies lors de l'instruction du projet d'extension de la durée de fonctionnement, l'IRSN considère que l'avancement des programmes et dossiers à fournir en amont des VD4 est globalement satisfaisant. En complément, le programme d'EDF relatif à la maîtrise du vieillissement des équipements des circuits primaire et secondaire principaux sera examiné lors d'une séance du Groupe permanent pour les équipements sous pression nucléaire (GP ESPN) en juin 2015. Les demandes formulées par l'ASN, autres que celles concernant ces circuits, ont été prises en compte par EDF même si certains compléments identifiés par l'IRSN apparaissent nécessaires. Pour autant, un nombre important d'études et d'actions restent à réaliser afin de pouvoir se prononcer sur la poursuite de l'exploitation des réacteurs au-delà de leur VD4.

En conclusion, l'IRSN estime que les dispositions prévues par EDF, au stade de l'orientation du réexamen VD4 900, pour assurer la maîtrise du vieillissement et vérifier et maintenir la conformité des installations concernées jusqu'au prochain réexamen, sont globalement satisfaisantes ; elles nécessitent cependant des compléments qu'EDF apportera ultérieurement.

Réévaluation de sûreté

Les études consacrées à la réévaluation de la sûreté des réacteurs de 900 MWe en vue de leur réexamen de sûreté VD4 portent sur les thèmes développés ci-après.

Études des conditions de fonctionnement

Au-delà de la réévaluation des études d'accident du domaine de dimensionnement et du domaine complémentaire, en tenant compte des nouvelles connaissances, des nouveaux référentiels et des meilleures techniques disponibles, un des objectifs est de réexaminer le domaine de couverture de ces études en prenant notamment en compte certaines situations, hypothèses et règles d'études retenues pour le réacteur EPR et non considérées pour les réacteurs de 900 MWe à leur conception.

Concernant la révision des études d'accidents du domaine de dimensionnement, le cadrage de reprise des études d'accidents prévu par EDF pour mettre à jour le rapport de sûreté (RDS) VD4 900 du palier CPY en gestion combustible « PARITÉ MOX » et du palier CP0 en gestion « CYCLADES » présente notamment :

- le périmètre des études de sûreté qui seront ré-analysées dans le cadre du réexamen, ainsi que celles qui seront intégrées dans le RDS ;
- le corps d'hypothèses retenu pour ces études ;
- les règles d'étude retenues ;
- les nouveaux référentiels d'études considérés ;
- les méthodes et codes de calcul utilisés.

L'IRSN a examiné plus particulièrement la prise en compte des anomalies d'études, les évolutions de gestions du combustible, le périmètre des études révisées du RDS ainsi que les règles, hypothèses et critères d'études retenus. À l'issue des échanges techniques, l'IRSN estime que le programme de travail prévu par EDF, complété par les engagements pris, est globalement satisfaisant au regard des objectifs poursuivis. Toutefois, l'analyse des règles et hypothèses d'études et des situations prises en compte par EDF conduit l'IRSN à émettre les quatre recommandations suivantes.

Tout d'abord, la dilution hétérogène inhérente à l'accident par perte de réfrigérant primaire (APRP), initiée par la formation et l'accumulation d'eau faiblement borée dans certains tronçons du circuit primaire par condensation de la vapeur dans les tubes des générateurs de vapeur, peut conduire à l'envoi de bouchons d'eau faiblement borée vers le cœur et induire une divergence incontrôlée. EDF indique que cette situation sera étudiée avec des hypothèses raisonnablement enveloppes et sans aggravant, et qu'elle sera introduite dans le RDS en tant qu'étude justificative particulière. L'IRSN estime qu'EDF doit suivre la démarche graduée retenue, dans le cadre de l'analyse des événements du référentiel de l'EPR développée ci-après, pour l'étude de ce transitoire pris en compte sur l'EPR mais non considéré à la conception des réacteurs de 900 MWe. **Ce point fait l'objet de la recommandation n°2 en annexe.**

Concernant les équipements valorisés en phase C³ des accidents de 4^e catégorie, l'IRSN estime que les règles d'études retenues pour le palier 900 MWe ne sont pas cohérentes, celles-ci retenant explicitement le séisme pour les phases A et B mais pas pour la phase C où des équipements non-classés au séisme peuvent être utilisés. L'IRSN considère à cet égard que les règles d'études des phases C des accidents de 4^e catégorie doivent être révisées afin de s'appuyer uniquement sur des équipements conservant leur aptitude à fonctionner après un séisme. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 3 en annexe.**

Enfin, l'examen des critères de sûreté et d'acceptabilité conduit l'IRSN à formuler deux recommandations. Le premier point porte sur l'objectif de vérification d'absence de retour en puissance significatif pour l'ensemble des initiateurs d'insertion incontrôlée de réactivité depuis un état initialement sous-critique, conformément aux exigences de l'arrêté INB qui précise que « *au titre de la maîtrise des réactions nucléaires en chaîne, l'exploitant démontre que les dispositions prises permettent de prévenir le risque de criticité lorsque cette dernière n'est pas recherchée* ». Ceci fait **l'objet de la recommandation n° 4 en annexe** relative à la seule condition de fonctionnement de référence initiée en état d'arrêt pour laquelle un retour en puissance significatif existe potentiellement, qui est la rupture de tuyauterie vapeur (RTV) de 4^e catégorie. Le second point porte sur la démonstration que la déformation latérale des assemblages combustibles, la présence éventuelle de crayons inétanches et les différents états de conditionnement mécanique des crayons de combustible ne remettent pas en cause le respect des exigences de sûreté dans les études concernées ; **il fait l'objet de la recommandation n° 5 en annexe.**

Par ailleurs, EDF propose une démarche, constituée d'étapes successives, pour évaluer le comportement des réacteurs de 900 MWe aux événements et aux délais d'intervention « opérateur » du référentiel de dimensionnement du réacteur EPR. Notamment, la deuxième étape consiste à réaliser l'étude de ces événements avec les règles, méthodes et objectifs du domaine de dimensionnement du palier 900 MWe. L'IRSN considère que cette démarche permet de répondre à l'objectif, fixé par l'ASN dans le cadre du projet DDF, d'apprécier le niveau de sûreté associé à d'autres conditions de fonctionnement ou d'autres règles d'étude que celles retenues à leur conception. Néanmoins, l'IRSN considère que la deuxième étape de cette démarche est incomplète au regard de l'objectif final d'identification d'améliorations de sûreté. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 6 en annexe.**

Enfin, EDF a proposé une nouvelle méthode de définition du domaine complémentaire (dit « rénové ») cohérente avec celle déployée pour le réacteur EPR. À cet égard, cette nouvelle méthode n'appelle pas de remarque de l'IRSN à ce stade.

Entreposage et manutention du combustible usé

Malgré les améliorations définies lors des réévaluations successives de sûreté (réexamens de sûreté et ECS), la conception de l'entreposage et de la manutention sous eau du combustible usé en piscine de désactivation est et restera en écart notable avec les principes de sûreté qui seraient appliqués à une

³ La phase A est comprise entre l'instant initial de l'accident et l'instant de l'apparition de la première alarme.
La phase B est comprise entre l'instant de l'apparition de la première alarme et l'instant de la première action manuelle.
La phase C est comprise entre l'instant de la première action manuelle et l'atteinte de l'état d'arrêt sûr.

nouvelle installation. Par ailleurs, les capacités d'entreposage en combustible usé sont aujourd'hui faibles et pourraient s'avérer insuffisantes en cas d'aléa sur les transports ou sur les installations du cycle du combustible en aval.

Dans le cadre de l'augmentation de la durée de fonctionnement des réacteurs et des évolutions qui y sont associées, l'ASN considère qu'EDF « doit réviser sa stratégie en matière de gestion et d'entreposage du combustible usé⁴, en proposant de nouvelles modalités d'entreposage permettant d'une part de couvrir les besoins et d'autre part de renforcer la sûreté de l'entreposage du combustible ».

L'utilisation des piscines de désactivation des bâtiments combustibles (BK) restera nécessaire pour les opérations de chargement et de déchargement des réacteurs ainsi que pour l'entreposage du combustible usé dans les premiers temps suivant son déchargement. À cet égard, l'ASN estime que « des études de réévaluation de la sûreté de ces piscines doivent être conduites au regard des objectifs de sûreté applicables aux nouveaux réacteurs et la possibilité d'étendre la durée du fonctionnement des réacteurs devra être examinée au regard de « l'élimination pratique » du risque de fusion du combustible dans le BK ».

Pour garantir la complétude de cet examen, l'IRSN considère qu'une démarche systématique d'analyse des risques doit être mise en place selon l'approche de la défense en profondeur. Le programme prévu par EDF complété par ses engagements répond à cet objectif. Concernant plus particulièrement la prévention et la maîtrise des risques induits par une chute d'aéronef, l'ASN considère que « l'examen de l'élimination pratique du risque de fusion du combustible entreposé dans les BK en cas de chute d'un aéronef impliquera de ne plus fonder la maîtrise de ce risque uniquement au regard du respect d'un seuil de coupure probabiliste correspondant à l'objectif mentionné en 1980 dans la RFS 1.2.a. ». Dans cet objectif, l'IRSN estime qu'EDF devrait caractériser la résistance des ouvrages et la capacité de fonctionnement des équipements nécessaires à la prévention du risque de fusion de combustible dans le BK à la suite de la chute d'un aéronef représentatif des différentes familles à considérer dans le cadre du réexamen.

Enfin, pour l'IRSN, la stratégie d'EDF de gestion et d'entreposage du combustible usé ne peut pas s'appuyer sur une densification de l'entreposage en piscine de désactivation. À cet égard, l'IRSN estime que les nouvelles modalités d'entreposage demandées par l'ASN devront permettre de limiter à un niveau aussi bas que raisonnablement possible l'inventaire radioactif en cours de désactivation dans les BK des réacteurs du parc EDF. **Ce point fait l'objet de la recommandation n°7 en annexe.**

Agressions d'origines interne et externe

Les agressions et les capacités des installations à les gérer doivent être réévaluées au regard notamment de l'arrêté INB et des nouveaux objectifs de sûreté fixés par WENRA.

Tout d'abord, l'IRSN a examiné la démarche générale suivie par EDF pour identifier les agressions à retenir dans la démonstration de sûreté, réévaluer les niveaux d'aléas associés, examiner leurs effets sur les installations et vérifier la maîtrise des risques induits. L'IRSN considère que cette démarche

⁴ Cette stratégie s'appuyait sur un projet de densification de l'entreposage dans les piscines de désactivation du palier CPY par leur « rerackage ».

doit encore être améliorée, au-delà des engagements déjà pris par EDF en ce sens. En particulier, EDF doit démontrer dans le cadre du réexamen VD4 900 la capacité des installations à faire face à des aléas de niveaux supérieurs à ceux retenus au titre du dimensionnement lorsqu'il n'est pas en mesure de justifier que ces aléas respectent la fréquence de dépassement préconisée par WENRA. **Ce point fait l'objet de la recommandation n°8 en annexe.** Par ailleurs, EDF ne prévoit d'appliquer les aggravants dans les études d'agressions qu'aux équipements dits « actifs », considérant que la défaillance d'équipements « passifs » est exclue par la mise en œuvre des dispositions d'exploitations courantes, telles que la maintenance. L'IRSN estime que la défaillance d'un équipement « passif » ne peut être exclue que s'il présente un haut niveau de fiabilité. **Ce point fait l'objet de la recommandation n°9 en annexe.**

Le programme retenu par EDF et les engagements complémentaires pris au terme des instructions n'appellent pas de commentaire de l'IRSN à ce stade concernant l'inondation externe, les grands chauds, les grands froids, les tornades, les effets directs et indirects (projectiles) liés aux grands vents, la foudre et les interférences électromagnétiques externes, le risque aérien, la maîtrise des risques industriels, les interférences électromagnétiques internes, la défaillance de tuyauteries et l'inondation interne, et la défaillance de réservoirs, pompes et vannes, ainsi que concernant la gestion des situations de perte de la source froide (H1) et de manque de tension externe (MDTE) long terme induites par des agressions externes.

Les méthodes et hypothèses retenues par EDF pour réévaluer les séismes majorés de sécurité (SMS), sur lesquels s'appuie la définition des niveaux de séisme « noyau dur » (SND) des dispositions post-Fukushima, ainsi que les SMS réévalués seront examinés par l'IRSN en 2016 dans le cadre de la détermination des aléas à retenir pour le noyau dur.

Pour ce qui concerne la réévaluation sismique des ouvrages de génie civil et des équipements dans le cadre du réexamen VD4 900, EDF a confirmé que les méthodologies de vérification seront cohérentes avec celles mises en œuvre dans le cadre du réexamen VD3 1300. Concernant les ouvrages de génie civil, les démarches présentées à ce stade par EDF ne sont néanmoins pas conformes avec la position de l'ASN précisée dans le cadre du réexamen VD3 1300 [3] : « *L'ASN considère que la démarche de réévaluation sismique appliquée lors des réexamens de sûreté doit, en premier lieu, s'appuyer sur une approche déterministe conventionnelle en prenant en compte des coefficients et taux d'amortissement préconisés par le guide ASN/2/01 applicable pour la conception des ouvrages de génie civil* ». Sur ce point, l'IRSN estime, pour les parties d'ouvrages existants ne pouvant pas être justifiées dans le domaine élastique linéaire tel que préconisé par l'ASN, que le recours à des coefficients de ductilité locaux, de valeur et d'ampleur limitées, est envisageable sous certaines conditions et uniquement pour démontrer la stabilité d'ensemble des ouvrages non-EIPS ainsi que l'absence d'agression des ouvrages EIPS. Dans les autres cas, les renforcements nécessaires sont à mettre en œuvre. Pour la réévaluation sismique des équipements, EDF prévoit d'appliquer la démarche de réévaluation sismique des matériels appelée « DÉRÉSMA » dans la continuité des réexamens de sûreté précédents. La mise en œuvre de cette méthode fait l'objet de demandes de l'ASN en référence [4], issues de l'instruction réalisée dans le cadre du réexamen VD3 1300, qui s'appliquent au présent réexamen de sûreté.

En complément de la prise en compte de la décision « incendie » de l'ASN dans le cadre du réexamen de sûreté VD4 900, EDF mentionne dans son DOR la mise en œuvre de la méthode EPRESSI⁵ de justification de la sectorisation contre l'incendie mise en œuvre sur EPR « *à la condition d'une faisabilité acquise* », ainsi que la prise en considération des enseignements issus de l'instruction du réexamen VD3 1300. À ce jour, la démonstration de sûreté d'EDF repose essentiellement sur un niveau de défense en profondeur, à savoir la sectorisation ; ceci nécessitera d'être complété en application de l'arrêté INB. De plus, la démarche de justification de l'ensemble de la sectorisation contre l'incendie des réacteurs de 900 MWe, du fait finalement de l'absence de faisabilité de la démarche EPRESSI, n'est pas consolidée. **Ce point fait l'objet de l'observation n°1 en annexe.** En outre, EDF ne prévoyait pas initialement de prendre en compte l'ensemble des effets de l'incendie (effets de pression, impact des fumées) dans sa démonstration, ni de conforter certaines hypothèses fondamentales de ses études. À l'issue de la présente instruction, EDF engage des actions à échéance de fin 2015 qui constituent de nombreux compléments importants au regard de la démonstration attendue de la maîtrise des risques liés à l'incendie dans le cadre du réexamen VD4 900. Ces éléments, annoncés pour fin 2015, sont nécessaires pour que l'IRSN puisse être en mesure de se prononcer sur la suffisance des orientations retenues pour le thème « incendie ».

EDF prévoit de réexaminer le référentiel de sûreté « explosion » actuellement applicable pour prendre en compte notamment les niveaux de référence WENRA, les conséquences d'une explosion interne sur la sectorisation contre l'incendie, ainsi que la foudre comme initiateur d'une explosion interne. EDF prévoit par ailleurs de consolider les hypothèses d'analyse des conséquences d'une explosion interne aux bâtiments en s'appuyant sur des études détaillées (modélisation et calculs des effets de l'explosion). En complément, EDF précisera à l'issue de son analyse, en juin 2016, la manière dont les demandes formulées par l'ASN lors du réexamen VD3 1300 seront déclinées sur le palier 900 MWe, notamment pour ce qui concerne les fuites de gaz inflammable en dehors des singularités de circuit. Ces éléments, annoncés pour 2016, sont nécessaires pour que l'IRSN puisse être en mesure de se prononcer sur la suffisance des orientations retenues pour le thème « explosion ».

Enfin, EDF prévoit de retenir dans la démonstration de sûreté nucléaire les collisions et chutes de charge en tant qu'agression interne, conformément à l'article 3.5 de l'arrêté INB, ce qui constitue une avancée. À cet égard, l'IRSN considère qu'EDF doit examiner les conséquences des collisions et des chutes de charges dans le bâtiment réacteur (BR), y compris pour celles manutentionnées par le pont polaire. **Ce point fait l'objet de la recommandation n°10 en annexe.**

Conséquences radiologiques des accidents hors accidents graves (AG) et des agressions

En accord avec les objectifs fixés pour l'extension de la durée de fonctionnement des réacteurs, EDF a pour objectif de tendre vers l'absence de mise en œuvre de mesures de protection de la population à court terme pour l'ensemble des conditions de fonctionnement de dimensionnement et du domaine complémentaire ainsi que celles liées aux agressions en se référant aux niveaux d'interventions de l'arrêté du 20 novembre 2009 et ce, en considérant inchangées les règles et les méthodes d'étude relatives aux calculs des conséquences radiologiques. EDF ajoute un objectif de réduction des doses

⁵ EDF a développé pour le palier EPR une nouvelle méthode de justification de la sectorisation incendie, appelée EPRESSI, basée sur l'évaluation des performances réelles des éléments de sectorisation en cas d'incendie.

dues aux dépôts ainsi qu'un objectif de réduction de la contamination des denrées alimentaires et de la dose consécutive à l'ingestion de ces denrées pour les phases moyen et long termes.

L'utilisation par EDF des niveaux d'intervention de l'arrêté du 20 novembre 2009 comme niveaux de référence au sens de la directive Euratom 2013/59 pour tendre vers ces objectifs n'appelle pas de remarque dans la mesure où EDF maintient un objectif général de limiter aussi bas que raisonnablement possible les conséquences radiologiques des rejets accidentels sur l'homme et l'environnement. En complément, la contamination des denrées devra être appréciée en regard notamment des éventuelles restrictions de consommation.

Concernant les règles et les méthodes d'étude intégrant les évolutions retenues à la suite du réexamen VD3 1300, EDF prendra notamment en considération des conditions environnementales spécifiques à chaque site dans l'estimation des conséquences radiologiques.

Plus précisément, EDF a entrepris l'étude de dispositions visant à limiter les conséquences radiologiques des accidents les plus sévères (RTGV⁶ et APRP de 4^e catégorie). Toutefois, EDF semble restreindre aux seuls accidents d'APRP et de RTGV de 4^e catégorie la recherche de dispositions de limitation des conséquences radiologiques dans le cadre de ce réexamen. L'IRSN considère que, afin d'obtenir un niveau de risque aussi faible que raisonnablement possible, la recherche de dispositions ne doit pas se limiter à ces seuls accidents, ce qui fait l'objet de l'observation n° 2 en annexe.

Mitigation des accidents avec fusion du cœur

EDF prévoit de nouvelles dispositions ou des dispositions renforcées, permettant de prévenir les accidents avec fusion du cœur et d'en limiter les conséquences radiologiques, à mettre en œuvre afin notamment de réduire la fréquence des scénarios conduisant à des rejets importants et précoces et à améliorer le confinement. En particulier, et en lien avec les études post-Fukushima, des améliorations en termes d'évacuation de la puissance résiduelle, sans ouverture du dispositif d'éventage-filtration de l'enceinte de confinement du réacteur, et de prévention de la percée du béton du radier du réacteur par le corium sont recherchées. De même, la transposition d'améliorations définies dans le cadre du réexamen VD3 1300, telles que la réinjection dans le BR des éventuelles fuites des systèmes d'injection de sécurité (RIS) et d'aspersion de l'enceinte (EAS), sera examinée.

L'IRSN estime que les orientations ainsi retenues par EDF, complétées par ses engagements concernant la gestion à long terme de l'hydrogène dans l'enceinte de confinement, l'impact des effets locaux d'une combustion d'hydrogène sur les équipements nécessaires ou utiles en cas d'accident grave, et la tenue du liner métallique des parois de l'enceinte de confinement aux chargements, notamment thermiques, rencontrés en accident grave, sont satisfaisantes.

L'analyse préliminaire du chapitre du référentiel « accidents graves » d'EDF qui définit la démarche et les objectifs proposés en matière de prévention et de mitigation des risques associés aux accidents graves, a conduit à des engagements d'EDF durant l'instruction qui n'appellent pas de remarque à ce stade.

⁶ RTGV : Rupture de tuyauterie de générateur de vapeur.

Enfin, la démarche de vérification aux conditions d'accident grave (chargements thermodynamiques, doses d'irradiation...) des équipements nécessaires ou utiles à la gestion de ces situations est satisfaisante dans son principe.

Études probabilistes de sûreté (EPS)

Afin d'apprécier le niveau de sûreté des installations, d'identifier les améliorations nécessaires et de définir le domaine complémentaire, le développement des EPS de niveau 1 (évaluation de la fréquence de fusion du combustible, dans le réacteur et en piscine de désactivation) et de niveau 2 (évaluation des rejets radioactifs) doit être poursuivi, notamment en termes de prise en compte des agressions internes et externes ainsi que des spécificités de site.

Les développements prévus par EDF pour réaliser les EPS de niveau 1 associées aux « événements internes » (cœur et piscine de désactivation) sont conformes aux attendus issus des réexamens de sûreté VD3 900 et VD3 1300, ainsi que des objectifs fixés dans le cadre de l'extension de la durée de fonctionnement (DDF). De même les développements prévus pour les EPS de niveau 2 associés aux « événements internes » sont satisfaisants, moyennant une réponse adaptée aux demandes formulées par l'ASN concernant les évaluations de rejets radioactifs dans l'environnement. Ces EPS de niveau 2 seront étendues aux situations d'accident sans fusion du combustible et devront contribuer à apprécier le niveau de sûreté des réacteurs de 900 MWe au regard des objectifs poursuivis dans le cadre de ce réexamen.

EDF prévoit de réaliser des EPS de niveau 1 « agressions » concernant l'incendie et l'inondation internes qui seront spécifiques pour les réacteurs de Bugey et de Fessenheim (palier CP0) et génériques pour les réacteurs du palier CPY. Pour ces EPS, EDF a pris différents engagements, dont celui de les réaliser pour une ou plusieurs tranches de référence et d'apporter des éléments complémentaires permettant de prendre en compte l'ensemble des sites du palier 900 MWe. Concernant l'explosion interne, EDF s'est engagé à compléter l'évaluation probabiliste du risque d'atmosphère explosive, prévue pour le site de Tricastin jugé représentatif du palier CPY, par une étude du risque d'hydrogène dans les locaux du système de traitement de l'eau de circulation par électrochloration de l'eau de mer, spécifique aux sites de bord de mer, et à étendre cette évaluation probabiliste aux sites du palier CP0.

De plus, EDF prévoit de réaliser des EPS de niveau 1 « séisme » complètes pour les sites où les risques sismiques sont jugés les plus importants (Tricastin pour le train CP1 et Chinon B pour le CP2) et pour les sites du palier CP0 (Bugey et Fessenheim), et des études éventuellement plus limitées pour les autres sites du palier CPY. L'IRSN considère que la méthode de sélection des sites du palier CPY pour lesquels des EPS complètes seront nécessaires reste à clarifier, les sites retenus par EDF n'étant pas les plus sismiques au regard des spectres SMS réévalués en VD4 900 par EDF. Pour les sites pour lesquels les études probabilistes seront plus limitées, des questions importantes subsistent sur le recueil des données nécessaires, les modalités d'inspections *in situ* des équipements classés au séisme, et la transposition entre sites des résultats de ces évaluations.

Enfin, EDF ne prévoit pas de réaliser d'EPS de niveau 1 « chute de charge », mais de mettre à jour les études de fiabilité du pont polaire du BR en intégrant le facteur humain. Une analyse qualitative du retour d'expérience d'exploitation des engins de levage du BR et de la piscine du bâtiment

combustible (BK) est également prévue. L'IRSN considère qu'elle devra permettre de statuer sur la pertinence des hypothèses et des données utilisées dans les études de fiabilité des engins de levage du BR et de la piscine BK.

Le développement d'EPS de niveau 2 « agressions » (séisme, incendie et inondation interne) prévues par EDF, qui seront les premières pour des réacteurs français, constitue un progrès certain.

Pour les agressions externes autres que le séisme, EDF réalisera une analyse, selon une méthode de type « screening », de l'ensemble des agressions plausibles pour chaque site et sélectionnera, sur la base de critères explicites, les sites et les agressions pour lesquels une analyse probabiliste pourrait être lancée en s'appuyant sur l'état de l'art international en la matière. Cette méthode retenue par EDF pour effectuer cette sélection est globalement satisfaisante, l'analyse de l'IRSN ayant conduit EDF à amender certains critères. Toutefois, l'IRSN estime que le critère quantitatif sur les conséquences des agressions doit être modifié de façon à ne pas écarter des phénomènes susceptibles de conduire à des rejets importants et à des effets durables avec une fréquence supérieure à quelques 10^{-8} /année.réacteur. **Ce point fait l'objet de la recommandation n°11 en annexe.** Les éléments fournis par EDF au stade des orientations du réexamen VD4 900 ne permettent toutefois pas d'identifier les agressions pour lesquelles des évaluations probabilistes seraient nécessaires lors du réexamen.

Conception des systèmes importants pour la sûreté (IPS) et des ouvrages de génie civil

Les instructions menées dans d'autres cadres, telles que le réexamen VD3 1300 dont la phase d'études génériques s'est achevée en 2014, ont mis en évidence la nécessité de réexaminer la conception et les exigences de certains systèmes ou ouvrages contribuant fortement à l'atteinte des objectifs précédemment mentionnés.

Les études prévues par EDF concernant le réexamen des bâtiments annexes de conditionnement (BAC) n'appellent pas de remarque à ce stade. De même, les objectifs d'améliorations de la prise en compte des agressions spécifiques à la source froide sont satisfaisants.

En complément, l'IRSN considère que les thématiques suivantes, non retenues par EDF, doivent faire l'objet d'un examen particulier, les démonstrations associées devant être apportées dans le cadre du réexamen VD4 900.

En cas de brèche sur le circuit primaire, les systèmes d'injection de sécurité (RIS) et d'aspersion de l'enceinte (EAS) peuvent fonctionner en mode dit de recirculation où ils aspirent l'eau dans les puisards du bâtiment réacteur. Ces puisards sont équipés d'un système de filtration qui doit garantir une qualité de l'eau en aval des filtres compatible avec le fonctionnement des systèmes RIS et EAS et le refroidissement des assemblages combustibles. Les problématiques associées à la filtration (caractérisation des débris, effets physique et chimique en amont et en aval des filtres...) font l'objet de nombreuses études et recherches en France et à l'étranger depuis les années 1990. Elles ont conduit à plusieurs modifications sur le parc en exploitation, sans que leur suffisance ait pu être démontrée au regard des exigences de sûreté associées à cette fonction.

Concernant le réexamen de la fonction de sûreté « confinement », les engagements pris par EDF durant l'instruction concernant l'examen de l'état et du comportement des enceintes de

confinement, de la surveillance en exploitation des enceintes, de la fonctionnalité et de l'étanchéité des traversées de l'enceinte, du confinement des bâtiments périphériques, de l'extension de la troisième barrière et des circuits « utiles » associés, et enfin des risques de bipasse du confinement sont satisfaisants.

L'IRSN considère qu'EDF doit poursuivre les études relatives aux risques liés à la manutention des emballages de transport de combustible, pour lesquelles l'ASN a déjà émis des demandes dans le cadre du réexamen VD3 1300 et des évaluations complémentaires de sûreté (ECS). En complément, l'IRSN considère qu'EDF doit étudier les conséquences d'une immobilisation prolongée d'un emballage chargé en combustible usé à la suite d'un incident de manutention, en considérant l'échauffement et la montée en pression de l'eau présente dans l'emballage, le risque de dénoyage des assemblages et le risque lié à la production d'hydrogène. **Ce point fait l'objet de la recommandation n°12 en annexe.**

Historiquement, les systèmes de ventilation qui assurent le conditionnement thermique des locaux abritant des équipements importants pour la sûreté ainsi que la prévention des risques d'explosion interne n'ont pas bénéficié d'un niveau de surveillance suffisant. L'IRSN estime que le plan d'actions « ventilation » d'EDF, qui a pour objectif de définir les débits de sûreté requis pour ces systèmes et d'en vérifier les performances, est essentiel à la démonstration de sûreté des réacteurs de 900 MWe. Dans le cadre de la déclinaison de ce plan d'actions, la prise en compte adéquate des incertitudes dans la définition des débits de sûreté sera un élément structurant de leur acceptabilité. Enfin, les modifications éventuellement induites par le plan d'actions « ventilation » ne devront pas remettre en cause les exigences associées à la fonction de sûreté « confinement ».

De nombreux éléments de retour d'expérience mettent en évidence que des spécificités locales à certains réacteurs ou sites, liées à la conception initiale ou à des modifications apportées durant l'exploitation, et non réexaminées depuis la conception ou de manière insuffisante, peuvent être à l'origine de non-conformités au regard des exigences de sûreté réévaluées. À cet égard, l'IRSN estime qu'EDF doit recenser ces spécificités et vérifier qu'elles ne remettent en cause ni le respect des exigences de sûreté associées aux systèmes ou ouvrages concernés, ni les conclusions d'études génériques fondées sur un état standard des installations ne considérant pas ces spécificités. Par ailleurs, l'IRSN estime qu'EDF doit recenser l'ensemble des modifications, matérielles ou d'exploitation, définies et réalisées de manière locale, afin de s'assurer de la cohérence des documents de conception et d'exploitation (nationaux et locaux) avec l'état des réacteurs concernés et vérifier l'absence d'impact des modifications ainsi identifiées sur la sûreté des réacteurs. EDF propose de traiter ces aspects, non retenus dans son programme initial, à travers le programme d'ECOT VD4 900. Bien que ce cadre ne paraisse pas pleinement approprié à l'IRSN, tant dans ses objectifs que dans son périmètre, ces éléments seront présentés dans le programme détaillé de l'ECOT VD4 900 à venir.

Enfin, compte tenu de l'intégration du référentiel « criticité » lors des VD3 900, EDF ne considère pas nécessaire d'engager de nouvelles études sur ce thème en dehors de la reprise des études d'accident. Pour sa part, l'IRSN considère que plusieurs points, résultant de l'instruction menée lors du réexamen VD3 1300 ou bien lors de l'instruction anticipée relative à la mise en service du réacteur EPR de Flamanville, relèvent du réexamen VD4 900.

Prise en compte des facteurs organisationnels et humains dans la conception des modifications

Lors des VD4 des réacteurs de 900 MWe, EDF mettra en œuvre de nombreuses modifications matérielles et « intellectuelles », résultant en particulier des études du réexamen de sûreté, des études post-Fukushima et des actions nécessaires à la maîtrise de la conformité. Le volume important de modifications attendues et leur cumul introduisent des changements significatifs pour les hommes et les organisations en place sur les sites nucléaires. Dès lors, la prise en compte des aspects socio-organisationnels et humains (SOH), dès la phase stratégique du projet « VD4 900 » puis tout au long de son déroulement, constitue un enjeu primordial.

L'IRSN rappelle que la démarche SOH a été déployée en 2007 par EDF pour faire face aux difficultés rencontrées par les exploitants de CNPE consécutivement à la mise en place de modifications techniques prenant insuffisamment en compte les situations réelles d'exploitation. D'une façon générale, l'IRSN constate depuis 2009 des fragilités récurrentes concernant l'appropriation de cette démarche par les ingénieurs qui doivent la mettre en œuvre et l'absence d'outils permettant la prise en compte des effets cumulés des modifications techniques sur une même activité. Force est de constater, à ce stade de l'instruction, que ces fragilités persistent dans le projet « VD4 900 ». Néanmoins, la nomination d'un spécialiste FOH chargé de piloter globalement la démarche SOH au sein du projet, la participation systématique des exploitants dans les instances décisionnelles du projet et l'organisation d'une revue SOH entre les concepteurs et les exploitants en fin de phase stratégique sont autant de dispositions qui, pour l'IRSN, sont de nature à améliorer la prise en compte des dimensions SOH dans les décisions de conception. Les conclusions de la démarche et la synthèse des actions SOH (unitaires, transverses et cumulées) seront présentées lors d'une revue interne à EDF en intégrant l'ensemble des lots de modifications VD4 900 et post Fukushima. Cette revue devra permettre de conforter la pertinence et l'efficacité des dispositions mises en œuvre.

CONCLUSION

L'orientation du réexamen de sûreté VD4 900 présenté par EDF vise à fixer les objectifs de sûreté à atteindre, les thématiques à étudier ainsi que les hypothèses, méthodes et règles à prendre en compte dans les démonstrations attendues. L'ensemble de ces aspects doit en particulier répondre aux attentes exprimées par l'ASN, notamment lors de l'examen du projet d'extension de la durée de fonctionnement des réacteurs au-delà de 40 ans.

Sous réserve de la prise en compte des recommandations du présent avis, l'IRSN considère que les éléments retenus par EDF et complétés durant l'instruction pour mener le réexamen VD4 900, relatifs à la vérification et au maintien dans le temps de la conformité des installations ainsi qu'à la réévaluation de sûreté, sont satisfaisants à ce stade.

Toutefois, concernant les risques associés à l'incendie et à l'explosion internes, l'IRSN ne pourra statuer sur la suffisance des orientations correspondantes qu'après examen des compléments à transmettre par EDF.

EDF a prévu de réaliser une étude probabiliste de sûreté (EPS) portant sur le séisme et a présenté sa démarche de sélection des autres agressions externes éligibles à une vérification probabiliste. Il n'en a toutefois pas établi la liste, ce qui ne permet pas à l'IRSN de se prononcer sur ce point.

Par ailleurs, certaines démonstrations et améliorations attendues lors des VD4 900, telles que celles associées aux dispositions post-Fukushima ou aux équipements sous pression, font l'objet d'orientations et d'instructions réalisées dans d'autres cadres.

En conclusion, l'IRSN tient à souligner l'ampleur du programme de travail VD4 900 qui résulte de cette phase d'orientations, et dont la mise en œuvre et l'aboutissement doivent être menés dans des délais contraints. À cet égard, le volume important d'actions nécessaires à la maîtrise de la conformité ainsi que des modifications à réaliser introduit des changements significatifs pour les hommes et les organisations en place sur les sites nucléaires. D'une façon générale, l'IRSN constate des fragilités récurrentes concernant l'appropriation par EDF des contraintes SOH induites. Ces fragilités devront être corrigées dans le cadre du projet VD4 900.

Pour le Directeur général, par ordre,

Franck BIGOT

Adjoint au directeur de l'expertise de sûreté

Annexe I à l'avis IRSN/2015-00098

Recommandations

VÉRIFICATION ET MAINTIEN DE LA CONFORMITÉ DES INSTALLATIONS

Essais particuliers à réaliser lors des VD4 (essais décennaux)

Recommandation n° 1

L'IRSN recommande qu'EDF définisse pour fin 2016 des essais particuliers, relevant dans leurs principes de ceux réalisés lors du démarrage du palier N4 ou à venir de l'EPR, visant à vérifier le comportement d'ensemble de l'installation ou de ses fonctions de sûreté compte tenu des exigences et des performances attendues.

Ces essais ont vocation à être réalisés, sauf justification particulière, sur l'ensemble des réacteurs à l'issue de l'intégration des lots de modifications majeurs associés à la démonstration de sûreté VD4 900.

ÉTUDES DES CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT

Domaine de dimensionnement

Recommandation n° 2

L'IRSN recommande qu'EDF applique, pour l'étude du risque de dilution inhérente à l'accident par perte de réfrigérant primaire, la démarche d'analyse retenue pour les événements du référentiel déterministe de dimensionnement de l'EPR Flamanville 3 qui ne sont pas pris en compte à la conception des réacteurs de 900 MWe.

Recommandation n° 3

L'IRSN recommande qu'EDF ne valorise, pour la phase C des conditions de fonctionnement de 4^e catégorie, que des EIPS conservant leurs aptitudes fonctionnelles après séisme ; les règles de ces études devront être révisées en ce sens.

Recommandation n° 4

L'IRSN recommande qu'EDF réalise une étude relative au respect d'une exigence d'absence de retour en puissance significatif pour l'accident de Rupture de tuyauterie vapeur (RTV4) initié en état d'arrêt à chaud avec application des règles des études des conditions de fonctionnement de dimensionnement.

Recommandation n° 5

L'IRSN recommande qu'EDF démontre que la déformation latérale des assemblages de combustible, la présence éventuelle de crayons inéanches et les différents états de conditionnement mécanique des crayons de combustible ne remettent pas en cause le respect des exigences de sûreté des études concernées de la démonstration de sûreté. À défaut, des dispositions correctives devront être définies.

Évaluation du comportement des réacteurs 900 MWe en considérant les hypothèses et règles d'étude EPR

Recommandation n° 6

L'IRSN recommande qu'EDF évalue le comportement des réacteurs de 900 MWe aux évènements et aux délais « opérateur » du référentiel de l'EPR FA3, notamment en appliquant les règles des études des conditions de fonctionnement de dimensionnement. En cas de non-respect des critères de sûreté, EDF devra analyser les raisons du dépassement des critères, identifier les éventuelles dispositions envisageables pour y remédier et examiner leur faisabilité et leur intérêt en tenant compte des bénéfices et inconvénients pour la sûreté.

ENTREPOSAGE ET MANUTENTION DU COMBUSTIBLE USÉ

Recommandation n° 7

L'IRSN recommande qu'EDF présente, d'ici fin 2015, en les justifiant, les dispositions qu'il retient pour limiter à une valeur aussi basse que raisonnablement possible l'inventaire radioactif en cours de désactivation dans chaque bâtiment du combustible des réacteurs de son parc électronucléaire. Ces dispositions comprendront notamment, sauf proposition équivalente, la création d'au moins une piscine d'entreposage de combustible utilisé répondant aux standards de sûreté les plus récents dont la demande devrait être déposée d'ici fin 2017.

AGRESSIONS D'ORIGINE INTERNE ET EXTERNE

Démarche générale de prise en compte des agressions

Recommandation n° 8

Pour les agressions pour lesquelles EDF ne sera pas en mesure de justifier que la fréquence de dépassement de l'aléa de dimensionnement retenu en VD4 900 respecte la cible préconisée par les « Reference levels » WENRA de 2014, l'IRSN recommande qu'EDF démontre la capacité de ses installations à faire face à des aléas supérieurs à ceux retenus au titre du dimensionnement. EDF devra justifier la fiabilité et l'efficacité des dispositions de protection valorisées dans cette démonstration. Si nécessaire, EDF proposera des dispositions matérielles ou organisationnelles supplémentaires.

EDF devra transmettre, pour fin 2015, son analyse du positionnement des niveaux d'aléas retenus en VD4 900 par rapport à la cible préconisée par WENRA ainsi que les premiers éléments de méthode envisagés pour ces démonstrations.

Recommandation n° 9

L'IRSN recommande qu'EDF démontre le haut niveau de fiabilité de tout équipement passif dont la défaillance n'est pas retenue comme aggravant dans les études d'agressions, compte tenu des exigences de conception et de suivi en d'exploitation qui lui sont appliquées (maintenance, conduite à tenir en cas d'indisponibilité, délai de remise en état, formation des intervenants...).

Collisions et chutes de charges

Recommandation n° 10

L'IRSN recommande qu'EDF étudie les conséquences des collisions et des chutes de charges dans le bâtiment réacteur (BR), y compris pour les charges manutentionnées par le pont polaire. Le cas échéant, il devra définir les moyens permettant de limiter ces conséquences.

ÉTUDES PROBABILISTES DE SÛRETÉ

EPS « agressions » - Démarche dite de « screening »

Recommandation n° 11

L'IRSN recommande qu'EDF revoie la méthode de « screening » qui sera mise en œuvre dans le cadre du réexamen VD4 900 afin que les agressions susceptibles de conduire à des rejets importants et à des effets durables dans l'environnement avec une fréquence estimée supérieure à quelques 10^{-8} /année réacteur fassent l'objet d'une analyse probabiliste.

CONCEPTION DES SYSTÈMES IMPORTANTS POUR LA SÛRETÉ (IPS) ET DES OUVRAGES DE GÉNIE CIVIL

Manutention des emballages d'assemblage combustible

Recommandation n° 12

En complément des études d'ébranlement des structures des piscines et des études de criticité, notamment réalisées au titre des ECS, l'IRSN recommande qu'EDF étudie les conséquences d'une immobilisation prolongée d'un emballage chargé de combustibles usés à la suite d'un incident ou d'un accident de manutention entre la fosse de chargement et la fosse de préparation (cas du palier CPY) ou entre la fosse de chargement et la trémie de manutention du BK (cas du palier CP0).

Cette étude devra tenir compte de l'échauffement et de la montée en pression de l'eau présente dans l'emballage, du risque de dénoyage des assemblages et oxydation de leurs gaines à l'air et du risque lié à la production d'hydrogène par radiolyse.

Prise en compte des agressions internes et externes

Incendie

Observation n° 1 :

La démonstration de la suffisance de la sectorisation contre l'incendie qui sera présentée par EDF doit couvrir l'ensemble des volumes de feu de sûreté et des dispositions de sectorisation contre l'incendie. Une démarche de sélection de locaux représentatifs de plusieurs volumes de feu de sûreté devra être justifiée en tenant compte des paramètres influents concernant les effets d'un incendie sur la sûreté. À défaut, une justification individuelle des dispositions de sectorisation contre l'incendie sera nécessaire pour chaque volume de feu de sûreté.

Conséquences radiologiques des accidents hors accidents graves (AG) et des agressions

Observation n° 2 :

L'absence de définition de nouvelles dispositions de limitation des conséquences radiologiques devra, lorsque c'est le cas, être justifiée par EDF pour chacune des conditions de fonctionnement (de dimensionnement, du domaine complémentaire et liées aux agressions) autres que les accidents d'APRP et de RTGV de quatrième catégorie, au regard de l'état des connaissances, des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement.