

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

## *Avis IRSN n° 2020-00047*

<b>Objet ....</b>	REP - EDF - Orientations de la phase générique du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe - Éléments complémentaires à la position exprimée par l'ASN en décembre 2019.
<b>Réf(s)....</b>	[1] Lettre ASN - CODEP-DCN-2019-009228 du 11 décembre 2019. [2] Lettre ASN - CODEP-MEA-2019-023409 du 27 mai 2019. [3] Lettre ASN - CODEP-DCN-2020-051094 du 3 février 2020. [4] Avis IRSN - 2019-00051 du 13 mars 2019. [5] Avis IRSN - 2019-00142 du 26 juin 2019. [6] Avis IRSN - 2019-00293 du 20 décembre 2019. [7] Avis IRSN - 2019-00294 du 20 décembre 2019. [8] Avis IRSN - 2018-00217 du 30 juillet 2018.
<b>Nbre de page(s) ....</b>	14

Après consultation du public, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) a transmis à EDF en décembre 2019 [1] une lettre de position sur le contenu du programme d'orientations envisagé pour le quatrième réexamen périodique des réacteurs du palier de 1300 MWe (RP4 1300). Cette lettre de position de l'ASN formule à EDF plusieurs demandes d'ajustements ou de compléments à son programme d'orientations qui s'appuient notamment sur les conclusions de l'avis émis par le groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires (GPR) à l'issue de la réunion du 22 mai 2019 [2].

En complément, l'ASN souhaite que l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) identifie, parmi les demandes formulées dans les expertises menées par l'IRSN dans le courant de l'année 2019, celles qui sont transposables au cas des réacteurs de 1300 MWe, et qui pourraient être ajoutées au programme d'orientations RP4 1300 [3].

**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

Plus précisément, il s'agit de tenir compte des conclusions des expertises menées dans le cadre :

- du GP « Accidents graves VD4 900 » dont la réunion s'est tenue les 27 et 28 mars 2019 [4] ;
- du GP « EPS<sup>1</sup> VD4 900 » dont la réunion s'est tenue les 11 et 12 juillet 2019 [5] ;
- de l'avis « Confinement VD4 900 - VD2 N4 » [6] ;
- de l'avis « Prévention et maîtrise des incidents et accidents, protection des piscines contre les agressions » [7].

Enfin, l'ASN souhaite également disposer de l'avis de l'IRSN pour ce qui concerne les hypothèses d'études retenues par EDF dans sa note de cadrage pour mettre à jour les études d'accidents dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe.

#### ➤ **ÉTUDES D'ACCIDENT SANS FUSION DU RÉACTEUR**

Dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs du palier 1300 MWe, EDF prévoit de reprendre l'ensemble des études d'accidents (les études des conditions de fonctionnement de dimensionnement et complémentaires, les études justificatives particulières et les études probabilistes de sûreté relatives au risque de fusion du cœur permettant notamment de consolider la liste des conditions de fonctionnement complémentaires). EDF prévoit également de réévaluer les conséquences radiologiques des accidents des domaines de dimensionnement et complémentaire. Enfin, des évolutions d'hypothèses d'études par rapport au réexamen associé à la troisième visite décennale sont considérées.

Ces évolutions sont similaires à celles réalisées lors du réexamen de sûreté associé à la quatrième visite décennale des réacteurs du palier de 900 MWe. Ainsi, les demandes formulées par l'IRSN à cette occasion sont en général directement transposables au cas des réacteurs de 1300 MWe. **Aussi, compte tenu des enjeux de sûreté associés, l'IRSN considère que le programme d'orientations du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe soumis par EDF à l'ASN doit être complété afin de tenir compte des conclusions des expertises récentes menées sur les études d'accident. En conséquence, l'IRSN formule les recommandations n° 1 à 15 en annexe.**

#### ➤ **MAÎTRISE DES ACCIDENTS GRAVES**

Pour l'état RP4 des réacteurs du palier 1300 MWe, comme pour celui des réacteurs du palier 900 MWe, EDF prévoit de déployer les modifications post-Fukushima relatives à la maîtrise des accidents graves. Ces modifications ont été expertisées par l'IRSN dans le cadre de la préparation de deux réunions du GPR sur les accidents graves tenues respectivement en juillet 2016 et en mars 2019. Compte tenu des échéances plus proches de la VD4 900 par rapport au réexamen des réacteurs de 1300 MWe, les études expertisées étaient plus détaillées pour les réacteurs de 900 MWe que pour les réacteurs de 1300 MWe. Ainsi, la démonstration détaillée de l'efficacité de ces dispositions pour les réacteurs de 1300 MWe devra être apportée dans le cadre du RP4 1300. L'IRSN considère que les demandes formulées par l'IRSN lors de l'expertise réalisée en support à la réunion du groupe permanent des 28 et 29 mars 2019 sont directement transposables au cas des réacteurs de 1300 MWe.

**Aussi, compte tenu des enjeux de sûreté associés à la maîtrise des accidents graves et de la nécessité de disposer d'évaluations de conséquences radiologiques représentatives des diverses situations à considérer, l'IRSN considère que le programme d'orientations du quatrième réexamen périodique des réacteurs de**

---

<sup>1</sup> EPS : études probabilistes de sûreté.

**1300 MWe doit être complété, afin de tenir compte des conclusions des expertises récentes menées sur ces sujets. C'est pourquoi l'IRSN formule les recommandations n° 16 à 25 en annexe.**

➤ **FONCTION DE SÛRETÉ « CONFINEMENT »**

Dans sa lettre de position sur les orientations de la phase générique du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe [1], l'ASN a formulé des demandes concernant la fonction de sûreté confinement et la gestion des locaux à risque iode.

Ces sujets ont fait l'objet par le passé de plusieurs expertises de l'IRSN et ont encore récemment été examinés pour les réacteurs de 900 MWe et de 1450 MWe [6]. L'IRSN considère que les conclusions présentées dans ce dernier avis relatives :

- à la démarche « d'identification des traversées sensibles » ;
- aux problématiques de condensation de la vapeur d'eau dans l'espace entre enceintes ;
- aux hypothèses à considérer dans les calculs de conséquences radiologiques des accidents,

sont applicables aux réacteurs de 1300 MWe. C'est pourquoi l'IRSN considère que le programme d'orientations du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe doit être complété sur ces points et formule à ce titre les recommandations n° 26 et n° 27 en annexe.

➤ **SÛRETÉ DE L'ENTREPOSAGE ET DES MANUTENTIONS D'ASSEMBLAGE DE COMBUSTIBLE**

La réévaluation du niveau de sûreté de l'entreposage et de la manutention du combustible dans le bâtiment combustible (BK) a fait l'objet d'expertises de la part de l'IRSN dans le cadre du réexamen VD4 900 ([7] et [8]). Les conclusions de ces expertises ont conduit l'IRSN à formuler plusieurs recommandations qui visent notamment à ce qu'EDF précise les objectifs et critères de sûreté à assigner à l'entreposage et la manutention du combustible, ainsi que les situations incidentelles et accidentelles (y compris résultant d'agressions) relevant d'une étude de sûreté. L'IRSN considère que les recommandations, formulées pour les réacteurs de 900 MWe à l'occasion de leur quatrième réexamen périodique, sont transposables aux réacteurs de 1300 MWe pour leur quatrième réexamen périodique. C'est pourquoi l'IRSN considère que le programme d'orientations du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe doit donc être complété afin de tenir compte des conclusions des expertises récentes sur ces sujets et formule la recommandation n° 28 en annexe.

➤ **ÉTUDES PROBABILISTES DE SÛRETÉ (EPS)**

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 le réexamen RP4 1300. 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. Elle permet également d'identifier d'éventuels besoins d'amélioration des dispositions de conception ou d'exploitation.

Dans le cadre du réexamen RP4 1300, EDF a proposé de réaliser plusieurs études EPS de niveau 1 (permettant d'évaluer les risques de fusion du cœur et de découverture des assemblages de combustible dans la piscine BK) et de niveau 2 (permettant d'évaluer les risques de rejets radioactifs). Ces EPS couvrent une large gamme d'événements initiateurs, incluant des défaillances et des agressions internes à l'installation, ainsi que des agressions externes.

Dans le cadre du réexamen associé à la quatrième visite décennale des réacteurs de 900 MWe, les EPS ont fait l'objet d'un examen de la part de l'IRSN [5] et les demandes formulées par l'IRSN à cette occasion sont directement transposables au cas des réacteurs de 1300 MWe. **De même, l'IRSN considère que les demandes formulées, lors des réexamens VD3 1300 et VD2 N4, sont également applicables au réexamen RP4 1300.** Aussi, compte tenu des enjeux de sûreté associés à cette thématique, l'IRSN considère que le programme d'orientations du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe doit être complété afin de tenir compte des conclusions des expertises récentes menées sur les EPS. **À ce titre, l'IRSN formule les recommandations n° 29 à 54 en annexe, qui concernent notamment le domaine de couverture des EPS, leur représentativité et la prise en compte des spécificités des sites, ainsi que les méthodes à mettre en œuvre lors de leur développement.**

Pour le Directeur général et par délégation,  
Frédérique PICHEREAU  
Adjointe à la Directrice de l'expertise de sûreté

## Annexe à l'avis IRSN n° 2020-00047 du 25 mars 2020

### Recommandations de l'IRSN

#### Recommandation n° 1

L'IRSN recommande que, dans le cadre du RP4 1300, EDF prenne en compte les effets de la déformation latérale des assemblages dans l'étude de l'Interaction pastille-gaine.

#### Recommandation n° 2

L'IRSN recommande que, dans le cadre du RP4 1300, EDF s'assure que les essais prévus pour démontrer l'applicabilité de la corrélation de flux critique FC2002r en périphérie d'assemblage couvrent les assemblages chargés dans les réacteurs de 1300 MWe.

#### Recommandation n° 3

L'IRSN recommande que, dans le cadre du RP4 1300, EDF mette en œuvre des évolutions de conception des assemblages MOX<sup>2</sup> qui seront chargés dans les réacteurs de 1300 MWe afin de supprimer ou limiter les remontées de flux aux extrémités haute et basse de la colonne fissile. En tout état de cause, EDF devra démontrer la suffisance des évolutions de conception vis-à-vis du respect de l'exigence d'absence de fusion pour les transitoires de catégorie<sup>3</sup> 2.

#### Recommandation n° 4

L'IRSN recommande que, dans le cadre du RP4 1300, EDF complète sa base de cycles prévisionnels, en y intégrant les cycles de transitions entre les différents types de combustible et entre des cycles avec et sans grappes hafnium.

#### Recommandation n° 5

L'IRSN recommande que, dans le rapport de sûreté associé au RP4 1300, EDF prenne en compte explicitement le colmatage limite des générateurs de vapeur dans les études de sûreté impactées défavorablement par ce phénomène.

---

<sup>2</sup> MOX : combustible à base d'oxyde mixte d'uranium et de plutonium

<sup>3</sup> La conception prudente déterministe des installations repose sur le principe général de maîtrise des risques appelé principe de Farmer et donc en particulier sur la maîtrise des différentes conditions de fonctionnement de l'installation (dites conditions de fonctionnement - CDF). Les CDF correspondent à des catégories d'événements de type incidentel et accidentel susceptibles de se produire sur l'installation et d'affecter le réacteur, pour lesquelles on définit des conséquences radiologiques maximales acceptables. Quatre catégories d'événements sont ainsi classées selon une échelle croissante de gravité (en termes de niveaux de rejets admissibles) et une échelle d'occurrence annuelle décroissante.

### Recommandation n° 6

L'IRSN recommande qu'EDF conserve, pour les études réalisées dans le cadre du RP4 1300, le principe de référence de pénalisation des hypothèses d'étude des conditions de fonctionnement complémentaires retenu pour le réacteur EPR de Flamanville 3, à savoir que les études des conditions de fonctionnement complémentaires doivent démontrer que les critères d'acceptabilité sont respectés avec un taux de couverture élevé (typiquement 95 %).

### Recommandation n° 7

L'IRSN recommande que, pour les études des conditions de fonctionnement complémentaires réalisées dans le cadre du RP4 1300, EDF :

- retienne, comme paramètres dominants, les modèles physiques ayant une influence notable sur les résultats ;
- pénalise les modèles physiques dominants de manière raisonnablement enveloppe, afin de couvrir les incertitudes associées.

### Recommandation n° 8

L'IRSN recommande que, dans le cadre du RP4 1300, EDF identifie et étudie les scénarios relevant du domaine complémentaire présentant un risque du point de vue de la perte de la maîtrise de la réactivité.

### Recommandation n° 9

L'IRSN recommande qu'EDF intègre, dans le RDS associé au RP4 1300, les études qu'il s'est engagé à inclure dans le RDS associé au réexamen VD4 900 à la suite de l'expertise menée par l'IRSN. Ces études devront faire l'objet des mêmes sensibilités au titre des études de robustesse que les autres études du domaine de dimensionnement.

### Recommandation n° 10

L'IRSN recommande que, dans le cadre du RP4 1300, EDF identifie et analyse les études du référentiel de dimensionnement de l'EPR Flamanville 3 (PCC) pouvant être assujetties à un effet falaise vis-à-vis du délai opérateur.

### Recommandation n° 11

L'IRSN recommande que, dans le cadre du RP4 1300, EDF complète la démonstration de sûreté concernant la valorisation des équipements IPS-NC<sup>4</sup> dans le domaine de dimensionnement :

- en vérifiant que les matériels pouvant être utilisés en substitution des équipements IPS-NC valorisés respectent les exigences de secours électrique ou de classement sismique selon la condition de fonctionnement pour laquelle ils sont valorisés ;

---

<sup>4</sup> IPS-NC : important pour la sûreté - Non classé.

- en quantifiant l'impact de l'indisponibilité du matériel IPS-NC sur les conditions de fonctionnement de dimensionnement valorisant des matériels IPS-NC, pour lesquelles le délai de mise en œuvre des moyens de substitution est sensiblement plus élevé, leur efficacité réduite ou consistant en un enchaînement de moyens distincts.

### Recommandation n° 12

L'IRSN recommande qu'EDF définisse les hypothèses relatives au pic iode utilisées dans l'évaluation des conséquences radiologiques de la RTGV4<sup>5</sup> pour le RP4 1300 en tenant compte du fait que les transitoires d'exploitation générant une entrée d'eau dans les crayons combustibles présentant des défauts de gainage ne sont pas directement transposables aux transitoires attendus en cas de RTGV.

### Recommandation n° 13

L'IRSN recommande que, dans le cadre du RP4 1300, EDF évalue l'impact de la prise en compte du cumul du manque de tension électrique externe à un instant intermédiaire, potentiellement défavorable, entre les instants conventionnellement étudiés lors des transitoires de refroidissement.

### Recommandation n° 14

L'IRSN recommande que, dans le cadre du RP4 1300, EDF étudie les risques de dilution hétérogène inhérente aux conditions de fonctionnement complémentaires.

### Recommandation n° 15

L'IRSN recommande que, dans le cadre du RP4 1300, EDF réalise des études de dilution hétérogène externe couvrant les différentes gestions de combustible envisagées.

### Recommandation n° 16

L'IRSN recommande que, dans le cadre du RP4 1300, EDF prenne en compte, dans ses études d'efficacité de l'EASu<sup>6</sup> visant à démontrer que la pression dans l'enceinte reste inférieure à la pression de dimensionnement de l'enceinte, une puissance transmise du corium vers l'eau raisonnablement enveloppe à chaque instant du transitoire, depuis la phase de trempé jusqu'à la stabilisation du corium.

### Recommandation n° 17

L'IRSN recommande qu'EDF justifie le caractère enveloppe de la conductivité thermique des bétons des enceintes des réacteurs du palier 1300 MWe considérée dans ses études d'accident grave réalisées en support au RP4 1300.

### Recommandation n° 18

L'IRSN recommande qu'EDF s'assure de couvrir, dans les études d'accidents graves, les différentes gestions de combustible prévues sur les réacteurs du palier 1300 MWe à l'état RP4.

---

<sup>5</sup> RTGV4 : étude d'accident de rupture de tube de générateur de vapeur de 4<sup>e</sup> catégorie.

<sup>6</sup> EASu : disposition permettant notamment l'évacuation de la puissance résiduelle de l'enceinte de confinement sans éventage.

### Recommandation n° 19

L'IRSN recommande que, dans le cadre du RP4 1300, EDF retienne un terme source débris fibres raisonnablement enveloppe des situations d'accident grave pour la démonstration de la robustesse de la fonction recirculation en accident grave.

### Recommandation n° 20

L'IRSN recommande que, dans le cadre du RP4 1300, EDF réévalue le risque de criticité en situation d'accident grave en cuve et hors cuve pour la gestion MOX.

### Recommandation n° 21

L'IRSN recommande que, dans le cadre du RP4 1300, EDF justifie de manière étayée les hypothèses de porosité et de taille des débris utilisées dans les études de criticité du corium hors cuve renoyé par de l'eau claire.

### Recommandation n° 22

L'IRSN recommande que, dans le cadre du RP4 1300, les limites d'utilisation des équipements utiles en accident grave soient tracées dans des documents opérationnels à disposition des équipes de crise.

### Recommandation n° 23

L'IRSN recommande que, dans le cadre du RP4 1300, EDF présente, dans le rapport de sûreté associé au RP4 1300, les conséquences radiologiques en accident grave avec et sans ouverture du dispositif U5<sup>7</sup>.

### Recommandation n° 24

L'IRSN recommande que, dans le cadre du RP4 1300, EDF prenne en compte les fuites des circuits EASu et RIS<sup>8</sup>/EAS<sup>9</sup> en recirculation vers la bache PTR<sup>10</sup> dans ses évaluations des conséquences radiologiques des accidents graves.

### Recommandation n° 25

L'IRSN recommande que, dans les évaluations des conséquences radiologiques des accidents graves pour le RP4 1300, EDF considère des taux de renouvellement d'air naturels des bâtiments périphériques raisonnablement pessimistes, en cohérence avec ceux considérés pour les accidents de dimensionnement.

---

<sup>7</sup> U5 : filtre de décompression/filtration de l'enceinte en cas d'accident grave.

<sup>8</sup> RIS : système d'injection de sécurité.

<sup>9</sup> EAS : système d'aspersion dans l'enceinte de confinement.

<sup>10</sup> PTR : système de traitement et de refroidissement des piscines.



### Recommandation n° 26

L'IRSN recommande que, dans le cadre du RP4 1300, EDF prenne en compte les évolutions de la démarche « traversées sensibles » qu'il s'est engagé à réaliser pour les réacteurs de 900 MWe dans leur cadre de leur VD4.

### Recommandation n° 27

L'IRSN recommande que, dans le cadre du RP4 1300, EDF étudie les modifications à apporter au système EDE permettant de réduire les conséquences radiologiques des accidents graves, en considérant notamment :

- l'installation du dispositif EASu prévu en RP4 1300 permettant d'évacuer la puissance de l'enceinte sans ouverture de son dispositif d'éventage/filtration (U5) ;
- la vapeur d'eau pouvant être présente dans l'espace entre enceintes en accident grave et pouvant conduire au colmatage du préfiltre métallique installé sur la prise d'air commune aux deux files iode du système EDE.

### Recommandation n° 28

L'IRSN recommande qu'EDF définisse, dans le programme d'orientations du RP4 1300, le référentiel d'étude des conditions de fonctionnement de référence dans le BK qui participera à la démonstration de l'atteinte des objectifs de sûreté fixés pour l'entreposage et la manutention du combustible. Dans ce cadre, l'IRSN considère qu'EDF doit :

- s'assurer d'avoir identifié l'ensemble des situations à risque de fusion de combustible dans le BK, y compris celles pouvant être induites par des agressions internes (inondation, rupture de tuyauterie de haute énergie, incendie, explosion et chute de charge) ou externes (notamment le séisme et ses conséquences potentielles comme le manque de tension externe) ;
- établir la liste des conditions de fonctionnement de référence dans le BK à étudier dans les différents états du réacteur, en précisant les dispositions supplémentaires qui seront mises en œuvre pour les gérer ;
- retenir pour ces conditions de fonctionnement de référence :
  - un état sûr à atteindre à la suite d'un accident de perte de refroidissement de la piscine qui se caractérise par la restauration durable du refroidissement des assemblages de combustible affectés et l'arrêt des rejets radiologiques, obtenus par la reprise d'un refroidissement en boucle fermée de l'eau de la piscine,
  - des critères d'acceptation qui permettent d'assurer un haut niveau de confiance à la démonstration (en particulier, une hauteur d'eau suffisante),
  - un aggravant (défaillance active ou passive) et le manque de tension externe pour les événements initiateurs pouvant être causés par un séisme ;
- définir des exigences de conception des équipements valorisés qui garantissent leur redondance (au moins fonctionnelle), leur automatisation lorsque celle-ci est nécessaire (transitoires à cinétique rapide), ainsi que leur disponibilité et leur qualification dans les situations où ils sont requis ;

- le cas échéant, préciser et justifier les événements initiateurs uniques (en nombre restreint) qui seront exclus de la liste des conditions de fonctionnement de référence. Pour ces événements, EDF devra mettre en œuvre, au titre de la défense en profondeur, les dispositions permettant de les considérer extrêmement improbables et de les gérer en retenant des hypothèses réalistes.

EDF doit prévoir dès ce stade du réexamen d'intégrer l'ensemble de ces éléments dans le RDS et de décliner les exigences associées dans les règles générales d'exploitation.

### Recommandation n° 29

L'IRSN recommande que, dans le cadre du RP4 1300, EDF réalise des études probabilistes de sûreté distinctes pour les trains<sup>11</sup> P4 et P'4 des réacteurs du palier 1300 MWe.

### Recommandation n° 30

L'IRSN recommande que, dans les études probabilistes de sûreté (événements internes et agressions) réalisées pour le RP4 1300, EDF intègre les spécificités des sites susceptibles de présenter un impact sur leurs résultats et leurs enseignements.

### Recommandation n° 31

L'IRSN recommande qu'EDF retienne, dans la mesure du possible, un état de réalisation des réacteurs cohérent pour l'ensemble de ses études probabilistes de sûreté (EPS) réalisées pour le RP4 1300. Lorsque l'état de réalisation des réacteurs retenu dans une EPS est différent de celui attendu à l'issue du RP4 1300, des études de sensibilité tenant compte des modifications non prises en compte dans les EPS, mais prévues à l'état RP4, devront être fournies.

### Recommandation n° 32

L'IRSN recommande qu'EDF réalise, pour le RP4 1300, des études probabilistes de sûreté « agressions » pour la piscine BK.

### Recommandation n° 33

L'IRSN recommande que, pour le RP4 1300, EDF réalise des études probabilistes de sûreté inondations externes et justifie que tous les sites des réacteurs de 1300 MWe sont couverts vis-à-vis du risque d'inondation externe par les études transmises.

### Recommandation n° 34

L'IRSN recommande que, dans ses évaluations probabilistes des risques induits par des agressions internes et externes réalisées dans le cadre du RP4 1300, EDF prenne en compte les défaillances ou les indisponibilités des dispositions prévues pour limiter ces risques. Les probabilités de défaillance ou d'indisponibilité doivent tenir compte du REX et des mesures de surveillance mises en place.

---

<sup>11</sup> Train P4 : huit réacteurs de 1300 MWe à Flamanville, Paluel et Saint-Alban.

Train P'4 : douze réacteurs de 1300 MWe à Belleville, Cattenom, Golfech, Nogent-sur-Seine et Penly.

### Recommandation n° 35

L'IRSN recommande que, pour le RP4 1300, EDF réalise des analyses de fiabilité des moyens de manutention pouvant être à l'origine de chutes de charges impactant le réacteur ou la piscine BK, en tenant compte du REX actualisé d'exploitation de ces moyens.

### Recommandation n° 36

L'IRSN recommande que, dans le cadre du développement des études probabilistes de sûreté (EPS) pour le RP4 1300, EDF conforte la quantification des erreurs humaines pré-accidentelles par l'analyse du REX et complète leur modélisation dans les EPS par la prise en compte des dépendances entre ces erreurs.

### Recommandation n° 37

L'IRSN recommande que, pour la quantification des erreurs humaines dans les études probabilistes de sûreté inondations externes réalisées pour le RP4 1300, EDF prenne en compte les scénarii avec des conditions environnementales difficiles.

### Recommandation n° 38

L'IRSN recommande que, dans ses études probabilistes de sûreté (« événements internes » et « agressions ») réalisées dans le cadre du RP4 1300, EDF prenne en compte les défaillances des moyens matériels utilisés pour la réalisation des actions humaines (y compris en présence de l'équipe de crise).

### Recommandation n° 39

L'IRSN recommande que, dans le cadre de l'utilisation des études probabilistes de sûreté de niveau 1 « événements internes » réacteur et BK pour la définition du domaine complémentaire lors du RP4 1300, EDF intègre dans sa démarche les aspects suivants :

- la prise en compte, pour la définition des dispositions complémentaires, des séquences qui ne mènent pas à un état de succès (conséquences acceptables) sans pour autant entraîner une fusion du combustible en moins de 24 heures (conséquences inacceptables autres que la fusion du combustible ou fusion du combustible au-delà du temps de scrutation de 24 heures) ;
- pour l'évaluation des dispositions complémentaires potentielles, la quantification des séquences fonctionnelles en ne valorisant que les parades prévues dans la démonstration déterministe de conception et les dispositions complémentaires retenues.

### Recommandation n° 40

L'IRSN recommande que, dans les études probabilistes de sûreté incendie réalisées pour le RP4 1300, EDF prenne en compte :

- la propagation d'un incendie entre les différents pupitres de la salle de commande ;
- l'application des fiches d'action incendie opérateur (FAIOp) ;
- la défaillance de la sectorisation (étude multi-volumes).

### Recommandation n° 41

L'IRSN recommande que, dans les études probabilistes de sûreté incendie réalisées dans le cadre du RP4 1300, EDF justifie la valorisation d'une lame d'air « observable » séparant les armoires électriques pour exclure la propagation d'un incendie entre armoires électriques.

### Recommandation n° 42

L'IRSN recommande que, dans le cadre du RP4 1300, EDF étudie, sous l'angle probabiliste, le risque d'explosion d'hydrogène dans les locaux d'électrochloration des sites situés en bord de mer.

### Recommandation n° 43

L'IRSN recommande que, pour les études probabilistes de sûreté explosion interne réalisées dans le cadre du RP4 1300, EDF évalue les probabilités d'inflammation retardée des fuites hydrogénées :

- en retenant des hypothèses réalistes pour le calcul des intensités d'inflammation associées aux pompes et aux compresseurs ;
- en tenant compte des intensités d'inflammation liées aux travaux par points chauds dans l'ensemble des locaux dans lesquels le nuage inflammable se propage.

### Recommandation n° 44

L'IRSN recommande que, dans ses études probabilistes de sûreté « événements internes » réalisées pour le RP4 1300, EDF intègre les initiateurs de perte de la prise d'eau ou de perte des alimentations électriques externes affectant l'ensemble du site et les scénarii en découlant.

### Recommandation n° 45

L'IRSN recommande que, dans les études probabilistes de sûreté séisme réalisées pour le RP4 1300, EDF étudie les risques induits par un séisme survenant lorsque le réacteur est en état d'arrêt.

### Recommandation n° 46

L'IRSN recommande que, pour les futures études probabilistes de sûreté séisme, et notamment celles réalisées pour le RP4 1300, EDF évalue de façon spécifique le risque de perte d'étanchéité des piscines d'entreposage, en intégrant leurs singularités géométriques. Cette évaluation devra s'appuyer sur un critère d'allongement à la rupture de l'acier des liners conforme à l'état de l'art.

### Recommandation n° 47

L'IRSN recommande que, dans l'EPS de niveau 2 réalisée pour le RP4 1300, EDF modélise la restauration des sources électriques après l'entrée en accident grave pour ne pas occulter certains risques (et l'importance des dispositions qui en prémunissent) et pour mesurer plus fidèlement l'importance des systèmes d'appoint et du système d'aspersion en accident grave.

### Recommandation n° 48

L'IRSN recommande que, dans l'EPS de niveau 2 réalisée pour le RP4 1300, EDF définisse, pour les systèmes requis en accident grave et non réparables, des temps de scrutation cohérents avec le délai nécessaire au déploiement d'une parade dont la disponibilité puisse être maintenue dans le temps et garantissant un niveau de rejets équivalent.

### Recommandation n° 49

L'IRSN recommande que, dans l'EPS de niveau 2 réalisée pour le RP4 1300, EDF considère, pour les séquences accidentelles pour lesquelles l'entrée en accident grave survient avant que les équipes locale et nationales de crise (ELC & ETCN) ne soient opérationnelles, des dépendances entre l'échec des actions humaines mises en œuvre dans le cadre de l'APE<sup>12</sup> (en particulier le forçage ouvert des soupapes du pressuriseur) et l'échec de l'identification du franchissement d'un critère d'entrée en accident grave. Cette dépendance doit impacter l'évaluation de la probabilité de non réalisation ou d'une réalisation tardive des actions immédiates du GIAG<sup>13</sup>.

### Recommandation n° 50

L'IRSN recommande que, dans l'EPS de niveau 2 réalisée pour le RP4 1300, EDF prenne en compte le succès ou l'échec de l'isolement de l'ensemble des traversées de l'enceinte. Pour les traversées correspondant à des circuits fermés dans l'enceinte, l'échec de cet isolement devra être associé à une probabilité non nulle de fuite ou de rupture de ces circuits.

### Recommandation n° 51

L'IRSN recommande que, dans l'EPS de niveau 2 réalisée pour le RP4 1300, EDF modélise, au minimum sous la forme d'une étude de sensibilité, les fuites de l'extension de la troisième barrière afin d'évaluer la probabilité conditionnelle de défaillance des moyens de détection ou de réinjection de ces fuites sachant l'occurrence d'un accident grave.

### Recommandation n° 52

L'IRSN recommande que, dans le cadre du RP4 1300, EDF évalue les risques de rejets en cas d'incendie pour l'ensemble des locaux d'un réacteur de 1300 MWe. Au titre de l'analyse multi-volumes, l'IRSN recommande qu'EDF évalue les scénarii de propagation d'incendie initiés dans tout local présentant un enjeu pour la gestion de l'accident grave (même si ce local n'est pas associé à un risque de fusion du cœur élevé en cas d'incendie).

### Recommandation n° 53

L'IRSN recommande que, lors du développement des EPS de niveau 2 incendie et inondation pour le RP4 1300, EDF identifie les scénarii d'agression susceptibles de conduire au déclenchement intempestif d'un système de sauvegarde (en tenant compte de la chronologie de propagation de l'agression considérée, notamment au

---

<sup>12</sup> APE : approche par état.

<sup>13</sup> GIAG : guide d'intervention en situation d'accident grave.

regard des plages temporelles d'exclusion définies dans le GIAG pour le fonctionnement desdits systèmes) et évalue autant que possible les probabilités d'occurrence associées.

Recommandation n° 54

L'IRSN recommande que, dans les EPS de niveau 2 agression réalisées pour le RP4 1300, EDF évalue la fréquence de toutes les catégories de rejets (rejets voie eau à la suite de la percée du radier et rejets aériens).