

Fontenay aux Roses, le 5 juillet 2021

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

## AVIS IRSN N° 2021-00120

---

**Objet :** EPR de Flamanville - Expertise des spécifications techniques d'exploitation (STE).

---

**Réf. :** [1] Avis IRSN – 2017-00060 du 15 février 2017.  
[2] Lettre ASN – CODEP-DCN-2018-002008 du 6 juillet 2018.  
[3] Lettre ASN – CODEP-DCN-2019-053920 du 23 décembre 2019.  
[4] Lettre ASN – CODEP-DCN-2015-010163 du 23 juin 2015.

---

Le 16 mars 2015, Électricité de France (EDF) a déposé auprès de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) une demande d'autorisation de mise en service (DMES) de l'EPR de Flamanville (EPR FA3). Outre le rapport de sûreté (RDS), le dossier accompagnant cette demande contient les règles générales d'exploitation (RGE) de l'installation. Le contenu de ces RGE a fait l'objet de l'avis [1] de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), repris par l'ASN dans sa lettre [2]. Entre 2017 et 2019, EDF a transmis à l'ASN trois dossiers d'amendement (DA), dénommés par la suite jalons J5, J6 et AMES<sup>1</sup>, qui apportent des modifications à différents chapitres des RGE. S'agissant plus particulièrement du chapitre III<sup>2</sup>, objet du présent avis, les jalons J5 et J6 intègrent des modifications issues des échanges techniques réalisés avec EDF au cours de l'expertise de l'avis [1], ainsi que des retours d'expérience internes à EDF. Le DA AMES intègre en plus les réponses d'EDF aux demandes de l'ASN [2], ainsi que de nouvelles évolutions liées au traitement d'écarts internes à EDF.

Par la lettre [3], l'ASN sollicite l'avis de l'IRSN sur l'acceptabilité du point de vue de la sûreté de ces modifications des STE de l'EPR FA3.

À la suite des échanges techniques entre EDF et l'IRSN réalisés au cours de la présente expertise, EDF a pris de nombreux engagements satisfaisants sur le plan de la sûreté. Toutefois, l'IRSN estime que les STE nécessitent des évolutions supplémentaires sur les thèmes suivants :

- la fonction de sûreté relative à la maîtrise de la réactivité ;
- l'élimination pratique des situations accidentelles qui pourraient conduire à des rejets précoces importants ;

---

<sup>1</sup> AMES : dossier d'amendement à la demande d'autorisation de mise en service.

<sup>2</sup> Le chapitre III des RGE réunit les spécifications techniques d'exploitation (STE) : elles constituent l'ensemble des prescriptions à suivre afin d'assurer la conduite du réacteur dans son domaine normal d'exploitation, dont les limites de sûreté sont définies dans le rapport de sûreté (RDS).

- les dispositions RRC-A<sup>3</sup> dont le poids probabiliste est significatif ;
- les informations nécessaires à la surveillance des fonctions fondamentales de sûreté (réactivité, refroidissement et confinement) en situation incidentelle ou post-accidentelle ;
- les dispositions du « noyau dur post-Fukushima »<sup>4</sup> ;
- les fonctions supports des FCEN<sup>5</sup> ;
- les matériels nécessitant une requalification tardive.

À l'issue de son expertise, l'IRSN estime nécessaire la prise en compte des recommandations formulées en annexe 1. En outre, deux compléments de nature à améliorer la sûreté sont explicités en annexe 2.

## 1. EXPERTISE DES STE J5 ET J6

### 1.1. INDISPONIBILITE DE CHAINES NEUTRONIQUES DE NIVEAU PUISSANCE INTERMEDIAIRE

Les signaux des quatre chaînes neutroniques de puissance intermédiaire (CNI)<sup>6</sup> contribuent à valider le permissif<sup>7</sup> P5 qui permet d'activer, notamment, la chaîne de protection « puissance thermique élevée ». Ces signaux sont également utilisés par la chaîne de protection « haut flux nucléaire ». Ces chaînes de protection, valorisées dans la démonstration de sûreté, participent à la fonction de sûreté « maîtrise de la réactivité », et à ce titre doivent être disponibles afin de garantir la protection du cœur.

La validation du permissif P5 (activation de la chaîne de protection « puissance thermique élevée ») et l'intervention de la chaîne de protection « haut flux nucléaire » sont des actions conditionnées par un dépassement de seuil. Ces actions peuvent avoir lieu uniquement si un nombre minimal de CNI présentent un signal supérieur aux seuils implémentés dans le système de protection. L'indisponibilité<sup>8</sup> de plusieurs CNI réduit le nombre de signaux comparés aux seuils du système de protection, ce qui peut mettre en cause la disponibilité de ces chaînes de protection. Afin de réduire ce risque, les conduites à tenir des STE requièrent d'inhiber les CNI indisponibles. Cette inhibition diminue le nombre minimal de CNI requis pour initier les actions de validation du permissif P5 et de déclenchement de l'arrêt automatique du réacteur par haut flux nucléaire. Au cours de l'expertise, l'IRSN a examiné la suffisance de ces conduites à tenir pour rétablir la disponibilité des chaînes de protection en cas d'indisponibilité de CNI.

La chaîne de protection « puissance thermique élevée » constitue la première ligne de défense de la démonstration de sûreté en cas de transitoires accidentels initiés lors de la première montée en puissance entre 0 %Pn<sup>9</sup> et 25 %Pn après (re)chargement du combustible. L'IRSN estime que l'indisponibilité de plusieurs CNI

<sup>3</sup> RRC-A : risk reduction categories A, domaine d'étude visant à limiter la fréquence de fusion du cœur en cas de défaillances multiples.

<sup>4</sup> Le noyau dur post-Fukushima est un ensemble de moyens matériels complétés par des moyens de résilience visant à éviter des rejets radioactifs massifs (par la prévention ou la limitation de la progression d'un accident grave) pour des situations potentiellement provoquées par une agression externe extrême.

<sup>5</sup> FCEN : fonction chaudière d'exploitation normale. Une FCEN est une fonction dont la perte ne permet pas le maintien en l'état ou le passage en état de repli de la chaudière par les procédures d'exploitation normale et nécessite, pour au moins un domaine d'exploitation, l'utilisation de moyens de substitution existant dans la conduite incidentelle ou accidentelle pour effectuer ce repli.

<sup>6</sup> Chaîne neutronique de niveau intermédiaire : détecteur neutronique composé de deux chambres de mesure concentriques, l'une à dépôt de bore sensible aux neutrons et au rayonnement gamma, l'autre sans dépôt de bore sensible au rayonnement gamma.

<sup>7</sup> Les permissifs permettent d'inhiber ou de désinhiber certains ordres du système de protection du réacteur, selon son état de fonctionnement.

<sup>8</sup> D'après les STE, une CNI est considérée comme disponible si le signal de mesure délivré est dans la gamme attendue et s'il n'y a pas de défaut mettant en cause la validité de cette mesure.

<sup>9</sup> Pn : Puissance nominale.

pourrait mettre en cause la disponibilité de cette chaîne de protection, et ce malgré l'inhibition des CNI indisponibles.

Par ailleurs, la chaîne de protection « haut flux nucléaire » est valorisée dans la démonstration de sûreté en cas de dilution homogène du circuit primaire survenant lors des essais physiques de démarrage (essais COR<sup>10</sup>). EDF estime que l'indisponibilité de plusieurs CNI n'a pas d'impact sur la disponibilité de cette chaîne de protection car les quatre signaux CNI peuvent être considérés comme redondants<sup>11</sup>. L'IRSN identifie que les conditions d'essais COR sont susceptibles de mettre en cause la redondance des signaux, ce qui pourrait retarder l'activation de la protection « haut flux nucléaire » en situation accidentelle survenant lors des essais COR, et ce malgré l'inhibition des CNI indisponibles.

Compte tenu de ce qui précède, l'IRSN considère que les RGE doivent être complétées de manière à prendre en compte l'indisponibilité partielle ou totale des chaînes de protection « puissance thermique élevée » et « haut flux nucléaire » en cas de CNI indisponibles.

EDF estime que la disponibilité des signaux CNI n'est à requérir dans les STE qu'au titre de la conduite post-accidentelle (système SPA). Les signaux CNI étant valorisés pour démontrer la sûreté, **l'IRSN considère que la position d'EDF n'est pas satisfaisante et formule la recommandation n°1 en annexe 1.**

## 1.2. RISQUES DE REJETS PRECOCES IMPORTANTS EN SITUATION DE FUSION DU CŒUR

### 1.2.1. Recombineurs auto-catalytiques passifs

L'ensemble des 47 recombineurs auto-catalytiques passifs (RAP) du système ETY de contrôle de l'atmosphère enceinte de l'EPR FA3 est valorisé dans les études démontrant la maîtrise du risque d'explosion d'hydrogène en situation d'accident grave (AG). Les STE ne requièrent cependant disponibles que 36 RAP (soit environ 75 % d'entre eux) dans les domaines d'exploitation RP<sup>12</sup>, AN/GV<sup>13</sup>, AN/RIS-RA<sup>14</sup> et API<sup>15</sup>.

L'IRSN considère, d'une part que l'étude fournie par EDF pour le domaine d'exploitation RP ne permet pas de démontrer de manière robuste que la fonction de recombinaison catalytique de l'hydrogène est assurée avec 36 RAP disponibles, d'autre part qu'une justification devrait être apportée pour les domaines d'exploitation AN/GV, AN/RIS-RA et API. À l'issue de l'expertise, EDF s'est engagé :

- pour le domaine d'exploitation RP : à requérir au moins 42 RAP disponibles (soit 90% des RAP installés dans l'enceinte) et à justifier, sur la base de calculs pour plusieurs scénarios d'AG et plusieurs répartitions de RAP indisponibles, que ce nouveau requis est acceptable ;
- pour le domaine d'exploitation AN/GV : à requérir également au moins 42 RAP disponibles, en considérant que ce domaine est couvert par les études menées pour le domaine RP ;

<sup>10</sup> La validation de la conception du réacteur EPR FA3 repose notamment sur la réalisation d'essais physiques de démarrage qui couvrent les caractéristiques neutroniques du cœur, les moyens de contrôle du cœur ainsi que les moyens de surveillance et de protection du réacteur.

<sup>11</sup> C'est-à-dire que les quatre signaux sont identiques à chaque instant du transitoire accidentel.

<sup>12</sup> RP : Réacteur en production.

<sup>13</sup> AN/GV : Arrêt normal sur les générateurs de vapeur (GV).

<sup>14</sup> AN/RIS-RA : Arrêt normal sur RIS-RA (système d'injection de sécurité et de refroidissement à l'arrêt).

<sup>15</sup> API : Arrêt pour intervention.

- pour les domaines d'exploitation AN/RIS-RA et API : à justifier, sur la base de calculs pour plusieurs scénarios d'AG et plusieurs répartitions de RAP indisponibles, que le requis envisagé (36 RAP disponibles) est acceptable.

L'IRSN considère ces engagements acceptables dans le principe, mais émet des réserves eu égard à l'approche retenue, de type multi-compartiments<sup>16</sup>. Elle peut en effet s'avérer, pour certains scénarios, insuffisante pour statuer sur le risque d'accélération de flamme et de phénomènes dynamiques. **Ce point fait l'objet de l'observation n° 1 en annexe 2.**

### 1.2.2. Conduite à tenir en cas de non-respect d'une condition initiale ou d'indisponibilité d'une disposition requise

Conformément à l'engagement pris à l'issue de l'expertise précédente, EDF a reclassé en groupe 1<sup>17</sup> les événements associés au non-respect d'une condition initiale ou à l'indisponibilité d'un équipement valorisé en situation d'AG, dès que cet écart à la démonstration de sûreté remet en cause la justification de l'élimination pratique des situations de fusion du cœur susceptibles de conduire à des rejets précoces importants<sup>18</sup>. La conduite à tenir de ces événements demande systématiquement une action sous trois jours. En revanche, dans les domaines d'exploitation RP et AN/GV, l'action requise est la réparation sans replier le réacteur, contrairement aux autres événements de groupe 1 des STE de l'EPR FA3, qui demandent généralement le repli du réacteur.

L'IRSN signale que, ces équipements concernés étant majoritairement situés dans le bâtiment du réacteur, il est difficile de les réparer lorsque le réacteur est en production (ou même en arrêt à chaud). De plus, le fait de prescrire la réparation en cas d'indisponibilité d'un équipement de ce type, nécessaire pour limiter les conséquences en cas de fusion du cœur, ne permettra pas d'appliquer une conduite à tenir adaptée à l'enjeu de sûreté en cas de cumul avec une indisponibilité qui rend plus probable cette fusion du cœur. Sur ce point, les prescriptions de l'EPR FA3 sont moins exigeantes que celles des réacteurs en exploitation<sup>19</sup>, alors que la nécessité de justifier à la conception le caractère pratiquement éliminé des situations de fusion du cœur susceptibles d'entraîner des rejets précoces importants aurait dû conduire, pour l'EPR FA3, à des exigences d'exploitation plus strictes. En cas d'indisponibilité d'une disposition AG contribuant à l'élimination pratique des situations de fusion du cœur susceptibles d'entraîner des rejets précoces importants, l'IRSN considère l'état<sup>20</sup> « arrêt intermédiaire sur GV aux conditions RIS-RA », déjà prescrit comme état de repli pour beaucoup d'autres indisponibilités dans les STE de l'EPR FA3, comme plus sûr que le domaine d'exploitation RP ou l'état arrêt à chaud, et estime nécessaire que les STE évoluent pour requérir le repli du réacteur dans cet état. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 2 en annexe 1.**

<sup>16</sup> Résolution des équations de bilan massique et énergétique sur des volumes de contrôle au sein desquels les grandeurs sont supposées homogènes.

<sup>17</sup> En fonction de leur importance pour la sûreté, les indisponibilités sont hiérarchisées en événements STE de groupe 1 et de groupe 2. Une stratégie de repli vers un état plus sûr et des règles strictes de cumul sont associées uniquement aux événements de groupe 1. Dans ce groupe sont classées les non-conformités remettant en cause le respect des exigences et des hypothèses d'étude de la démonstration de sûreté.

<sup>18</sup> Selon les directives techniques (DT), le concepteur de l'EPR FA3 doit justifier que les situations d'accident avec fusion du cœur susceptibles de conduire à des rejets précoces et importants à l'extérieur de l'installation peuvent être considérées comme « pratiquement éliminées » compte tenu des dispositions prises pour les prévenir. Selon le rapport de sûreté, le caractère « pratiquement éliminé » est apprécié sur la base de considérations déterministes complétées par une approche probabiliste.

<sup>19</sup> La conduite à tenir des événements récemment associés aux indisponibilités des dispositions AG provoquant une perte irréversible du confinement (avec ou sans rejet précoce) requiert d'engager le repli du réacteur dans l'état « arrêt intermédiaire diphasique aux conditions RRA (RRA isolé) ».

<sup>20</sup> Un état standard est défini par un ensemble de paramètres notamment la pression et la température du circuit primaire, la concentration en bore et le niveau de puissance du réacteur.

### 1.3. DISPOSITIONS RRC-A VALORISEES EN CAS DE PERTE DE LA SOURCE FROIDE (PSF) OU DES SOURCES ELECTRIQUES (MDTG)

En situation PSF ou MDTG, la mise en place automatique du DEA<sup>21</sup> est une disposition RRC-A nécessaire pour prévenir la brèche aux joints des GMPP<sup>22</sup>. Toutefois, pour une situation accidentelle d'une durée supérieure à 24 heures ou lorsque le DEA est défaillant, la brèche aux joints des GMPP est postulée. Pour prévenir la fusion du cœur, deux autres dispositions RRC-A sont alors nécessaires : le basculement automatique du refroidissement des pompes ISBP<sup>23</sup> (trains 1 et 4) sur le refroidissement diversifié DEL<sup>24</sup>, pour maintenir l'inventaire en eau du circuit primaire, et la mise en service manuelle de l'EVU<sup>25</sup> en aspersion, refroidi par le circuit SRU<sup>26</sup>, afin d'évacuer la puissance résiduelle.

Dans les domaines d'exploitation RP et AN/GV, les indisponibilités de ces trois dispositions RRC-A sont classées en groupe 2 et identifiées « FK » (voir le § 2.3). Seules quelques situations de cumul d'indisponibilités, impliquant l'une de ces dispositions et une fonction nécessaire pour prévenir ou pallier une situation PSF ou MDTG, font (ou feront, selon un engagement d'EDF) l'objet d'un événement de groupe 1.

Pour l'IRSN, ces exigences des STE ne sont pas suffisantes. L'IRSN rappelle que, selon les principes fixés par l'ASN dans la lettre [4], le classement en groupe 2 est acceptable si, et seulement si, EDF démontre soit qu'une disposition de substitution peut remplir la même mission avec les mêmes exigences de sûreté et la même efficacité, soit que la valeur d'accroissement du risque de fusion du cœur en cas d'indisponibilité de la disposition RRC-A est faible.

Or, aucune de ces deux démonstrations n'a pu être apportée par EDF pour les trois dispositions RRC-A citées ci-dessus : aucun moyen de substitution n'a été identifié et les évaluations probabilistes d'EDF montrent, pour chacune de ces indisponibilités, un accroissement non-négligeable du risque de fusion du cœur. En effet, les valeurs d'EDF dépassent la valeur-repère applicable, selon l'IRSN [1], à l'EPR FA3 pour la fusion du cœur, et les évaluations probabilistes d'EDF sous-estiment l'importance pour la sûreté de ces dispositions RRC-A. **L'IRSN formule, par conséquent, la recommandation n° 3 en annexe 1.**

### 1.4. INFORMATIONS ICPA

Les ICPA<sup>27</sup> sont les informations, relatives à l'état de l'installation, jugées strictement nécessaires pour atteindre l'état sûr<sup>28</sup> dans les conditions de fonctionnement de référence PCC<sup>29</sup> de la démonstration de sûreté ou l'état final<sup>30</sup> dans les conditions de fonctionnement RRC-A. Étant donné leur importance, ces informations font l'objet d'exigences d'exploitation spécifiques.

<sup>21</sup> DEA : dispositif d'étanchéité à l'arrêt des GMPP.

<sup>22</sup> GMPP : groupe motopompe primaire.

<sup>23</sup> ISBP : injection de sécurité à basse pression.

<sup>24</sup> DEL : système de production et distribution d'eau glacée de sûreté.

<sup>25</sup> EVU : système d'évacuation de puissance de l'enceinte.

<sup>26</sup> SRU : système de refroidissement ultime.

<sup>27</sup> ICPA : informations intervenant dans la conduite post accidentelle des études d'accident du rapport de sûreté.

<sup>28</sup> État sûr : le cœur est sous critique, la puissance résiduelle est évacuée durablement, les rejets radioactifs restent tolérables.

<sup>29</sup> PCC : dans la démonstration de sûreté du réacteur EPR FA3, les études déterministes d'accident présentant l'analyse et les conséquences pour l'installation d'un événement initiateur unique sont dénommées « Plant Category Conditions » ou PCC.

<sup>30</sup> État final : le cœur est sous critique, la puissance résiduelle est évacuée par les systèmes primaires ou secondaires, les rejets radioactifs restent tolérables.

#### 1.4.1. ICPA PCC : conduite au moyen de conduite principal ou de secours

Dans les conditions PCC, la démonstration de sûreté fait l'hypothèse de la défaillance du moyen de conduite principal (MCP). Ainsi, les incidents ou accidents relevant de ces conditions sont supposés conduits à partir du moyen de conduite de secours (MCS). Les ICPA considérées pour la gestion de ces situations sont, de fait, uniquement des informations présentes au MCS. Or, en situation normale et incidentelle-accidentelle, l'interface homme-machine en salle de commande est assurée par le MCP tant que celui-ci est disponible. Puisque la démonstration de sûreté ne valorise que l'interface MCS pour les conditions PCC, la démarche d'identification des ICPA n'est pas déclinée par EDF au MCP. EDF considère que la robustesse de l'interface MCP et celle de son organisation, notamment via la surveillance des actions importantes des stratégies de conduite au MCS, permettent de limiter l'identification de ces ICPA issues des conditions PCC au seul MCS. L'IRSN considère que l'identification des ICPA ne doit pas dépendre de la fiabilité des systèmes qui les portent et que la surveillance des actions importantes des stratégies de conduite au MCS n'est pas suffisante pour couvrir l'ensemble des informations nécessaires à l'atteinte de l'état sûr. De plus, étant donné l'utilisation prioritaire du MCP, l'identification des informations utilisées en condition PCC au MCP doit être réalisée. Ces informations doivent, soit faire l'objet d'exigences identiques aux ICPA, soit, en cas de défaillance identifiée, être substituées, dans les procédures de conduite utilisées au MCP, par les informations équivalentes classées au MCS. **Ainsi, l'IRSN formule la recommandation n° 4 en annexe 1.**

#### 1.4.2. ICPA relevant du déclaratif

À partir du jalon dénommé J5 des STE, EDF a procédé à la suppression des informations générées par la mémorisation effectuée par les opérateurs de la liste des ICPA des STE. Ces informations ont besoin d'être mémorisées en conduite incidentelle et accidentelle (CIA) par les opérateurs car elles peuvent être utilisées ultérieurement dans la conduite. Il peut s'agir :

- soit d'un savoir de l'opérateur : il s'agit par exemple de l'état de l'installation connu avant l'entrée en CIA (par exemple, circuit primaire « refermable ») ou bien encore d'un critère d'entrée en CIA (par exemple, l'entrée manuelle en CIA sur le non-respect d'un critère STE de concentration en bore) ;
- soit d'une mémorisation sous forme informatisée ou par « cochage papier », de l'état, même temporaire, de l'installation ou de systèmes consécutive à l'application des procédures de conduite incidentelle et accidentelle.

Le retrait de la liste des ICPA des informations issues du savoir des opérateurs ainsi que des informations mémorisées sous forme d'un « cochage papier », n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.

Il n'en est pas de même pour les mémorisations qui sont réalisées via l'interface informatisée et qui résultent d'une logique sous-jacente à l'application des procédures de conduite. Ces informations ne sont pas directement « rattrapables » par un savoir de l'équipe de conduite pré-existant à l'application des procédures. Par principe, pour ces mémorisations, l'IRSN considère que toutes les informations générées doivent être classées ICPA au seul titre de leur nécessité dans l'atteinte de l'état sûr ou final. **Ainsi, l'IRSN formule la recommandation n° 5 en annexe 1.**

## 2. PRISE EN COMPTE DANS LES STE AMES DES DEMANDES DE L'ASN

### 2.1. REJETS PRECOCS IMPORTANTS - PISCINE BK<sup>31</sup>

#### 2.1.1. Refroidissement de la piscine BK

La fusion de combustible usé dans la piscine du BK par perte de refroidissement est une situation susceptible de conduire à des rejets précoces importants à l'extérieur de l'installation, pour laquelle EDF doit, en cohérence avec les directives techniques de l'EPR FA3, apporter la justification du caractère « pratiquement éliminé ». Pour l'IRSN, le caractère pratiquement éliminé des situations de fusion du combustible usé dans la piscine BK ne peut être justifié que si un nombre suffisant de dispositions, parmi celles valorisées dans les études déterministes ou probabilistes, sont requises disponibles par les STE et redevables d'événements de groupe 1. Cette liste de dispositions fait l'objet des recommandations R III-4 à R III-6 de l'avis [1].

À la suite de la demande de l'ASN [2] et au cours de la présente expertise avec l'IRSN, EDF s'est engagé à renforcer les STE dans les domaines RP à API, en associant des événements de groupe 1 à l'indisponibilité de plusieurs dispositions participant au confinement statique du hall BK, aux appoints à la piscine et au refroidissement ultime.

En revanche, dans les domaines d'exploitation APR<sup>32</sup> et RCD<sup>33</sup>, particulièrement sensibles au risque de fusion en piscine, l'IRSN estime que les renforcements des STE proposés par EDF pour les pompes JAC<sup>34</sup>, les groupes électrogènes, et les trains CFI<sup>35</sup>/SEC<sup>36</sup>/RRI<sup>37</sup> ne sont pas suffisants, au regard de la sûreté, pour répondre à la demande de l'ASN sur cette thématique.

À cet égard, EDF a indiqué, au cours de l'expertise, avoir effectué de nouvelles études probabilistes dont les résultats démontreraient la suffisance des exigences STE associées. Toutefois, dans ces études, EDF valorise des dispositions qui sont soit non requises par les STE soit redevables seulement d'un événement de groupe 2 en cas d'indisponibilité. De fait, leur disponibilité n'étant pas garantie par des exigences fortes dans les STE, ces dispositions ne devraient pas être valorisées comme parade dans les études probabilistes de sûreté. Pour l'IRSN, les résultats sont donc sous-estimés.

Par ailleurs, concernant la démarche d'évaluation probabiliste, EDF n'a pas vérifié que la fréquence annuelle cumulée de fusion du cœur reste inférieure (en ordre de grandeur) à  $10^{-8}$  par réacteur pour l'ensemble des scénarios accidentels de la famille d'initiateurs relatifs au BK (perte de refroidissement et vidange intempestive).

**Aussi, l'IRSN maintient sa position, exprimée dans son avis [1], quant aux renforcements des STE nécessaires concernant le refroidissement de la piscine BK dans les domaines d'exploitation APR et RCD.**

#### 2.1.2. Scénario de vidange intempestive de la piscine BK

Dans le cadre de la prévention du risque de vidange intempestive de la piscine BK, l'ASN a demandé à EDF de requérir, pour l'exécution des actions de conduite mises en œuvre en situation d'incident ou d'accident en

---

<sup>31</sup> BK : bâtiment combustible.

<sup>32</sup> APR : arrêt pour rechargement.

<sup>33</sup> RCD : réacteur complètement déchargé.

<sup>34</sup> JAC : système de production d'eau incendie.

<sup>35</sup> CFI : système de filtration d'eau brute.

<sup>36</sup> SEC : système d'eau brute secourue.

<sup>37</sup> RRI : système de réfrigération intermédiaire.

secours des actions automatiques, des moyens de mesure distincts de ceux utilisés pour les actions automatiques. EDF a indiqué que ces actions de conduite s'appuyaient sur des alarmes ainsi que sur la présence de personnel dans le BK lors du transfert d'eau entre la fosse de chargement et le compartiment BK.

Toutefois, deux alarmes de niveau de la piscine BK ainsi que leurs capteurs associés, font l'objet d'exigences qui sont jugées insuffisantes par l'IRSN dans le cadre de la démarche d'élimination pratique de la fusion du combustible dans la piscine BK. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 6 en annexe 1.**

Par ailleurs, la présence de personnel dans le BK lors du transfert d'eau entre la fosse de chargement et le compartiment de transfert, constitue une parade du scénario de vidange associé à l'initiateur « *transfert mal préparé entre la fosse de chargement et le compartiment de transfert côté BK* ». Dans ces conditions et compte tenu du faible poids probabiliste de ce scénario, EDF estime qu'il n'est pas nécessaire de prescrire des exigences supplémentaires dans les STE.

Toutefois, dans son étude probabiliste, EDF ne tient pas compte de la disponibilité réelle des dispositions valorisées dans la séquence accidentelle considérée. En effet, certaines dispositions ne sont pas requises par les STE ou peuvent être indisponibles pour maintenance via une condition limite<sup>38</sup>, sans que les mouvements d'eau dans le BK ne soient interdits. L'IRSN estime par conséquent que l'étude probabiliste sur laquelle s'appuie EDF sous-évalue le risque de défaillance de la chaîne d'action. **L'IRSN estime donc que la réponse d'EDF à la demande de l'ASN n'est pas satisfaisante du point de vue de la sûreté, et rappelle la nécessité de prescrire au titre des STE la présence du personnel en local lors de ces mouvements d'eau, tel que précisé dans l'avis [1].**

## 2.2. REJETS PRECOCS IMPORTANTS - SITUATIONS DE V-LOCA OU DE DILUTION HETEROGENE

Les scénarios de V-LOCA<sup>39</sup> et de dilution hétérogène<sup>40</sup> sont des situations d'accident avec fusion du cœur susceptibles de conduire à des rejets précoces importants à l'extérieur de l'installation, pour lesquelles EDF doit apporter la justification du caractère « pratiquement éliminé » compte tenu des dispositions prises pour prévenir ces rejets. Le rapport de sûreté inclut, à ce titre, une analyse déterministe et une vérification probabiliste.

EDF s'est assuré que les dispositions valorisées dans l'analyse déterministe du RDS, qui sont exclusivement des dispositions PCC ou organisationnelles, sont couvertes par les STE.

Néanmoins, la vérification probabiliste du RDS s'appuie sur un nombre plus conséquent de dispositions que celles valorisées dans l'analyse déterministe. Dans sa lettre [2], l'ASN a demandé à EDF de modifier les STE afin de requérir disponibles toutes les dispositions valorisées par le RDS et d'associer aux indisponibilités de ces matériels un événement de groupe 1.

Sur la base d'une démarche applicable aux dispositions RRC-A relatives au BK, moins stricte que celle utilisée par EDF pour la vérification probabiliste du caractère « pratiquement éliminé » des situations susceptibles de conduire à des rejets précoces importants, EDF a apporté quelques renforcements aux exigences qui portent sur les dispositions valorisées en situation de V-LOCA ou de dilution hétérogène et, au cours de l'expertise, s'est engagé à en apporter d'autres.

L'IRSN a vérifié qu'un nombre suffisant de dispositions mentionnées dans le RDS, autres que celles utilisées pour les conditions PCC ou RRC-A, et contribuant à l'« élimination pratique » des situations de V-LOCA ou de dilution

<sup>38</sup> Une condition limite (CL) autorise le fonctionnement du réacteur pendant une durée limitée en écart avec la démonstration de sûreté. La mise en application d'une condition limite impose la comptabilisation d'un événement de groupe 1.

<sup>39</sup> Une situation de V-LOCA conduit à la perte de l'inventaire en eau du circuit primaire et à la vidange de la bache IRWST à l'extérieur de l'enceinte, provoquant la fusion du cœur avec bipasse de l'enceinte.

<sup>40</sup> Une situation de dilution hétérogène mène à la formation d'un bouchon d'eau claire ou froide suffisamment important pour provoquer, une fois envoyé dans le circuit primaire, la fusion du cœur et la perte du confinement.

hétérogène susceptibles de conduire à des rejets précoces importants, font (ou feront, selon l'engagement d'EDF) l'objet d'exigences STE associées à un haut niveau de disponibilité. Cette approche est conforme à la recommandation formulée par l'IRSN dans son avis [1] au sujet des dispositions valorisées dans les situations de V-LOCA et de dilution hétérogène. À l'issue de cette analyse, l'IRSN a identifié un certain nombre de dispositions (organisationnelles, alarmes assurant le suivi en exploitation ou automatismes) qu'EDF ne propose pas de couvrir par les STE, malgré le fait qu'elles soient nécessaires à la justification du caractère « pratiquement éliminé » des situations de V-LOCA et de dilution hétérogène susceptibles de conduire à des rejets précoces importants. **Ces dispositions font l'objet de la recommandation n° 7 en annexe 1.**

### 2.3. NOYAU DUR POST-FUKUSHIMA

Dans le chapitre « Généralités » des STE, EDF introduit les événements de type « FK ». Ces événements sont de groupe 2 et sont relatifs à l'indisponibilité totale d'une fonction propre au noyau dur (ND) post-Fukushima, nécessaire à la conduite de la chaudière et dont l'indisponibilité ne fait pas déjà l'objet d'un événement de groupe 1. La conduite à tenir prescrite pour ces événements est une réparation avec un délai de sept jours.

#### Dispositions du ND non repérée « FK »

Dans le cadre des évolutions apportées aux STE des réacteurs de 900 MWe à l'issue de la phase générique de leur 4<sup>ème</sup> réexamen périodique (dossier dit « DA VD4 CPY généralisation »), EDF a introduit les événements de groupe N qui concernent les événements non redevables du groupe 1 nécessaires à la conduite de la chaudière dans les études du noyau dur post-Fukushima. Ces dispositions incluent les matériels de mitigation des accidents graves dimensionnés ou vérifiés aux agressions externes extrêmes. Aussi, par cohérence, l'IRSN estime que pour l'EPR FA3 les événements repérés « FK » doivent également couvrir l'ensemble des dispositions permettant la mitigation des situations avec fusion du cœur faisant suite à une agression extrême. Or, l'IRSN note que dans les STE AMES de l'EPR FA3, l'indisponibilité totale de six dispositions du ND, nécessaires à la limitation des rejets radioactifs en situation d'AG, n'est pas repérée « FK ». Par conséquent, ces six indisponibilités ne sont redevables que d'un événement de groupe 2 dont la conduite à tenir requiert la réparation sous un mois. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 8 en annexe 1.**

#### Stratégie de repli ou de réparation

Les événements repérés « FK » sont de groupe 2 et leur conduite à tenir prescrit systématiquement une réparation avec un délai de sept jours. Pour rappel, l'IRSN avait recommandé [1], pour les dispositions du noyau dur de l'EPR FA3, que l'indisponibilité totale d'une disposition du noyau dur soit classée en groupe 1. Or, aux événements de groupe 1 sont associés, autant que possible, des stratégies de repli du réacteur dans un état plus sûr que l'état initial<sup>41</sup>.

L'IRSN souligne que le fait d'identifier dans les STE un état de repli plus sûr permet de prescrire la conduite à tenir la plus adaptée à l'enjeu de sûreté qui doit être appliquée dans tous les cas pour lesquels la réparation n'est pas possible sous sept jours. À ce titre, l'IRSN rappelle que dans le cadre du DA VD4 CPY généralisation, EDF a associé autant que possible des stratégies de repli aux événements de groupe N. **Aussi, pour les dispositions du ND de l'EPR FA3 ayant pour rôle la limitation des conséquences en cas de fusion du cœur, l'IRSN estime qu'une stratégie de repli doit au moins être associée aux fonctions dont l'indisponibilité conduirait à des dommages irréversibles sur le confinement en situation d'AG. Pour les dispositions du ND ayant pour rôle la prévention de la fusion du cœur, l'IRSN estime qu'une stratégie de repli doit au moins être associée aux fonctions dont l'indisponibilité augmente de manière significative le risque de situation non maîtrisée en cas de survenue d'une agression extrême. Ce point fait l'objet de la recommandation n° 9 en annexe 1.**

<sup>41</sup> État initial : état du réacteur dans lequel l'anomalie a été découverte.

## Délai d'amorçage du repli ou de réparation

L'appoint à la piscine du BK par le bassin nord SEA<sup>42</sup> est associé à un événement repéré « FK » avec un délai de réparation de sept jours. Or, une situation de fusion de combustible dans le BK conduirait à des conséquences radiologiques importantes et immédiates du fait de l'absence de confinement et de l'absence de disposition de limitation des conséquences d'un accident non maîtrisé. **Aussi, l'IRSN estime nécessaire que les STE de l'EPR FA3 prescrivent pour cette fonction un délai de réparation limité à trois jours.**

Par ailleurs, dans les domaines d'exploitation de RP à RCD, l'indisponibilité des deux files de filtration iode du système DCL<sup>43</sup> ainsi que l'indisponibilité d'une ou des deux chaîne(s) de détection d'activité à la prise d'air du système DCL font l'objet d'un événement repéré « FK ». Dans les deux cas, la réparation est requise sous sept jours. Or, ces indisponibilités rendraient la salle de commande inhabitable si un accident grave survenait sur un autre réacteur du site de Flamanville. Pour rappel, sur les réacteurs du parc en fonctionnement, l'indisponibilité partielle ou totale de la fonction filtration iode de la salle de commande fait l'objet d'un événement de groupe 1 avec, pour conduite à tenir, une réparation sous trois jours. **Aussi, l'IRSN estime nécessaire que les STE de l'EPR FA3 prescrivent pour la filtration iode du système DCL et la détection d'activité à la prise d'air du système DCL un délai de réparation limité à trois jours.**

**Ces différents points font l'objet de la recommandation n° 10 en annexe 1.**

## Maintenance préventive

Les STE AMES autorisent à générer volontairement l'indisponibilité totale d'une disposition du ND pour « maintenance » de manière globale, sans faire la distinction entre la « maintenance préventive » et la « maintenance corrective programmée »<sup>44</sup>. Pour l'IRSN, ces prescriptions sont proches de celles associées aux événements de groupe 2. Or, l'IRSN avait recommandé [1] le classement en groupe 1 de ces indisponibilités, groupe pour lequel la génération volontaire d'un événement n'est autorisée que pour la maintenance préventive, outre les manœuvres courantes d'exploitation et les essais périodiques. **Pour l'IRSN, EDF doit donc limiter à la « maintenance préventive » l'autorisation de rendre totalement indisponible pour « maintenance » une disposition du ND.**

De plus, hormis le cas particulier du bassin nord SEA, la réalisation des activités de maintenance préventive rendant totalement indisponible une disposition du ND n'est encadrée par aucune prescription particulière. Celle-ci peut donc être réalisée dans tous les domaines d'exploitation, sans mesures compensatoires spécifiques. **L'IRSN estime que des prescriptions particulières (PP)<sup>45</sup> devront être introduites dans les STE pour encadrer la réalisation de la maintenance préventive et des manœuvres d'exploitation.**

**Ces points font l'objet de la recommandation n° 11 en annexe 1.**

## Essais périodiques

Pour les essais périodiques (EP) nécessitant de rendre indisponible temporairement une disposition du ND et de fait générant des événements repérés « FK », EDF ne précise pas dans les STE que les conditions initiales mentionnées dans les règles d'essai pour la réalisation de ces EP doivent être respectées. Pour rappel, ce point

<sup>42</sup> Bassin contenant de l'eau en attente de déminéralisation.

<sup>43</sup> DCL : système de ventilation et conditionnement de la salle de commande et des locaux annexes.

<sup>44</sup> La maintenance corrective programmée concerne le traitement d'un matériel affecté par un défaut, dont la disponibilité n'est pas remise en cause à court ou moyen terme. Le traitement peut donc être repoussé par exemple lors d'un arrêt du réacteur, lorsque le matériel n'est pas requis.

<sup>45</sup> Une prescription particulière autorise le non-respect d'une prescription générale sous réserve que plusieurs mesures palliatives soient mises en œuvre, permettant de réduire (voire d'annuler) l'impact sur la sûreté.

est précisé pour les événements de groupe 1 ainsi que pour les événements de groupe N, introduits dans le cadre du DA VD4 CPY Généralisation. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 12 en annexe 1.**

### Règle d'astreinte

Les STE AMES précisent qu'il est interdit de rendre indisponible une fonction de sûreté générant un événement de groupe 1 pour des activités de maintenance préventive, pour une manœuvre courante d'exploitation ou encore pour un essai périodique des chapitres IX et X des RGE, si un événement de ce même groupe est déjà en cours ou si le réacteur n'est pas dans un état stable, ou si une procédure incidentelle ou accidentelle est en cours d'application.

Or, EDF n'a pas mis à jour cette règle afin de tenir compte des événements repérés « FK ». Aussi, EDF se donne la possibilité de rendre volontairement indisponible une fonction de sûreté générant un événement de groupe 1 en présence d'une indisponibilité d'une disposition du ND générant un événement repéré « FK ». Dans le cadre d'une approche proportionnée aux enjeux de sûreté, l'IRSN estime nécessaire que les STE interdisent de rendre indisponible une fonction de sûreté générant un événement de groupe 1 qui augmente le risque de fusion du cœur<sup>46</sup> tant qu'une indisponibilité repérée « FK » ne permettant plus de limiter les conséquences des AG est en cours. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 13 en annexe 1.**

### Événements « FK » autres

Le chapitre « Généralités » des STE AMES précise que la possibilité de provoquer un événement du groupe 1 ne rentrant ni dans le cadre du « fortuit » ni dans le cadre du « programmé » doit faire l'objet d'une analyse particulière préalable formalisée à travers une demande de modification temporaire du chapitre III des RGE. Toutefois, pour les événements repérés « FK », aucune précision de ce type ne figure dans les STE AMES. Pour rappel, dans le cadre du DA CPY VD4 généralisation, pour ce qui concerne les événements « autres » (ne relevant ni du « fortuit » ni du « programmé »), EDF a associé aux événements de groupe N les mêmes exigences que celles associées aux événements de groupe 1. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 14 en annexe 1.**

### Cumuls d'indisponibilités impliquant des événements « FK »

#### Événements du groupe 1 et « FK » en simultané

Pour les dispositions du ND ayant pour rôle la limitation des conséquences en cas de fusion du cœur et dont l'indisponibilité totale est redevable d'un événement « FK », la conduite à tenir en cas d'indisponibilité fortuite ne prescrit aucun renforcement en cas de cumul avec un événement de groupe 1 (fortuit ou programmé) qui augmente le risque de fusion du cœur.

De même, pour les dispositions du ND ayant pour rôle la prévention de la fusion du cœur et dont l'indisponibilité totale est redevable d'un événement « FK », la conduite à tenir en cas d'indisponibilité fortuite ne prescrit aucun renforcement en cas de cumul avec une fonction de sûreté dont l'indisponibilité est redevable d'événement de groupe 1 ayant pour rôle la limitation des conséquences en cas de fusion du cœur (fortuit ou programmé).

Or pour ces deux situations de cumul, les conséquences d'un initiateur sur l'environnement seraient plus importantes compte tenu que les lignes de défense relatives à la prévention du risque de fusion du cœur et à la limitation des conséquences en AG sont simultanément affectées. Pour l'IRSN, EDF doit prévoir un renforcement de la conduite à tenir des événements repérés « FK » pour prendre en compte ces situations de cumul.

L'IRSN souligne que ce renforcement devrait également s'appliquer lorsque l'événement « FK » se cumule avec une condition limite, dont la durée peut s'étendre sur plusieurs jours. Pour les événements programmés du groupe 1 générés lors des EP, la prise en compte de ce type de renforcement devrait inciter l'exploitant à ne pas prolonger inutilement la durée d'indisponibilité au-delà de 24 heures.

---

<sup>46</sup> Les indisponibilités du groupe 1 relatives au BK ou à l'intégrité de la troisième barrière ne font pas partie de cette catégorie.

Pour rappel, dans le cadre du DA VD4 CPY généralisation, EDF a introduit un renforcement de la conduite à tenir en cas de cumul d'un événement de groupe N et d'un événement de groupe 1, qu'il soit fortuit ou programmé. Ce renforcement consiste à restreindre le délai d'amorçage du repli de sept à trois jours. Même si ce renforcement n'a pas été jugé suffisant par l'IRSN, il représente néanmoins une avancée importante par rapport aux événements « FK » de l'EPR FA3, pour lesquels EDF n'a proposé aucun renforcement en cas de cumul avec un événement de groupe 1.

**Ce point fait l'objet de la recommandation n° 15 en annexe 1.**

#### Cumul d'événements « FK »

EDF ne prévoit aucune règle forfaitaire de cumul applicable aux événements « FK ». Pour l'IRSN, si deux indisponibilités affectent simultanément le réacteur, dont l'une augmente le risque de fusion du cœur et l'autre relève de la limitation des conséquences en AG et affaiblit le confinement, les risques de rejets importants dans l'environnement en cas d'agression extrême seront d'autant plus élevés. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 16 en annexe 1.**

## 2.4. FONCTIONS SUPPORTS DES FCEN

Dans sa lettre [2], l'ASN a demandé à EDF d'encadrer, par les STE, l'indisponibilité d'une fonction support qui provoque dans la pratique l'indisponibilité de la fonction FCEN qu'elle supporte.

EDF ne souhaite pas donner de suite favorable à cette demande et considère que, si le repli est demandé, l'exploitant évalue tout d'abord la disponibilité des FCEN pour réaliser son repli même en cas d'indisponibilité de leurs fonctions supports.

Selon EDF, il n'est donc pas opportun de déclarer une FCEN indisponible au titre des STE du fait de l'indisponibilité du conditionnement en température des locaux abritant les matériels constituant les FCEN par exemple, ceci afin de pouvoir effectuer, en cas de besoin, le repli en conduite normale, et non en conduite incidentelle et accidentelle. L'IRSN partage la position d'EDF de privilégier, autant que possible, le repli en conduite normale. Toutefois, pour préserver la disponibilité des FCEN, les températures des locaux dans lesquels leurs composants sont situés devraient ne pas dépasser les valeurs admissibles. Ce risque est réel dès que le système de conditionnement en température de ces locaux n'assure plus sa fonction. C'est la raison pour laquelle la pleine disponibilité de ce système doit être retrouvée sous un délai maîtrisé et, dans l'attente, les températures ambiantes doivent être surveillées et contrôlées, par la mise en place de moyens de substitution.

L'IRSN souligne que des exigences STE de ce type sont d'application sur le parc en exploitation. **Aussi, en cohérence avec le parc en exploitation, l'IRSN formule la recommandation n° 17 en annexe 1.**

## 2.5. APPLICATION DES REGLES D'ETUDES PCC AU BATIMENT COMBUSTIBLE

Les STE de l'EPR FA3 permettent de rendre indisponible un train PTR<sup>47</sup> ou un groupe électrogène principal pour des opérations de maintenance préventive, sans que la restitution sous un délai défini soit considérée nécessaire et sans que la durée maximale d'indisponibilité soit précisée de manière systématique. De plus, l'événement de groupe 1 associé à la perte fortuite d'un groupe électrogène principal ou d'un train PTR principal peut être déclassé en groupe 2 sous certaines conditions.

Or, lors de l'indisponibilité d'un train PTR principal ou d'un groupe électrogène principal pour des opérations de maintenance préventive, un événement initiateur unique peut provoquer la perte du train PTR principal en service. En cumulant cet initiateur avec un aggravant affectant le troisième train PTR en situation de MDTE<sup>48</sup>, conformément aux cas d'étude de transitoires PCC, le refroidissement de la piscine BK serait perdu et l'atteinte

<sup>47</sup> PTR : système de refroidissement des piscines.

<sup>48</sup> MDTE : manque de tension externe.

du critère de découplage d'une température de 80 °C de la piscine pourrait ne pas être évitée. À ce titre, l'IRSN avait émis les recommandations RIII-2 et RIII-3 [1], recommandations reprises par l'ASN [2].

EDF indique, dans sa réponse, que les directives techniques ne précisent pas explicitement les règles d'étude à appliquer aux transitoires de référence PCC BK, et qu'en conséquence il ne serait pas nécessaire de prendre en compte un cumul {MDTE + aggravant} dans les études de sûreté PCC BK. À cet égard, EDF indique que les STE sont conformes aux exigences de sûreté et ne nécessitent pas d'évolution. A contrario, l'IRSN considère toujours que les études des transitoires de référence PCC concernant le BK doivent considérer le cumul de situations {MDTE + aggravant}. **L'IRSN estime donc qu'EDF n'a pas répondu de façon satisfaisante à la demande de l'ASN sur ce point.**

### 3. ANALYSE DES MODIFICATIONS ISSUES DES RETOURS INTERNES EDF AU JALON AMES

#### 3.1. REQUALIFICATION TARDIVE

Les STE AMES ont été amendées afin de définir les conditions dans lesquelles peuvent être considérés disponibles les matériels dont la requalification fonctionnelle ne peut être achevée que lorsque la disponibilité de ces matériels est déjà requise par les STE.

À ce jour, outre les matériels d'ores et déjà couverts par le chapitre « Définitions » des STE AMES (capteurs et soupapes de sûreté du pressuriseur), EDF a identifié que les matériels suivants nécessitent une requalification tardive : les soupapes de sûreté VVP<sup>49</sup>, les vannes d'isolement vapeur VVP, les GMPP, les vannes d'isolement VDA<sup>50</sup> et les vannes réglantes VDA. Toutefois, pour ces matériels, EDF n'a pas justifié que les conditions génériques à respecter relatives à la requalification tardive, précisées au chapitre « Généralités » des STE, sont suffisantes pour les considérer disponibles dans l'attente de leur requalification fonctionnelle. **L'IRSN estime qu'EDF doit apporter cette justification. Ce point fait l'objet de la recommandation n° 18 en annexe 1.**

Les évolutions apportées dans les STE AMES autorisent l'exploitant à rendre indisponible un matériel pour réaliser les essais de requalification fonctionnelle. À cet égard, EDF s'est engagé à mettre à jour le document justificatif du chapitre « Généralités » des STE à l'échéance « DMES Autorisation », dont la transmission est prévue début 2022, afin de préciser que l'événement ou les événements de groupe 1 posés lors des essais de requalification fonctionnelle sont des événements programmés, sauf pour la résolution d'un événement fortuit. Ce dernier cas sera traité par EDF par une analyse de sûreté spécifique, ce qui n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.

Toutefois, EDF n'a pas précisé sa position concernant la nature de l'événement posé lors de la requalification tardive faisant suite à des opérations programmées de maintenance corrective lors de l'arrêt du réacteur. À cet égard, l'IRSN considère que les STE devraient préciser la nature « programmée » de l'événement posé lors de la requalification tardive faisant suite à une opération de « maintenance préventive » ou à une opération de « maintenance corrective » programmée lors de l'arrêt du réacteur. Ceci permettra l'application correcte de la règle d'astreinte au déclenchement des événements programmés. **Ce point fait l'objet de l'observation n° 2 en annexe 2.**

Enfin, EDF s'est engagé à mettre à jour le document justificatif des STE à l'échéance « DMES Autorisation » afin d'intégrer la liste des matériels déjà identifiés comme nécessitant une requalification tardive et l'état du réacteur dans lequel doit être finalisée cette requalification. EDF s'est également engagé à compléter cette liste dans le

<sup>49</sup> VVP : circuit de vapeur principal.

<sup>50</sup> VDA : système de décharge à l'atmosphère.

document prescriptif des STE lorsque nécessaire si des besoins nouveaux étaient identifiés à la suite du retour d'expérience. **L'IRSN estime cet engagement d'EDF satisfaisant.**

## CONCLUSION

À l'issue de la présente expertise, l'IRSN estime acceptables, du point de vue de la sûreté, les modifications des STE relevant des DA J5, J6 et AMES, sous réserve de la prise en compte des recommandations formulées en annexe 1 dont certaines devront être prises en compte avant la mise en service de l'EPR FA3. L'IRSN souligne également que les réponses d'EDF à certaines demandes formulées par l'ASN ne sont pas satisfaisantes. Il conviendra qu'EDF amende ces réponses. Enfin, EDF a pris de nombreux engagements au cours de l'expertise. À cet égard, certains engagements nécessitent des études qui pourraient conduire à de nouvelles modifications des STE. Par ailleurs, les autres chapitres des RGE devront être mis en cohérence avec les évolutions des STE à venir.

### IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Thierry PAYEN

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

# ANNEXE 1 A L'AVIS IRSN N° 2021-00120 DU 5 JUILLET 2021

## Recommandations de l'IRSN

### Recommandation n° 1

L'IRSN recommande que, avant la mise en service de l'EPR FA3, EDF complète les spécifications techniques d'exploitation ou le chapitre X des règles générales d'exploitation de manière à prendre en compte l'impact sur la sûreté de l'indisponibilité partielle ou totale des fonctions de protection « puissance thermique élevée » ou « haut flux nucléaire » utilisant les signaux des chaînes neutroniques de niveau puissance intermédiaire.

### Recommandation n° 2

L'IRSN recommande que, avant la mise en service de l'EPR FA3, EDF modifie les STE afin que, dans les domaines d'exploitation RP et AN/GV, la conduite à tenir des événements de groupe 1 relatifs à des dispositions mentionnées dans le RDS contribuant à l'élimination pratique des situations de fusion du cœur susceptibles de conduire à des rejets précoces importants requière systématiquement le repli dans l'état du réacteur « arrêt intermédiaire sur GV aux conditions du RIS-RA », en lieu et place de la réparation dans l'état initial.

### Recommandation n° 3

L'IRSN recommande que, avant la mise en service de l'EPR FA3, EDF modifie les STE dans les domaines d'exploitation RP et AN/GV afin que les indisponibilités des fonctions RRC-A suivantes soient classées en groupe 1 :

- l'indisponibilité du DEA ;
- l'indisponibilité des deux trains EVU en aspersion ;
- l'indisponibilité du refroidissement diversifié DEL des trains ISBP 1 et 4 ;
- l'indisponibilité du refroidissement diversifié DEL d'un train ISBP 1 ou 4 cumulée à l'indisponibilité du train ISBP de la division opposée.

Pour ces indisponibilités, la conduite à tenir prescrite par les STE devra demander d'amorcer le repli du réacteur en AN/RIS-RA fermé, GMPP hors service, sous trois jours.

### Recommandation n° 4

L'IRSN recommande qu'EDF recense les informations de conduite post-accidentelle jugées strictement nécessaires pour atteindre l'état sûr dans les situations PCC de la démonstration de sûreté pour une conduite réalisée au MCP. Pour ces informations, EDF devra associer un niveau d'exigence identique aux informations ICPA ou prévoir la mise en œuvre immédiate d'un moyen palliatif visant à substituer l'utilisation de ces informations au MCP par des informations équivalentes classées ICPA au MCS.

### Recommandation n° 5

L'IRSN recommande qu'EDF considère les informations relevant du déclaratif informatisé et consécutif à l'application des procédures, comme ICPA dès lors que ces informations sont utilisées pour répondre à un test nécessaire à l'atteinte de l'état sûr (PCC) ou de l'état final (RRC-A) des transitoires du RDS.

**Recommandation n° 6**

L'IRSN recommande qu'EDF modifie, avant la mise en service de l'EPR FA3, les STE afin d'associer un événement de groupe 1 à l'indisponibilité cumulée des alarmes RPR 72d3 AA/KA et PTR 6001 KA et au moins un événement de groupe 2 à l'indisponibilité de l'alarme PTR 6001 KA.

**Recommandation n° 7**

Pour la déclinaison dans les STE de la démarche d'élimination pratique des situations de V-LOCA ou de dilution hétérogène susceptibles de conduire à des rejets précoces importants, l'IRSN recommande que, avant la mise en service de l'EPR FA3, EDF ajoute les exigences d'exploitation suivantes :

- lorsque le circuit primaire est fermé, pour chaque train RRI, requérir la disponibilité de l'alarme groupée RCP i290 KA (haute température, haute pression ou haut débit), de l'alarme RRI i114 KA (haut niveau dans la bêche) et d'une alarme de haute activité (KRT 320i KA ou KRT 320q KA), et classer en groupe 1 l'indisponibilité de l'alarme groupée RCP i290 KA et l'indisponibilité cumulée de l'alarme RRI i114 KA et de l'alarme de haute activité requise ;
- dans les domaines d'exploitation RP et AN/GV, requérir les vannes RIS i615 et i616 VP fermées et les cellules électriques débrochées ;
- dans les domaines d'exploitation RP et AN/GV et lorsque les GMPP sont à l'arrêt, requérir la disponibilité des alarmes RIS i510 KA et RIS i550 KA, et classer en groupe 1 l'indisponibilité de chacune de ces alarmes ;
- lorsque les GMPP sont à l'arrêt, requérir disponible l'alarme de position de la vanne RRI i420 VN d'isolement de l'échangeur RIS-RA de la pompe RIS-RA arrêtée, et classer en groupe 1 son indisponibilité ;
- lorsque les GMPP sont à l'arrêt, requérir disponible la fonction du système KCO assurant la fermeture et le maintien en position fermée de la vanne RIS i237 VN de la pompe RIS-RA en attente, et classer en groupe 1 son indisponibilité ;
- dans les domaines d'exploitation RP à APR, requérir les contrôles, après intervention, de la concentration en bore du réservoir de préparation REA 1110 BA, des réservoirs de stockage REA 2110 et 3110 BA et du réservoir tampon REA 6110 BA.

**Recommandation n° 8**

L'IRSN recommande que, avant la mise en service de l'EPR FA3, EDF modifie les STE afin que les indisponibilités totales des dispositions du noyau dur nécessaires à la limitation des rejets en situation d'accident grave soient repérées « FK » de manière exhaustive.

**Recommandation n° 9**

L'IRSN recommande que, avant la mise en service de l'EPR FA3, dans le chapitre généralités des STE, les événements repérés « FK » soient associés à :

- des stratégies de repli du réacteur dans un état différent de l'état initial dans lequel a été découverte l'anomalie lorsqu'il existe un état de repli qui permet de réduire significativement le risque vis-à-vis de la sûreté ;
- ou des délais de restauration des matériels.

Avant la mise en service de l'EPR FA3, EDF devra au moins associer une stratégie de repli aux événements relatifs aux fonctions du noyau dur suivantes : noyage et refroidissement passif du corium (fonction EVU-FS-03), mise en service manuelle des diesels d'ultime secours LJP/S (fonction LJ\*-Fs-03) et lignage de l'aspiration des pompes SRU sur l'ouvrage de rejet (fonction SRU-Fs-02).

**Recommandation n° 10**

L'IRSN recommande que, avant la mise en service de l'EPR FA3, EDF renforce la conduite des événements repérés « FK » suivants, afin que la réparation soit requise sous trois jours pour :

- l'événement « FK » associé à la perte totale de la fonction PTR-FK-01 ;
- les événements « FK » associés à la perte totale d'une des fonctions DCL-Fs-02 et KRT-Fs-02.

**Recommandation n° 11**

Pour chaque disposition du noyau dur, l'IRSN recommande qu'EDF modifie les STE pour que :

- l'autorisation de générer volontairement son indisponibilité totale soit limitée, outre les manœuvres d'exploitation et les essais périodiques, à la maintenance préventive ;
- la maintenance préventive et les manœuvres courantes d'exploitation provoquant l'indisponibilité totale de la disposition du ND soient autorisées uniquement sous prescription particulière, en définissant les conditions permettant de minimiser le risque (durée maximale et mesures compensatoires) et en identifiant les activités pour lesquelles est autorisée l'utilisation d'une prescription particulière. Les mesures compensatoires seront identifiées par des analyses de sûreté spécifiques à chaque disposition du noyau dur et devront notamment exclure les situations de cumuls d'indisponibilités qui engendrent le plus de risques pour la sûreté.

En tout état de cause, la réalisation d'activités de maintenance préventive et des manœuvres courantes d'exploitation provoquant l'indisponibilité totale d'une disposition du noyau dur devra être privilégiée dans les domaines d'exploitation dans lesquels celle-ci n'est pas requise. À cet égard, tout ajout d'une prescription particulière autorisant la réalisation de ces activités, lorsque la disposition du noyau dur est requise, devra être justifié.

**Recommandation n° 12**

L'IRSN recommande qu'EDF précise dans le chapitre généralités des STE que l'autorisation de générer un événement repéré « FK » pour réaliser un essai périodique est subordonnée au respect des conditions de réalisation de l'essai décrites dans la règle d'essais.

**Recommandation n° 13**

L'IRSN recommande qu'EDF modifie les STE pour interdire de provoquer une indisponibilité du groupe 1 pour maintenance préventive ou essai périodique réalisé au titre des chapitres IX et X des RGE, lorsqu'un événement (fortuit ou programmé) repéré « FK » relatif à une disposition ayant pour rôle la limitation des conséquences est déjà en cours, notamment si l'indisponibilité relative au groupe 1 conduit à une augmentation du risque de fusion du cœur.

**Recommandation n° 14**

L'IRSN recommande qu'EDF prescrive dans le chapitre « Généralités » des STE que les événements repérés « FK » ne rentrant ni dans le cadre du « fortuit » ni dans le cadre du « programmé » doivent faire l'objet d'une analyse particulière préalable formalisée dans le cadre d'une demande de modification temporaire du chapitre III des RGE.

### **Recommandation n° 15**

L'IRSN recommande qu'EDF modifie les STE pour que la conduite à tenir des événements repérés « FK » associés à l'indisponibilité totale d'une disposition du noyau dur prescrive un renforcement en cas de cumul avec un événement :

- du groupe 1 hors BK qui augmente le risque de fusion du cœur (fortuit ou programmé), si le rôle de la disposition du noyau dur est de limiter les conséquences en accident grave ;
- du groupe 1 relatif à une disposition dont le rôle est de limiter les conséquences en accident grave (fortuit ou programmé), si le rôle de la disposition du noyau dur est de prévenir la fusion du cœur.

Dans les états standards dans lesquels la conduite à tenir de l'événement repéré « FK » prescrit un repli, ce renforcement devra être appliqué dès lors que la conduite à tenir de l'événement de groupe 1 requiert un repli dans un délai supérieur ou égal à trois jours.

### **Recommandation n° 16**

L'IRSN recommande qu'EDF modifie les STE pour que le délai d'amorçage du repli des événements repérés « FK » hors BK soit réduit de sept à trois jours en cas de cumul de deux événements « FK », dont l'un est relatif à une disposition participant à la prévention de la fusion du cœur et l'autre à une disposition ayant pour rôle la limitation des conséquences en accident grave.

### **Recommandation n° 17**

L'IRSN recommande que, avant la mise en service de l'EPR FA3, EDF requière disponibles les systèmes de conditionnement des locaux dans lesquels sont situés les matériels constituant les FCEN et prescrive une conduite à tenir en cas d'indisponibilité partielle ou totale de ces systèmes, incluant un délai de réparation, ainsi qu'une surveillance et un contrôle des températures.

### **Recommandation n° 18**

L'IRSN recommande qu'EDF justifie pour les matériels identifiés comme nécessitant une requalification tardive sur l'EPR FA3, autres que les capteurs et les soupapes de sûreté du pressuriseur, que les conditions génériques du chapitre « Généralités » sont suffisantes pour considérer disponibles ces matériels jusqu'à leur requalification fonctionnelle tardive. Le cas échéant, EDF devra ajouter dans le chapitre « Définitions » des STE, matériel par matériel, les conditions spécifiques nécessaires à respecter, en plus des conditions génériques du chapitre « Généralités ».

## **ANNEXE 2 A L'AVIS IRSN N° 2021-00120 DU 5 JUILLET 2021**

### **Observations de l'IRSN**

#### **Observation n° 1**

L'IRSN estime qu'EDF devrait inclure, dans ses études visant à justifier la suffisance du nombre de recombineurs auto-catalytiques passifs (RAP) requis pour les domaines d'exploitation RP, AN/GV, AN/RIS-RA et API, une analyse du risque d'accélération de flamme et de phénomènes dynamiques en tenant compte des limites de l'approche multi-compartiments. En cas de risque potentiel, EDF devrait compléter ces études par une évaluation plus fine, ou à défaut, revoir à la hausse le nombre de RAP requis.

#### **Observation n° 2**

L'IRSN estime qu'EDF devrait préciser au § VII.1.4 du chapitre « Généralités » des STE, dans le nota ajouté au titre de la requalification tardive, que l'évènement ou les événements de groupe 1 posés lors des essais de requalification fonctionnelle tardive sont des événements programmés, que cette requalification s'inscrit dans le cadre d'une opération de maintenance préventive ou corrective programmée.