

Fontenay-aux-Roses, le 1<sup>er</sup> mars 2019

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN/2019-00042

Objet : EDF - REP - Réexamen périodique associé aux quatrièmes visites décennales des réacteurs de 900 MWe du palier CPY

Examen des modifications matérielles et des dossiers d'amendement des règles générales d'exploitation (RGE) associés à la phase A du réexamen (volet générique « palier CPY PMOX » et volet spécifique « Tricastin ») soumis à autorisation au titre de l'article 26 du décret du 2 novembre 2007 modifié.

Les études menées par EDF concernant le palier 900 MWe, en vue du réexamen périodique associé aux quatrièmes visites décennales (VD4 900) des 28 réacteurs du palier CPY et des quatre réacteurs de la centrale nucléaire du Bugey (Palier CP0) ont fait ou font encore aujourd'hui l'objet d'une expertise de la part de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN).

Sur la base de ses études, EDF a soumis à autorisation un premier lot de modifications matérielles et documentaires. Ce lot de modifications « VD4 900 phase A CPY » se compose d'un volet générique, qui sera intégré sur l'ensemble des réacteurs du palier CPY exploités selon la gestion combustible PMOX<sup>1</sup>, et d'un volet spécifique applicable au réacteur n° 1 de la centrale nucléaire du Tricastin. Le volet générique comprend 19 modifications matérielles, un dossier d'amendement (DA) aux règles générales d'exploitation (RGE) concernant les chapitres III, VI, IX et X, ainsi que 10 modifications temporaires (MT) des spécifications techniques d'exploitation (STE). Le volet spécifique au réacteur n° 1 de la centrale nucléaire du Tricastin comprend deux modifications matérielles, ainsi qu'un DA aux RGE concernant les chapitres III et IX.

À la suite des demandes de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) citées en références [1] et [2], l'IRSN a examiné l'acceptabilité, sur le plan de la sûreté et de la radioprotection, de la mise en œuvre de ce premier lot de modifications, afin de s'assurer de l'absence d'impact négatif pour la sûreté et la radioprotection (« non-régression » en termes d'objectifs et de performance) par rapport aux référentiels de conception et d'exploitation actuels applicables aux réacteurs de 900 MWe. De plus, dans la mesure du possible, la suffisance des modifications vis-à-vis de

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

---

<sup>1</sup> PMOX : Parité MOX ; il s'agit de la gestion combustible associée au combustible MOX (ou MOx) constitué d'environ 8,5 % d'oxyde de plutonium et 91,5 % d'oxyde d'uranium appauvri.

l'atteinte des objectifs de sûreté associés au réexamen VD4 900 a été examinée. Il convient à cet égard de souligner que, l'expertise de certaines thématiques du réexamen VD4 900 n'étant pas finalisée, il n'a pas toujours été possible de statuer sur l'atteinte des objectifs de ce réexamen et sur la suffisance des modifications valorisées par EDF dans la démonstration de sûreté associée au réexamen de sûreté. Ainsi, l'IRSN a examiné les modifications matérielles et documentaires devant permettre d'améliorer la gestion :

- **des accidents sans fusion du cœur** :
  - augmentation de la capacité de décharge à l'atmosphère des vannes réglantes GCT-a<sup>2</sup>,
  - réalimentation de la bêche ASG<sup>3</sup> par le circuit d'eau incendie JP\*<sup>4</sup>,
  - augmentation du volume REA<sup>5</sup> bore requis / augmentation du volume libre TEP<sup>6</sup>,
  - amélioration du conditionnement thermique des locaux DVL MT-BT<sup>7</sup>,
  - restauration de marges vis-à-vis du bilan de puissance des groupes électrogène de secours à moteur Diesel,
  - valorisation de la disposition EAS-u<sup>8</sup> permettant d'injecter de l'eau borée dans le circuit primaire et de contribuer au maintien sous-critique du cœur, au titre des dispositions du domaine complémentaire ;
- **des risques de découverture des assemblages de combustible entreposés en piscine de désactivation**, via la création d'un système de refroidissement mobile diversifié (disposition « PTR-bis »), complémentaire au système existant de traitement et de refroidissement d'eau des piscines (PTR) ;
- **des accidents avec fusion du cœur** :
  - modification des têtes de soupapes SEBIM<sup>®</sup> du pressuriseur,
  - ajout d'un registre sur la gaine de ventilation du puits de cuve,
  - disposition permettant de réduire le risque de percée du radier du bâtiment réacteur (BR) par stabilisation du corium ; cette modification est dédiée au site du Tricastin ;
- **des agressions** :
  - renforcement des moyens de protection du site du Tricastin vis-à-vis d'un déversement d'eau gravitaire depuis le canal en cas de rupture des tuyauteries du système de refroidissement des condenseurs (CRF).

Il convient de rappeler que la modification concernant l'installation d'un boremètre sur la ligne de décharge du RCV<sup>9</sup>, déposée par EDF dans le cadre du présent dossier, a déjà été examinée par l'IRSN dans un avis spécifique couvrant les réacteurs des paliers CPY, 1300 MWe et N4 [3].

---

<sup>2</sup> GCT-a : circuit de contournement vapeur de la turbine à l'atmosphère.

<sup>3</sup> ASG : système d'alimentation de secours des générateurs de vapeur (GV).

<sup>4</sup> JP\* : systèmes de production, distribution, protection incendie.

<sup>5</sup> REA : système d'appoint en eau et en bore.

<sup>6</sup> TEP : système de traitement des effluents primaires.

<sup>7</sup> DVL MT-BT : portion du système de ventilation des équipements électriques (DVL) desservant les locaux électriques de moyenne et basse tension (MT-BT) et le relayage.

<sup>8</sup> EAS-u : système ultime d'évacuation de la puissance résiduelle hors de l'enceinte de confinement.

<sup>9</sup> RCV : système de contrôle chimique et volumétrique.

L'IRSN a également examiné des modifications liées à la poursuite du fonctionnement après 40 ans d'exploitation relatives :

- à la maîtrise du vieillissement et de l'obsolescence :
  - généralisation des grappes absorbantes en hafnium dans le référentiel VD4 900,
  - rénovation du système RPN<sup>10</sup>,
  - évolution du système SIP-Protection<sup>11</sup> ;
- au maintien de la qualification aux conditions accidentelles : augmentation de puissance des tableaux électriques à basse tension secourus.

Enfin, l'IRSN a examiné d'autres modifications, en lien avec les dispositions du « noyau dur (ND) »<sup>12</sup> qui feront l'objet du référentiel applicable lors de la phase B<sup>13</sup> ; ces modifications visent principalement à renforcer les ressources électriques des réacteurs d'EDF :

- distribution électrique ND-CPY ;
- contrôle-commande ND s'appuyant sur des équipements existants (CCND-E) ;
- contrôle-commande ND s'appuyant sur des équipements nouveaux (CCND-N).

Au-delà de cette répartition fonctionnelle des modifications matérielles, la présente expertise de l'IRSN a été menée en considérant que certaines d'entre elles sont susceptibles d'être valorisées dans plusieurs domaines. C'est le cas, notamment, de la disposition « EAS-u » qui contribue à la gestion des accidents avec et sans fusion du cœur, et interviendra également dans la maîtrise des situations extrêmes « ND ».

L'IRSN a examiné, en outre, les modifications documentaires associées aux :

- chapitre III des RGE : spécifications techniques d'exploitation (STE) ;
- chapitre VI des RGE : conduite incidentelle et accidentelle (CIA) ;
- chapitre IX des RGE : essais périodiques (EP) ;
- chapitre X des RGE : essais physiques du réacteur.

Enfin, conformément à la saisine en référence [2], l'IRSN a examiné l'acceptabilité de la gestion des équipements de la source froide de la centrale du Tricastin nécessaires à la prévention et à la limitation des conséquences d'une agression de la source froide.

À la fin de l'expertise menée par l'IRSN, EDF a complété et amendé le dossier déposé. Les conclusions de l'IRSN portent sur l'ensemble déposé par EDF, compléments compris.

<sup>10</sup> RPN : système de mesure de la puissance nucléaire.

<sup>11</sup> SIP-Protection : système d'instrumentation processus affecté à la protection du réacteur.

<sup>12</sup> Le « noyau dur » est un ensemble de dispositions matérielles et organisationnelles robustes visant, pour les situations extrêmes étudiées dans le cadre des évaluations complémentaires de sûreté (ECS), à :

- prévenir un accident avec fusion du combustible ou en limiter la progression ;
- limiter les rejets radioactifs massifs ;
- permettre à l'exploitant d'assurer les missions qui lui incombent dans la gestion d'une crise.

Le noyau dur est constitué d'une part de nouveaux moyens ultimes, d'autre part de moyens existants dont EDF vérifiera l'adéquation pour appartenir au noyau dur.

<sup>13</sup> Les modifications associées au réexamen périodique VD4 seront déployées en deux phases : la première phase (« Phase A ») lors de la visite décennale de chaque réacteur et la seconde phase (« Phase B ») lors de la seconde visite partielle suivant la visite décennale, c'est-à-dire 4 ans après.

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

### **MODIFICATIONS MATÉRIELLES ET IMPACTS DOCUMENTAIRES ASSOCIÉS**

Les exigences introduites dans les RGE lors de la phase A de la VD4 900 pour les matériels du noyau dur installés, par exemple, le diesel d'ultime secours (DUS) et l'EAS-u, ne prennent pas en compte leur rôle en situation d'agression extrême, mais des fonctions assurées par ces équipements vis-à-vis d'autres situations déjà couvertes par le rapport de sûreté en phase A (situations du domaine complémentaire et accidents graves). **Les exigences associées à ces matériels dans les RGE, dans le cadre de cette expertise, sont donc limitées pour se conformer à ce référentiel et seront à revoir lorsque les matériels du noyau dur seront installés dans leur intégralité et le référentiel « ND » appliqué, à savoir, selon EDF, lors de la phase B du réexamen périodique.**



L'expertise par l'IRSN des modifications associées à la gestion des **accidents sans fusion du cœur** met en avant les points saillants suivants :

#### **Résorption de l'anomalie d'étude relative à l'incomplétude de la méthode de calcul de la consommation d'eau ASG par bilan d'enthalpie**

En 2017, EDF a déclaré une anomalie d'étude à caractère générique pour le palier CPY, relative à l'incomplétude de la méthode de calcul de la consommation d'eau ASG<sup>14</sup> par bilan d'enthalpie. Compte tenu de cette anomalie, il n'était plus possible de démontrer, avec les hypothèses du rapport de sûreté, l'atteinte des conditions de connexion du circuit de refroidissement à l'arrêt (RRA) avant la vidange de la bêche ASG pour trois études du domaine de dimensionnement.

Le traitement de cette anomalie en VD4 repose sur une modification de conduite (arrêt automatique de deux GMPP<sup>15</sup> sur trois), ainsi que sur deux modifications matérielles détaillées ci-après.

**Le caractère acceptable de ces modifications a fait l'objet d'une expertise présentée lors de la réunion du groupe permanent d'experts pour les réacteurs (GPR) consacrée aux « Études VD4 900 » (réunion des 30 et 31 janvier 2019) [4].**

#### **Augmentation du débit des vannes réglantes GCT-a**

EDF augmente la capacité de décharge à l'atmosphère des vannes réglantes GCT-a en procédant au remplacement de pièces internes des vannes. La modification consiste en un allongement de la course de ces vannes.

Si cette modification engendre une augmentation du débit minimum à pleine ouverture (ce qui est l'objectif visé), elle conduit également à une augmentation du temps de manœuvre des vannes.

EDF a vérifié que les exigences de débit et de temps d'ouverture des vannes sont respectées lors d'essais de performance. Toutefois, ces essais ont mis en évidence un grippage lors des essais de fermeture. EDF considère que ce grippage est imputable aux conditions de réalisation de ces essais et a prévu des essais complémentaires de performance dans des conditions plus représentatives pour démontrer la qualification.

<sup>14</sup> ASG : système d'alimentation de secours des générateurs de vapeur.

<sup>15</sup> GMPP : groupes motopompes primaires autrement appelés « pompes primaires ».

Par conséquent, l'IRSN considère que la modification « Augmentation du débit des vannes réglantes GCT-a », telle que déposée et complétée par EDF, ne génère pas de risque de régression sur la sûreté, **sous réserve que la qualification du matériel soit effectivement acquise.**

Réalimentation des bâches d'eau alimentaire de secours (ASG) par le système (JP\*)

EDF prévoit de créer un lignage depuis les circuits incendie JP\* vers le circuit d'alimentation de la bâche ASG. Sur ces circuits seront en particulier ajoutés une vanne réglante du débit, un dispositif de filtration qui rendra l'eau d'alimentation de la bâche ASG compatible avec le bon fonctionnement des pompes ASG, ainsi que deux vannes d'isolement, qui permettront la maintenance du filtre.

À l'instar des conclusions de son expertise menée concernant la modification analogue réalisée sur le palier 1300 MWe, l'IRSN considère qu'un essai de requalification doit être réalisé sur tous les réacteurs, après implantation de la modification afin de détecter tout mauvais fonctionnement du filtre résultant, par exemple, d'un défaut de fabrication. **Ce point a fait l'objet d'un engagement satisfaisant de la part d'EDF.**

Les évolutions du chapitre III des RGE (STE) associées à cette modification appellent les remarques suivantes. Grâce à cette modification matérielle, la bâche ASG peut être réalimentée, comme auparavant, par le système SER<sup>16</sup> de manière gravitaire, mais également par le circuit JP\* du réacteur ou du réacteur voisin. Ainsi, la fonction de réalimentation de la bâche ASG par le circuit JP\* du réacteur ou du réacteur voisin est désormais requise disponible par les STE dans les domaines d'exploitation du réacteur dans lesquels la bâche ASG est requise.

Pour les sites situés en bord de mer (Blayais et Gravelines), pour lesquels la réalimentation JP\* provient d'une bâche propre au réacteur ou au réacteur voisin, les études ont montré que, dans ces domaines d'exploitation, la quantité d'eau nécessaire à la réalimentation de la bâche ASG pour l'accident à considérer est supérieure à la capacité d'une seule bâche JPP<sup>17</sup>. Les réserves d'eau secondaire pourraient donc s'avérer insuffisantes pour atteindre l'état sûr, s'il n'est pas possible d'utiliser, en complément, le contenu de la seconde bâche JPP (celle associée au réacteur voisin).

En l'absence de valorisation possible de la réalimentation automatique de la bâche ASG par d'autres réserves en eau du site, faute de classement de sûreté de ces réserves, l'IRSN estime nécessaire de requérir dans les STE, la disponibilité de ressources en eau suffisantes, **ce qui fait l'objet de la recommandation n° 1 en Annexe 1.**

Dans le référentiel de sûreté précédent, la réalimentation gravitaire de la bâche ASG par le système SER constitue une disposition complémentaire valorisée notamment dans les situations de perte totale de la source froide (situation dite « H1 »). Dans le référentiel VD4 900, EDF propose de valoriser, en complément de cette disposition, la mise en place de la réalimentation de la bâche ASG par le circuit JP\* du réacteur ou du réacteur voisin tout en relaxant les exigences des STE associées à la réalimentation gravitaire de la bâche ASG par le SER. L'analyse par l'IRSN de cette modification des STE prend en compte les éventuelles dépendances, au niveau de la prise d'eau, entre le circuit du système d'alimentation en eau brute secouru et le moyen de substitution proposé par EDF pour pallier la situation « H1 ». Pour certains réacteurs situés en bord de rivière, en raison de modes communs sur les prises d'eau, l'IRSN estime nécessaire le maintien des exigences actuellement en vigueur, **ce qui fait l'objet de la recommandation n° 2 en Annexe 1.**

<sup>16</sup> SER : système de distribution d'eau déminéralisée conventionnel.

<sup>17</sup> JPP : Système de production d'eau de lutte contre l'incendie.

Par conséquent, l'IRSN considère que la modification « *Réalimentation des bâches ASG par le système JP\** », telle que déposée et complétée par EDF, ne génère pas de risque de régression sur la sûreté, sous réserve de la prise en compte des recommandations n° 1 et n° 2.

#### Augmentation du volume REA Bore requis - Augmentation du volume libre TEP

Dans le cadre du référentiel VD4 900, la restauration des marges sur les études de sûreté vis-à-vis du cœur a conduit à réévaluer les volumes requis dans les bâches REA bore et TEP dans l'état standard RP (réacteur en production). En cohérence, le réglage de seuils d'alarme associés est modifié sur des cartes à seuil situées dans des armoires de régulation.

L'IRSN considère que la modification « Augmentation du volume REA bore requis - Augmentation du volume libre TEP », telle que déposée et complétée par EDF, ne génère pas de risque de régression sur la sûreté.

Par ailleurs, le caractère acceptable de cette modification vis-à-vis de la maîtrise de la réactivité dans les études des conditions de fonctionnement a fait l'objet d'une expertise dans le cadre de la réunion du GPR « Études VD4 900 » qui s'est tenue les 30 et 31 janvier 2019 [4]. Le volume de bore requis dans les bâches REA bore pourrait être réévalué en fonction des compléments attendus de la part d'EDF<sup>18</sup> pour démontrer le respect des critères de sûreté en cas d'accident de dilution homogène du même type que celui considéré pour le réacteur EPR de Flamanville [8].

#### Amélioration du conditionnement thermique des locaux ventilés par le système de ventilation des locaux électriques (DVL MT-BT)

À la suite des épisodes de canicule de 2003 et 2006, EDF a proposé un référentiel « grands chauds » visant à vérifier le bon fonctionnement des équipements importants pour la sûreté avec des températures de l'air et de l'eau plus élevées en régime permanent (redimensionnement) et pour des situations exceptionnellement chaudes (agression canicule) pouvant être observées à l'horizon 2030. Sur la base des conclusions de l'expertise par l'IRSN de ce référentiel et des demandes émises par l'ASN à la suite de cette expertise [5], EDF a réalisé une nouvelle étude thermique dont les résultats ont mis en évidence des dépassements de température dans les locaux ventilés par le système DVL MT-BT rendant nécessaire la mise en œuvre d'une modification pour améliorer le conditionnement thermique des locaux ventilés.

Par ailleurs, EDF envisage d'intégrer le système DVL MT-BT au sein du « noyau dur ». À ce titre, une commande manuelle est notamment ajoutée pour manœuvrer les registres de recirculation du système DVL. Cette nouvelle commande permet, d'ores et déjà, en cas de pollution de l'air extérieur<sup>19</sup> entraînant le fonctionnement du DVL en configuration de recirculation, de rouvrir les registres sur température élevée dans les locaux électriques ou après disparition de la pollution de l'air extérieur.

Au référentiel de sûreté précédent, le chapitre IX des RGE comporte un essai visant à vérifier le passage en configuration de recirculation du système DVL. Cet essai est associé à un critère de groupe B<sup>20</sup>.

Au passage au référentiel VD4, l'essai existant est maintenu. En outre, un essai quinquennal de vérification de la

<sup>18</sup> Ces compléments concernent l'accident de dilution homogène par rupture d'un tube de l'échangeur du circuit d'étanchéité des pompes primaires dans l'état d'arrêt normal avec au moins une pompe primaire en service et dans l'état réacteur en production.

<sup>19</sup> Dans le cadre de la préparation de la réunion du groupe permanent pour les réacteurs (GPR) consacrée aux « Agressions VD4 900 », cette « pollution extérieure » est assimilée à un « nuage toxique ».

<sup>20</sup> Groupe B : Sont classés en groupe B les critères d'essais dont l'évolution est caractéristique de la dégradation d'un équipement ou d'une fonction sans que pour cela ses performances ou sa disponibilité soient, après analyse, systématiquement remises en cause pendant la durée de la mission.

manœuvrabilité manuelle de ces registres, associé à un critère de groupe B, est créé dans le chapitre IX des RGE. **Compte tenu de l'importance pour la sûreté d'une bonne manœuvrabilité de ces registres, pour assurer d'une part le passage en recirculation du système DVL en cas de pollution extérieure, d'autre part la remise en configuration normale afin d'éviter une montée en température dans les locaux électriques qui conduirait à la perte de matériels importants pour la sûreté, l'IRSN estime que les essais périodiques de vérification de la séquence de passage en configuration de recirculation du système DVL MT-BT ainsi que de manœuvrabilité manuelle des registres doivent faire l'objet d'un reclassement en critère de groupe A<sup>21</sup>. Ce point fait l'objet de la recommandation n° 4 en Annexe 1.**

Par conséquent, l'IRSN considère que cette modification, telle que déposée et complétée par EDF, ne génère pas de risque de régression sur la sûreté sous réserve de la prise en compte de la recommandation n° 4.

#### Restauration de marges vis-à-vis du bilan de puissance des groupes électrogènes de secours à moteur Diesel - Saturation des diesels

En vue de disposer d'une puissance électrique suffisante pour alimenter les matériels ajoutés dans le cadre de la VD4 900 requérant un secours par les groupes électrogènes à moteur Diesel, EDF prévoit de dégager 100 kW de marge de puissance.

Pour ce faire, des délestages définitifs sont créés sur certains actionneurs lors des pertes des alimentations électriques externes cumulées ou non à certains accidents. Cette modification a un impact positif sur le comportement dynamique des groupes électrogènes puisqu'elle permettrait d'économiser de 40 kW à 190 kW dans ces situations.

L'IRSN considère que la modification « Saturation des diesels CPY », telle que déposée par EDF, ne génère pas de risque de régression sur la sûreté dans la mesure où les matériels délestés ne sont pas nécessaires à la démonstration de sûreté et considère qu'elle contribue à améliorer le bilan de puissance des diesels du palier CPY. Néanmoins, la suffisance de cette modification quant à l'atteinte des objectifs du réexamen VD4 900 fait actuellement l'objet d'une expertise complémentaire.

#### Disposition EAS-u

La disposition EAS-u contribue au maintien sous-critique du cœur du réacteur en assurant une injection d'eau borée dans le circuit primaire. À ce titre, cette disposition est valorisée, dès la phase A de la VD4, en tant que nouveau moyen d'appoint au circuit primaire en situation de perte totale des sources électriques externes et internes (situation dite « H3 »), prise en compte dans le référentiel de sûreté au titre du domaine complémentaire. En anticipation des situations d'accident grave (AG), la mise en œuvre de la disposition EAS-u permet d'assurer un niveau d'eau suffisant dans les puisards de l'enceinte. En situation AG, cette disposition assure l'évacuation de la puissance hors de l'enceinte de confinement sans ouverture de son dispositif d'éventage. Au-delà, la disposition EAS-u doit permettre l'évacuation de la puissance résiduelle hors de l'enceinte de confinement lors des situations extrêmes « ND » ayant pu entraîner, notamment, la perte totale des moyens d'injection de sécurité (RIS) et d'aspersion de l'enceinte (EAS).

Cette disposition est constituée d'une partie fixe comprenant principalement une pompe, un échangeur et différentes lignes de tuyauteries connectées aux systèmes existants RIS et EAS, mais aussi de moyens mobiles permettant l'évacuation de la puissance résiduelle de l'enceinte grâce à la source froide ultime (SFu). EDF prévoit

---

<sup>21</sup> Groupe A : Sont classés en groupe A les critères d'essais dont le non-respect compromet un ou plusieurs objectifs de sûreté.

que ces moyens soient acheminés depuis l'extérieur du site et mis en œuvre par la force d'action rapide nucléaire (FARN).

Lorsque la disposition EAS-u est en service, EDF doit justifier l'étanchéité du tronçon du système EAS existant, situé entre le puisard et les vannes d'isolement de l'enceinte, dans les conditions de fonctionnement d'accident grave. **EDF s'est engagé à fournir cette démonstration au premier trimestre 2019.** En outre, la pompe EAS-u est conçue avec des exigences ESPN moins contraignantes que les exigences du reste du circuit. **Ce point est étudié dans le cadre de l'expertise associée à la préparation de la réunion du GPR « Accidents graves » [6].**

**De plus, la qualification de la pompe EAS-u et des matériels associés a été transmise récemment par EDF, ce qui n'a pas permis une expertise de l'IRSN dans ce cadre.**

Dans toutes les situations hors essai, la ligne de retour vers la bêche PTR doit demeurer fermée. En effet, dans le cas contraire, le débit requis d'injection au circuit primaire et d'injection vers les puisards de l'enceinte pourrait ne pas être garanti. L'IRSN estime que la définition de la disponibilité du dispositif EAS-u dans les STE doit être complétée afin de préciser que les robinets permettant d'isoler la ligne d'essai de la pompe EAS-u doivent demeurer fermés. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 14 en Annexe 1.**

Par ailleurs, EDF crée un essai de périodicité « cycle » pour vérifier l'absence de dégradation de la pompe EAS-u en utilisant la ligne de retour vers la bêche de stockage PTR. L'absence d'utilisation de la pompe EAS-u pendant un cycle peut remettre en cause sa fiabilité et entraîner un risque de non-détection d'un défaut latent pendant plusieurs mois. À l'issue de l'expertise, EDF a accepté la réalisation d'un essai de démarrage de la pompe EAS-u tous les quatre mois, mais a précisé qu'une analyse complémentaire avec le constructeur est nécessaire afin de définir le cadre (maintenance ou chapitre IX) dans lequel ces démarrages seront effectués. Sans attendre cette analyse complémentaire, l'IRSN estime que la valorisation de la pompe EAS-u, dans le cadre du nouveau domaine complémentaire et des accidents graves, justifie de réaliser cet essai au titre du chapitre IX des RGE. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 15 en Annexe 1.**

En outre, la vérification de l'absence de dégradation de la pompe EAS-u lors de cet essai nécessite l'ouverture des robinets permettant d'isoler la ligne d'essai de la pompe EAS-u. Dans les domaines d'exploitation du réacteur dans lesquels le système EAS-u est requis, l'ouverture de ces robinets provoque l'indisponibilité de l'EAS-u. Pour l'IRSN, cette indisponibilité est acceptable si des dispositions sont prises durant l'essai pour reconfigurer le circuit en cas de besoin. Conformément à la doctrine du chapitre IX, ces mesures compensatoires doivent être mentionnées dans la règle d'essais périodiques du système EAS. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 16 en Annexe 1.**

Enfin, EDF crée un nouvel essai périodique pour vérifier l'étanchéité interne de ces deux robinets installés en série sur la ligne d'essai de la pompe EAS-u. Ce nouvel essai, de périodicité décennale, sera réalisé en mesurant la fuite en aval des deux robinets maintenus en position fermée. Pour l'IRSN, ce mode de vérification pourrait conduire à ne jamais détecter un défaut d'étanchéité affectant l'un des deux robinets. Or une défaillance, à moyen ou long terme, du deuxième robinet lors d'un accident entraînerait des rejets de radioéléments issus des puisards du bâtiment réacteur (BR) dans l'environnement. Ainsi, l'IRSN considère qu'il est nécessaire de vérifier séparément l'étanchéité interne de chacun des robinets. De plus, en l'absence d'élément permettant d'évaluer la cinétique de dégradation des composants internes des robinets, l'IRSN estime que la périodicité de ce nouvel essai doit être diminuée. **Ces deux points font l'objet de la recommandation n° 20 en Annexe 1.**

Tous les dix ans, EDF envisage de contrôler les performances hydrauliques de la pompe EAS-u via un essai d'injection dans le circuit primaire. Étant donné la nécessité de garantir la disponibilité de la ligne d'injection dans son ensemble, l'IRSN estime que la fréquence de ce contrôle n'est pas suffisante, notamment vis-à-vis du retour



d'expérience d'obstruction de tuyauteries de systèmes EIPS par des corps étrangers. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 17 en Annexe 1.**

Au cours de l'expertise, EDF a indiqué que le circuit froid de l'échangeur EAS-u qui serait connecté, en cas de besoin, à la source froide ultime par la FARN, sera conservé plein d'eau. **La conservation humide du circuit froid de cet échangeur constitue un écart par rapport aux pratiques de conservation à l'arrêt sur une longue durée des équipements des centrales d'EDF qui pourrait conduire à un risque de dégradation.** Si ce mode de conservation humide devait finalement être retenu, l'IRSN estime nécessaire que des contrôles soient réalisés à chaque cycle sur la partie froide de l'échangeur. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 18 en Annexe 1.**

Compte tenu du fonctionnement de l'EAS-u en recirculation depuis les puisards du BR en situation accidentelle, son étanchéité est indispensable afin d'éviter tout rejet radioactif en dehors de l'enceinte de confinement. À ce titre, EDF envisage de contrôler, tous les dix ans, l'étanchéité externe des organes du circuit EAS-u, ainsi que les fuites associées au fonctionnement de la pompe. Pour l'IRSN, la périodicité de ces essais doit être réduite. À titre de comparaison, l'étanchéité des circuits des systèmes RIS et EAS est vérifiée tous les rechargements. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 19 en Annexe 1.**

En complément, la mise en œuvre de la disposition EAS-u est associée à celle d'un dispositif de gestion des fuites en situation d'accident grave abordé ci-après. **La suffisance de la disposition de gestion de ces fuites est examinée dans le cadre de l'expertise réalisée en préparation de la réunion du GPR « Accidents graves - Tous paliers » [6].**

L'IRSN considère que la modification, telle que déposée par EDF et complétée, ne génère pas de risque de régression sur la sûreté, sous réserve de l'obtention de la qualification prévue des matériels, du complément d'aptitude à l'étanchéité du tronçon du système EAS existant, situé entre le puisard et les vannes d'isolement de l'enceinte, dans les conditions de fonctionnement d'accident grave, et de la prise en compte des recommandations n° 14 à 20 concernant les chapitres III et IX des RGE.

**Par ailleurs, la suffisance de la disposition EAS-u pour atteindre les objectifs du réexamen de sûreté VD4 900 est étudiée dans le cadre de l'expertise qui sera présentée lors de la réunion du GPR « Accidents graves - Tous paliers » prévue en mars 2019 [6].**

Enfin, l'analyse des évolutions de conduite du chapitre VI des RGE pour les transitoires de perte totale des alimentations électriques d'un réacteur, du fait notamment de la mise en œuvre de la disposition EAS-u, a fait l'objet d'un avis dédié de l'IRSN [13].



L'expertise par l'IRSN des modifications associées aux risques de **découvrement des assemblages de combustible entreposés en piscine de désactivation** met en avant les points saillants suivants :

*Création d'un système de refroidissement mobile diversifié PTR (système de traitement et refroidissement d'eau des piscines) dit « PTR bis »*

Il ne peut être exclu qu'une agression affecte durablement le circuit de refroidissement de la piscine du bâtiment combustible (BK) dans laquelle le combustible irradié est entreposé du fait de l'absence de séparation physique des voies de refroidissement. Cette perte de refroidissement nécessite, sur le long terme, la restauration du confinement du BK et l'évacuation de l'énergie. Dans ce but, EDF met en place un système de refroidissement mobile à l'extérieur du BK pouvant se raccorder à la piscine BK (dit « PTR bis »). Ce système doit pouvoir être mis en place dans un délai inférieur à quatre jours et doit pouvoir fonctionner sur une durée cible de un an. Le système

« PTR bis » doit aussi permettre de restaurer, en moins de 15 jours, le refroidissement de la piscine BK en situation d'agression extrême « noyau dur ».

Le système « PTR bis » est constitué d'une partie fixe et d'une partie mobile. Les matériels mobiles, constitués d'un échangeur, de pompes et de vannes, seront acheminés sur le site par la FARN. Ils sont regroupés dans un conteneur se connectant d'une part à la source froide ultime (SFu) par des flexibles, d'autre part à la piscine du BK par des tuyauteries installées en fixe et débouchant en façade du bâtiment combustible. Les connexions de ce système à la piscine du BK s'effectueront via les lignes d'aspiration et de refoulement du circuit PTR existant.

Sur le plan des modifications matérielles, la présente expertise ne concerne que l'aspect « non-régression ». En effet, le caractère suffisant de ces modifications (comprenant notamment le traitement des modes commun liés à l'incendie et à l'inondation) sera abordé dans un avis dédié de l'IRSN prévu en 2019. De même, la suffisance des dispositions prévues à la suite d'un séisme de niveau « ND » (SND), notamment des dispositions assurant l'intégrité du circuit de refroidissement PTR, sera étudiée dans un autre cadre d'ici 2021.

Dans le cadre de cette modification, EDF ajoute sur la ligne d'aspiration du système PTR une nouvelle vanne motorisée. L'IRSN estime que la motorisation des vannes du tronçon commun de la ligne d'aspiration du circuit PTR augmente le risque d'isolement intempestif et est préjudiciable lors d'un fonctionnement simultané des deux pompes de refroidissement PTR. Ainsi, selon l'IRSN, l'intégration de la présente modification nécessite un arrêt automatique fiable des pompes PTR en cas de détection d'un isolement intempestif de leur ligne d'aspiration. Pour l'IRSN, les solutions proposées par EDF sont acceptables à condition que cet automatisme fasse l'objet d'un essai périodique fonctionnel, en réel, avant chaque déchargement du combustible. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 23 en Annexe 1.**

L'IRSN considère que le système « PTR bis » et ses équipements contribuent au respect des objectifs de sûreté du réexamen VD4 900 en participant à l'évacuation durable de la puissance résiduelle du combustible, au maintien du confinement en cas d'agression interne conduisant à la perte des deux voies de refroidissement et à la protection contre le risque de vidange accidentelle du compartiment d'entreposage de la piscine BK en cas d'amorce de siphon. Par conséquent, le rôle de ces équipements ainsi que leurs exigences de conception et d'exploitation doivent être identifiés dans la démonstration de sûreté associée au réexamen VD4 900. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 24 en Annexe 1.**

L'IRSN estime que les EIP du système « PTR bis » implantés en fixe sur l'installation devront faire l'objet d'essais périodiques au titre du chapitre IX des RGE. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 25 en Annexe 1.**

Toutefois, la disponibilité du système « PTR bis » reposera en grande partie sur des équipements mobiles conservés dans les centres de la FARN. L'entretien et le contrôle de ces équipements seront donc sous la responsabilité des équipes composant la FARN et devront satisfaire un référentiel en cours d'élaboration par EDF. L'IRSN estime que ces matériels devront être soumis à des exigences d'exploitation qui devront être définies avant le redémarrage du réacteur TTS pour la VD4 900.

◇ ◇ ◇

L'expertise par l'IRSN des modifications associées au réexamen des accidents avec fusion du cœur met en avant les points saillants suivants :

Modification des têtes de soupapes SEBIM® du pressuriseur

La protection du circuit primaire principal contre les surpressions est assurée par trois lignes de deux soupapes pilotées, appelées soupapes SEBIM®, installées en série sur le pressuriseur. Chaque ligne, comportant une soupape de protection et une soupape d'isolement, est appelée « ligne de décharge du pressuriseur » (LDP).

La modification des soupapes du pressuriseur vise à augmenter leur capacité de décharge à basse pression et à améliorer leur fonctionnement général. En effet, une plus grande ouverture à basse pression en mode d'ouverture commandée est favorable à la fois pour la mise en œuvre d'un appoint de secours au circuit primaire en « gavé ouvert<sup>22</sup> » et pour la gestion d'un accident grave pour limiter les risques de fusion du combustible en pression<sup>23</sup>.

Une modification des soupapes a fait l'objet d'une première évaluation de la part de l'IRSN en vue d'une exploitation de la modification à l'état VD3 des réacteurs du palier CPY ([9] [10]). Le dossier objet de la présente expertise intègre les évolutions fonctionnelles et matérielles, en vue d'une valorisation des soupapes à l'état VD4, notamment une exigence d'ouverture et de maintien en position ouverte pendant un an en cas d'accident grave, et une exigence de refermeture sous 12 bars imposée par la stratégie de conduite du réacteur appliquée dorénavant en situation H3 ou DCC-LH<sup>24</sup>.

L'impact de la modification sur les études de sûreté a tout d'abord été analysé dans le cadre de l'expertise menée lors de la préparation de la réunion du groupe permanent (GPR) « Études VD4 900 » [4] au travers des transitoires durant lesquels les soupapes SEBIM® sont susceptibles d'être sollicitées prenant en compte cette modification, à l'état VD4.

**Par ailleurs, dans l'attente des résultats des essais complémentaires menés en vue de vérifier le respect des nouvelles exigences en situation d'accident grave, l'IRSN ne peut pas se prononcer quant à la qualification des soupapes en situation d'accident grave ; cette démonstration est nécessaire pour statuer sur l'atteinte des objectifs de sûreté du réexamen VD4 900.**

Stabilisation du corium

Dans le cadre du réexamen VD4 900, la stratégie envisagée par EDF pour réduire le risque de percement du radier en cas d'accident grave consiste, en cas de rupture de la cuve, à stabiliser le bain de corium issu de la fusion du cœur (dénommé « corium » par la suite) hors de la cuve. Dans ce cadre, EDF prévoit notamment un étalement « à sec » du corium avant stabilisation de ce dernier par injection d'eau en surface. La modification matérielle associée dépend du site d'implantation. En effet, elle tient compte des spécificités de certains réacteurs concernant la conception et la composition du béton du radier qui est une caractéristique de site. Cette modification n'a été déposée que pour le site du Tricastin. Pour autant, EDF a présenté un dossier générique qui mentionne l'ensemble des travaux prévus sur les réacteurs du palier CPY (optionnels en fonction des caractéristiques du site).

<sup>22</sup> La conduite en «gavé-ouvert» permet l'évacuation de la puissance résiduelle du combustible par ouverture des soupapes du pressuriseur et injection d'eau froide dans le cœur via le circuit d'injection de sécurité.

<sup>23</sup> Le maintien d'une pression importante dans le circuit primaire peut induire d'une part un phénomène d'échauffement direct de l'enceinte (ou DCH : direct containment heating), par fragmentation du corium lorsque celui-ci est expulsé sous une forte pression hors de la cuve, d'autre part des ruptures de tubes de générateur de vapeur (RTGV).

<sup>24</sup> DCC-LH : défaillance de cause commune des tableaux.

À ce stade, l'IRSN considère que les évolutions apportées par EDF n'induisent pas dans leur principe de risque de régression de la sûreté de l'installation.

Néanmoins, lors du déploiement de la modification, la création d'ouvertures dans certains voiles des locaux existants sous la cuve induit des risques d'exposition radiologique des intervenants à proximité de ces locaux. L'IRSN considère que la prise en compte par EDF de l'impact radiologique de la modification déployée sur le site du Tricastin n'est pas satisfaisante et que **l'étude d'impact radiologique doit être complétée en préalable au déploiement de la modification, ce qui l'amène à formuler la recommandation n° 3 en Annexe 1. En outre, le programme de contrôle technique de radioprotection devrait être complété ce qui amène à formuler l'observation n° 1 en Annexe 2.**

À ce stade, dans certaines conditions de température du circuit primaire, en l'absence de prescription des STE relative aux tapes d'obturation des chambres d'accès aux chaînes neutroniques de mesure de flux, une pressurisation du puits de cuve en cas de brèche du circuit primaire à proximité de la cuve ne peut pas être exclue. Ceci mérite donc un complément de justification de la part d'EDF et fait **l'objet de l'observation n° 2 en Annexe 2.**

**Enfin, d'une manière générale, la suffisance des dispositions prévues par EDF pour la stabilisation du corium sera examinée dans le cadre de la préparation de la réunion du GPR « Accidents graves - Tous paliers », prévue en mars 2019.**

#### *Gestion des éventuelles fuites de la disposition EAS-u et des effluents issus de l'ébullition de la piscine de stockage du combustible*

EDF va mettre en place un dispositif de gestion des fuites en fonctionnement de la disposition EAS-u, constitué de deux nouveaux réservoirs étanches en acier inoxydable. Ces réservoirs sont conçus pour collecter les fuites de façon gravitaire, sur une durée de fonctionnement visée de 12 mois et seront notamment équipés d'une chaîne de mesure de niveau équipée d'un premier seuil pour détecter la présence d'eau en fonctionnement normal et d'un deuxième seuil pour détecter l'atteinte du niveau très haut du réservoir.

EDF a également prévu de collecter les effluents issus de la piscine de stockage du combustible en cas d'ébullition (piscine BK) afin de préserver la disposition EAS-u et son dispositif de gestion des fuites en fonctionnement, implantés en fond du BK, d'un risque d'inondation. Pour cela, EDF va installer une vanne manuelle d'isolement pour condamner l'évacuation des effluents collectés au niveau du plancher du BK vers le réseau du système de collecte des purges, évènements et exhaures nucléaires (système RPE). Ainsi, quand la vanne sera fermée, les condensats bloqués dans les caniveaux du BK retourneront à la piscine BK.

L'examen du risque de régression sur la sûreté de ces modifications amène l'IRSN à souligner qu'**EDF doit encore finaliser la qualification aux conditions d'accident grave de certains équipements nécessaires à la mise en œuvre du dispositif de gestion des fuites en fonctionnement de la disposition EAS-u ou des fuites issues des condensats de la piscine BK.**

EDF crée un essai de périodicité cycle de manœuvrabilité à la fermeture de la vanne manuelle d'isolement destinée à condamner l'évacuation des effluents collectés au niveau du plancher du BK, associé à un critère de groupe B. En effet, selon EDF, le risque de perte des matériels associés à la disposition EAS-u à la suite d'une inondation n'est à considérer que dans le cadre des situations extrêmes « ND », qui postulent la perte du refroidissement de la piscine BK sur une durée de 15 jours dont la prise en compte est redevable de la phase B de la VD4. En dehors de ces situations, EDF estime que les dispositions existantes d'aménagement des locaux permettent de s'affranchir d'un risque d'immersion des matériels associés à la disposition EAS-u pendant les premiers jours après le début de

l'ébullition de la piscine BK. Pour sa part, l'IRSN considère que certaines situations « hors noyau dur » peuvent également conduire à la perte prolongée du refroidissement de la piscine BK et à la nécessité de mettre en service l'EAS-u. Ainsi, l'échec de l'isolement de la vanne manuelle lors d'une perte de refroidissement de la piscine BK serait de nature à remettre en cause le fonctionnement de l'EAS-u. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 21 en Annexe 1.**

EDF crée des essais de périodicité cinq cycles visant à vérifier l'apparition en salle de commande des alarmes associées au niveau anormal et très haut des deux réservoirs de récupération des fuites du système EAS-u. Des critères de groupe B sont associés à ces essais. Cependant, en cas d'indisponibilité de l'alarme de niveau anormal et de présence d'eau dans un réservoir, la capacité nécessaire à la collecte de fuite sur le long terme en accident grave ne serait plus disponible, remettant ainsi en cause le confinement des effluents. De plus, en cas d'indisponibilité de l'alarme de niveau très haut, le risque de débordement des réservoirs de collecte de fuites en situation d'accident grave ne pourrait pas être détecté. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 22 en Annexe 1.**

L'IRSN considère que la modification « Gestion des éventuelles fuites de la disposition EAS-u et des effluents issus de l'ébullition de la piscine BK », telle que déposée par EDF, ne génère pas de risque de régression pour la sûreté, sous réserve de la qualification aux conditions d'accident grave de certains équipements nécessaires à la mise en œuvre du dispositif de gestion des fuites en fonctionnement de la disposition EAS-u ou des fuites issues des condensats de la piscine BK.

**Enfin, le caractère suffisant de l'ensemble de la modification est en cours d'examen dans le cadre de la préparation de la réunion du GPR « Accidents graves - Tous paliers » prévue en mars 2019 [6].**



L'expertise par l'IRSN des modifications valorisées pour la poursuite du fonctionnement des réacteurs après 40 ans met en avant les points saillants suivants :

Généralisation des grappes absorbantes en hafnium

La fluence<sup>25</sup> cumulée reçue par la cuve est directement liée à la puissance neutronique, et donc aux taux d'épuisement des assemblages se situant en regard du point chaud de la cuve<sup>26</sup>. Depuis de nombreuses années, EDF optimise les plans de chargement des assemblages dans la cuve pour diminuer la fluence reçue par celle-ci pendant chaque campagne avec la mise en œuvre de « plans de chargement à faible fluence<sup>27</sup> ».

Pour poursuivre l'exploitation des réacteurs du palier 900 MWe au-delà de 40 ans en limitant le vieillissement des matériaux, EDF a décidé dès 2014 de mettre en œuvre à partir de la VD4, sur tous les réacteurs du palier CPY, une solution matérielle permettant de limiter l'augmentation de la fluence reçue par la cuve consistant en la mise en réacteur d'un jeu de 12 grappes absorbantes en hafnium, dans les assemblages proches du point chaud de la cuve. En anticipation de la VD4, une expérimentation est actuellement en cours sur le réacteur n° 3 de Tricastin<sup>28</sup> avec la réalisation de plusieurs cycles d'irradiation avec des grappes hafnium afin d'acquies du retour d'expérience.

<sup>25</sup> La fluence représente la quantité totale de neutrons reçue par unité de surface sur une période de temps donnée.

<sup>26</sup> Endroit de la cuve où la fluence est la plus importante.

<sup>27</sup> Il s'agit de limiter l'augmentation de la fluence de la cuve en positionnant des assemblages fortement irradiés en regard des points chauds puisque ces assemblages produisent moins de neutrons que des assemblages faiblement irradiés.

<sup>28</sup> Choisi du fait de son appartenance au site de la future tranche TTS de la VD4 900 (Tricastin 1 en 2019).

L'IRSN n'a pas de remarque sur l'impact organisationnel (manutention des grappes) et humain (radioprotection) de la modification « grappes hafnium ».

Vis-à-vis de l'impact sur les déchets de cette modification, les éléments techniques transmis par EDF sont suffisants pour considérer qu'une généralisation des grappes hafnium ne conduira pas à des problèmes d'acceptation sur l'installation de conditionnement et d'entreposage des déchets activés (ICEDA).

La modification « grappes hafnium » a un impact sur les programmes d'essais physiques du chapitre X des RGE. EDF propose de mettre en œuvre un programme d'essais physiques particulier au cours de cinq campagnes au minimum, afin de confirmer le bon comportement de l'instrumentation nucléaire utilisée pour interpréter les essais physiques, de justifier les optimisations des programmes d'essais physiques menées lors de la dernière décennie, ainsi que de confirmer la validation de la chaîne de calcul utilisée dans le cadre de la démonstration de sûreté des recharges. En l'état, l'IRSN estime que la confirmation de l'atteinte de ces objectifs nécessite des analyses complémentaires à réaliser par EDF. Ces analyses font l'objet d'engagements d'EDF et de recommandations formulées par l'IRSN présentées ci-après.

Les chaînes neutroniques de niveau source (CNS) permettent de contrôler le flux neutronique au cours de l'approche sous-critique des réacteurs. À ce titre, le suivi de l'inverse du taux de comptage en fonction du volume d'eau claire injecté est prescrit par le chapitre X des RGE, dans le cadre de la première approche sous-critique après rechargement, et par la règle de conduite normale (RCN) PIL dans le cadre d'une approche sous-critique en cours de cycle. Les redistributions de puissance entre le centre et la périphérie du cœur qui ont lieu au cours d'une approche sous-critique conduisent à un « bombement » de la courbe de l'inverse du taux de comptage. Ce phénomène diminue la sous-criticité à l'atteinte d'une valeur d'inverse de taux de comptage pour laquelle les procédures requièrent l'arrêt de la dilution du circuit primaire et peut conduire à une divergence incontrôlée du réacteur. Afin de vérifier que l'introduction des grappes hafnium ne puisse conduire à la divergence du réacteur à l'issue de l'arrêt de la dilution, EDF a analysé l'évolution théorique de l'inverse du taux de comptage des CNS au cours de la première approche sous-critique au début de la campagne 35 du réacteur n° 3 du Tricastin (première campagne d'expérimentation des grappes hafnium). Selon EDF, les grappes hafnium accentuent le « bombement » de la courbe de l'inverse du taux de comptage, mais sans que cela puisse conduire à une divergence incontrôlée. En cours de cycle, EDF n'a présenté aucune évaluation mais estime que ce « bombement » devrait être atténué au cours d'une approche sous-critique. Dans le cadre de la généralisation des grappes hafnium, l'IRSN estime qu'EDF doit confirmer son interprétation physique du phénomène de « bombement » de l'inverse du taux de comptage des CNS. **Ceci fait l'objet de la recommandation n° 11 en Annexe 1.**

Les cartes de flux prescrites par le chapitre X fournissent une image tridimensionnelle, mais partielle en raison du nombre limité d'assemblages instrumentés, de la distribution de puissance neutronique dans le cœur. La redistribution radiale de puissance induite par la présence des grappes hafnium diminue l'activité<sup>29</sup> mesurée dans les assemblages instrumentés en périphérie du cœur et peut conduire à une augmentation locale significative de l'incertitude de mesure (MuN) de ces activités. L'IRSN estime qu'une augmentation locale de l'incertitude de mesure des activités pourrait conduire à dégrader les conditions de réalisation et d'interprétation des essais physiques du chapitre X des RGE. **Ceci fait l'objet de la recommandation n° 12 en Annexe 1.**

---

<sup>29</sup> Le système de mesure de la puissance nucléaire (RIC) effectue des mesures de flux neutronique en introduisant au centre de certains assemblages des détecteurs qui sont des micro-chambres de mesure à fission. Ces détecteurs utilisent comme matière sensible aux neutrons de l'uranium enrichi à plus de 95 % en Uranium 235, déposé sous forme d'oxyde. Le signal expérimental (activité) est proportionnel à un taux de réaction de fission dans la partie sensible du détecteur.

Les aspects relatifs à la conception des grappes hafnium (compatibilité avec les différentes conceptions d'assemblages), à leur prise en compte dans les études d'accidents (avec la couverture de la réversibilité de la modification) et au programme de surveillance des grappes ont fait l'objet d'une analyse dans le cadre de la préparation de la réunion du GPR « Études VD4 900 » [4] et n'ont pas appelé de remarques significatives de la part de l'IRSN.

Les aspects relatifs au comportement des grappes hafnium en situation d'accident grave (AG) avec fusion du cœur font quant à eux l'objet d'une expertise dans le cadre du GP AG [6].

Enfin, les aspects relatifs à l'efficacité des grappes hafnium à réduire la fluence reçue par la cuve ont fait l'objet d'une analyse dans le cadre de la réunion du GPR « Tenue des cuves 900 VD4 + 10ans » [18].

À ce stade, et sous réserve des conclusions des expertises en cours notamment en ce qui concerne les accidents graves, l'IRSN n'a donc pas identifié d'élément susceptible de mettre en cause l'acceptabilité ou la suffisance de la modification consistant en l'introduction de grappes hafnium.

#### Rénovation du système RPN

Le système de mesure de la puissance nucléaire (RPN) contribue à la fonction de sûreté « maîtrise de la réactivité » en mesurant le flux neutronique et en fournissant des signaux logiques, ainsi que des mesures de flux utilisées par des protections du réacteur. La rénovation du système RPN consiste principalement à remplacer les armoires abritant les fonctions de sûreté (armoires dites « de protection ») en utilisant une technologie numérique, à interfaces externes presque inchangées. La rénovation doit permettre de reconduire les fonctions existantes ainsi que d'introduire des évolutions fonctionnelles.

Après expertise de l'ensemble du dossier d'EDF, l'IRSN estime que le processus de développement, y compris ses données d'entrée, l'architecture, la conception, la stratégie de vérification, de validation et de qualification, ainsi que le plan de requalification, sont acceptables. En particulier, **l'IRSN souligne l'engagement satisfaisant d'EDF visant à corriger les non-conformités de la première version du logiciel, ainsi que celui d'intégrer les éléments liés à la cyber-sécurité.**

L'expertise de l'IRSN relative à l'impact des évolutions fonctionnelles sur la démonstration de sûreté a mis en exergue les performances du RPN rénové vis-à-vis de la reconstruction des paramètres d'intérêt que sont la puissance nucléaire et le déséquilibre axial de puissance du cœur ( $\Delta I$ ). À ce titre, EDF a précisé qu'il mène actuellement un travail de consolidation des incertitudes de reconstruction de la puissance nucléaire et du  $\Delta I$  par le RPN, qui sont prises en compte pour dimensionner certains seuils site de chaînes de protection. Sur ce point, EDF s'est engagé à transmettre en avril 2019 le résultat de ses travaux.

**En l'état des éléments transmis par EDF, l'IRSN n'a donc pas l'assurance que les erreurs de représentativité sur la puissance et sur le  $\Delta I$  prises en compte pour définir les seuils site des chaînes de protection « haut flux nucléaire », « taux élevé de variation du flux nucléaire » et  $\Delta T$  soient correctement évaluées. Les éléments qu'EDF s'est engagé à transmettre en avril devraient néanmoins permettre de conclure sur ce point.**

Enfin, compte tenu des éléments apportés au cours de l'expertise et des engagements pris par EDF, les évolutions du RDS et les modifications des RGE induites par la rénovation du système RPN n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN.

Évolution du système d'instrumentation processus - Partie protection du réacteur (SIP-P)

Afin de garantir le maintien opérationnel des matériels actuels équipant le SIP Protection du palier CPY, EDF propose de modifier certains matériels contenus dans les armoires de régulation générale (KRG) du SIP protection, notamment de procéder au remplacement de modules d'isolement densifié et de modules de test.

Par ailleurs, la modification vise la restauration de marges sur les études de sûreté en gestion combustible PMOX, en modifiant certains réglages des chaînes de protection du réacteur : la valeur du signal « Basse Pression Vapeur Avancée » et les valeurs des paramètres entrant dans l'élaboration des protections du réacteur ( $\Delta T_{Te}^{30}$  et  $\Delta T_{Sp}^{31}$ ).

L'IRSN considère que la modification « Évolution du système SIP-Protection », telle que déposée par EDF, ne génère pas de risque de régression sur la sûreté sous réserve de l'obtention de **la qualification des modules de commutation de test**.

**Du point de vue fonctionnel, le caractère acceptable, vis-à-vis du respect des critères des études de sûreté, de ces nouvelles valeurs de seuils, a été analysé dans le cadre de la réunion du GPR dédiée aux « Études VD4 900 », qui s'est tenue les 30 et 31 janvier 2019 [4].**

◇ ◇ ◇

L'expertise par l'IRSN des modifications associées au réexamen des agressions met en avant les points saillants suivants :

Isolation automatique des circuits CRF du Tricastin

Le site du Tricastin dispose d'un canal d'amenée dont l'altimétrie est supérieure au niveau de la plateforme. Du fait de cette particularité, un système d'isolement des circuits de circulation (CSI) permet actuellement de protéger le site d'un déversement d'eau gravitaire depuis le canal en cas de rupture d'une tuyauterie de refroidissement des condenseurs (CRF) en salle des machines. Ce système d'isolement des lignes CRF se compose, pour chacune des deux files CRF de chaque réacteur, d'une vanne d'isolement (appelée également vanne « papillon »), située au refoulement de la pompe CRF en station de pompage et d'une vanne casse-siphon située en point haut du circuit de rejet de chaque file CRF.

Actuellement, lorsqu'une lame d'eau est détectée en salle des machines (fosse condenseur), l'isolement des files CRF est réalisé par la fermeture de la vanne d'isolement et l'ouverture de la vanne casse siphon de chaque file. La modification déployée sur le site du Tricastin vise à permettre la détection d'une inondation également au niveau de la plateforme du site, à fiabiliser l'automatisme de manœuvre des organes d'isolement du circuit CRF et à rigidifier l'axe de manœuvre des vannes papillon. **Toutefois, le volet de ce dossier de modification relatif à la fiabilisation de l'automatisme de fermeture doit encore être complété par les résultats de la qualification d'électrodistIBUTEURS.**

EDF considère les organes d'isolement des files CRF et leurs dispositifs d'automatisation comme des EIP et requiert pour ces équipements un délai de réparation d'un mois en cas d'indisponibilité, en cohérence avec la prescription générique des STE dédiée aux dispositions de protection contre une agression. Or l'indisponibilité de la fonction d'isolement automatique d'une file CRF pourrait conduire, en cas de rupture, à la perte de tous les moyens de

<sup>30</sup>  $\Delta T$ - température élevée : la protection  $\Delta T_{Te}$  a pour rôle de protéger le cœur contre la crise d'ébullition, en particulier pour les transitoires conduisant à des augmentations de température ou des diminutions de pression dans le circuit primaire.

<sup>31</sup>  $\Delta T$ - surpuissance : la protection  $\Delta T_{Sp}$  a pour rôle de protéger le cœur contre les surpuissances linéiques, en particulier pour les transitoires conduisant à des excursions de puissance.



refroidissement des réacteurs et des piscines de désactivation du site. Ces conséquences inacceptables imposent l'adoption dans les STE de mesures conservatoires en cas d'indisponibilité dans des délais beaucoup plus contraints. **Ce sujet fait l'objet de la recommandation n° 5 en Annexe 1.**

Une inondation du site consécutive à une rupture de tuyauterie CRF conduirait à un effet falaise au-delà d'une certaine hauteur d'eau au niveau de la plateforme. Les seuils réglés sur les capteurs de détection de présence d'eau et la cinétique d'isolement de la file CRF endommagée doivent donc respecter des critères identifiés comme importants pour la sûreté. **Sur ce point, l'IRSN formule les recommandations n° 6 et n° 7 en Annexe 1.**

En fonctionnement normal, l'obturateur « papillon » de la vanne d'isolement CSI doit être maintenu en position de pleine ouverture afin d'éviter des phénomènes vibratoires néfastes pour la fiabilité de la fonction d'isolement. Des dispositifs de surveillance et des automatismes permettent de repositionner cet obturateur en position ouverte en cas de dérive lente en fermeture. **L'IRSN estime que ces dispositifs sont des EIP qui doivent faire l'objet d'essais périodiques au titre des RGE et formule sur ce sujet les recommandations n° 8 et n° 9 en Annexe 1.**

Enfin, la disponibilité de la fonction d'isolement du système CSI dépend du maintien en position de certains organes manuels (robinets d'isolement des circuits hydrauliques de commande par exemple). **Selon l'IRSN, une condamnation administrative devra être appliquée à ces organes, ce qui fait l'objet de la recommandation n° 10 en Annexe 1.**

Sous réserve de la qualification des électrodistributeurs précédemment évoquée et de la prise en compte des recommandations n° 5 à 10 en Annexe 1, l'IRSN estime que la présente modification contribue à atteindre les objectifs du réexamen de sûreté VD4 900.



L'expertise par l'IRSN des modifications en lien avec les **dispositions du « noyau dur (ND)** met en avant les points saillants suivants :

#### Distribution électrique Noyau dur

Dans le cadre de la modification « Distribution électrique Noyau Dur », quatre nouveaux sous-tableaux inverseurs en aval des tableaux secourus LL(i) existants sont mis en place. Ces tableaux inverseurs permettent le basculement de l'alimentation normale vers l'alimentation de secours par le diesel d'ultime secours (DUS). EDF crée, au titre du chapitre IX des RGE, des essais de périodicité deux rechargements du basculement de ces inverseurs, associés au critère de groupe A « bon fonctionnement ».

EDF ne prescrit pas de charge électrique afin de tester les inverseurs en puissance. Cependant pour l'IRSN, il est nécessaire de réaliser un essai en charge des tableaux inverseurs, après leur basculement sur le DUS, afin de pouvoir détecter un défaut électrique au niveau de l'arrivée « noyau dur » des tableaux inverseurs. Étant donné le risque qu'un tableau inverseur ne soit plus apte à assurer sa fonction en cas de défaut, l'essai devra être affecté d'un critère de groupe A. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 13 en Annexe 1.**

#### Contrôle-commande Noyau dur

Dans le cadre de la mise en place à venir des dispositions « Noyau dur » lors la phase B de la VD4 CPY, EDF a d'ores et déjà mis en place deux modifications matérielles sur le contrôle commande : l'une vise à renforcer le contrôle commande existant pour l'amener aux exigences du noyau dur, la seconde à mettre en place les nouveaux matériels du ND.

L'IRSN considère que l'absence de régression générée par ces deux modifications est conditionnée à l'obtention effective de la qualification prévue aux conditions d'environnement (MQCA, AG).

### **MODIFICATIONS DOCUMENTAIRES - CHAPITRE III DES RGE (STE)**

Dans le cadre du réexamen VD4 du palier CPY, la liste des dispositions complémentaires retenues dans le rapport de sûreté en version VD3 est revue sur la base de la nouvelle version des évaluations probabiliste de sûreté (EPS) de référence du palier CPY (chaudière et piscine BK). Les STE sont modifiées en conséquence pour prendre en compte ces évolutions du rapport de sûreté (RDS) version VD4. Néanmoins, à l'issue de l'expertise réalisée dans le cadre de la préparation de la réunion du GPR « Études VD4 900 » [4], EDF s'est engagé à fournir, fin 2019, des compléments à cette liste. De même, la liste des fonctions, matériels et informations nécessaires en accident grave établie par EDF en VD4 900, déclinée en phase A dans les STE, est susceptible d'être complétée à l'issue de l'expertise menée en vue de la préparation de la réunion du GPR relative aux accidents graves prévue en mars 2019 [6]. Enfin, **l'expertise de l'IRSN réalisée dans la cadre de la préparation de la réunion du GPR dédiée aux EPS, prévue fin juin 2019, pourrait conduire à élargir davantage l'une ou l'autre de ces deux listes.**

#### Déclinaison du nouveau domaine complémentaire

Le DUS et la partie « appoint » de l'EAS-u participent à la démonstration de sûreté au titre du domaine complémentaire. Leur rôle serait de pallier les situations H3, si celles-ci survenaient dans un état du réacteur nécessitant une injection d'eau aux joints des pompes primaires. À ce titre, l'indisponibilité de chacune de ces dispositions doit être classée en groupe 1<sup>32</sup> au titre des STE.

EDF demande leur déclassement en groupe 2<sup>33</sup> et présente des éclairages probabilistes en appui. L'IRSN constate, au vu de la valeur repère d'accroissement du risque de fusion du cœur retenue par l'ASN [11], que ce déclassement n'est pas justifié. De plus, les résultats d'EDF semblent être sous-estimés. **Ces éléments amènent l'IRSN à formuler la recommandation n° 26 en Annexe 1.**

#### Prise en compte des accidents graves dans les STE

Lors de la prise en compte des AG dans le DA STE VD4 900 phase A CPY, conformément à la demande G2.2 de la lettre de l'ASN en référence [5] EDF devait « *définir une conduite à tenir plus stricte associée à l'indisponibilité totale d'une fonction ou d'un équipement nécessaire pour prévenir les rejets précoces importants, y compris en termes de règles de gestion des indisponibilités simultanées* ». Ceci a notamment amené EDF à identifier des fonctions et matériels qu'il considère nécessaires en accident grave et, à ce titre, à intégrer de nouveaux requis dans les STE ou renforcer des requis existants sur quelques matériels importants pour la sauvegarde du confinement dont les recombineurs passifs. En particulier, EDF s'est engagé à requérir les 24 recombineurs auto-catalytiques passifs (RAP) existants dans le domaine d'exploitation « réacteur en production » et à justifier, pour les états d'arrêt, de requérir un nombre plus faible de RAP.

L'augmentation de température à la surface d'un RAP est un indicateur indirect de début de réaction de recombinaison des gaz combustibles dans le BR. Dans le cadre du réexamen de sûreté pour la VD3 1300 MWe, l'ASN avait demandé [14] « *de compléter la liste des équipements nécessaires en AG en y incluant : [...] les mesures de*

<sup>32</sup> Les événements de groupe 1 sont les événements qui induisent une augmentation du risque de détérioration d'une des barrières de confinement (gaine, circuit primaire, enceinte) et qui peuvent avoir des conséquences radiologiques dépassant des limites acceptées à la conception.

<sup>33</sup> Événement de groupe 2 des spécifications techniques d'exploitation : ce sont les événements qui peuvent compromettre le contrôle, le diagnostic ou la conduite à suivre en cas d'anomalie.

*température au niveau des recombineurs autocatalytiques passifs* ». EDF n'ayant pas avancé de spécificité permettant de différencier le palier CPY des autres paliers (1300 MWe et 1450 MWe) quant à l'utilisation de ces capteurs, l'IRSN estime que ces mesures doivent, pour le palier CPY, comme pour les autres paliers, faire l'objet de requis dans les STE. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 27 en Annexe 1.**

Par ailleurs, en lien avec la nécessité de renforcer les STE pour les matériels importants en accident grave, il convient de souligner le rôle déterminant de la nouvelle disposition EASu qui a pour objectif de permettre l'évacuation de la puissance résiduelle hors de l'enceinte sans ouverture du dispositif U5<sup>34</sup>, préservant ainsi le confinement assuré par l'enceinte, et de stabiliser le corium, évitant ainsi les rejets par le radier. Pour l'IRSN, la conduite à tenir dans les STE proposée par EDF pour ce matériel n'est pas adéquate. Outre les matériels qu'EDF estime nécessaires pour prévenir les rejets précoces importants, l'IRSN a identifié d'autres matériels « clés » comme l'EASu qui méritent de faire l'objet d'exigences renforcées, en raison de leur rôle déterminant vis-à-vis de la sauvegarde du confinement lors d'un accident grave. L'IRSN estime donc que les STE doivent évoluer davantage, **ce qui fait l'objet de la recommandation n° 28 en Annexe 1.**

Dans les états du réacteur nécessitant une injection d'eau aux joints des pompes primaires, la partie « appoint » de l'EAS-u est valorisée dans la démonstration de sûreté pour prévenir, tout d'abord, la fusion du cœur en situation de perte totale des alimentations électriques (situation dite « H3 ») avec brèche induite aux joints des GMPP, puis pour prévenir la perte du confinement par pressurisation de l'enceinte ou percée du radier, si l'entrée en AG ne peut, malgré tout, être évitée. Les STE doivent prescrire, pour la partie « appoint » de l'EAS-u, un délai d'amorçage du repli du réacteur dans l'état sûr tenant compte de son double rôle vis-à-vis de la prévention et de la mitigation des AG. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 29 en Annexe 1.**

**Par ailleurs, l'IRSN considère que ses conclusions relatives aux exigences à associer dans le DA STE VD4 900 phase A CPY à l'indisponibilité de l'EAS-u sont directement applicables à l'indisponibilité de leurs sources d'alimentation électrique, ce qui fait l'objet de la recommandation n° 30 en Annexe 1.**

En outre, l'indisponibilité du diesel d'ultime secours (DUS), qui alimente le tableau LHC, est également classée en groupe 2 dans ces états du réacteur. En cas de perte du DUS, EDF a confirmé que la réalimentation de la disposition EAS-u par le DUS du réacteur voisin est bien prévue dans le GIAG<sup>35</sup>. **Pour l'IRSN, le classement en groupe 2 du DUS dans ces domaines de fonctionnement est acceptable si et seulement si des exigences STE suffisantes sont associées à l'indisponibilité cumulée du DUS et du DUS du réacteur voisin. Ce point fait l'objet de la troisième puce de la recommandation n° 30 en Annexe 1.**

#### *Le DUS et la sûreté des assemblages de combustible dans le BK*

La perte des sources électriques dans les domaines d'exploitations arrêt pour rechargement (APR) et réacteur complètement déchargé (RCD) a une contribution dominante au risque de découverture des assemblages combustible entreposés dans la piscine BK. En effet, les STE y autorisent à rendre indisponibles pour maintenance une source électrique externe et une source électrique interne. Pour l'IRSN, la mise en place du DUS doit être mise à profit pour améliorer la disponibilité des sources électriques en APR et RCD. Ceci permettrait de rendre le risque de découverture extrêmement improbable avec un haut degré de confiance ainsi que de diminuer la probabilité d'entrée en ébullition de l'eau de la piscine BK, compte tenu qu'elle est située dans un bâtiment non confiné. Par sa lettre [12], l'ASN a déjà demandé que les exigences d'exploitation associées au DUS en APR et RCD soient

<sup>34</sup> Dispositif U5 : filtre de décompression/filtration de l'enceinte de confinement du bâtiment réacteur en cas d'accident grave.

<sup>35</sup> GIAG : Guide d'intervention en situation d'accident grave.

renforcées. Dans le cadre de la présente expertise, EDF conclut à l'absence de nécessité de ce renforcement en s'appuyant sur une nouvelle étude probabiliste. L'IRSN constate que les résultats de cette nouvelle évaluation d'EDF ne permettent toujours pas de considérer extrêmement improbable avec un haut degré de confiance le risque de découverte d'assemblage combustible dans la piscine BK. De plus, certaines hypothèses retenues par EDF ne tiennent pas compte du retour d'expérience et ceci conduit à sous-estimer ce risque. Enfin, sans le DUS, la probabilité qu'une perte de sources électriques conduise à l'ébullition de l'eau de la piscine BK reste significative. **Ces éléments amènent l'IRSN à formuler la recommandation n° 31 en Annexe 1.**

#### Accidents du domaine de dimensionnement : injection de soude par l'EAS

L'injection de soude par le système d'aspersion de l'EAS permet de limiter les conséquences radiologiques des accidents de dimensionnement avec ruptures de gaine dans l'enceinte de confinement. EDF propose de classer la perte totale de la fonction d'injection de soude en groupe 1 avec un délai d'amorçage du repli sous trois jours, estimant ce délai adapté aux contraintes d'une intervention en milieu corrosif lors d'une réparation de la bêche à soude. Pour l'IRSN, quelle que soit la durée nécessaire à une intervention en milieu corrosif, une indisponibilité totale de la fonction pendant trois jours, en RP ou AN/GV, n'est pas acceptable au regard des enjeux de sûreté. Par ailleurs, l'IRSN estime que le classement en groupe 2 pour la perte partielle de la fonction ne répond pas aux attentes de la doctrine des STE qui demande de classer en groupe 1 la perte de la redondance d'une disposition valorisée dans les études d'accident de dimensionnement. **À ce titre, l'IRSN formule la recommandation n° 32 en Annexe 1.**

#### Introduction des informations SRRC

En réponse à la demande de l'ASN d'étendre le concept d'informations SPA (informations nécessaires à la surveillance de l'état global de l'installation en situation incidentelle et accidentelle) aux états du circuit primaire « non fermé » et au BK, EDF a proposé d'établir une liste de « *mesures utilisées dans les procédures de conduite incidentelle et accidentelle qui caractérisent les fonctions fondamentales de sûreté (refroidissement, réactivité, confinement)* » et d'associer des exigences d'exploitation à celles dont la disponibilité n'est à ce jour pas requise par ailleurs au titre des STE. Ces informations sont regroupées dans un pseudo système sous l'appellation SRRC pour « Surveillance-Réactivité-Refroidissement-Confinement ».

L'IRSN s'est déjà positionné sur l'introduction de ce pseudo système SRRC dans le cadre de l'expertise du DA RGE VD2 N4 [16]. L'analyse réalisée par l'IRSN ayant un caractère générique tous paliers, les réserves formulées par l'IRSN à l'issue de cette analyse ont fait l'objet d'échanges avec EDF dans le cadre du DA VD4 900 CPY. Au terme de l'expertise, l'IRSN maintient certaines de ces réserves.

Ainsi, pour l'IRSN, l'introduction des informations SRRC telle que proposée par EDF n'apporte pas une réponse suffisante à la demande de l'ASN, que ce soit en termes d'informations retenues ou d'exigences associées. Pour ce qui concerne la liste des informations SRRC retenues, si EDF s'est engagé à la compléter pendant l'expertise, l'IRSN considère néanmoins que, pour certaines informations SRRC, EDF doit encore apporter des précisions, des justifications ou des compléments. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 33 en Annexe 1.**

Par ailleurs, l'IRSN maintient qu'il n'est pas justifié de considérer que les informations SRRC n'ont pas le même rôle ni la même utilité que les informations SPA. L'objectif est de disposer, en toute circonstance, d'un outil adapté à la surveillance et à la réalisation d'un diagnostic efficace de l'état de l'installation. À ce titre, comme pour les informations SPA, les informations SRRC doivent avoir un niveau d'exigence garantissant la disponibilité de ces informations dans les situations incidentelles et accidentelles susceptibles d'être rencontrées dans les états non-fermés du circuit primaire ou pour le BK. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 34 en Annexe 1.**

Enfin, l'IRSN considère que les STE doivent être renforcées en ce qui concerne la conduite à tenir en cas de perte totale d'un certain nombre d'informations SRRC choisies par EDF, mais également en cas de perte de redondance (pour les informations SRRC redondées). Par conséquent, après analyse des requis déjà présents dans les STE du DA VD4 900 phase A sur les informations qu'EDF verse à la liste SRRC, l'IRSN formule les recommandations n° 35 et 36 en Annexe 1.

Prise en compte du volet « redimensionnement » du référentiel « Grands chauds »

Le référentiel « grands chauds » doit prendre en compte d'une part toutes les conditions de fonctionnement de référence du RDS en « redimensionnement », d'autre part l'agression canicule. Seul le volet « redimensionnement » est spécifiquement décliné dans les STE et fait ici l'objet de commentaires de l'IRSN. L'agression canicule est, quant à elle, traitée au paragraphe suivant « Prise en compte des agressions dans le référentiel d'exploitation » et a fait l'objet d'une expertise dans le cadre de la préparation de la réunion du GP VD4 900 dédiée aux agressions des 20 et 21 février 2019 [17].

- Température maximale admissible

Dans le DA STE VD4 900 phase A CPY, la conduite à tenir en cas de perte partielle ou totale des systèmes de ventilation/climatisation des locaux contenant des matériels utilisés en fonctionnement normal et/ou en situation accidentelle a été modifiée pour prendre en compte le référentiel « Grands chauds ». Pour l'IRSN et tel qu'indiqué par l'ASN dans sa lettre [5], dans les locaux abritant des matériels utilisés en fonctionnement normal ou en situation accidentelle, la température prise en compte doit être celle des hypothèses des études du référentiel « Grands chauds » au moment de l'entrée en situation accidentelle, à savoir la  $T_d^{36}$  et non pas la  $T_r^{37}$  de ces matériels. En effet, le rôle des STE est de faire respecter en exploitation les hypothèses du rapport de sûreté y compris celles des études thermiques du référentiel « Grands chauds ». EDF ne respecte pas systématiquement ce principe dans les STE pour les matériels électriques, électroniques ou encore des motopompes ASG, utilisés aussi bien en fonctionnement normal qu'en situation accidentelle. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 37 en Annexe 1.**

- Système DVE

Le système DVE assure notamment la ventilation des entrepôts de câblage. Il est valorisé dans les études thermiques du référentiel « Grands chauds ». EDF a proposé, en cours de l'expertise, une modification de la conduite à tenir des STE en cas d'indisponibilité partielle ou totale de la ventilation des locaux des entrepôts de câblage qui consiste à prescrire une réparation sous un mois ainsi qu'une surveillance et un contrôle de température des locaux vis-à-vis du seuil de température à retenir pour considérer les matériels électriques requis contenus dans le local indisponibles. Néanmoins, la température retenue correspond à la  $T_r$  des matériels conditionnés et non pas à la  $T_d$  alors que ces câbles sont utilisés en fonctionnement normal et accidentel. De plus, en cohérence avec les conduites à tenir concernant l'indisponibilité des systèmes de ventilation de matériels électriques, cette conduite n'est pas suffisante. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 38 en Annexe 1.**

- Système DUV

Le système DUV doit assurer des conditions de température compatibles avec le fonctionnement des matériels du bâtiment du DUS (hall du DUS et locaux électriques). L'IRSN estime que la conduite à tenir en cas d'indisponibilité

<sup>36</sup> Pour EDF, la température de disponibilité ( $T_d$ ) est la température maximale acceptable par le matériel en régime permanent, tout au long de sa durée de vie.

<sup>37</sup> Pour EDF, la température exceptionnelle ( $T_r$ ) est la température acceptable par le matériel pour un fonctionnement limité à quelques centaines d'heures par an et ce, chaque année jusqu'à la fin de vie des réacteurs concernés.

du DUV doit être cohérente avec celle relative à l'indisponibilité du DUS. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 39 en Annexe 1.**

- **Système DVL**

Le système de climatisation des locaux du bâtiment électrique (DVL) ventile notamment les locaux électriques de moyenne tension et basse tension ainsi que le relayage. En cas de perte d'une seule voie DVL, qui fait perdre la fonction de ventilation dans un nombre important de locaux abritant des matériels électriques importants pour la sûreté appartenant à une voie électrique, l'IRSN considère non adapté à l'enjeu de sûreté le délai de réparation de 14 jours prescrit par les STE. En effet, pour l'IRSN, une conduite à tenir qui tolère l'indisponibilité d'une voie DVL sur une durée de 14 jours s'appuie sur la mise en place de moyens palliatifs pour assurer le respect des températures maximales dans les locaux lors du fonctionnement normal, notamment en période chaude, et ces moyens palliatifs ne seraient sans doute pas valorisables en situation accidentelle. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 40 en Annexe 1.**

*Prise en compte des agressions dans le référentiel d'exploitation*

Les réacteurs de 900 MWe du parc électronucléaire d'EDF qui seront exploités au-delà de leur VD4 coexisteront avec le réacteur EPR de Flamanville, dont la conception répond à des exigences de sûreté significativement renforcées, notamment en ce qui concerne la protection contre les agressions.

La poursuite de l'exploitation des réacteurs de 900 MWe après leur VD4 exige donc de pouvoir garantir la conformité et la disponibilité des dispositions de protection contre les agressions existantes ou renforcées à l'occasion des VD4. Dans cet objectif, les STE et leurs documents supports devront permettre d'identifier les dispositions de protection contre les agressions nécessaires à la démonstration de sûreté dans les différentes configurations de fonctionnement envisageables en fonctionnement normal. Ces configurations de fonctionnement doivent couvrir les différents domaines et états d'exploitation d'un réacteur en prenant en considération, lorsque cela est pertinent, des niveaux de vigilance ou d'alerte vis-à-vis d'une agression à caractère prédictible. La surveillance en exploitation de ces dispositions reposera notamment sur les programmes d'essais périodiques (chapitre IX des RGE) et sur les programmes de maintenance préventive.

Quelques dispositions de protection contre les agressions sont intégrées dans les STE actuelles, principalement pour l'incendie et l'explosion interne. Pour couvrir les autres agressions, EDF propose l'ajout dans le chapitre « Généralités » des STE d'un paragraphe requérant la disponibilité des « équipements de dispositions agressions » (EDA) et prescrivant une conduite à tenir générique en cas d'indisponibilité. Celle-ci demande que la disponibilité d'un EDA requis soit retrouvée sous un mois.

Ce prescriptif est nettement moins précis et détaillé que celui proposé sur le réacteur EPR de Flamanville. En effet, sur ce nouveau réacteur, les prescriptions d'exploitation associées en fonctionnement normal aux dispositions de protection contre les agressions font l'objet d'un chapitre dédié dans les RGE, se rapprochant dans ses objectifs, sa structure et sa forme, des STE du parc électronucléaire en fonctionnement.

La proposition d'EDF actuelle ne peut donc être considérée comme acceptable que s'il s'agit d'une première étape vers une construction d'un prescriptif « agressions » intégré aux RGE à l'image de celui proposé sur l'EPR de Flamanville. Dès à présent, l'IRSN estime qu'EDF devra avoir identifié, au sein de la démonstration de sûreté

nucléaire<sup>38</sup>, l'ensemble des fonctions (FCT) et des systèmes, structures et composants (SSC) valorisés pour la prévention, la maîtrise ou la limitation des effets d'une agression<sup>39</sup>. Sur ce point, EDF s'est engagé à identifier dans les rapports de sûreté VD4 900 les « FCT<sub>AGR</sub> » valorisées au titre des études d'agression, mais n'a pas pris d'engagement équivalent pour les « SSC<sub>AGR</sub> ». **L'IRSN formule donc la recommandation n° 41 en Annexe 1.**

Cette identification des FCT<sub>AGR</sub> et des SSC<sub>AGR</sub> n'est aujourd'hui pas exhaustive. Elle devra donc être complétée. Les exigences associées à ces FCT<sub>AGR</sub> et des SSC<sub>AGR</sub> devront ensuite être définies de façon détaillée, dans le but notamment de surveiller le maintien de la qualification et de la disponibilité de ces FCT<sub>AGR</sub> et SSC<sub>AGR</sub> lors de l'exploitation d'un réacteur. **À cet égard, l'IRSN formule la recommandation n° 42 en Annexe 1.**

Les STE VD4 900 CPY ne seront pas « autoportantes » en ce qui concerne les dispositions de protection contre les agressions. En effet, les notions de « Disposition Agression » et d'EDA<sup>40</sup> ne sont pas définies dans le DA VD4 CPY. En outre, aucune liste de ces dispositions et équipements ne figure par ailleurs dans les RGE. L'IRSN considère que toutes les fonctions valorisées pour la prévention, la maîtrise ou la limitation des effets d'une agression, identifiées dans les chapitres agressions des RDS VD4 900, doivent être disponibles. **À ce titre, l'IRSN formule la recommandation n° 43 en Annexe 1.** De plus, les STE devraient être complétées par un guide d'accompagnement précisant notamment les conditions d'exploitation dans lesquelles une FCT<sub>AGR</sub> est requise disponible. L'IRSN estime que ce document devra être identifié comme un document prescriptif d'exploitation de la démonstration de sûreté nucléaire, **ce qui fait l'objet de la recommandation n° 44 en Annexe 1.**

En outre, l'IRSN estime qu'EDF devra identifier les FCT<sub>AGR</sub> revêtant un fort enjeu de sûreté, telles que l'isolement automatique des lignes du circuit CRF du Tricastin, certaines dispositions de protection contre une arrivée massive de colmatants en station de pompage ou l'isolement automatique de la ligne d'alimentation en hydrogène du bâtiment des auxiliaires nucléaires (BAN). Ces fonctions devront faire l'objet de prescriptions spécifiques dans les STE VD4 900 imposant des mesures conservatoires appropriées en cas d'indisponibilité. **Ce point fait l'objet de la recommandation générique n° 47 et des recommandations particulières n° 5 (déjà évoquée), n° 45 et n° 46.** Dans le cas particulier d'une agression prédictible, telle qu'une canicule, l'IRSN estime que la conduite à tenir en cas d'indisponibilité doit être proportionnée au niveau d'alerte en cours. Ce point fait l'objet de la **recommandation n° 48 en Annexe 1.**

La disponibilité des FCT<sub>AGR</sub> requiert notamment le respect des hypothèses des études d'agressions. EDF propose d'ajouter, dans le guide d'accompagnement des STE, sous forme de prescriptions complémentaires, à l'échéance de la phase B du réexamen VD4 900, des spécifications relatives au respect de paramètres et de limites ainsi que de configurations de SSC répondant aux hypothèses des études d'agressions. L'IRSN n'est pas opposé à la proposition de traitement d'EDF mais estime que, dans l'attente, les STE doivent déjà intégrer une prescription à caractère général relative au respect des hypothèses des études d'agression et formule donc **la recommandation n° 49 en Annexe 1.**

Enfin, EDF s'engage, à l'échéance de la phase B du réexamen de sûreté VD4 900, à prédéfinir des mesures conservatoires permettant de réduire les risques liés à l'indisponibilité d'une fonction FCT<sub>AGR</sub> dans des documents prescriptifs internes d'exploitation, à chaque fois que cela est pertinent. À la même échéance, EDF spécifiera dans les STE qu'un cumul d'indisponibilités de FCT<sub>AGR</sub> devra faire immédiatement l'objet d'une analyse de sûreté afin de

<sup>38</sup> La démonstration de sûreté nucléaire comprend l'ensemble des éléments contenus ou utilisés dans les RDS qui justifient que les risques d'accident, radiologiques ou non, et l'ampleur de leurs conséquences sont maîtrisés.

<sup>39</sup> Fonctions et SSC notés respectivement FCT<sub>AGR</sub> et SSC<sub>AGR</sub> dans la suite de cet avis.

<sup>40</sup> EDA : Équipements de disposition agression.

définir les mesures compensatoires ou conservatoires appropriées au risque. L'IRSN estime que ces engagements sont satisfaisants.

### **MODIFICATIONS DOCUMENTAIRES - CHAPITRE VI DES RGE (CIA)**

L'IRSN a examiné les évolutions de conduite du chapitre VI des RGE prévues par EDF dans le DA VD4 900 lot A (hors évolutions de conduite relatives à la reprise de l'étude du domaine complémentaire H4<sup>41</sup> et évolutions de conduite liées à la reprise des situations H3 de tranches et DCC-LH [13] qui sont traitées par des avis spécifiques).

Pour ce qui concerne les évolutions de conduite liées à la reprise des études de la démonstration de sûreté, dans la mesure où l'expertise des études de sûreté était menée, dans le cadre de l'expertise en support à la réunion du GPR dédiée aux études VD4 900 [4], en parallèle de l'expertise des évolutions de conduite, l'IRSN a uniquement examiné la non régression au plan de la sûreté de leur mise en œuvre.

L'IRSN estime que les évolutions de conduite prévues par EDF, dans le cadre de la reprise des études de dilution en puissance, ne répondent pas aux demandes de l'ASN formulées dans la lettre [15]. Ainsi, bien qu'apportant des améliorations, **ces évolutions ne sont pas jugées suffisantes pour atteindre les objectifs du réexamen VD4 900.**

### **MODIFICATIONS DOCUMENTAIRES - CHAPITRE IX DES RGE (EP)**

#### **Débits de ventilation globaux et unitaires dans chaque local**

Dans le cadre de la prise en compte des agressions, EDF a mis en place un plan d'actions ventilation (PAV) afin de régler l'ensemble des débits de ventilation d'une part par local, d'autre part globalement. Pour rappel, seuls les débits globaux, d'extraction et/ou de soufflage, font l'objet d'essais périodiques.

En 2018, l'IRSN a mis en évidence sur les sites de Flamanville et de Cattenom que les débits de ventilation par local pouvaient présenter des écarts importants par rapport aux débits considérés dans les études thermiques. Pour autant, les débits globaux, qui sont les seuls à faire l'objet d'essais périodiques, étaient respectés.

Dans le cadre de la présente expertise, EDF a indiqué qu'il n'était pas industriellement faisable de vérifier périodiquement les débits de l'ensemble des locaux pour tous les systèmes de ventilation. Néanmoins, EDF s'engage à mettre en œuvre un programme de pérennisation **pour garantir, dans le temps, les débits de ventilation par local réglés dans le cadre du PAV.**

Ce programme de pérennisation semble répondre à la problématique soulevée par l'IRSN du maintien, dans le temps, des débits de ventilation dans chaque local. Toutefois, l'IRSN estime que celui-ci doit être mis en application sur les sites sous cinq ans. Dans l'attente, l'IRSN estime que chaque intervention sur des registres ou autres, de nature à faire évoluer les débits de ventilation, doit être suivie d'une requalification afin de s'assurer que les débits obtenus lors de la réalisation du PAV sont respectés. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 50 en Annexe 1.**

#### **Système DVC**

En cas de contamination radiologique, la filtration de l'iode par la ventilation de la salle de commande est mise en service automatiquement. Ce circuit est notamment constitué de deux résistances chauffantes assurant une

---

<sup>41</sup> H4 : secours réciproque des systèmes d'aspersion dans l'enceinte et d'injection de secours à basse pression pendant la phase de recirculation.



humidité relative inférieure à 40 % dans le piège à iode dont la fonction est de piéger les radionucléides. Le fonctionnement des résistances chauffantes est asservi à un automatisme d'enclenchement sur seuil bas et à un automatisme de déclenchement de sécurité sur un seuil haut.

Au cours de l'expertise, si EDF s'est engagé à reclasser en critère de groupe A l'automatisme de déclenchement des réchauffeurs, le critère de l'automatisme d'enclenchement est maintenu en groupe B.

Pour l'IRSN, un dysfonctionnement ou un retard de l'enclenchement des réchauffeurs peut conduire à une humidité de l'air au niveau des pièges à iode supérieure à 40 % et donc à une filtration inefficace. Un critère de groupe A doit donc être affecté à cet automatisme ainsi qu'au contrôle de l'étalonnage du seuil associé. **Ces éléments font l'objet de la recommandation n° 51 en Annexe 1.**

#### Critère d'essais des capteurs à seuils

- Classement des critères d'essais

Dans le cadre du DA VD4 900 phase A, plusieurs capteurs sont identifiés « EDA » vis-à-vis de l'agression « inondation ». Ces capteurs font l'objet d'un contrôle d'étalonnage, de basculement et/ou de validation associé à un critère de groupe B.

De façon générale, l'IRSN estime qu'un mauvais étalonnage d'un capteur assurant le basculement d'un seuil logique valorisé dans une étude d'accident est susceptible de retarder une action automatique ou manuelle et de remettre en cause son efficacité. Sans justification particulière, cet essai périodique doit être affecté d'un critère de groupe A. EDF peut toutefois justifier que le seuil réglé sur un capteur est « éloigné » de la limite de sûreté prise en compte dans une étude d'accident pour éviter que n'apparaissent des effets indésirables ou inacceptables. Cette « distance » entre un seuil réglé et une limite physique doit s'apprécier au regard de la plage de réglage acceptée sur le seuil logique, de l'incertitude de mesure et de la cinétique de l'évolution du paramètre surveillé.

Si cette « distance » peut être jugée comme significative, la détection d'une dérive d'un instrument de mesure pourrait être considérée comme une dégradation de sa fonction ne remettant pas en cause sa disponibilité. **L'IRSN considère que le critère de détection de cette dérive pourrait alors être classé en groupe B.**

Or, à l'heure actuelle, les plages acceptables de réglage des seuils de déclenchement d'un automatisme ou d'une alarme ne sont généralement pas précisées dans la démonstration de sûreté nucléaire. Il n'est donc pas possible de juger si ces seuils sont suffisamment « éloignés » d'une limite de sûreté d'une étude d'accident. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 52 en Annexe 1.**

**Les groupes des critères associés aux essais des capteurs à seuil pourront être revus à l'échéance de la phase B du réexamen de sûreté en fonction de l'avancée des actions prises par EDF pour intégrer et justifier les plages acceptables de réglage de ces seuils dans la démonstration de sûreté.**

- Plage de réglage sur les sites de la mise en service des automatismes

L'analyse par l'IRSN d'un événement survenu récemment a mis en évidence que le seuil de réglage fonctionnel des capteurs tout-ou-rien (TOR) pouvait dépasser de plusieurs degrés le seuil retenu dans les études thermiques. Le risque est une mise en service retardée des matériels, comme des ventilateurs, alors que leur fonctionnement a été considéré survenant plus tôt dans les études thermiques. Ainsi, pour un exemple analysé, compte tenu du fait que la doctrine de réglage sur les sites des capteurs TOR prescrit une tolérance fonctionnelle de plus ou moins dix pour cent de l'étendue de mesure du capteur concerné, le réglage du capteur sur site sera compris entre 39 °C et 51 °C pour la mise en service d'un ventilateur alors que sa mise en service est considérée à 45 °C dans les études

thermiques. EDF a toutefois indiqué que, pour l'exemple considéré, la température de disponibilité des matériels ventilés par le ventilateur étant supérieure à la valeur haute de réglage du capteur, il n'y avait pas d'impact sur les conclusions des études thermiques.

Au cours de l'expertise, EDF s'est néanmoins engagé à réaliser des études complémentaires pour s'assurer que les conclusions des études thermiques n'étaient pas remises en cause compte tenu de cette doctrine de réglage des capteurs TOR. **Cet engagement d'EDF n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.** L'IRSN constate toutefois que cette vérification est réalisée a posteriori, ce qui n'est pas une démarche satisfaisante.

Par ailleurs, cette doctrine étant applicable à l'ensemble des capteurs et pour l'ensemble des systèmes, cette problématique concerne également tous les autres automatismes mis en service ou déclenchés sur l'atteinte de seuils, comme par exemple l'apparition d'alarmes. **Compte tenu de ces éléments, l'IRSN formule la recommandation n° 53 en Annexe 1.**

#### Essai en réel des capteurs de niveau à flotteur

Pour ce qui concerne les essais de basculement des capteurs de niveau à flotteur, EDF indique qu'il n'est pas possible de réaliser pour certains d'entre eux une sollicitation en réel par montée du niveau d'eau. Une manœuvre en manuel du capteur est alors réalisée afin de simuler une montée du niveau d'eau. Pour l'IRSN, l'absence de point dur lors de ce basculement devrait être vérifiée. **Ce point fait l'objet de l'observation n° 3 en Annexe 2.**

#### Agression de la source froide du site du Tricastin

En cas d'arrivée massive de colmatants au niveau de la source froide du site du Tricastin, l'alarme avertissant les opérateurs de l'atteinte du deuxième seuil issu des capteurs de perte de charge sur un filtre à chaînes (FAC) est importante pour la sûreté car elle permet d'éviter, en initiant un basculement manuel des files SEC<sup>42</sup> et RRI<sup>43</sup>, un endommagement durable d'un FAC et la perte de la source froide. Ainsi, l'IRSN estime que cette alarme ainsi que le contrôle d'étalonnage des capteurs de perte charge des filtres à chaînes doivent faire l'objet d'essais périodiques au titre du chapitre IX des RGE et être associés à des critères de groupe A. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 54 en Annexe 1.**

#### Système ARE

Le rapport de sûreté à l'édition VD4 CPY n'identifie plus comme disposition complémentaire l'alimentation des générateurs de vapeur par les pompes du système CEX<sup>44</sup> en secours de la TPS<sup>45</sup> ASG en situation de perte des tableaux LHA<sup>46</sup> et LHB par mode commun (DCC-LH). Ceci fait suite à une ré-estimation à la baisse, par EDF, de son poids probabiliste. L'EP décennal vérifiant le caractère fonctionnel de cette disposition est ainsi supprimé. L'IRSN estime néanmoins que l'acceptabilité vis-à-vis de la sûreté de cette suppression n'est pas démontrée et que ce n'est que lors de la phase B de la VD4 900 qu'une autre modification matérielle, permettant d'assurer le secours de la TPS ASG en situation DCC-LH, sera mise en œuvre (celle-ci elle consiste à alimenter une motopompe ASG par le DUS sans utiliser le tableau LHA ou LHB). **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 55 en Annexe 1.**

<sup>42</sup> SEC : système d'eau brute secours.

<sup>43</sup> RRI : système de refroidissement intermédiaire.

<sup>44</sup> CEX : système d'extraction du condenseur.

<sup>45</sup> TPS : turbopompe de secours.

<sup>46</sup> LHA et LHB : tableau de distribution 6,6 kV alternatif secours respectivement de la voie A (LHA) et de la voie B (LHB).

### Courbes caractéristiques des pompes EAS 001 et 002 PO

- Analyse de la méthodologie d'élaboration des courbes caractéristiques de sûreté des pompes

Dans le cadre du réexamen VD4 900, EDF a défini un nouveau critère de sûreté, vérifié tous les dix ans, basé sur le contrôle des caractéristiques minimale et maximale des pompes EAS. L'IRSN considère que les méthodologies adoptées par EDF pour établir les courbes de caractéristiques hydrauliques minimale et maximale de sûreté des pompes du système EAS sont globalement satisfaisantes. Toutefois, à l'instar de l'expertise d'une méthodologie similaire menée dans le cadre du réexamen VD2 N4 [16], l'IRSN a remarqué, pour le CPY, que, lors de l'élaboration des courbes minimale et maximale, les incertitudes n'ont pas été prises en compte au niveau des coefficients de perte de charge, ce qui se répercute sur la définition du débit maximum (le débit minimum n'étant quant à lui pas défini à partir de ces courbes). Afin de justifier ce point, EDF a notamment valorisé certains conservatismes, mais n'a pas démontré que ceux-ci permettent de couvrir les incertitudes associées aux coefficients de perte de charges. Pour l'IRSN, le bien-fondé de l'absence de prise en compte de ces incertitudes doit être démontré. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 56 en Annexe 1.**

- Vérification des caractéristiques hydrauliques des pompes EAS

Les caractéristiques hydrauliques des pompes EAS ne sont pas vérifiées dans des conditions telles que requises en situation accidentelle. En effet, ces caractéristiques sont vérifiées sur les lignes d'essai des pompes à un débit inférieur aux débits requis en situation accidentelle.

Pour EDF, il n'est pas nécessaire de tester les pompes EAS à plein débit, car l'analyse des modes de dégradation des pompes EAS a mis en évidence que la dégradation d'un mécanisme impacte l'ensemble des caractéristiques hydrauliques de la pompe. EDF précise également que la configuration du fonctionnement à plein débit des pompes nécessite la mise en œuvre de dispositifs et moyens particuliers (DMP) ce qui, selon la doctrine du chapitre IX des RGE, doit être évité. L'IRSN rappelle que le retour d'expérience seul n'est pas suffisant pour déterminer les essais à réaliser sur un système. En effet, de nouveaux modes de dégradation pourraient survenir, du fait par exemple du vieillissement des installations. De plus, la doctrine du chapitre IX des RGE n'interdit pas l'utilisation des DMP, mais mentionne uniquement de s'en passer dans la mesure du possible.

Compte tenu de ces éléments et de la fonction de sûreté assignée au système EAS, l'IRSN estime nécessaire la vérification des caractéristiques hydrauliques de sûreté des pompes EAS dans des conditions aussi proches que possible de leur fonctionnement en situation accidentelle. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 57 en Annexe 1.**

### Systeme ETY

Dans le cadre de la prise en compte du référentiel AG, EDF crée les essais suivants pour l'ensemble des 24 RAP :

- un essai de périodicité « rechargement » du contrôle visuel de l'enveloppe externe des RAP ;
- un test d'efficacité décennal de trois plaques de chaque RAP avec un matériel d'essai adapté ainsi qu'une inspection visuelle de ces trois plaques.

Concernant le test d'efficacité, EDF s'est notamment engagé au cours de l'expertise à prescrire, dans la règle d'essais périodiques ETY, à l'échéance du DA VD4 900 phase A :

- une vérification, à chaque arrêt pour rechargement de type VP<sup>47</sup> ou VD<sup>48</sup>, de l'efficacité d'au moins 5 RAP issus de niveaux différents du BR, de manière à tester 100 % des RAP en 10 ans maximum ;
- un contrôle visuel de l'ensemble des plaques de chaque RAP faisant l'objet d'un test d'efficacité.

Cet engagement est satisfaisant. Toutefois, l'IRSN estime qu'un contrôle d'efficacité des RAP à la fin de chaque arrêt (quel que soit le type d'arrêt) serait préférable afin de s'assurer de leur bon fonctionnement avant tout nouveau cycle. Le risque de pollution des RAP est en effet particulièrement présent lors d'un arrêt pour renouvellement du combustible compte tenu des activités dans le BR. Par ailleurs, un bilan du retour d'expérience des contrôles des RAP devrait être présenté après quelques années de mise en application. **Ce point fait l'objet de l'observation n° 4 en Annexe 2.**

#### Systeme LHU

La règle d'essais LHU<sup>49</sup> du chapitre IX des RGE prescrit des essais périodiques (EP) sur le DUS, sur un banc de charge résistif selon la périodicité suivante :

- un essai à puissance partielle tous les six mois ;
- un essai à la puissance nominale tous les cycles.

Au cours de l'expertise, EDF s'est engagé à réaliser un essai bimestriel supplémentaire du groupe LHU avec une charge électrique maximale de 11 % de la puissance nominale du groupe et à porter la charge de l'essai semestriel à 100 % de la puissance nominale du groupe électrogène. **Cet engagement est considéré dans son principe satisfaisant par l'IRSN.**

Toutefois, EDF n'a pas donné d'objectifs concernant la charge minimale à atteindre lors de l'essai bimestriel. Or l'IRSN estime qu'EDF doit chercher à maximiser la charge minimale lors de ces essais. De plus, EDF n'a pas précisé que ces essais bimestriels doivent, dans la mesure du possible, être réalisés à une puissance semblable, d'un essai à un autre. Ces points font l'objet de la recommandation n° 58 en Annexe 1.

#### Essais périodiques des systèmes de levage et de manutention du combustible

- Système de transfert du combustible (PMT)

Le dispositif de transfert transporte les assemblages de combustible (AC) entre la piscine du réacteur et la piscine d'entreposage via un tube horizontal, appelé tube de transfert, qui relie les deux piscines. Ses principales fonctions sont le basculement de l'AC de la position verticale à la position horizontale et le transfert de l'AC en position horizontale. Les compartiments de transfert, côtés bâtiments réacteur et combustible, sont reliés au tube de transfert par une structure de type « double enveloppe », constituée d'éléments assurant les degrés de liberté nécessaires au maintien de l'intégrité du tube de transfert sous chargement thermique ou sismique. L'étanchéité de chacune de ces structures à double enveloppe, surveillée par des détecteurs de présence d'eau, permet de garantir le maintien de l'intégrité physique des compartiments de transfert des piscines. Cependant, la règle d'essais (RE) du système des engins de levage et de manutention du combustible en vigueur et celle mise à jour par EDF dans le cadre du réexamen VD4 900 ne prescrivent aucun essai périodique pour s'assurer du fonctionnement de ces détecteurs de présence d'eau et de leurs alarmes.

---

<sup>47</sup> VP : visite partielle.

<sup>48</sup> VD : visite décennale.

<sup>49</sup> LHU : production d'ultime secours 6,6 kV alternatif

Or pour l'IRSN, les détecteurs de présence d'eau à l'intérieur d'une « double enveloppe » renforcent le caractère improbable d'une situation de vidange accidentelle. L'aptitude de ces capteurs à détecter de façon précoce un défaut traversant susceptible d'évoluer brutalement sous un chargement accidentel (tel qu'un séisme) doit donc être impérativement testée au titre de la démonstration de sûreté et être associée à un critère de groupe A. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 59 en Annexe 1.**

- Machine de chargement (PMC)

La machine de chargement est utilisée pour le chargement ou le déchargement du combustible dans la cuve. Elle est disposée au-dessus de la piscine du bâtiment réacteur et dessert les zones allant du tube de transfert à la cuve du réacteur. Cet engin de levage est équipé d'un système d'inter-verrouillage interne et d'un bouton d'arrêt d'urgence. Pour EDF, les risques identifiés en cas de dysfonctionnement de ces dispositifs de sécurité sont très en deçà des situations pouvant entraîner une chute d'un AC. Leur contrôle, au titre du chapitre IX des RGE, est donc redevable d'un critère RGE de groupe B. En effet, la déclinaison du référentiel de sûreté aux engins de manutention du combustible a conduit EDF à retenir en groupe A uniquement les essais des équipements de sûreté dont la défaillance pourrait notamment entraîner la chute ou le dénoyage d'un AC irradié en cours de manutention.

L'IRSN considère que le classement en groupe A des critères d'essais des systèmes de manutention du combustible doit être élargi à la vérification des fonctions de prévention d'un incident ou d'un accident susceptible de conduire à une rupture de gaine d'un assemblage irradié. Ceci doit conduire à classer en groupe A la vérification de fonctions permettant d'éviter ou d'arrêter tout mouvement inapproprié d'un pont de manutention susceptible de déformer un assemblage. À ce titre, l'IRSN estime que le contrôle du dispositif d'arrêt d'urgence et du système de verrouillage interne de la machine de chargement doit être affecté d'un critère RGE de groupe A. **Ces points font l'objet des recommandations n° 60 et n° 61 en Annexe 1.**

- Système d'examen du combustible (PME)

Le système PME est destiné à l'examen des AC et est constitué notamment d'une cellule de ressuage destinée à recevoir les AC irradiés afin d'identifier avec précision les défauts d'étanchéité. Une fois fermée, cette cellule isole l'assemblage de la circulation et du refroidissement de l'eau de la piscine de désactivation. Dans le cadre du réexamen VD4 900, EDF envisage d'affecter un critère RGE de groupe B à l'essai du dispositif d'ouverture manuelle de secours du couvercle qui permet d'éviter un séjour prolongé de l'AC dans la cellule de ressuage et donc l'échauffement excessif de ce dernier. Pour EDF, ce groupe B est justifié par le fait que le non-respect des critères d'essais ne remet pas directement en cause la disponibilité de la cellule de ressuage.

Or l'IRSN fait remarquer que la fonction de refroidissement assignée à la cellule de ressuage est notamment assurée par un dispositif d'ouverture manuelle de secours du couvercle. À ce titre, l'IRSN estime que le contrôle de ce dispositif est redevable d'un critère RGE de groupe A. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 62 en Annexe 1.**

#### Systeme PTR

- Joint statique des batardeaux de séparation des piscines des bâtiments réacteur et combustible

EDF ajoute au programme d'essais du système PTR<sup>50</sup> un essai périodique d'étanchéité du joint statique des batardeaux de séparation des piscines des bâtiments réacteur et combustible. Un critère de groupe B « bon fonctionnement » est associé à cet essai si le débit de fuite du joint statique est inférieur à environ 10 m<sup>3</sup>/h.

<sup>50</sup> PTR : système de traitement et de refroidissement des piscines.

En complément, EDF s'est engagé à ajouter un critère de groupe A correspondant à un débit de fuite du joint statique supérieur ou égal à 23 m<sup>3</sup>/h. Cet engagement d'EDF n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN. Cependant, l'IRSN estime que le critère de groupe B, tel que défini par EDF, est trop éloigné des performances attendues de ce joint lors de sa qualification. **Ce point fait l'objet de l'observation n° 5 en Annexe 2.**

- Prise en compte des agressions

En cas de grands froids, la température de la bache PTR<sup>51</sup> est maintenue entre + 8 °C et + 13 °C par la mise en service de résistances chauffantes. Dans le cadre de la VD4 900, ces résistances chauffantes et le stat de température permettant leur mise en service automatique sont identifiés comme EDA.

Dans le cadre du DA, EDF crée notamment un essai d'étalonnage du stat de température associé à un critère B. L'IRSN considère que le seuil minimal de température de l'eau borée de la bache PTR requis par les STE pourrait ne pas être respecté en cas de dérive du stat de température, ce qui occasionnerait un risque de cristallisation du bore ou de choc froid sur la cuve. Un critère de groupe A doit donc être associé à la vérification de l'étalonnage de ce stat. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 63 en Annexe 1.**

#### Circuit primaire principal (RCP)

Dans le cadre du réexamen VD4 900, EDF a défini un nouveau critère de débit qui prend en compte le fonctionnement de deux pompes primaires sur trois. Le respect de ce critère permet de garantir le refroidissement suffisant du cœur en cohérence avec les exigences définies dans la démonstration de sûreté. Au cours de l'expertise, EDF a indiqué que les formules de calcul des incertitudes associées à la vérification de ce nouveau critère, qui dépendent de la puissance du réacteur, seront mentionnées dans le mode opératoire de l'essai.

Or, conformément à la doctrine du chapitre IX des RGE, le mode opératoire ne figure plus dans les règles d'essais périodiques déclarées par EDF. À ce titre, conformément à la section I du chapitre IX des RGE, EDF doit préciser dans la version de la règle d'essais périodiques, soumise à déclaration à l'ASN, le calcul des incertitudes associées à la mesure de débit des boucles primaires. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 64 en Annexe 1.**

#### Système RIS<sup>52</sup>

Sur les réacteurs du palier CPY, les caractéristiques des pompes ISBP<sup>53</sup>, les temps d'établissement du plein débit, ainsi que l'absence de fuite au niveau des lignes situées à l'aspiration de la bache PTR et au refoulement des pompes ISBP, sont vérifiés tous les cinq rechargements (soit environ tous les cinq ans), lors des essais fonctionnels en injection vers la cuve ouverte (EFCO). À titre de comparaison, ces mêmes essais sont réalisés tous les rechargements sur les paliers 1300 MWe et 1450 MWe.

Au cours de l'expertise, EDF s'est engagé à réduire la périodicité des EFCO des pompes ISBP du palier CPY à quatre cycles, soit tous les quatre ans.

L'IRSN souligne qu'à ce jour aucun essai fonctionnel de requalification n'est programmé pour dédouaner l'introduction de corps étranger dans un circuit important pour la sûreté après une intervention de maintenance intrusive. De plus, comme en témoigne le retour d'expérience, des corps migrants peuvent être libérés dans les circuits à la suite de la dégradation d'un matériel, sans lien avec une intervention de maintenance. Au vu de ces

<sup>51</sup> Pour le réacteur n° 1 du Tricastin et le réacteur n°1 de Saint Laurent B, la température minimale de la bache PTR prescrite dans les STE est de 20 °C afin d'augmenter les marges à la rupture brutale de la cuve, du fait de la présence de défaut sous revêtement (DSR).

<sup>52</sup> RIS : système d'injection de sécurité.

<sup>53</sup> ISBP : injection de sécurité basse pression.

éléments, l'IRSN estime que les EFCO des pompes ISBP du palier CPY doivent être réalisés à une périodicité plus rapprochée, n'excédant pas deux rechargements. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 65 en Annexe 1.**

#### Systeme RPE<sup>54</sup>

Pour rappel, la procédure U2<sup>55</sup> fait partie de la conduite accidentelle et comporte des actions de surveillance du confinement et de conduite visant à limiter les rejets radioactifs dans l'environnement, en réinjectant des effluents dans le BR par le système RPE. Dans le cadre de la VD4 900, EDF indique que la procédure de conduite U2 n'est plus valorisée dans la démonstration de sûreté. En cohérence, EDF ne classe plus de sûreté le capteur de débit RPE 100 MD qui est utilisé pour valider le fonctionnement de la réinjection des effluents dans le BR, et supprime donc les essais réalisés sur celui-ci.

L'IRSN souligne que le DA VD4 900 phase A ne modifie pas la procédure U2 et que l'information du capteur RPE 100 MD est toujours utilisée dans cette procédure. Une mauvaise information sur ce capteur peut alors conduire à stopper à tort la réinjection des effluents fortement radioactifs dans le BR, alors que celle-ci participait à limiter les rejets dans l'environnement. Ce capteur doit donc toujours être considéré comme un élément important pour la sûreté. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 66 en Annexe 1.**

### **MODIFICATIONS DOCUMENTAIRES - CHAPITRE X DES RGE (ESSAIS PHYSIQUES)**

Le chapitre X des RGE définit les programmes d'essais physiques à mettre en œuvre au redémarrage après déchargement puis renouvellement d'une partie du combustible, ainsi qu'en cours de cycle afin de démontrer la conformité du cœur au référentiel de conception. Ces programmes d'essais doivent permettre de vérifier le comportement physique<sup>56</sup> du cœur et le respect d'hypothèses considérées dans la démonstration de sûreté, ainsi que de calibrer l'instrumentation nucléaire CNP<sup>57</sup> utilisée par les systèmes de surveillance, de limitation et de protection du cœur.

Dans le cadre du réexamen associé à la VD4, les modifications intellectuelles du chapitre X consistent principalement à modifier certains critères d'essais de façon à les rendre cohérents avec la mise à jour d'hypothèses considérées dans les études d'accidents. **L'IRSN estime que ces modifications sont acceptables.**

Au cours de l'expertise, l'IRSN a estimé nécessaire d'aborder avec EDF les thèmes complémentaires suivants :

- la justification des critères d'essais du chapitre X ;
- la vérification des incertitudes de conception retenues dans la démonstration de sûreté sur certains paramètres physiques du cœur (concentration en bore du circuit primaire, efficacité différentielle du bore...) ;
- l'intégration dans le chapitre X d'un programme de requalification fonctionnelle en cas de remplacement d'une chambre à fission mobile du système de mesure de référence du flux neutronique dans le cœur pendant l'arrêt du réacteur ;

<sup>54</sup> RPE : système des purges, événements et exhaures nucléaires.

<sup>55</sup> La procédure U2 a pour objectif de repérer et de pallier les défauts de confinement de l'enceinte du bâtiment réacteur.

<sup>56</sup> Il s'agit des caractéristiques neutroniques du cœur.

<sup>57</sup> Chaînes neutronique de niveau puissance.

- les conditions de disponibilité du système de mesure de référence du flux neutronique utilisé au cours des essais de cartes de flux<sup>58</sup> du chapitre X ;
- les conditions d'interprétation des essais de cartes de flux du chapitre X en cas de taux de scrutation radial<sup>59</sup> des assemblages inférieur à 80 % ;
- la vérification du bon dimensionnement des seuils site des chaînes de protection  $\Delta T^{60}$  ;
- la vérification du bon dimensionnement des seuils de surveillance des limites d'insertion des groupes de compensation de puissance.

À l'issue de l'expertise, EDF s'est engagé à apporter des éléments, voire à modifier les RGE (chapitres III et X), afin de permettre à l'IRSN de conclure sur les thématiques susmentionnées. L'IRSN estime que ces engagements sont satisfaisants.

Depuis une dizaine d'années, la valorisation du retour d'expérience des essais de cartes de flux a permis à EDF d'optimiser les programmes d'essais physiques des réacteurs. EDF a transmis des éléments visant à démontrer que le changement de logiciel d'interprétation des essais de cartes de flux du chapitre X, débuté en 2017, n'a aucun impact sur les justifications transmises à l'ASN afin de justifier ces optimisations. Après analyse des éléments transmis, l'IRSN n'a pas de remarque.

## **CONCLUSION**

Sous réserve de la prise en compte des recommandations formulées en Annexe 1 et de l'obtention de l'ensemble des qualifications de matériels attendues, l'IRSN estime acceptables, sur le plan de la sûreté et de la radioprotection, les modifications relevant du dossier d'amendement VD4 900 phase A, telles que déposées par EDF.

Pour le Directeur général et par délégation,

Frédérique PICHEREAU

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

---

<sup>58</sup> Ces essais permettent de vérifier la conformité de la distribution de puissance dans le cœur et de calibrer l'instrumentation nucléaire.

<sup>59</sup> Une valeur de taux de scrutation peut être associée à chaque carte de flux réalisée : il s'agit du rapport du nombre d'assemblages explorés sur le nombre d'assemblages explorables par les chambres à fission mobiles (CFM). Pour les réacteurs du palier CPY, 50 assemblages sur 157 sont explorables par les CFM.

<sup>60</sup> La protection du réacteur vis-à-vis du phénomène de surpuissance et de crise d'ébullition est assurée par les chaînes de protection «  $\Delta T$  surpuissance » et «  $\Delta T$  température élevée ». Le signal d'arrêt automatique du réacteur est émis lorsque, dans deux boucles du circuit primaire sur trois, l'élévation de température entre l'entrée et la sortie de la cuve du réacteur ( $\Delta T$ ) est égale au  $\Delta T$  de consigne des chaînes («  $\Delta T$  surpuissance » ou «  $\Delta T$  température élevée »).



Annexe 1 à l'avis IRSN/2019-00042 du 1<sup>er</sup> mars 2019

Recommandations

**MODIFICATIONS MATÉRIELLES ET DOCUMENTAIRES ASSOCIÉES**

➤ **Modification matérielle - Réalimentation de la bêche ASG par le JP\* (PNPP 1864)**

**Recommandation n° 1 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 phase A CPY, l'IRSN recommande que, pour les sites en bord de mer, lorsque le réacteur est en production ou en arrêt normal sur les générateurs de vapeur, la fonction de réalimentation de la bêche d'eau alimentaire de secours (ASG) par les circuits des systèmes de production, distribution et protection incendie (JP\*) soit considérée indisponible dès l'indisponibilité du circuit JP\* du réacteur ou du circuit JP\* du réacteur voisin (chacune de ces deux indisponibilités devra être classée en groupe 1, sans possibilité de déclassement, et le cumul de l'une d'entre elles avec l'indisponibilité de la réalimentation de la bêche ASG par le système de distribution d'eau déminéralisée conventionnel (SER) devra être considéré comme une indisponibilité totale de la fonction de réalimentation de la bêche ASG par les circuits JP\* et SER).

**Recommandation n° 2 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 phase A CPY, l'IRSN recommande que, pour les réacteurs n° 1 et n° 2 de Dampierre et pour ceux de Chinon B, Saint-Laurent B et Cruas, EDF maintenance, dans les domaines de fonctionnement du réacteur allant de la production à l'état d'arrêt pour intervention, circuit primaire entrouvert (RP à API-EO), les prescriptions associées dans les STE PTD n° 3 à l'indisponibilité de la réalimentation gravitaire de la bêche ASG par le SER (classement en groupe 1, condition limite pour la maintenance préventive et conduite à tenir des indisponibilités fortuites).

➤ **Modification matérielle - Stabilisation du corium (PNPP 1976)**

**Recommandation n° 3 :**

L'IRSN recommande que, en préalable à la réalisation de la modification relative à la stabilisation du corium sur les réacteurs du Tricastin, EDF complète son évaluation de l'impact de la modification sur la radioprotection des travailleurs amenés à évoluer dans le bâtiment réacteur au niveau - 3,50 m :

- en justifiant le caractère pénalisant des termes sources « gamma » et « neutron » retenus pour les différents scénarios de calcul ;
- en tenant compte des rayonnements gamma (dont le rayonnement diffusé) et neutron (neutrons de fission et gammas secondaires associés) pour les scénarios « réacteur à l'arrêt » et « réacteur en fonctionnement » ;
- en évaluant l'impact en termes de doses sur les activités d'exploitation normale susceptibles d'être réalisées par des travailleurs à proximité des locaux concernés par la création des trémies pour les scénarios « réacteur à l'arrêt » et « réacteur en fonctionnement » ;
- en définissant et en justifiant le recours ou non à la pose de protections biologiques complémentaires sur la base d'une évaluation du gain dosimétrique escompté pour les activités concernées et en détaillant le coût dosimétrique induit par la mise en œuvre de ces dispositions ;

- en justifiant les dispositions complémentaires retenues de types organisationnelles et opérationnelles, notamment en termes de signalisation et de restrictions d'accès du personnel aux différentes zones concernées, selon l'état du réacteur ;
  - enfin, en transposant l'étude de non-régression aux réacteurs pairs du train CPY ainsi qu'aux réacteurs du Bugey.
- Modification matérielle - Amélioration du conditionnement thermique des locaux ventilés par le système DVL MT-BT (PNPE 1070)

**Recommandation n° 4 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 phase A CPY, l'IRSN recommande que l'essai de périodicité « cycle » de passage en position recirculation du système DVL MT-BT ainsi que le nouvel essai quinquennal de manœuvrabilité manuelle des registres DVL 201 à 203 VA et DVL 251 à 253 VA fassent l'objet d'un critère de groupe A.

- Modification matérielle - Isolement automatique des circuits CRF du site du Tricastin (PNPP 1943)

**Recommandation n° 5 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande qu'EDF classe en groupe 1 au titre des STE, avec un délai de réparation de trois jours, l'indisponibilité partielle de la fonction d'isolement d'une file CRF par le système CSI. L'indisponibilité totale de cette fonction devra également être classée en groupe 1, avec un délai de réparation de 24 heures, dès lors que la file CRF n'est pas isolée de façon sûre. De plus, EDF devra définir dans les STE les conditions garantissant la disponibilité partielle et totale de la fonction d'isolement d'une file CRF par le système CSI.

**Recommandation n° 6 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande que les critères associés au contrôle de basculement des stats de niveau CSI 005 à 010 SN définissent la plage acceptable de basculement de leur seuil. Ces critères devront être classés en groupe A.

**Recommandation n° 7 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande que le critère de temps de fermeture des vannes d'isolement CSI 001 et 002 VC, fixé à 90 secondes, soit affecté d'un critère de groupe A.

**Recommandation n° 8 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande que soient testés au titre du chapitre IX des RGE :

- à chaque cycle, le bon fonctionnement de l'alarme de détection de dérive à la fermeture d'une vanne CSI 001 et 002 VC ;
- tous les 4 cycles, le déclenchement d'une pompe CRF 001PO (CRF 002 PO) sur sollicitation du contacteur de course CSI 007SM (CSI 008 SM) et sur sollicitation du contacteur de course CSI 009 SM (CSI 010 SM) ;
- tous les 4 cycles, le réglage des contacteurs de course CSI 003 à 010 SM.

**Recommandation n° 9 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande que l'arrêt automatique des pompes à huile motorisées d'une vanne d'isolement CSI soit vérifié tous les cycles.

**Recommandation n° 10 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande que l'exploitant du site du Tricastin mette en place des consignes particulières de condamnation administrative garantissant le maintien en position des vannes d'isolement manuelles des circuits de commande dont dépend l'opérabilité de la fonction de sûreté des vannes d'isolement et des vannes casse-siphon du système CSI. De la même façon, une condamnation administrative en position ouverte devra être appliquée aux ventelles de l'abri des vannes de casse-siphon.

- **Modification matérielle - Généralisation des grappes absorbantes en hafnium**

**Recommandation n° 11 :**

Afin de confirmer l'interprétation physique du phénomène de « bombement » de l'inverse du taux de comptage des chaînes neutroniques de niveau source en fonction du volume d'eau claire injecté au cours d'une approche sous-critique en présence des grappes hafnium, l'IRSN recommande que, pour les approches sous-critiques réalisées en début et en cours de cycle au cours de la campagne 35 du réacteur n° 3 du Tricastin, EDF :

- présente les évolutions théoriques des distributions des sources neutroniques induites et inhérentes ;
- présente les taux de comptage calculés et mesurés ainsi qu'une analyse des écarts calcul/mesure ;
- compare les atténuations théorique et expérimentale avec l'avancement dans le cycle du bombement de l'inverse du taux de comptage.

**Recommandation n° 12 :**

Afin de consolider l'incertitude de mesure des activités MuN, l'IRSN recommande qu'EDF :

- présente l'impact des grappes hafnium sur cette incertitude dans les assemblages comportant des grappes hafnium, ainsi que dans ceux à proximité de ces derniers ;
- confirme que les valeurs de conception associées ne sont pas mises en cause par l'introduction de grappes hafnium.

- **Modification matérielle - Distribution électrique Noyau dur (PNPE 1068)**

**Recommandation n° 13 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 phase A CPY, l'IRSN recommande qu'EDF réalise, tous les quatre rechargements, un essai de réalimentation des tableaux inverseurs de source par le tableau LHC avec une puissance appelée par les utilisateurs permettant de confirmer l'absence de défaut électrique au niveau de l'arrivée noyau dur des tableaux inverseurs. Un critère de groupe A sera associé à cet essai périodique.

- **Modification matérielle - Disposition EAS-u (PNPP 1811)**

**Recommandation n° 14 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande qu'EDF précise, dans les STE, que la disponibilité de la disposition EAS-u est notamment conditionnée par l'isolement de sa ligne d'essai sur la bêche PTR.

**Recommandation n° 15 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande que les essais périodiques visant à s'assurer de l'absence de dégradation des caractéristiques et des paramètres physiques de la pompe EAS 520 PO sur sa ligne d'essai soient réalisés tous les quatre mois.

**Recommandation n° 16 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande que les dispositions organisationnelles prévues par l'exploitant pour pouvoir retrouver en quelques minutes la disponibilité du système EAS-u à la suite de l'ouverture de la ligne d'essai soient explicitement mentionnées dans la règle d'essais soumise à l'approbation de l'ASN.

**Recommandation n° 17 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande qu'EDF vérifie les caractéristiques (débit, HMT) et les paramètres physiques (températures, vibrations) de la pompe EAS 520 PO, lignée en injection vers le circuit primaire dépressurisé, tous les deux arrêts pour rechargement dans le cadre des essais périodiques du chapitre IX des RGE.

**Recommandation n° 18 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande que, en cas de conservation humide du circuit froid de l'échangeur EAS 560 RF, EDF réalise, à chaque cycle, des contrôles d'absence de dégradation s'amorçant côté froid de la paroi de cet échangeur.

**Recommandation n° 19 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande qu'EDF réduise à deux arrêts pour rechargement la périodicité de la vérification d'absence de fuite sur les lignes du circuit EAS-u ainsi que celle du contrôle du débit d'arrosage des garnitures mécaniques de la pompe EAS 520 PO.

**Recommandation n° 20 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande qu'EDF vérifie lors des essais périodiques réalisés au titre du chapitre IX des RGE alternativement l'étanchéité interne d'une seule des deux vannes d'isolement de la ligne d'essai du circuit EAS-u, tous les deux arrêts pour rechargement.

- **Modification matérielle - Gestion des éventuelles fuites de la disposition EAS-u et des effluents issus de l'ébullition de la piscine de stockage du combustible (PNPP 1541)**

**Recommandation n° 21 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande que le critère associé à l'essai périodique de manœuvrabilité à la fermeture de la vanne RPE 201 VP au titre du chapitre IX des RGE soit reclassé en groupe A.

**Recommandation n° 22 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande qu'EDF reclasse en groupe A les critères d'apparition, en salle de commande, des alarmes associées au niveau des réservoirs RPE 201 et 202 BA (niveau anormal et niveau haut).

- **Modification matérielle - Création d'un système diversifié de refroidissement mobile diversifié PTR (PNPP 1907)**

**Recommandation n° 23 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande que l'automatisme permettant l'arrêt des pompes de refroidissement PTR en cas d'isolement intempestif de leur ligne d'aspiration fasse l'objet d'un essai fonctionnel en réel, avant chaque déchargement du combustible, au titre du chapitre IX des RGE. La disponibilité de cette

protection devra conditionner l'utilisation d'un mode de fonctionnement simultané des deux pompes de refroidissement PTR.

**Recommandation n° 24 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande que la démonstration de sûreté nucléaire identifie le système « PTR bis » et ses équipements comme des EIP et définisse leurs rôles ainsi que leurs exigences de conception et d'exploitation dans le rapport de sûreté.

**Recommandation n° 25 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande qu'EDF intègre à la règle d'essais PTR du chapitre IX des RGE :

- un essai de manœuvrabilité des vannes motorisées PTR 301 et 302 VB, de périodicité cycle ;
- un essai de manœuvrabilité de chacune des vannes manuelles PTR 303 et 304 VB, de périodicité 4 cycles ;
- un essai de libre écoulement via les lignes fixes d'aspiration et de refoulement PTR, de périodicité décennale.

Ces contrôles devront être associés à des critères de groupe A.

**MODIFICATIONS DOCUMENTAIRES - CHAPITRE III DES RGE (STE)**

**Recommandation n° 26 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande que, lorsque le réacteur est en production (RP) ou en arrêt normal sur générateurs de vapeur (AN/GV), température supérieure à 190 °C ou pression supérieure à 45 bar abs, EDF classe en groupe 1 l'indisponibilité du DUS et l'indisponibilité de la partie « appoint » de l'EASu, en allouant à chacune de ces indisponibilités un délai d'amorçage du repli dans l'état sûr d'au plus sept jours, au titre du domaine complémentaire.

**Recommandation n° 27 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande que :

- l'information de température à la surface des RAP soit intégrée à la liste des IAG ;
- la disponibilité de cette IAG soit conditionnée par la disponibilité de la chaîne de mesure et des RAP sur lesquels sont installés les capteurs de température concernés.

**Recommandation n° 28 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande qu'EDF classe en événement de groupe 1 l'indisponibilité :

- du MMS d'alimentation autonome des soupapes SEBIM®, dans les domaines RP à API-EO ;
- du nombre de RAP correspondant à la perte totale de la fonction, dans les domaines RP à API-SO ;
- de la disposition EAS-u (parties appoint et refroidissement), dans les domaines RP à API SO ;
- de l'information de niveau de la bache PTR, dans les domaines RP à API-SO ;
- de la mesure de pression enceinte en gamme large dans les domaines RP à API-SO.

Si le réacteur est en RP ou AN/GV, la conduite à tenir de ces événements devra requérir, sous sept jours, l'amorçage du repli en AN/GV aux conditions de connexion du RRA.

**Recommandation n° 29 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande qu'EDF alloue un délai maximal d'amorçage du repli dans l'état sûr de trois jours en cas d'indisponibilité de la partie « appoint » de l'EAS-u, en RP et en AN/GV, température primaire supérieure à 190 °C ou pression primaire supérieure à 45 bar abs.

**Recommandation n° 30 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande que, de l'état AN/GV température primaire inférieure à 190 °C ou pression primaire inférieure à 45 bar abs, jusqu'en API, EDF reclasse en groupe 1, avec un délai de sept jours pour l'amorçage du repli dans l'état sûr (en AN/GV) ou la réparation (d'AN/RRA à API) :

- l'indisponibilité du tableau LHC 001 TB ;
- l'indisponibilité du tableau LUU 003 TB ;
- l'indisponibilité cumulée du DUS et du DUS du réacteur voisin.

**Recommandation n° 31 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande que les prescriptions applicables aux domaines d'exploitation APR et RCD soient modifiées, afin que :

- deux sources électriques parmi les deux sources internes et le DUS soient requises disponibles au titre des STE ;
- l'événement de groupe 1 actuellement associé à la situation « les deux sources internes indisponibles » soit dédié à la situation « les deux sources internes et le DUS indisponibles » ;
- un nouvel événement de groupe 1 soit associé à la situation « deux sources électriques indisponibles parmi les deux sources internes et le DUS », dont la conduite à tenir requerra l'arrêt sous une heure des manutentions combustibles et la restauration d'une des deux sources électriques indisponibles sous un délai suffisamment court.

**Recommandation n° 32 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande que, en RP et AN/GV :

- la conduite à tenir, en cas d'indisponibilité totale de l'injection de soude du système d'aspersion de l'enceinte, requière d'amorcer le repli du réacteur dans un état sûr dans un délai ne pouvant excéder huit heures ;
- l'indisponibilité partielle de la fonction d'injection de soude du système d'aspersion de l'enceinte soit sanctionnée d'un événement de groupe 1 dont la conduite requiert d'amorcer le repli du réacteur dans un état sûr dans un délai ne pouvant excéder sept jours.

**Recommandation n° 33 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande :

- qu'EDF démontre que les informations retenues pour assurer la surveillance de la réactivité ont les performances suffisantes pour assurer le suivi de l'installation en situation accidentelle, y compris à long terme et en conditions d'ambiance accidentelle ;
- qu'EDF justifie que les mesures proposées dans le système de surveillance de la réactivité, du refroidissement et du confinement (SRRC) pour caractériser le niveau d'eau dans la cuve (et dans la piscine du réacteur) sont compatibles avec l'amplitude de la gamme de mesure requise et les différents états du primaire devant être couverts ;
- qu'EDF propose une mesure de température primaire lorsque le circuit de refroidissement du réacteur à l'arrêt est indisponible et que l'état du circuit primaire ne permet plus la disponibilité de la mesure de température en sortie du cœur ;
- qu'EDF examine l'aptitude des chaînes d'activité existantes à surveiller également le confinement hors BR, dans les bâtiments de l'îlot nucléaire. Notamment, EDF doit examiner l'introduction dans le SRRC, des mesures d'activité à la cheminée du BAN.

**Recommandation n° 34 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande qu' EDF retienne, pour les informations du système de surveillance de la réactivité, du refroidissement et du confinement dans les états non fermés du circuit primaire ou pour le BK, des exigences semblables à celles du pseudo-système SPA dans les états fermés. Le non-respect d'une exigence pour une information SRRC devra être justifié.

**Recommandation n° 35 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande que l'indisponibilité totale des informations suivantes, qui figurent dans la liste des informations SRRC, soit systématiquement classée en groupe 1 :

- l'information de niveau de réfrigérant du circuit primaire en APR fournie par le capteur qualifié aux conditions d'ambiance accidentelles entrant dans l'élaboration de la mesure de niveau cuve ;
- l'information de température en sortie cœur délivrée par les thermocouples RIC, dans toutes les configurations de l'API-EO et de l'API-SO pour lesquelles ils sont connectés ;
- l'information de pression dans le circuit primaire en API-EO ;
- l'information de pression enceinte, d'API-EO à APR ;
- l'information de débit de dose dans l'enceinte en APR ;
- l'information de température de la piscine de désactivation élaborée par le capteur analogique de température du compartiment de stockage, dans les états de RP à RCD.

**Recommandation n° 36 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande qu'un événement STE et une conduite à tenir soient systématiquement associés à l'indisponibilité partielle des informations suivantes qui figurent dans la liste des informations SRRC du DA STE VD4 phase A CPY :

- l'information de température en sortie cœur délivrée par les thermocouples RIC, dans toutes les configurations de l'API-EO et de l'API-SO pour lesquelles ils sont connectés ;
- l'information de pression dans le circuit primaire en API-EO ;
- l'information de pression enceinte d'API-EO à APR.

**Recommandation n° 37 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande que, pour tout matériel utilisé en fonctionnement normal et en situation accidentelle, les STE requièrent, en cas d'évolution à la hausse de la température ambiante, de considérer le matériel indisponible au plus tard lorsque cette température ambiante dépasse la Td (et non la Tr) du matériel. Si, pour un local ou plusieurs locaux, une seule valeur de température maximale est prescrite par les STE, au-delà de laquelle les matériels s'y trouvant sont déclarés indisponibles, cette valeur devra être au plus égale à la Td du matériel le plus sensible à la température ambiante. La surveillance des températures et la mise en place des mesures palliatives seront faites de manière à éviter d'atteindre cette valeur de température. Les ventilations des systèmes DVE (hors locaux des batteries), DVG-ASG et DVC sont, en particulier, concernées.

**Recommandation n° 38 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande qu'EDF modifie la conduite à tenir en cas d'indisponibilité de la ventilation des locaux des entrepôts de câblage, dans les domaines allant de RP à APR pour que :

- la température dans le local soit surveillée et contrôlée afin qu'elle n'atteigne pas la Td des matériels conditionnés ;
- les matériels conditionnés soient déclarés indisponibles au plus tard à l'atteinte du seuil correspondant à leur Td ;
- le délai de réparation soit réduit à 14 jours en cas de perte partielle du système DVE ;
- le délai de réparation soit réduit à trois jours, en cas de perte totale du système DVE.



**Recommandation n° 39 :**

Dans le DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande qu'EDF fasse évoluer les prescriptions associées au système DUV pour que :

- en RP et en AN/GV, température supérieure à 190 °C ou pression supérieure à 45 bar abs, les prescriptions associées à l'indisponibilité totale de la ventilation du hall du DUS évoluent en cohérence avec celles du DUS (groupe 1) ;
- de l'état AN/GV température primaire inférieure à 190 °C ou pression primaire inférieure à 45 bar abs, jusqu'en API, les prescriptions associées à l'indisponibilité totale du conditionnement des locaux électriques du DUS évoluent en cohérence avec celles du tableau LHC (groupe 1) ; de plus, le tableau LHC devra être déclaré indisponible dès le constat d'indisponibilité totale de ce conditionnement ;
- en APR et RCD, les prescriptions associées à l'indisponibilité totale de la ventilation du hall ou du conditionnement des locaux électriques du DUS soient cohérentes avec celles définies pour le DUS (groupe 1, si le DUS est requis).

**Recommandation n° 40 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande qu'EDF limite à trois jours le délai de réparation en cas d'indisponibilité d'une voie du système DVL, lors de la période chaude de l'année (juin à septembre), et au-delà déclare les matériels conditionnés indisponibles.

**Recommandation n° 41 :**

L'IRSN recommande qu'EDF identifie, dans chacun des chapitres relatifs à la protection contre une agression interne ou externe du RDS VD4 900 MWe du palier CPY et des RDS VD4 900 MWe de site, les fonctions valorisées pour la prévention, la maîtrise ou la limitation des conséquences de l'agression. Les SSC nécessaires à l'accomplissement de ces fonctions devront être répertoriés comme des EIP au sein de la démonstration de sûreté nucléaire.

**Recommandation n° 42 :**

L'IRSN recommande qu'EDF identifie, au sein de la démonstration de sûreté nucléaire VD4 900, l'ensemble des exigences assignées aux SSC<sub>AGR</sub> pour leur fonction de protection contre une agression. Le cas échéant, EDF pourra justifier qu'un SSC<sub>AGR</sub> est soumis pour sa fonction de protection contre une agression à des sollicitations équivalentes ou moins sévères que celles prises en compte dans son (ses) autre(s) fonction(s) de sûreté nucléaire et ne requiert donc aucune qualification particulière.

**Recommandation n° 43 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande qu'EDF spécifie dans les STE applicables aux réacteurs à l'état VD4 que toutes les fonctions valorisées pour la prévention, la maîtrise ou la limitation des effets d'une agression, identifiées dans les chapitres agressions des RDS VD4, doivent être disponibles. La disponibilité d'une de ces fonctions doit être retrouvée sous un mois lorsqu'elle est requise, sauf si une conduite à tenir spécifique est donnée le paragraphe V des différents domaines d'exploitation des STE VD4.

**Recommandation n° 44 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande que le document d'accompagnement des STE prescrivant notamment les conditions d'exploitation dans lesquelles une fonction FCT<sub>AGR</sub> est requise disponible soit identifié comme faisant partie de la démonstration de sûreté nucléaire.

**Recommandation n° 45 :**

Dans le DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande que l'indisponibilité de l'automatisme de passage en grande vitesse d'un filtre à chaînes requis fasse l'objet d'un événement spécifique de groupe 1 dans les STE VD4 des réacteurs du Tricastin. La conduite à tenir devra imposer des mesures conservatoires propres à réduire rapidement l'accroissement de risque lié à l'écart.

**Recommandation n° 46 :**

L'IRSN recommande qu'EDF associe un événement STE de groupe 1 avec un délai de réparation maximal de 24 heures à l'indisponibilité de l'isolement automatique de la ligne d'alimentation en hydrogène d'un ballon RCV d'un réacteur depuis le parc à gaz lorsque celle-ci n'est pas condamnée fermée. Cet événement devra être appliqué dans les domaines d'exploitation allant de RP à API, au plus tard lors de la phase B du réexamen de sûreté VD4 900.

**Recommandation n° 47 :**

L'IRSN recommande qu'EDF identifie les fonctions  $FCT_{AGR}$  dont l'indisponibilité partielle ou totale conduit à une augmentation significative d'un risque d'accident non maîtrisé sur la base de considérations déterministes ou probabilistes. L'évaluation déterministe devra prendre en compte un aggravant. Ces indisponibilités devront faire l'objet d'événements de groupe 1 des STE applicables aux réacteurs VD4 900, au plus tard lors de la phase B du réexamen. La conduite à tenir associée à ces événements devra imposer des mesures conservatoires propres à réduire rapidement l'accroissement de risque lié à l'écart.

**Recommandation n° 48 :**

L'IRSN recommande qu'EDF intègre, dans les règles particulières de conduite relatives à des agressions prédictibles applicables sur les réacteurs à l'état VD4, des conduites à tenir proportionnées au niveau d'alerte en cours, en cas d'indisponibilité d'une fonction ou d'un SSC valorisé pour la prévention, la maîtrise ou la limitation des effets de l'agression.

**Recommandation n° 49 :**

L'IRSN recommande qu'EDF spécifie, dans les STE applicables aux réacteurs à l'état VD4, que l'état initial d'un SSC défini par une étude d'agression du RDS doit être respecté en fonctionnement normal car il conditionne la disponibilité des fonctions valorisées dans cette étude ou la validité d'une hypothèse d'exclusion d'un événement initiateur.

**MODIFICATIONS DOCUMENTAIRES - CHAPITRE IX DES RGE (EP)**

**Recommandation n° 50 :**

L'IRSN recommande que le programme de pérennisation des débits de ventilation dans les locaux retenus dans le plan d'actions ventilations (PAV) soit mis en application dans un délai n'excédant pas cinq ans. Dans l'attente de sa déclinaison sur les sites, l'IRSN recommande que chaque intervention de nature à faire évoluer un débit de ventilation valorisé dans la démonstration de sûreté soit suivie d'une requalification afin de s'assurer du maintien de l'exigence définie.

**Recommandation n° 51 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande qu'EDF reclasse en groupe A, le contrôle périodique de l'automatisme d'enclenchement des réchauffeurs associé aux capteurs DVC 010 et 012 ST.

**Recommandation n° 52 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande qu'EDF associe par défaut un critère de groupe A à tout essai de validation ou d'étalonnage d'un capteur engendrant le basculement d'un seuil logique de sûreté tant que la plage de réglage acceptable pour ce seuil n'est pas précisée par la démonstration de sûreté nucléaire.

**Recommandation n° 53 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande qu'EDF s'assure que la tolérance de réglage, sur les sites, des seuils logiques des capteurs ne remet pas en cause les études de sûreté. Le cas échéant, les plages admissibles devront être corrigées dans les documents prescriptifs d'exploitation. À terme, ces plages admissibles de réglage devront être intégrées à la démonstration de sûreté.

Cette recommandation est également applicable à l'ensemble des paliers 1300 MWe, CP0 et N4.

**Recommandation n° 54 :**

Dans le cadre du DA VD4 spécifique au site du Tricastin, l'IRSN recommande que, dans le chapitre IX des RGE, l'alarme de perte de charge MAX 2 de la filtration de la source froide ainsi que l'étalonnage des capteurs de perte de charge des filtres à chaînes fassent l'objet d'essais périodiques associés à des critères de groupe A.

**Recommandation n° 55 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande qu'EDF maintienne l'essai périodique actuellement prescrit au titre du chapitre IX des RGE permettant de vérifier le caractère fonctionnel de l'alimentation des GV par le CEX en secours de l'ASG.

**Recommandation n° 56 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande qu'EDF démontre que les incertitudes associées aux coefficients de perte de charge sont couvertes par les conservatismes des hypothèses considérées pour :

- l'élaboration des courbes « critères » minimale et maximale du chapitre IX des RGE permettant de vérifier les caractéristiques de fonctionnement (débit, HMT) des pompes EAS ;
- la définition du débit maximal d'aspersion de l'enceinte à considérer dans la démonstration de sûreté.

À défaut, EDF devra prendre explicitement en compte ces incertitudes.

**Recommandation n° 57 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande qu'EDF vérifie tous les dix ans les caractéristiques hydrauliques de sûreté des pompes EAS 001 et 002 PO lorsque celles-ci fonctionnent à plein débit.

**Recommandation n° 58 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande qu'EDF définisse, dans le chapitre IX des RGE, pour l'essai bimestriel du DUS, une charge électrique minimale la plus élevée possible ainsi qu'une variation maximale de cette charge entre deux essais périodiques.

**Recommandation n° 59 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande que le bon fonctionnement des détecteurs et des alarmes de présence d'eau à l'intérieur des doubles enveloppes reliant le tube de transfert aux compartiments de transfert BR et BK soit contrôlé au titre du chapitre IX des RGE et associé à un critère de groupe A.

**Recommandation n° 60 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande que le contrôle de fonctionnement du dispositif d'arrêt d'urgence associé à la machine de chargement soit affecté d'un critère RGE de groupe A.

**Recommandation n° 61 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande qu'EDF affecte un critère RGE de groupe A au contrôle de fonctionnement du dispositif d'inter-verrouillage interne entre mouvements de la machine de chargement.

**Recommandation n° 62 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande qu'EDF affecte un critère de groupe A au contrôle d'un dispositif d'ouverture de secours du couvercle de la cellule de ressuage.

**Recommandation n° 63 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande qu'EDF classe en critère de groupe A la vérification de l'étalonnage du capteur PTR 025 ST, réalisée tous les quatre cycles au titre du chapitre IX des RGE.

**Recommandation n° 64 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande qu'EDF mentionne dans la règle d'essais périodiques du système RCP soumise à déclaration à l'ASN, les valeurs brute et nette du critère de groupe A à satisfaire, dans le cadre de la vérification du débit primaire ou à défaut, précise les calculs d'incertitude à réaliser si ceux-ci dépendent des conditions d'essai.

**Recommandation n° 65 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande qu'EDF réduise la périodicité de réalisation des essais fonctionnels « cuve ouverte », au titre du chapitre IX des RGE, des pompes d'injection de sécurité basse pression du palier CPY, à deux arrêts pour rechargement.

**Recommandation n° 66 :**

Dans le cadre du DA VD4 900 CPY phase A, l'IRSN recommande qu'EDF maintienne le classement EIPS du capteur RPE 100 MD, ainsi que les essais périodiques associés.

Annexe 2 à l'avis IRSN/2019-00042 du 1<sup>er</sup> mars 2019

Observations

**Observation n° 1 :**

L'IRSN considère que, après la réalisation de la modification PNPP 1976 relative à la stabilisation du corium sur le site du Tricastin, EDF devrait intégrer à son programme de contrôle technique de radioprotection en phase d'arrêt (cartographies réglementaires de débits de dose à chaque évolution de l'état du réacteur) la réalisation des mesures de débit de dose « gamma », et neutron le cas échéant, dans les zones proches des trémies créées (comme pour l'identification et la signalisation des points chauds).

**Observation n° 2 :**

L'IRSN considère qu'EDF devrait démontrer l'absence de pressurisation du puits de cuve en cas de brèche sur une tuyauterie primaire à proximité de la cuve lorsque la température du primaire est inférieure à 90 °C.

**Observation n° 3 :**

L'IRSN considère que l'absence de point dur, lors du basculement manuel des capteurs de niveau d'eau de niveau très haut des puisards CSI et TEP dans le cadre des essais périodiques, devrait être vérifiée.

**Observation n° 4 :**

L'IRSN considère qu'EDF devrait stipuler au titre des précautions d'essais que les contrôles des RAP sont à programmer en fin d'arrêt, après mise en propreté du BR. Un bilan du retour d'expérience de ces contrôles devrait être présenté d'ici 2025, afin notamment de vérifier si la périodicité retenue pour ces contrôles est adaptée ou doit être augmentée.

**Observation n° 5 :**

L'IRSN considère qu'EDF devrait réduire à 300 l/h la valeur du critère de groupe B associée à l'essai d'étanchéité des joints statiques des batardeaux de séparation des piscines du BR et du BK, en cohérence avec celle des essais de qualification du joint.

## Références

- [1] Lettre ASN - CODEP-DCN-2018-041087 du 26 septembre 2018 : « EDF - Réacteurs électronucléaires de 900 MWe - Demande d'autorisation de mise en œuvre du dossier d'amendement « DA VD4 900 - Palier CPY - PMOX » ».
- [2] Lettre ASN - CODEP-DCN-2018-047150 du 26 septembre 2018 : « EDF - Réacteurs électronucléaires du site de Tricastin - Demande d'autorisation du dossier d'amendement « DA Spécificités de site du Tricastin » ».
- [3] Avis IRSN - 2018-00196 du 13 juillet 2018 : « EDF - REP - Palier CPY - États techniques « VD3 » et « VD4 » - Palier 1300 - États techniques « VD2 » et « VD3 » - Palier N4 - État technique « VD2 » - Modifications PNPP i797 - Installation d'un boremètre sur la décharge RCV ».
- [4] Avis IRSN - 2019-00002 du 11 janvier 2019 : « EDF - Réacteurs 900 MWe du palier CPY en gestion Parité MOX Analyse des études d'accidents associées au quatrième réexamen de sûreté des réacteurs de 900 MWe (VD4 900 MWe) ».
- [5] Lettre ASN - CODEP-DCN-2014-053522 du 26 novembre 2014 : Réacteurs électronucléaires - EDF - Palier 1300 MWe - P4 - État technique « VD2 » - Accord sous réserves à la mise en œuvre d'une modification - Modification « Dossier d'amendement (DA) VD3 1300 MWe - P4 Lot A » ».
- [6] Lettre ASN - CODEP-DCN-2019-000484 du 7 janvier 2019 : « Saisine en vue d'une séance du groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires (GPR) - Accidents graves ».
- [7] Avis IRSN - 2018-00196 du 13 juillet 2018 : « EDF - REP - Palier CPY - États techniques « VD3 » et « VD4 » - Palier 1300 - États techniques « VD2 » et « VD3 » - Palier N4 - État technique « VD2 » - Modifications PNPP i797 - Installation d'un boremètre sur la décharge RCV ».
- [8] Avis IRSN - 2018-00217 du 30 juillet 2018 : Réacteurs électronucléaires - EDF - Paliers 900 et 1450 MWe Impact des événements PCC et des délais opérateur de l'EPR FA3 appliqués aux réacteurs du parc en exploitation ».
- [9] Avis IRSN - 2017-00075 du 2 mars 2017 : « REP - Palier 900 MWe CPY - Modification matérielle associée au remplacement des têtes de soupapes SEBIM® du pressuriseur et de leurs capteurs de déplacement ».
- [10] Avis IRSN - 2018-00074 du 23 mars 2018 : « EDF - REP - Mars 2018 - Classement des modifications matérielles soumises à autorisation au titre de l'article 26 du décret du 2 novembre 2007 modifié ».
- [11] Lettre ASN - CODEP-DCN-2012-037586 du 26 juillet 2012 : « Réacteurs électronucléaires du palier CPY - EDF Déclinaison des études des accidents du nouveau domaine complémentaire dans les spécifications techniques d'exploitation ».
- [12] Lettre ASN - CODEP-DCN-2017-014639 du 24 avril 2017 : « Autorisation de modification notable - Modification matérielle - PNPP 1666 F « Partie 2 : Raccordement électrique du bâtiment HDU à l'îlot nucléaire - Phase de mise en service » Modification des chapitres III et IX des RGE relatif au traitement de l'écart LLS - Palier CPY ».
- [13] Avis IRSN - 2019-00041 du 27 février 2019 : « EDF - Réacteurs électronucléaires de 900 MWe - Demande d'autorisation de mise en œuvre du dossier d'amendement « DA VD4 900 Palier CPY PMOX » - Dossier d'amendement relatif à la gestion des situations H3 de tranche ».

- [14] Lettre ASN - CODEP-DCN-2014-000520 du 20 janvier 2014 : « Palier 1300 MWe - Réexamen de sûreté associé à la troisième visite décennale des réacteurs (VD 1300) - Accidents graves ».
- [15] Lettre ASN - CODEP-DCN-2018-021074 du 24 mai 2018 : « EDF - Réacteurs de 900 et 1300 MWe - Accident de dilution homogène en puissance ».
- [16] Avis IRSN - 2018-00193 du 13 juillet 2018 : « EDF - REP - Réexamen périodique associé aux deuxièmes visites décennales des réacteurs du palier N4 (VD2 N4) ».
- [17] Avis IRSN - 2019-00019 du 6 février 2019 : « EDF - Quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe - Examen des études relatives aux agressions internes et externes ».
- [18] Avis IRSN - 2018-00295 du 8 novembre 2018 : « Dossier cuve - Viroles de cœur - Poursuite de l'exploitation jusqu'à la VD4+10 ans du palier 900 MWe ».