

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

## Avis IRSN n° 2019-00293

<b>Objet ....</b>	Réacteurs électronucléaires de 900 MWe et 1450 MWe - EDF Avis sur le confinement des réacteurs de 900 MWe et 1450 MWe associés respectivement à leur quatrième et deuxième réexamen périodique
<b>Réf(s) ....</b>	1. Lettre ASN CODEP-DCN-2019-039876 du 20 septembre 2019 2. Lettre ASN CODEP-DCN-2015-004361 du 9 mars 2015 3. Lettre ASN CODEP-DCN-2014-014235 du 4 juin 2014 4. Avis IRSN/2017-00284 du 11 septembre 2017 5. Lettre ASN CODEP-DCN-2015-008144 du 20 mars 2015 6. Lettre ASN CODEP-DCN-2019-008620 du 29 mars 2019 7. Avis IRSN/2019-00051 du 13 mars 2019 8. Avis IRSN/2019-00142 du 26 juin 2019 9. Lettre ASN CODEP-DCN-2017-001362 du 27 mars 2017
<b>Nbre de page(s)...</b>	14

Par lettre citée en référence [1], l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) a demandé l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur le caractère suffisant des dispositions prises par EDF pour assurer le confinement des matières radioactives sur les réacteurs de 900 MWe et de 1450 MWe dans le cadre respectivement de leur quatrième (RP4-900) et deuxième réexamen périodique (RP2-N4). En particulier, l'ASN souhaite recueillir l'avis de l'IRSN sur :

- l'enceinte de confinement :
  - son comportement mécanique et son étanchéité,
  - sa surveillance en exploitation via le dispositif d'auscultation optimal (DAO) du système EAU d'auscultation de l'enceinte et via le système SEXTEN de surveillance en exploitation du taux de fuite de l'enceinte ;
- l'étanchéité des traversées de l'enceinte ;
- le système EDE de mise en dépression de l'espace entre-enceintes (EEE) pour le palier N4 ;
- le confinement des bâtiments périphériques ;
- les circuits constituant une extension de la troisième barrière de confinement (E3B) et les circuits dits « utiles » ;
- les risques de bipasse du confinement.

**Adresse Courrier**  
BP 17  
92262 Fontenay-aux-Roses  
Cedex France

**Siège social**  
31, av. de la Division Leclerc  
92260 Fontenay-aux-Roses

Standard +33 (0)1 58 35 88 88  
RCS Nanterre B 440 546 018

## 1 CONTEXTE

Pour les réacteurs de 900 MWe, les thèmes à expertiser concernant la fonction de sûreté confinement ont été définis lors des orientations du RP4-900. Certains d'entre eux ont déjà fait l'objet d'un examen à l'occasion du troisième réexamen périodique de ces réacteurs. À la suite de cet examen, en complément des engagements pris par EDF, l'ASN a formulé plusieurs demandes.

En ce qui concerne le palier N4, de nombreux sujets ont déjà fait l'objet d'une expertise de l'IRSN en vue de la réunion du groupe permanent pour les réacteurs relative au confinement (GP confinement) des enceintes à double paroi qui s'est tenue en 2013. Dans ce cadre, EDF a pris des engagements et l'ASN a formulé des demandes.

L'IRSN présente, ci-après, les conclusions de ces précédentes expertises ainsi que l'analyse des compléments transmis par EDF suite à ses engagements ou en réponse aux demandes de l'ASN.

Enfin, certaines problématiques étant génériques à l'ensemble des paliers, les conclusions formulées par l'IRSN peuvent également concerner les réacteurs du palier 1300 MWe.

## 2 BATIMENT REACTEUR (BR)

### 2.1 État, comportement mécanique et étanchéité des enceintes

#### Pathologies des enceintes

Concernant les pathologies des enceintes, l'IRSN estime que la démarche de surveillance retenue par EDF est globalement satisfaisante. Toutefois, il rappelle que, dans le cadre du réexamen VD3 300 (RP3-1300), l'ASN a demandé (demande n° 14 formulée dans la lettre en référence [2]) à EDF de compléter sa méthode de classification des ouvrages relative au risque de réaction sulfatique interne<sup>1</sup> (RSI) pour tenir compte de la teneur du ciment<sup>2</sup> en C<sub>3</sub>A et SO<sub>3</sub>, et il considère que cette demande est applicable dans le principe à tous les paliers.

EDF a prévu la mise en place de dispositions visant à limiter l'arrivée d'eau provenant de nappes phréatiques sur les ouvrages déjà atteints par les pathologies. L'IRSN considère qu'EDF doit également rechercher des solutions permettant de prévenir ces pathologies, et dans ce cadre limiter l'ensemble des sources d'apports d'eau. Sur ce point l'ASN a formulé, pour les réacteurs de 1300 MWe, dans son courrier en référence [3], la demande n° 1 qui devrait être étendue aux autres paliers selon l'IRSN.

#### Étanchéité des enceintes

Lors de leur épreuve à l'occasion de leur troisième visite décennale (VD3), les enceintes du palier 900 MWe ont toutes respecté le critère de taux de fuite globale maximal admissible de l'enceinte, qui est associé aux situations du domaine de dimensionnement. Néanmoins, l'enceinte du réacteur n° 5 du Bugey a présenté en 2011 un taux de fuite élevé et proche du critère de sûreté. Bien que la solution technique<sup>3</sup> proposée par EDF pour réparer le défaut

<sup>1</sup> La réaction sulfatique interne est la formation différée de cristaux d'ettringite, au cœur du béton. Celle-ci est susceptible de provoquer un gonflement, qui peut se traduire par des fissures apparentes à la surface des ouvrages.

<sup>2</sup> Les molécules C<sub>3</sub>A et SO<sub>3</sub> sont celles qui, associées à l'eau, produisent l'ettringite différée à l'origine du gonflement.

<sup>3</sup> Principalement composée d'un revêtement composite d'étanchéité en partie supérieure du joint périphérique et d'un lait de chaux remplissant la majeure partie de ce joint.

d'étanchéité<sup>4</sup> ait été jugée acceptable, l'IRSN souligne dès à présent que la situation de l'enceinte de confinement du réacteur n°5 du Bugey a fait l'objet d'un traitement particulier au regard du caractère exceptionnel de la survenue d'un défaut d'étanchéité au niveau du liner.

En ce qui concerne les enceintes en béton à double paroi, EDF poursuit actuellement la mise en œuvre de revêtements sur l'intrados de certaines enceintes internes, mais également à l'extrados de ces enceintes, afin de s'assurer du respect du critère de taux de fuite globale admissible dans les situations du domaine de dimensionnement. Si l'IRSN convient que ces revêtements sont qualifiés dans les situations accidentelles de dimensionnement, l'expertise de la tenue des revêtements et de leur étanchéité en cas d'accident grave, qui a un impact important sur les rejets dans l'environnement, se poursuivra à l'occasion du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe (RP4-1300).

## 2.2 Surveillance de l'enceinte en exploitation

### Dispositif d'auscultation de l'enceinte

Le dispositif d'auscultation optimal (DAO) du système EAU, constitué par les moyens d'auscultation minimums pour suivre les déformations de l'enceinte, est nécessaire, selon l'IRSN, pour démontrer la conformité de l'enceinte de confinement à ses exigences de sûreté. Pour l'IRSN, le DAO doit donc faire l'objet d'un classement fonctionnel de sûreté et bénéficier d'exigences relatives à son suivi en exploitation adéquates. L'IRSN a formulé à cet égard des recommandations dans son avis en référence [4].

### Surveillance en continu de l'étanchéité de l'enceinte (SEXTEN)

Le SEXTEN est le seul moyen de détecter, lorsque le réacteur est en fonctionnement, une éventuelle inétanchéité de l'enceinte susceptible de remettre en cause le respect des hypothèses initiales de taux de fuite de l'enceinte et de ses traversées, retenues dans les calculs de conséquences radiologiques. Ainsi, l'ASN a demandé à EDF de donner un classement de sûreté à ce dispositif de surveillance (demande n°4 du courrier en référence [3] réitérée par la demande n°12 du courrier en référence [5]). L'IRSN souligne qu'EDF n'a pas répondu de manière satisfaisante à la demande de l'ASN. En revanche, EDF a rédigé une disposition transitoire (DT) dont les prescriptions seront à termes retranscrites dans un document prescriptif de maintenance. L'IRSN estime que l'objectif d'amélioration de la fiabilité du SEXTEN poursuivi par EDF au travers de cette DT est satisfaisant.

### Décompression du bâtiment réacteur (BR)

Les apports d'air par le système d'air de régulation SAR (qui alimente les vannes pneumatiques notamment) entraînent une augmentation de la pression dans l'enceinte. Afin de respecter les hypothèses des études d'accidents, une décompression du BR est nécessaire lorsque le seuil de +60 mbar est atteint. Ces ruptures volontaires de l'intégrité de la troisième barrière de confinement sont limitées dans les spécifications techniques d'exploitation à 80 heures par an. Afin d'éviter des dépassements de ce crédit d'heures, l'IRSN estime qu'EDF devrait procéder au remplacement tous les quatre cycles des membranes des robinets SIERS de diamètre 8 mm du système SAR des réacteurs de 1300 MWe, s'ils n'ont pas été remplacés par des robinets à boisseau sphérique ne présentant pas de risque de fuite d'air externe. **Ce point fait l'objet de l'observation n°1 en annexe 2.**

<sup>4</sup> Situé au-dessous du niveau supérieur du radier des structures internes du bâtiment (-3,50 m).

## 3 TRAVERSEES DE L'ENCEINTE

### 3.1 Étanchéité des traversées mécaniques (hors grandes traversées)

#### Démarche « Traversées sensibles »

Dans le cadre des RP3-900 et RP3-1300, EDF a développé une démarche dont l'objectif est d'identifier les « traversées sensibles », à savoir celles dont l'étanchéité doit être améliorée de façon prioritaire. EDF a dans sa démarche fait évoluer les critères de sélection des « traversées sensibles » pour tenir compte de certaines des remarques formulées par l'IRSN dans le cadre de la préparation de la réunion du GP consacrée au confinement qui s'est tenue en 2013. Néanmoins, les nouveaux critères retenus ne prennent pas en compte de manière satisfaisante l'impact sur les rejets des inétanchéités affectant les traversées à risque radiologique élevé ou de grand diamètre. À ce sujet, EDF a pris un engagement que l'IRSN estime satisfaisant. La recherche des causes des inétanchéités survenues sur ces traversées particulières devra s'accompagner de la recherche des moyens d'amélioration de leur étanchéité.

#### Améliorations proposées par EDF ou déjà mises en œuvre

EDF a proposé plusieurs voies d'amélioration de l'étanchéité des traversées au niveau notamment de leur organe d'isolement. Une de ces améliorations consiste à déployer sur certains organes d'isolement des portages mixtes « polymère/métal ». L'examen de la qualification des organes d'isolement retenant cette évolution sera mené par l'IRSN dans le cadre du RP4-1300.

Par ailleurs, parmi les petites traversées du système d'échantillonnage nucléaire (REN) identifiées sensibles en RP3, certaines d'entre elles ont fait l'objet d'une modification. Or une de ces traversées a de nouveau été identifiée sensible en RP4, ce qui pourrait remettre en cause la pertinence de la modification. De plus, l'IRSN ne dispose pas d'une vision précise des organes qui ont été modifiés. **Ce point fait l'objet de l'observation n°2 en annexe 2.**

Enfin, EDF a précisé qu'une analyse des causes des inétanchéités est lancée dans le cadre du programme « robinetterie » afin de définir de nouveaux leviers d'amélioration. L'IRSN estime positive la démarche engagée par EDF et examinera ses effets dans le cadre des prochains réexamens.

### 3.2 Étanchéité des grandes traversées mécaniques

#### Étanchéité des brides de l'accès matériel en cas d'AG

Une inétanchéité au niveau des joints du tampon d'accès des matériels (TAM), qui donne directement vers l'extérieur, conduirait à des rejets directs d'activité dans l'environnement. Afin de s'assurer de l'étanchéité des joints en cas d'accident grave, EDF a recherché une nouvelle matière susceptible de répondre à cette exigence. L'ASN a autorisé la mise en œuvre de nouveaux joints d'étanchéité du TAM<sup>5</sup> mais a formulé, suite à l'expertise de l'IRSN, trois demandes<sup>6</sup> [6], applicables à l'ensemble des réacteurs en fonctionnement.

<sup>5</sup> La modification matérielle concerne également les joints d'étanchéité des portes de sas, des hublots des sas et des « petits joints de montage » des bâtiments réacteur pour l'ensemble du parc.

<sup>6</sup> Les trois demandes de l'ASN concernent la vérification que, en cas d'AG, la déformation rémanente après compression des joints permet de garantir l'étanchéité du TAM, et la prise en compte, dans la méthode de qualification des joints, des effets des tolérances dimensionnelles de fabrication et des conditions d'entreposage des joints avant leur montage.

## Protection du joint inter-viroles (situé dans l'espace entre-enceintes) du TAM

L'IRSN estime que l'abandon par EDF, sur le palier N4, de la modification de protection du joint inter-viroles du TAM (situé dans l'espace entre-enceintes), n'est pas justifiée au regard des dégradations observées sur ces joints sur les réacteurs de 1300 MWe<sup>7</sup>. **Ce point fait l'objet de la recommandation n°1 en annexe 1.**

## Étanchéité des traversées mécaniques fermées par des fonds pleins - Palier 900 MWe

EDF a évalué la tenue en AG des joints élastomères en EP<sup>8</sup> 8517 de la tôle du tube de transfert du palier CPY<sup>9</sup>, par analogie avec celle des joints EP 8517 testés lors d'une campagne d'essais représentatifs des conditions d'AG réalisée en 1998. La dose d'irradiation appliquée lors de ces essais étant inférieure à celle que recevraient les joints en cas d'AG, EDF a alors valorisé une campagne d'essais spécifique aux « petits joints » de sas de l'EPR FA3. L'IRSN estime que des compléments sont encore nécessaires de la part d'EDF pour démontrer le caractère acceptable de cette valorisation. **Ce point fait l'objet de la recommandation n°2 en annexe 1.** Par ailleurs, l'IRSN ne dispose pas des éléments techniques (force de serrage du système de fermeture, nuances et propriétés mécaniques des aciers constituant les brides, géométrie des brides, écrasement des joints...) lui permettant de conclure favorablement à l'absence de déformation des brides de la tôle du tube de transfert en cas d'AG, les arguments présentés par EDF n'étant que qualitatifs. **Ce point fait l'objet de l'observation n°3 en annexe 2.**

### 3.3 Surveillance et contrôles des traversées

#### Essais d'étanchéité des traversées

##### Identification des fuites des traversées mécaniques en début et en fin d'arrêt - Tous paliers

EDF ne souhaite pas faire évoluer sa pratique qui consiste actuellement à réaliser un essai d'étanchéité sur les traversées mécaniques de l'enceinte uniquement avant les interventions curatives. Pour l'IRSN, il conviendrait que toute intervention susceptible d'impacter l'étanchéité (également si celle-ci est susceptible de l'améliorer) soit précédée d'un essai d'étanchéité, afin que soit connu le taux de fuite globale des traversées en fin de cycle et dans l'objectif d'identifier de nouvelles voies d'amélioration de l'étanchéité des traversées. **Ce point fait l'objet de la recommandation n°3 en annexe 1.**

##### Surveillance en exploitation de l'étanchéité du TAM - Tous paliers

Dans le cadre du RP3-1300, l'IRSN a déjà examiné le caractère satisfaisant des procédures de fermeture du TAM pour garantir son étanchéité lorsqu'elle est requise, notamment à la suite d'une opération d'ouverture/fermeture intermédiaire dans les états d'arrêt du réacteur avant sa fermeture définitive. Une inétanchéité du TAM (8 mètres de diamètre) en situation d'AG peut conduire à des rejets significatifs d'activité dans l'environnement. Ainsi, l'IRSN considère que son étanchéité doit être vérifiée par un essai et ne peut pas uniquement reposer sur la qualité de réalisation de la procédure de fermeture. **Ce point fait l'objet de la recommandation n°4 en annexe 1.**

<sup>7</sup> Les dégradations observées sur le palier 1300 MWe ont conduit EDF à mettre en œuvre la modification matérielle PNPP2/3585 sur ce palier.

<sup>8</sup> Ethylène propylène.

<sup>9</sup> L'étanchéité des autres traversées mécaniques fermées par des fonds pleins des réacteurs de 900 MWe est assurée par des joints métalliques.

## Contrôles des traversées réalisés au titre des programmes de base de maintenance préventive (PBMP) et des programmes d'investigations complémentaires

Lors de contrôles visuels réalisés sur les fourreaux<sup>10</sup> des traversées mécaniques de quatre réacteurs<sup>11</sup> à double paroi, EDF a constaté de la corrosion importante sur plusieurs fourreaux de traversées des réacteurs de 1300 MWe et s'est engagé à réaliser « *des contrôles (...) sur l'ensemble des tranches 1300 par un programme à définir en 2023* », ce qui est satisfaisant. Par contre, aucun fourreau du réacteur n°2 de Chooz B ne présentant de corrosion importante, EDF n'engagera pas d'actions avant les VD3 des réacteurs du palier N4. Le besoin ou non d'étendre les contrôles des fourreaux à l'ensemble des réacteurs du palier N4 sera analysé à l'occasion de la poursuite de l'expertise de cette thématique (commune 1300-N4) dans le cadre du RP4-1300.

Dans le cadre du contrôle visuel de l'état des traversées de réserve des réacteurs de 900 MWe, EDF a détecté une corrosion modérée sur certaines traversées et un cas de corrosion importante sur le réacteur n°2 de Chinon. EDF s'est engagé à présenter dans les rapports de conclusions du réexamen de sûreté des réacteurs le bilan des inspections et des travaux effectués, ce qui est satisfaisant.

## 4 SYSTEME EDE - PALIERS 1300 MWE ET N4

Dans le cadre du RP3-1300, EDF a proposé des modifications de conception conséquentes du système EDE<sup>12</sup> afin notamment de prendre en compte les situations d'AG. EDF prévoyait ainsi l'ajout d'un préfiltre métallique sur la prise d'air commune dédiée aux files iode redondantes du système EDE et l'ajout d'un ensemble groupe froid/batterie froide. Ce dernier devait permettre d'assurer des conditions d'ambiance (température et hygrométrie) dans l'espace entre-enceintes (EEE) compatibles avec l'efficacité des files iodes de l'EDE dans la phase long terme des AG. À la suite de difficultés d'intégration, EDF a fait évoluer sa modification et a supprimé l'ensemble groupe froid/batterie froide. La modification similaire de l'EDE sur le palier N4 en RP2 tient compte de cette évolution.

### Risque de colmatage du préfiltre métallique

EDF a conclu que la poussière latente dans l'EEE en amont de l'accident ainsi que les quantités d'aérosols générés par l'AG, qui sont susceptibles de se déposer sur le préfiltre métallique, ne conduisent pas à son colmatage, ce dont l'IRSN convient. En revanche, l'IRSN souligne que la présence éventuelle de vapeur d'eau dans l'EEE en situation d'AG pourrait conduire au colmatage du préfiltre métallique et donc à une augmentation de ses pertes de charge. Les effets de la vapeur d'eau sur ce type de filtre seront évalués dans le cadre du RP4-1300.

### Impact de la suppression de la batterie froide et conduite de l'EDE en situation accidentelle

EDF justifie la suppression de la batterie froide par le fait que l'ouverture du dispositif d'éventage U5 survient avant la perte de l'efficacité de la filtration iode de l'EDE, y compris dans les situations d'AG à cinétiques lentes. De ce fait, le gain envisagé sur les rejets dans la phase long terme de l'AG par l'ajout de la batterie froide est considéré marginal par EDF.

<sup>10</sup> En acier noyés et ancrés dans chacune des parois de la double enceinte.

<sup>11</sup> Réacteur n°3 de Paluel, réacteur n°1 de Saint-Alban, réacteur n°2 de Cattenom 2 et réacteur n°2 de Chooz B.

<sup>12</sup> Le système EDE assure la collecte et la filtration des fuites de l'enceinte interne avant leur rejet dans l'environnement, et permet de limiter les risques de rejets directs d'activité dans l'environnement qui pourraient résulter des effets de succion du vent sur la paroi de l'enceinte externe.

Pour l'IRSN, la mise en œuvre, dans le cadre des prochains réexamens des réacteurs de 1300 et 1450 MWe (RP4-1300 et RP3-N4), de la disposition EASu, qui doit permettre l'évacuation de la puissance de l'enceinte en AG sans avoir recours au dispositif d'éventage U5, nécessite que ce sujet soit réexaminé dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe.

Par ailleurs, EDF s'est engagé à transmettre une synthèse, pour les paliers 1300 MWe et N4, des évolutions des limites de fonctionnement de l'EDE en fonction des vitesses de vent, pour y intégrer la suppression de la batterie froide, ce qui est satisfaisant. En outre, EDF amendera si nécessaire la conduite préconisée du système EDE en situation accidentelle sur le palier N4 (maintien ou non en service de l'EDE en fonction de l'efficacité des pièges à iode). L'IRSN estime que ce dernier engagement est également satisfaisant, mais qu'il doit être étendu au palier 1300 MWe.

## 5 CONFINEMENT DES BATIMENTS PERIPHERIQUES (BP)

### 5.1 Surveillance en exploitation de l'étanchéité statique des BP

L'IRSN ne partage pas la position d'EDF concernant la suffisance des contrôles actuellement réalisés au titre de la maintenance des parois des locaux des BP. Le REX d'exploitation montre en effet que les fissures des parois sont parfois traversantes et qu'elles peuvent remettre en cause le confinement dynamique des BP. Si l'IRSN convient que les essais périodiques de vérification du bon confinement dynamique des locaux des BP peuvent permettre de détecter une inétanchéité au niveau des parois des BP, il considère que cela ne suffit pas à justifier l'absence de contrôle périodique et de maintenance sur ces dernières. **Ce point fait l'objet de la recommandation n°5 en annexe 1.**

En revanche, l'IRSN estime positives les évolutions, depuis la réunion du GP relative au confinement des réacteurs à double paroi, de la maintenance préventive réalisée sur les joints inter-bâtiments ayant uniquement un requis d'étanchéité à l'air et considère que l'engagement d'EDF de mettre à jour les contrôles décrits dans les PBMP est satisfaisant. L'IRSN estime également satisfaisante la mise en place par EDF d'un contrôle dans le PBMP « portes », de périodicité cycle, de l'ensemble des portes présentant un requis d'étanchéité à l'air.

### 5.2 Confinement dynamique des BP

#### Confinement dynamique en fonctionnement normal (locaux à risque iode) - Tous paliers

Dans le cadre des réexamens RP4-900, RP3-1300 et RP2-N4, EDF a mis en œuvre une démarche d'identification de « nouveaux » locaux à risque iode<sup>13</sup> en fonctionnement normal, afin de les raccorder à l'extraction iode des systèmes de ventilation. L'IRSN estime que cette démarche, et la rédaction d'un guide de recherche de fuite, devraient permettre de limiter les niveaux de rejets en iode en fonctionnement normal.

En ce qui concerne le suivi en exploitation du confinement dynamique des locaux à risque iode (pour l'ensemble des réacteurs hors ceux du Bugey), l'IRSN estime que les actions de vérification du confinement statique doivent être supprimées de la liste des « conditions préalables » aux essais périodiques concernés, puisqu'il s'agit de l'état attendu de

<sup>13</sup> Un local est considéré à risque iode s'il renferme des matériels pouvant contenir de l'iode sous forme gazeuse, ou s'il renferme des matériels rattachés à des circuits véhiculant du liquide dont l'activité est supérieure au centième de l'activité primaire et dont la température est supérieure à 50°C en fonctionnement normal ou 100°C en situation accidentelle.

L'installation en fonctionnement normal. EDF s'est engagé à supprimer de la liste des « conditions préalables » aux essais la vérification du remplissage des siphons de sol uniquement, ce qui n'est pas suffisant. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 6 en annexe 1.**

Enfin, au regard de la difficulté à assurer le confinement dynamique interne des locaux à risque iode des BP pour les réacteurs du Bugey, l'IRSN estime que le confinement dynamique externe revêt une importance particulière sur ce site.

## Confinement dynamique en accident

L'impact du vieillissement et de l'humidité relative sur l'efficacité des pièges à iode (PI), ainsi que les risques de relargages d'iode ont fait l'objet d'une étude bibliographique et de nouvelles recherches théoriques et expérimentales de la part d'EDF, depuis la réunion du GP relative au confinement des réacteurs à double paroi. Les compléments d'analyse qu'EDF s'est engagé à apporter suite à ces études et recherches étant en cours de finalisation, ils seront examinés par l'IRSN dans le cadre du RP4-1300.

Sur le palier CPY, EDF a décidé en 2003 de condamner fermées les lignes de pré-conditionnement thermique des PI des systèmes de ventilation DVK du bâtiment combustible (BK) et DVW des locaux périphériques, ces lignes étant susceptibles d'entraîner un bipasse des PI en cas d'inétanchéité des clapets s'y trouvant. Le pré-conditionnement ayant pour objectif de garantir l'efficacité des PI dès les premiers instants d'un accident, l'ASN a demandé à EDF de justifier le caractère acceptable de sa suppression. La justification d'EDF est basée sur des essais réalisés sur site. Or, selon l'IRSN, ces essais montrent a contrario que la suppression du pré-conditionnement pourrait ne pas être acceptable. Sur ce point, EDF s'est engagé à compléter son examen des résultats des essais, ce que l'IRSN estime satisfaisant.

## 5.3 Gestion en AG des effluents du BK - Palier 900 MWe

EDF prévoit, dans le cadre du RP4-900, de mettre en œuvre un système d'évacuation ultime de la puissance de l'enceinte en cas d'AG (système EASu) afin de ne pas recourir au dispositif d'éventage filtration de l'enceinte U5. L'EASu fonctionne<sup>14</sup> en mode dit de recirculation sur les puisards du fond du BR où il aspire l'eau se trouvant au fond des puisards pour la réinjecter dans le cœur. Une partie de ce système étant située dans le BK, il constitue une extension de la troisième barrière de confinement (E3B)<sup>15</sup>. EDF n'a pas évalué les effets des fuites potentielles de l'EASu, de la piscine BK, et de l'eau de condensation lorsqu'elle est en ébullition, sur le fonctionnement de l'EASu et celui des systèmes pouvant le suppléer en cas de défaillance. Ce sujet a déjà fait l'objet d'une recommandation de l'IRSN dans l'avis en référence [7], visant à ce qu'EDF mette en œuvre des moyens, qualifiés aux accidents graves, de détection et de réinjection dans le bâtiment du réacteur des effluents présents dans les puisards du système de purges et événements du bâtiment du combustible.

<sup>14</sup> Après une phase d'injection directe depuis la bache PTR du circuit de traitement et de refroidissement des piscines.

<sup>15</sup> Les systèmes E3B sont ceux véhiculant du fluide radioactif hors de l'enceinte de confinement en situation accidentelle.

## **6 CIRCUITS EXTENSION DE LA TROISIEME BARRIERE DE CONFINEMENT (E3B)**

### **6.1 Définition de l'extension de la troisième barrière de confinement - Tous paliers**

À la suite des demandes de l'ASN formulées à l'occasion du RP1-N4 et rappelées lors du RP3-1300, EDF a fait évoluer la définition de l'extension de la troisième barrière de confinement (E3B). Néanmoins, toutes les demandes de l'ASN n'ont pas été prises en compte. En effet, les circuits en service préalablement à une situation accidentelle, dont l'isolement nécessite une intervention de l'opérateur en local, sont toujours exclus des circuits E3B. De plus, l'ASN a indiqué que la notion d'E3B peut être pertinente dans certains états pendant lesquels la troisième barrière est ouverte provisoirement de façon délibérée, si sa fonction est remplie par d'autres organes ou dispositions complémentaires pendant la durée de son ouverture.

### **6.2 Liste des circuits E3B**

La liste des circuits E3B des paliers 900 MWe et 1450 MWe, mise à jour à l'occasion respectivement de leur RP4 et de leur RP2, n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN excepté pour le dispositif d'éventage U5 qui a été supprimé sur le palier 900 MWe. Pour l'IRSN, ce dispositif est nécessaire en AG et doit être maintenu dans la liste des circuits E3B.

Par ailleurs, contrairement aux demandes formulées par l'ASN, EDF n'a pas ajouté la ligne de retour des joints n°1 des groupes motopompe primaire (GMPP) dans la liste des circuits E3B des situations d'AG pour le palier 900 MWe. EDF a néanmoins constaté que, en situation de perte totale des alimentations électriques, cette ligne n'est isolée que temporairement. Pour l'IRSN, cette situation est susceptible de conduire à une situation de fusion du cœur avec bipasse du confinement de l'enceinte. À cet égard, dans son avis en référence [8], l'IRSN a recommandé que, dans le cadre du RP4-900, EDF mette en œuvre des modifications de conception pour isoler la ligne de retour des joints des GMPP de manière durable. Sous réserve de la mise en place de ces modifications de conception, la ligne de retour des joints n°1 des GMPP n'a plus à être considérée comme E3B en situation d'AG.

Enfin, EDF s'est engagé à réaliser une étude en dynamique de la circulation de l'air dans l'enceinte (pour chaque palier) afin de s'assurer que le brassage de l'air en cas d'accident de perte de réfrigérant primaire avec perte du système d'aspersion de l'enceinte n'est pas nécessaire vis-à-vis du risque d'inflamabilité de l'hydrogène. Cet engagement d'EDF est satisfaisant sous réserve que soit représenté fidèlement dans cette étude l'encombrement à l'intérieur du bâtiment réacteur. Si le risque d'inflamabilité de l'hydrogène dans le BR ne pouvait être écarté, des dispositions de brassage de l'air devraient être définies et respecter les exigences associées aux circuits E3B.

## **7 RISQUES DE BIPASSE DU CONFINEMENT**

### **7.1 Perte d'intégrité de la double-enveloppe RIS/EAS - Tous paliers**

Les tuyauteries d'aspiration de l'eau dans les puisards du fond du BR des circuits d'injection de sécurité et d'aspersion dans l'enceinte sont équipées jusqu'au premier organe d'isolement d'une double enveloppe, dans la mesure où une fuite sur ces tronçons de tuyauteries n'est pas isolable. Or, de la présence d'eau susceptible de corroder les tuyauteries (notamment la tuyauterie externe en acier noir) a été constatée à plusieurs reprises dans certaines double-enveloppes sur les réacteurs du parc en exploitation, de même que des défauts de montage (pentes insuffisantes, voire contre-pentes), susceptibles de permettre la stagnation de cette eau.

À la suite de la réunion du groupe permanent pour les réacteurs relative au confinement des réacteurs avec enceinte à double paroi, EDF a renforcé la périodicité des tests d'étanchéité des double-enveloppes des paliers CPY et 1300 MWe à quatre cycles. Pour le palier CP0, la périodicité est maintenue à un rechargement. Pour le palier N4, la périodicité est en revanche relaxée de un cycle à quatre cycles. Conformément à la demande de l'ASN formulée dans sa lettre en référence [9], au regard de l'importance pour la sûreté de l'intégrité des double-enveloppes et compte tenu des défauts constatés sur certaines double-enveloppes du parc en fonctionnement, l'IRSN estime que la périodicité des essais d'étanchéité doit être renforcée, dans l'attente de la mise en œuvre d'un moyen de surveillance continue.

En ce qui concerne la surveillance des double-enveloppes, prévue par EDF sur tous les paliers au titre du PBMP, l'IRSN estime que la vérification d'absence d'eau (initiateur potentiel de phénomène de corrosion), relève de contrôles à effectuer au titre du chapitre IX des règles générales d'exploitation à l'instar des tests d'étanchéité des double-enveloppe prévus par EDF dans ce cadre.

Par ailleurs, l'IRSN estime positive l'intégration d'une modification visant à permettre la réalisation de contrôles endoscopiques pour toutes les double-enveloppes du parc. À cet égard, pour l'IRSN, la présence de zones de rétentions d'eau non détectables par la simple ouverture de purges doit conduire EDF à réaliser un « point zéro » comprenant un contrôle d'absence d'eau et un contrôle endoscopique. Ces contrôles devront être répétés lors des quatre premiers cycles. À ce sujet, EDF s'est engagé à capitaliser sous deux ans le REX des contrôles endoscopiques et à réinterroger la périodicité des essais portant sur les double-enveloppes.

En tout état de cause, les dispositions de prévention d'arrivée d'eau n'ont pas permis d'éviter cet initiateur de la corrosion sur certaines double-enveloppes. Or, la modification prévue par EDF, si elle est positive, ne permet pas de contrôler la totalité de la surface de la double-enveloppes. En outre, EDF n'a pas véritablement examiné les solutions techniques qui permettraient d'assurer une surveillance en continu des double-enveloppes du parc, alors que l'ASN le lui avait demandé dans sa lettre en référence [3]. **Une fuite sur les tuyauteries double-enveloppe pouvant potentiellement conduire à un accident grave avec bipasse du confinement de l'enceinte, c'est-à-dire à des rejets massifs d'activité dans l'environnement, l'IRSN formule la recommandation n°7 en annexe 1.**

## 7.2 Rupture de la barrière thermique des Groupes motopompes primaires (GMPP) - Tous paliers

Une rupture survenant au niveau du serpentin alimenté en eau du circuit RRI<sup>16</sup> d'une barrière thermique (BT) d'un GMPP peut entraîner, si elle n'est pas isolée, une brèche primaire non isolable qui peut se produire hors de l'enceinte de confinement. Une modification visant à fiabiliser l'isolement de la BT a été intégrée sur les réacteurs de 900 MWe dans le cadre de leur troisième visite décennale et est actuellement prévue sur paliers 1300 MWe et N4. Pour les paliers 1300 MWe et N4, des éléments de justification du caractère suffisant de la modification sont encore attendus.

## 8 CONCLUSION

Dans le cadre du RP4-900 et du RP2-N4, l'IRSN a examiné les dispositions prises par EDF pour assurer le confinement des matières radioactives des réacteurs de 900 MWe et de 1450 MWe.

Pour ce qui concerne les enceintes à double paroi, EDF met en œuvre lorsque nécessaire des revêtements à l'intrados et à l'extrados des enceintes internes, afin d'assurer leur étanchéité. Concernant les risques de pathologies du béton des enceintes, EDF doit encore rechercher des solutions permettant de les prévenir.

<sup>16</sup> Circuit de réfrigération intermédiaire des utilisateurs de l'îlot nucléaire.

Par ailleurs, les nombreux engagements pris par EDF dans le cadre de cette expertise devraient permettre d'améliorer sensiblement le confinement des matières radioactives pour les réacteurs du parc en exploitation. Néanmoins, l'IRSN considère que certaines dispositions nécessitent encore d'être améliorées. Ceci concerne l'étanchéité des traversées de l'enceinte, le suivi en exploitation du confinement des bâtiments périphériques ainsi que les moyens permettant de se prémunir du risque de perte d'intégrité des tuyauteries double-enveloppes d'aspiration sur les puisards de l'enceinte. Ces points font l'objet des recommandations formulées par l'IRSN en annexe 1. En réponse à la demande de l'ASN en référence [1], l'IRSN considère que les recommandations n° 2, 3, 4 et 7 pourraient faire l'objet de prescriptions.

Pour le Directeur général et par délégation  
Frédérique PICHEREAU  
Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

## Annexe 1 de l'avis IRSN n° 2019-00293 du 20 décembre 2019

### Recommandations de l'IRSN

#### *Recommandation n° 1*

*Au regard des conséquences des rejets associés à une inétanchéité du TAM en situation accidentelle (y compris d'accident grave), l'IRSN recommande qu'EDF mette en place sur les réacteurs du palier N4, dans le cadre de leur deuxième visite décennale, une protection du joint inter-viroles des TAM similaire à celle intégrée sur les réacteurs de 1300 MWe (PNPP2/3585).*

#### *Recommandation n° 2*

*L'IRSN recommande qu'EDF démontre, dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, la tenue aux conditions d'accident grave (profil pression/température et irradiation) du joint EP 8517 de la tige du tube de transfert du palier CPY.*

#### *Recommandation n° 3*

*Afin de mieux caractériser les fuites aux traversées de l'enceinte en fin de cycle des réacteurs du parc en exploitation et dans l'objectif d'identifier de nouvelles voies d'amélioration de l'étanchéité des traversées, l'IRSN recommande qu'EDF réalise un essai d'étanchéité avant chaque intervention de maintenance préventive susceptible d'impacter l'étanchéité d'un organe d'isolement de l'enceinte (robinet et commande).*

#### *Recommandation n° 4*

*Au regard des conséquences potentielles sur les rejets d'une inétanchéité du tampon d'accès matériel (TAM), l'IRSN recommande que, pour tous les paliers, un essai de requalification de l'étanchéité du TAM soit réalisé par EDF à chaque fermeture intermédiaire de celui-ci, lorsque son étanchéité est requise au titre des spécifications techniques d'exploitation, sans attendre l'essai réalisé en fin d'arrêt dans le cadre des règles générales d'exploitation.*

#### *Recommandation n° 5*

*L'IRSN recommande qu'EDF complète, sur tous les paliers, les actions de contrôle actuellement préconisées sur les parois des bâtiments périphériques (BP) pour y intégrer les contrôles nécessaires à la vérification du respect du confinement des matières radioactives (vérification et rebouchage le cas échéant des fissures des parois des BP avec un produit étanche à l'air).*

#### *Recommandation n° 6*

*L'IRSN recommande que les actions de remise en conformité de l'installation (fermeture des portes et des vannes présentant un risque d'entrée d'air), réalisées au titre des « conditions préalables » aux essais de confinement dynamique, soient tracées et fassent l'objet d'un examen par EDF de leur récurrence. EDF devra le cas échéant identifier les besoins d'évolutions des pratiques d'exploitation ou de la conception.*

*Recommandation n°7*

*Au regard de l'importance du maintien de l'intégrité et de l'étanchéité des double-enveloppes en situation accidentelle (risque de bipasse du confinement conduisant à la fusion du cœur sans moyen de mitigation), l'IRSN recommande qu'EDF étudie et mette en œuvre une disposition de surveillance continue de l'étanchéité des double-enveloppes des réacteurs du parc en fonctionnement. Dans l'attente, EDF devra renforcer la périodicité des contrôles d'étanchéité à un cycle.*

## Annexe 2 de l'avis IRSN n° 2019-00293 du 20 décembre 2019

### Observations de l'IRSN

#### *Observation n° 1*

*Au regard de l'impact des inétanchéités des membranes des robinets pneumatiques sur l'intégrité de la troisième barrière de confinement, l'IRSN considère qu'EDF devrait procéder au remplacement des membranes des robinets SIERS de diamètre 8 mm tous les quatre cycles (à l'instar de ce qu'il prévoit sur les robinets SIERS de diamètre 15 et 20 mm).*

#### *Observation n° 2*

*L'IRSN considère qu'EDF devrait transmettre le dernier indice de la note de synthèse de la qualification relative à la modification mise en œuvre sur la petite robinetterie REN ainsi que, pour chaque réacteur de 900 MWe, la liste des traversées REN sur lesquelles la modification PNXX0/1713 a été intégrée.*

#### *Observation n° 3*

*L'IRSN considère qu'EDF devrait compléter, dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, à l'aide d'éléments techniques quantifiés, sa démonstration d'absence de déformation des brides de la tige du tube de transfert en cas d'accident grave susceptible de conduire à des inétanchéités.*