Centrale nucléaire du Blayais

Enquête publique concernant le rapport du 4e réexamen périodique, au-delà de la 35e année de fonctionnement, du réacteur n°1 de l'installation nucléaire de base n°86, situé sur le Centre Nucléaire de Production d'Electricité du Blayais, sur la commune de Braud-et-Saint-Louis en Gironde.

LES 5 PIÈCES CONSULTABLES

Note de présentation

Bilan des actions de concertation mises en œuvre pour la partie commune du 4e réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe

Rapport comportant les conclusions du réexamen périodique (RCR) du réacteur n°1, **objet de l'enquête publique**

Textes régissant l'enquête publique ainsi que son articulation avec la procédure relative au réexamen périodique prévu au troisième alinéa de l'article L. 593-19 du code de l'environnement

Description des dispositions proposées par l'exploitant à la suite du réexamen périodique du réacteur n°1

DOCUMENT

1

NOTE DE PRÉSENTATION

Enquête publique concernant le rapport du du 4e réexamen périodique

CENTRALE NUCLÉAIRE DU BLAYAIS - RÉACTEUR N°1

Préambule

En France, l'autorisation de création d'un réacteur électronucléaire fait l'objet d'un décret pris par le Premier ministre après avis de l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR)[1]. Cette autorisation est délivrée sans limitation de la durée de fonctionnement ; la réglementation prévoit un réexamen approfondi de l'installation tous les 10 ans, le réexamen périodique, pour évaluer les conditions de la poursuite du fonctionnement pour les 10 années suivantes.

Pour les réexamens périodiques des réacteurs électronucléaires au-delà de leur 35e année de fonctionnement, le code de l'environnement prévoit la réalisation d'une enquête publique sur le rapport[2] du réexamen.

Cette note de présentation constitue la pièce 1 du dossier d'enquête publique sur le rapport du 4e réexamen périodique du réacteur N°1 de la centrale électronucléaire EDF du Blayais (Blayais 1). Elle est élaborée conformément à l'article R. 593-62-4 du code de l'environnement.

Dans une première partie, cette note précise les coordonnées de l'exploitant de Blayais 1, rappelle l'objet de l'enquête publique, et replace les différentes pièces du dossier d'enquête dans le contexte général du 4e réexamen périodique de ce réacteur selon une frise temporelle qui permet d'en appréhender le déroulement sur plusieurs années.

La seconde partie apporte des précisions sur la centrale du Blayais.

La troisième partie fournit des éléments de compréhension relatifs au fonctionnement et à la sûreté nucléaire d'un réacteur. Elle apporte une base technique sur les réacteurs du palier 900 MWe au regard des éléments présentés dans le dossier de l'enquête publique.

Les parties suivantes présentent les principales conclusions du 4e réexamen ainsi que les principales dispositions prises ou proposées par EDF depuis le 3e réexamen périodique de Blayais 1 pour améliorer la protection des intérêts mentionnés dans le code de l'environnement : la sécurité, la santé et la salubrité publiques, la protection de la nature et de l'environnement. Les principales raisons pour lesquelles EDF les propose y sont également précisées. Cela couvre par exemple des dispositions prenant en compte les enseignements de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima-Daiichi, ou encore les principales dispositions proposées par EDF dans le cadre du 4e réexamen. Cette présentation reprend la structure et les thématiques du rapport du 4e réexamen de Blayais 1 ; les volets risques, inconvénients et maintien dans le temps des installations y sont successivement abordés. En des termes accessibles au plus grand nombre, cette présentation propose ainsi une synthèse du rapport de réexamen, objet de l'enquête publique.

Enfin, après une conclusion, le lecteur pourra trouver en fin de document un glossaire lui permettant une meilleure lecture des différentes pièces du dossier de l'enquête publique.

---

1 L'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR) créée par la loi relative à l'organisation de la gouvernance de la sûreté nucléaire et de la radioprotection du 21 mai 2024 a démarré au 1er janvier 2025. Elle est issue de la réunion de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) et de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN).

2 Le rapport de réexamen (RCR) est une note technique réglementaire établie par EDF à l'issue de chaque réexamen périodique et qu'elle adresse à l'Autorité de sûreté nucléaire et au ministre chargé de la sûreté nucléaire (cf. § 1 Introduction).

SOMMAIRE

Pages

1. Introduction : L'enquête Publique et son contexte 4

2. La centrale nucléaire EDF du blayais 9

3. Les réacteurs électronucléaires : fonctionnement et sûreté 11

3.1 Fonctionnement d'une centrale nucléaire 11
3.2 Les fondamentaux de sûreté 13

3.2.1 Les trois barrières de confinement 13
3.2.2 Les trois fonctions de sûreté 14
3.2.3 La défense en profondeur 15

3.3 La sûreté sur le terrain 16

3.3.1 Enseignements de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi 16
3.3.2 La sûreté dans le bâtiment réacteur 18
3.3.3 La sûreté dans le bâtiment combustible 20
3.3.4 La sûreté en cas de fusion du combustible 23

4. Volet « risques » du réexamen de blayais 1 25

4.1 Conformité de l'installation 25

4.1.1 La gestion de la conformité 26
4.1.2 L'examen de conformité des tranches (ECOT) 26
4.1.3 Le programme d'investigations complémentaires (PIC) 27
4.1.4 Les revues de conformité de système 27
4.1.5 Les essais particuliers 28

4.2 Réévaluation du niveau de sûreté nucléaire 29

4.2.1 Les principales dispositions « Noyau Dur » 30
4.2.2 Accidents sans fusion du cœur 33
4.2.3 Agressions 34
4.2.4 Piscine d'entreposage du combustible usé 40
4.2.5 Accidents avec fusion du cœur 42

5. Volet « Inconvénients » du réexamen de blayais 1 47

5.1 Dispositions prises au regard des règles applicables et du retour d'expérience 49

5.1.1 Respect de la réglementation 49
5.1.2 Bilan de l'expérience acquise et principales dispositions d'amélioration continue 49

5.2 Dispositions vis-à-vis de l'actualisation de l'appréciation des inconvénients 57

6. Maintien dans le temps des installations 59

6.1 Maîtrise du vieillissement et de l'obsolescence 59
6.2 Matériels qualifiés aux conditions accidentelles 61

7. Conclusion 63

Glossaire 65

1. INTRODUCTION : L'ENQUÊTE PUBLIQUE ET SON CONTEXTE

Centrale nucléaire du Blayais, Gironde
© Copyright EDF – Air Marine

En France, l'autorisation de création d'un réacteur électronucléaire fait l'objet d'un décret pris par le Premier ministre après avis de l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR). Cette autorisation est délivrée sans limitation de la durée de fonctionnement ; la réglementation prévoit un réexamen approfondi de l'installation tous les 10 ans, le réexamen périodique, pour évaluer les conditions de la poursuite du fonctionnement pour les 10 années suivantes.

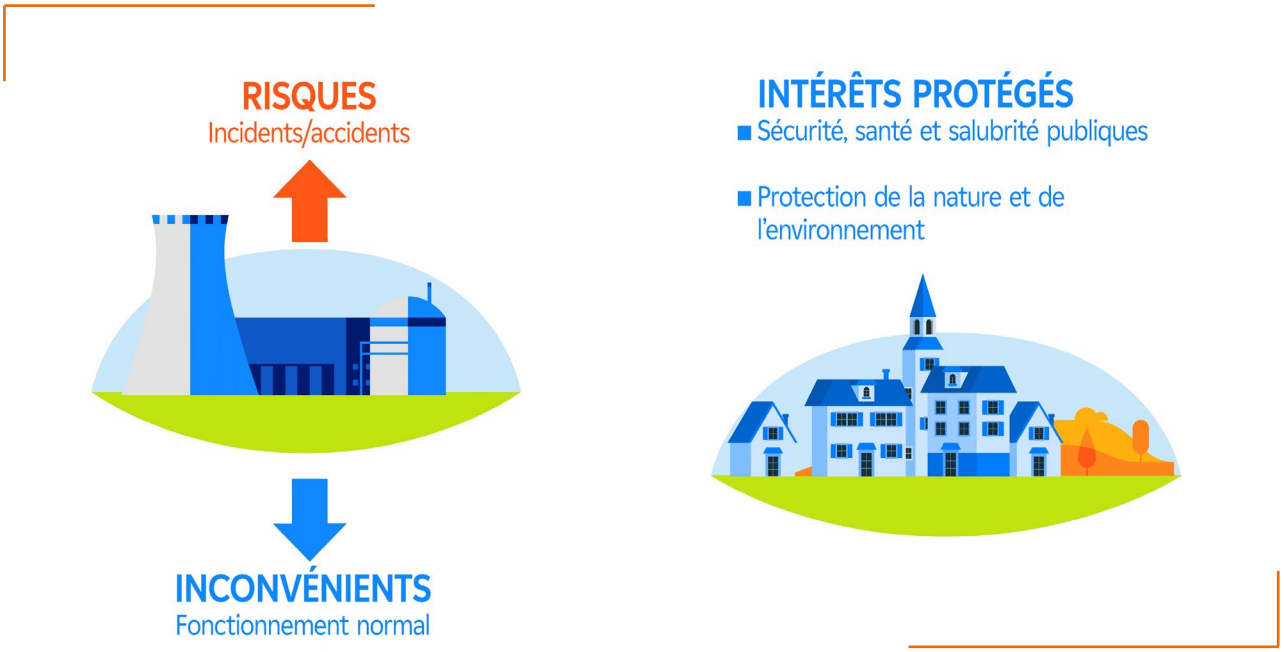
Le rapport du 4e réexamen périodique du réacteur n°1 de la centrale nucléaire EDF de Blayais (Blayais 1) sise 33820 Braud-et-Saint-Louis est soumis à enquête publique[3]. Cette enquête vise à informer le public et lui permettre de formuler ses observations et propositions.

Objectifs du réexamen : être conforme aux règles et améliorer la sûreté nucléaire

Au cours du réexamen périodique, l'exploitant s'assure de la capacité de son installation à poursuivre son fonctionnement dans le respect des règles applicables. Il doit également améliorer, notamment par des dispositions de sûreté nucléaire, la protection des intérêts mentionnés dans le code de l'environnement : la sécurité, la santé et la salubrité publiques, la protection de la nature et de l'environnement.

3 Pour les réexamens au-delà de la 35e année de fonctionnement du réacteur, le code de l'environnement prévoit la réalisation d'une enquête publique sur le rapport de ces réexamens.

Les réexamens périodiques comprennent un volet « risques » et un volet « inconvénients ». Le volet « risques » concerne la prévention des événements incidentels ou accidentels et la limitation de leurs conséquences potentielles radiologiques (rejets radioactifs) ou non radiologiques (effets thermiques, mécaniques ou toxiques). Le volet « inconvénients » traite de la maîtrise des effets sur la santé et l'environnement, potentiellement occasionnés par l'installation en fonctionnement normal du fait des prélèvements d'eau et rejets, des déchets ainsi que des nuisances qu'elle est susceptible d'engendrer (dispersion de micro-organismes pathogènes, bruits, vibrations, odeurs ou envol de poussières).



Un réexamen périodique en deux phases complémentaires

Le parc nucléaire français est composé de plusieurs types de Réacteurs à Eau Pressurisée (REP), construits en série, différenciés principalement par la puissance fournie au réseau électrique. Depuis la mise en place des réexamens périodiques au lancement du parc nucléaire français, EDF tire parti de la standardisation de ses réacteurs par palier de puissance (paliers 900 MWe, 1300 MWe, 1450 MWe) pour réaliser ces examens en deux phases complémentaires. La première, dite générique, porte sur les sujets communs aux réacteurs similaires d'un palier. La deuxième prend en compte les spécificités de chaque installation.

Pour le 4e réexamen périodique des réacteurs 900 MWe (RP4 900), la phase générique a débuté par la production par EDF fin 2013 du Dossier d'Orientations du Réexamen (DOR) ; il décrit les thèmes abordés dans le réexamen ainsi que les objectifs qu'EDF se fixe. L'instruction du DOR a été menée par l'Autorité de sûreté nucléaire (aujourd'hui ASNR, depuis le 1er janvier 2025 www.asnr.fr) qui a saisi l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN, www.irsn.fr), son expert technique, et consulté les groupes permanents d'experts (GPE)[4]. Cette partie « orientations » de la phase générique du réexamen périodique s'est conclue en avril 2016 par une prise de position de l'ASN sur les orientations génériques du RP4 900, assortie de demandes à l'exploitant EDF[5].

4 Pour préparer ses décisions les plus importantes relatives aux enjeux de sûreté nucléaire, de radioprotection, d'environnement, l'ASNR s'appuie sur les avis et les recommandations de groupes permanents d'experts.

5 ASN – Orientations génériques du RP4 900 – CODEP -DCN-2016-007286 du 20 avril 2016.

Pour le 4e réexamen périodique des centrales nucléaires de 900 MWe (RP4 900), EDF a retenu comme orientation générale de tendre vers les objectifs de sûreté nucléaire des réacteurs de dernière génération dont le réacteur de référence EDF est l'EPR-Flamanville 3. Cette orientation a été validée par l'ASNR.

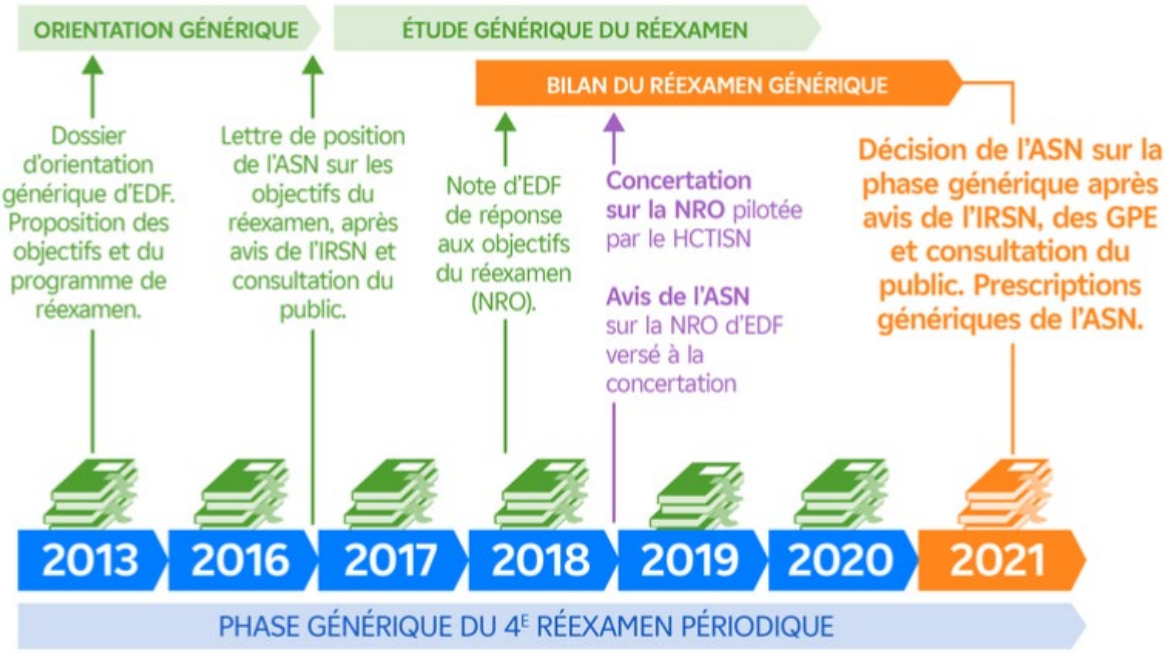
S'en est suivie une étape de réalisation par EDF d'études génériques sur les thèmes retenus ainsi que l'identification du besoin de dispositions à mettre en œuvre au regard des objectifs. Cette étape s'est conclue en 2018 par la Note de Réponse aux Objectifs (NRO), qui présente les dispositions qu'EDF entend mettre en œuvre pour répondre aux objectifs du RP4 900 et aux demandes de l'ASN formulées au moment des orientations.

Une concertation auprès du public sur la phase générique du RP4 900 a été organisée à l'initiative du Haut Comité pour la Transparence et l'Information sur la Sécurité Nucléaire (HCTISN, www.hctisn.fr). Elle s'est tenue du 6 septembre 2018 au 31 mars 2019 avec pour objectif d'informer le public et de recueillir son avis sur les dispositions proposées par EDF. Le site https://concertation.suretenucleaire.fr reste ouvert pour permettre l'accès aux archives des rencontres et des échanges de la concertation. À l'issue de celle-ci, EDF, suivant les recommandations du HCTISN, a tiré les enseignements de cette consultation du public et les a rendus publics[6].

La phase générique s'est achevée par la publication le 23 février 2021 de l'avis de l'ASN assorti de prescriptions génériques[7] qui ont fait l'objet au préalable d'une consultation du public.

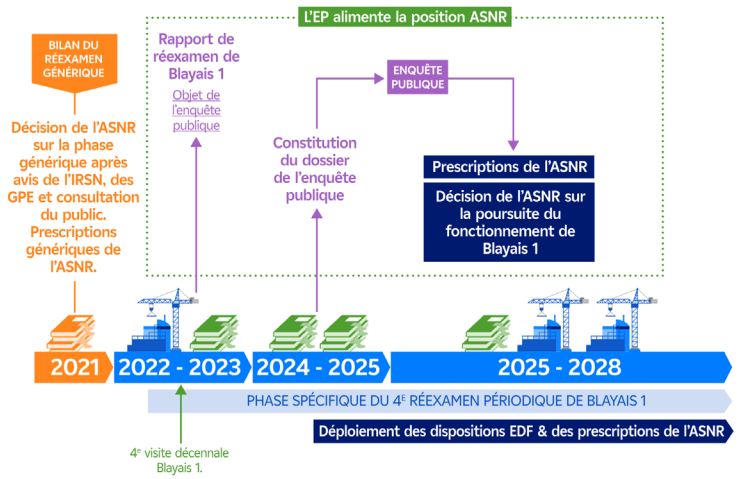
6 Pièce n° 4 du dossier de l'enquête publique

7 ASN - Phase générique du RP4 900 – Rapport d'instruction - CODEP-DCN-2021-007968 de mars 2021.
ASN - Décision n° 2021-DC-0706 de l'ASN du 23 février 2021 fixant à EDF les prescriptions applicables aux réacteurs de 900 MWe au vu des conclusions de la phase générique de leur 4e réexamen périodique. https://www.asn.fr/l-asn-informe/actualites/la-poursuite-de-fonctionnement-des-reacteurs-de-900-mwe-au-dela-de-40-ans
ASN - Courrier à EDF - Position de l'ASN sur la phase générique du RP4 900 – CODEP-DCN-2021-009580 du 23 février 2021.



Le réexamen périodique du réacteur Blayais 1

Ce 4e réexamen périodique est réalisé en deux phases complémentaires : une phase générique commune à tous les réacteurs du palier 900MWe et une phase spécifique au réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Blayais. En fin de phase générique, s'en suivent sur une période d'une dizaine d'années (de 2019 à 2031) les réexamens de chacun des 32 réacteurs des centrales nucléaires de 900 MWe. Un rapport de réexamen (RCR) est transmis par EDF au gouvernement et à l'ASNR. Il a été élaboré lors de la visite décennale du réacteur pendant laquelle sont mises en œuvre des modifications et des opérations de contrôle et de maintenance. C'est pendant cet arrêt que sont réalisés des essais décennaux comme l'inspection de la cuve du réacteur, l'épreuve hydraulique de circuits pour vérifier leur étanchéité ainsi que l'épreuve de l'enceinte du bâtiment réacteur pour vérifier son bon comportement mécanique et ses capacités de confinement. La frise ci-dessous présente les grandes étapes du 4e réexamen périodique de Blayais 1.



L'enquête publique sur le rapport du 4e réexamen de Blayais 1
La visite décennale de Blayais 1 s'est déroulée du 31 juillet 2022 au 19 juin 2023. Le rapport de conclusions du 4e réexamen périodique a été transmis par EDF le 20 décembre 2022 au ministre chargé de la sûreté nucléaire et à l'ASNR.

Le dossier de l'enquête publique du 4e réexamen périodique de Blayais 1 comprend les pièces suivantes :

Pièce 1

Note de présentation, le présent document

Pièce 2

Rapport comportant les conclusions du réexamen périodique (RCR) du réacteur n°1, **objet de l'enquête publique**

Pièce 3

Description des dispositions proposées par l'exploitant à la suite **du réexamen périodique du** réacteur n°1

Pièce 4

Bilan des actions de concertation mises en œuvre pour la partie commune du 4e réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe

Pièce 5

Textes régissant l'enquête publique ainsi que son articulation avec la procédure relative au réexamen périodique prévu au troisième alinéa de l'article L. 593-19 du code de l'environnement

Ce document (pièce 1) présente les principales dispositions prises par EDF sur Blayais 1 pour améliorer la protection des intérêts depuis le 3e réexamen, dont notamment celles mises en œuvre pendant la 4e visite décennale. Elles sont signalées par le pictogramme « Réalisé ».

Il présente également les principales dispositions proposées par EDF à la suite du réexamen. Elles sont signalées par le pictogramme « Proposé ».

Une fois l'enquête publique achevée, l'autorité de sûreté nucléaire tient compte des conclusions de l'enquête publique dans son analyse du rapport de réexamen de Blayais 1 et dans les prescriptions qu'elle prend.

2. LA CENTRALE NUCLÉAIRE EDF DU BLAYAIS

Centrale nucléaire du Blayais, Gironde
© Copyright EDF – Air Marine

La centrale nucléaire du Blayais est située à mi-chemin entre Bordeaux et Royan, sur la commune de Braud-et-Saint-Louis. Implantée au cœur d'un marais de 6 000 hectares, elles occupent une superficie de 78 hectares, sur la rive droite de la Gironde.

La centrale nucléaire du Blayais comprend quatre Réacteurs à Eau Pressurisée (REP) d'une puissance électrique unitaire de 900 MWe refroidis en circuit ouvert avec l'eau de l'estuaire de la gironde. La première mise en service de l'unité de production n°1 (Blayais 1) date de 1981.

En 2023, la centrale nucléaire du Blayais a produit 18,4 milliards de kilowattheure d'électricité bas carbone, soit l'équivalent de la consommation électrique annuelle de la région Nouvelle-Aquitaine.
EDF a inscrit la poursuite de l'exploitation de ses réacteurs au-delà de 40 ans, dans le programme d'investissement Grand carénage Ce programme industriel d'ampleur déployé de 2020 à 2029 consiste à remplacer certains matériels et à réaliser de nombreuses opérations de maintenance pour tendre vers le niveau de sûreté des réacteurs de dernière génération.
A la centrale du Blayais, le programme Grand Carénage prévoit notamment la réalisation des quatrièmes visites décennales des réacteurs.

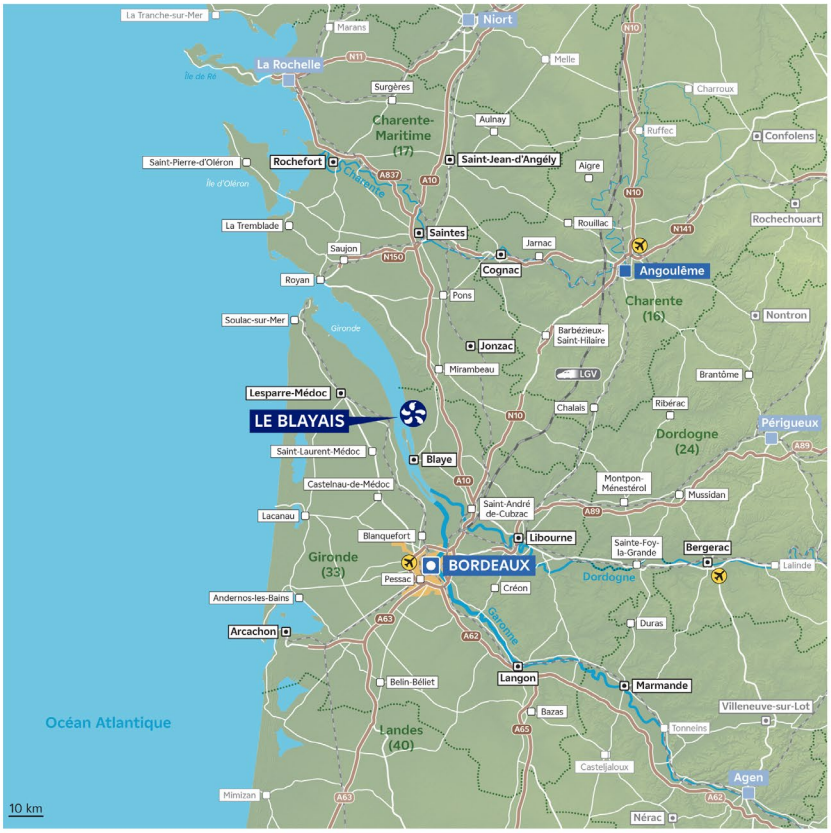
La centrale du Blayais est le 2e employeur industriel de la Gironde. En moyenne 1350 salariés EDF et 700 salariés d'entreprises partenaires y travaillent au quotidien pour garantir la fourniture d'une électricité décarbonée, sûre et compétitive.

La centrale nucléaire du Blayais contribue au développement économique de son territoire et apporte un soutien actif à travers sa politique d'achats, le choix de ses partenaires industriels, ainsi que la mise en place de partenariats solidaires et le reversement de taxes et impôts.

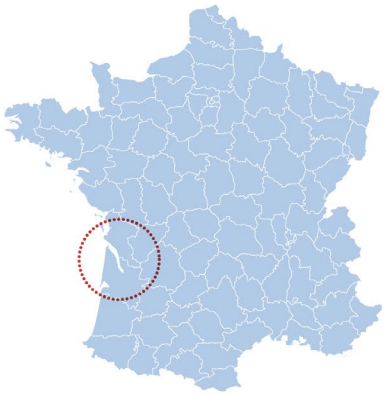
La centrale du Blayais s'implique aussi fortement dans la promotion de ses métiers, la formation et l'accès à l'emploi aux côtés des acteurs et partenaires de la région. En 2023, La centrale du Blayais a eu le plaisir de recruter 60 nouveaux collaborateurs et 100 alternants.

La centrale du Blayais est attentive à la vie du territoire et soutient de nombreuses initiatives et associations du tissu local, sportif, culturel, environnemental et solidaire.

CENTRALE NUCLEAIRE DU BLAYAIS (GIRONDE)



Les grandes villes et axes de communication



- Préfecture de région
- Préfecture départementale
- Sous-préfecture
- Autre ville

3. LES RÉACTEURS ÉLECTRONUCLÉAIRES : FONCTIONNEMENT ET SÛRETÉ[8]

Centrale nucléaire du Blayais, Gironde
© Copyright EDF – Yohan Espiaube

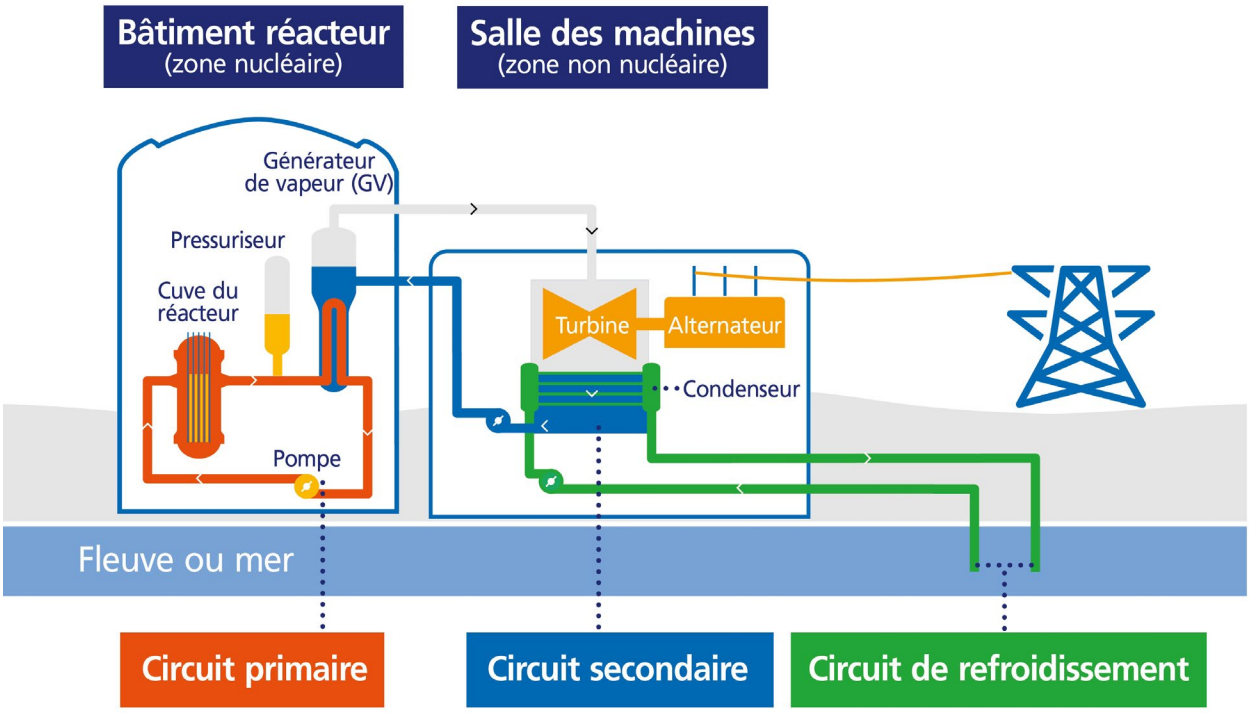
3.1 Fonctionnement d'une centrale nucléaire

Le fonctionnement d'une centrale nucléaire du type réacteur à eau pressurisée (REP), comme celle de Blayais, repose sur **trois circuits d'eau, indépendants et étanches entre eux**, qui opèrent des échanges thermiques en évitant toute dispersion de substance radioactive vers l'extérieur :

1. Le **circuit primaire** : dans le réacteur, la fission des atomes d'uranium produit une grande quantité de chaleur qui chauffe l'eau qui circule autour des assemblages de combustible à 320°C. L'eau du circuit primaire est maintenue sous pression pour l'empêcher de bouillir. Elle transmet sa chaleur à l'eau d'un deuxième circuit fermé.
2. Le **circuit secondaire** : l'échange de chaleur entre l'eau du circuit primaire et l'eau du circuit secondaire se fait par l'intermédiaire de générateurs de vapeur. L'eau du circuit secondaire se transforme alors en vapeur. La pression de cette vapeur fait tourner une turbine qui entraîne un alternateur. Un transformateur élève la tension du courant électrique produit par l'alternateur pour qu'il puisse être plus facilement transporté à longues distances dans les lignes très haute tension.
3. **Le circuit de refroidissement** : à la sortie de la turbine, la vapeur du circuit secondaire est à nouveau transformée en eau, grâce à un condenseur dans lequel circule de l'eau froide prélevée en mer ou dans un cours d'eau (comme c'est le cas pour les réacteurs de la centrale du Blayais).

[8] Cette partie aborde des notions relatives au fonctionnement des centrales et à la sûreté nucléaire pour une meilleure compréhension des dispositions présentées en parties 4 à 6 de ce document ainsi que dans les autres pièces du dossier.

LA CENTRALE NUCLÉAIRE
Principe de fonctionnement, sans aéroréfrigérant



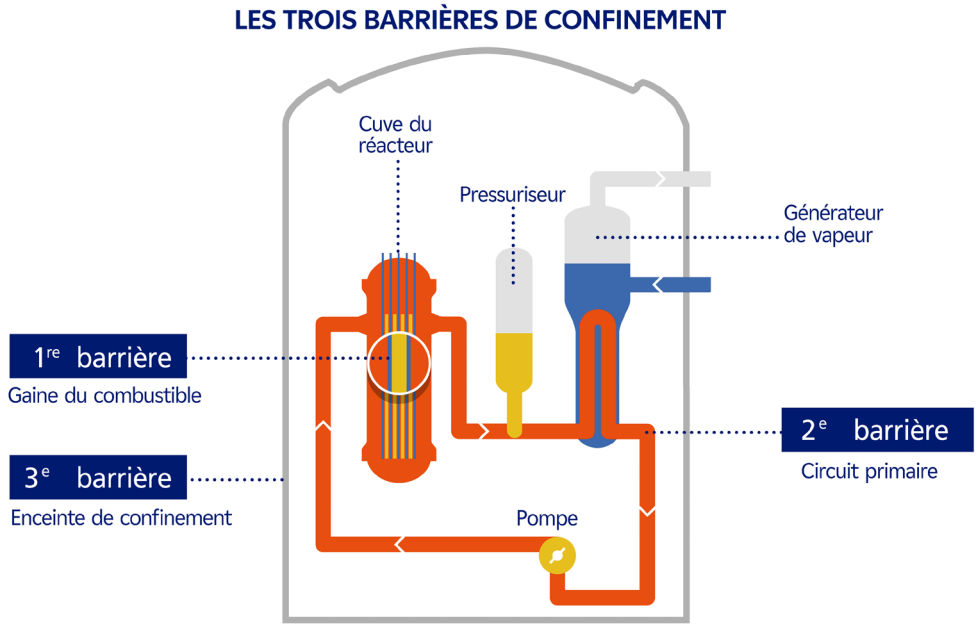
3.2 Les fondamentaux de sûreté

3.2.1 Les trois barrières de confinement

Dans une centrale nucléaire, l'objectif général de sûreté nucléaire est d'établir et de maintenir une défense efficace pour prévenir les accidents et en limiter les effets sur l'homme et son environnement. Les dispositions de conception et d'exploitation prises à cet effet portent sur la prévention pour éviter qu'une situation anormale ne se produise, et la protection pour limiter les conséquences d'un éventuel accident.

Ainsi, trois barrières physiques, résistantes, étanches et indépendantes concourent au confinement de la radioactivité :

- la gaine des crayons de combustible,
- l'enveloppe du circuit primaire,
- l'enceinte de confinement.



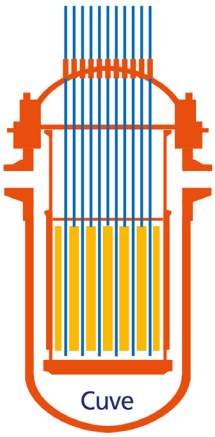
3.2.2 Les trois fonctions de sûreté

Afin d'éviter la dégradation des barrières de confinement et de limiter les conséquences radiologiques de leur détérioration éventuelle, des matériels et systèmes dédiés sont prévus à la conception et mis en œuvre en exploitation : ils assurent les trois « fonctions de sûreté ».

LES TROIS FONCTIONS DE SÛRETÉ

1
Contrôler la réaction en chaîne

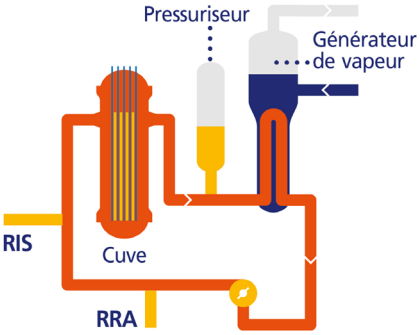
- Position des grappes de commande
- Concentration du bore dans l'eau



2
Refroidir le combustible

Évacuation de la chaleur :

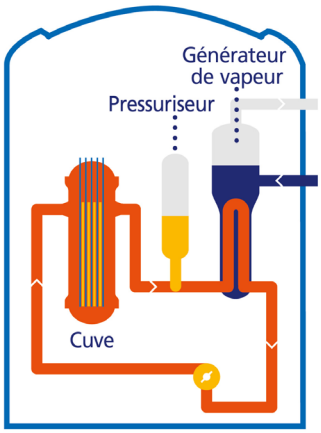
- par les générateurs de vapeur en fonctionnement normal,
- par le circuit de réfrigération à l'arrêt du réacteur **(RRA),**
- par les systèmes d'injection de sécurité **(RIS).**



3
Confiner la radioactivité

Par les trois barrières :

- gaine du combustible
- circuit primaire
- enceinte de confinement



L'état « sûr » d'un réacteur se caractérise par la maîtrise des trois fonctions de sûreté :

- contrôle de la réaction nucléaire en chaîne dans le réacteur,
- refroidissement du combustible,
- confinement de la radioactivité.

3.2.3 La défense en profondeur

La sûreté nucléaire repose sur le concept de défense en profondeur, qui met en œuvre des niveaux de défense successifs suffisamment indépendants pour se prémunir de défaillances humaines, techniques et organisationnelles.

A la conception et en exploitation, la défense en profondeur se décline en cinq niveaux visant à :

1. **Prévenir les incidents.** Ce premier niveau repose sur une conception robuste et la qualité de fabrication. L'organisation de l'exploitation assure le maintien de l'installation dans les limites du fonctionnement normal. Sur le plan matériel, des automatismes et des systèmes de régulation permettent de maintenir l'installation dans ces limites.
2. **Détecter les incidents**, mettre en œuvre les actions permettant d'empêcher qu'ils ne conduisent à un accident, et rétablir une situation de fonctionnement normal ou, à défaut, atteindre puis maintenir l'installation dans un état sûr.

   Ce deuxième niveau est destiné notamment à assurer l'intégrité de la gaine du combustible (la première barrière) et du circuit primaire (la deuxième barrière) par la mise en œuvre de dispositions et systèmes de protection pour la maîtrise des fonctions de sûreté : arrêt automatique du réacteur, apports additionnels d'eau pour refroidir le réacteur…
3. **Maîtriser les accidents** n'ayant pu être évités, limiter leur aggravation, ramener et maintenir l'installation dans un état sûr. Ce troisième niveau repose sur les systèmes de sauvegarde (système d'injection de sécurité du circuit primaire, système d'aspersion de l'enceinte, alimentation de secours des générateurs de vapeur), ainsi que sur les procédures de conduite accidentelle et l'Organisation Nationale de Crise.

4. **Gérer les situations d'accident grave avec fusion du cœur** n'ayant pu être maîtrisées de façon à limiter les conséquences sur les personnes et l'environnement.

   Ce quatrième niveau vise à préserver l'intégrité de l'enceinte de confinement, la troisième barrière. Pour répondre à cet objectif, la conduite des accidents avec fusion du cœur s'appuie sur des dispositions matérielles : les recombineurs passifs pour éliminer le risque d'explosion d'hydrogène formé lors de la fusion de gaines de combustible, des moyens mobiles comme des pompes avec leur alimentation électrique, ou encore le dispositif ultime de filtration des rejets radioactifs mis en œuvre lors de l'ouverture de l'enceinte, ainsi que sur la Force d'Action Rapide du Nucléaire (FARN) issue du retour d'expérience tiré à la suite de l'accident de la centrale de Fukushima-Daiichi.

   Relèvent également des niveaux 3 et 4, les équipements dits « Noyau Dur » (cf. § 4.2.1), comme le dispositif de stabilisation du corium, ou encore une alimentation électrique supplémentaire.

Le Noyau Dur est un ensemble de moyens matériels fixes et robustes complétés par des moyens mobiles visant à éviter des rejets radioactifs massifs et des effets durables dans l'environnement pour des situations extrêmes consécutives à une agression naturelle externe extrême. Il s'agit principalement de situation de séisme, d'inondation externe et des phénomènes associés (foudre, grêle, grands vents, pluies de forte intensité), ou encore de la tornade.

5. **Protéger les populations.** Ce 5e niveau de la défense en profondeur est du ressort des pouvoirs publics et correspond à la mise en œuvre du Plan Particulier d'Intervention (PPI) (confinement, prise de pastilles d'iodes, évacuations, …).

3.3 La sûreté sur le terrain

Les fondamentaux de la sûreté nucléaire se déclinent sur le terrain par la mise en œuvre de dispositions prévues à la conception et complétées au fil de l'exploitation notamment lors des réexamens périodiques en prenant en compte les enseignements du retour d'expérience des centrales nucléaires en France et à l'étranger ainsi que le progrès des connaissances.
Pour le 4e réexamen des centrales 900 MWe, des dispositions d'amélioration de la sûreté sont ainsi mises en œuvre et envisagées en réponse aux enseignements de l'accident de la centrale de Fukushima-Daiichi et plus généralement pour anticiper et faire face à des situations accidentelles extrêmes afin d'éviter des rejets radioactifs massifs et des effets durables dans l'environnement (cf. § 3.3.1).
A titre d'illustration, les modes de sollicitations des principales dispositions de sûreté dans le bâtiment réacteur et le bâtiment combustible en situation normale de fonctionnement, en situation incidentelle ou accidentelle, et en cas d'agression externe extrême sont présentées en §3.3.2, §3.3.3, §3.3.4.

3.3.1 Enseignements de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi

Faisant suite à l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi en mars 2011 au Japon, EDF a étudié un ensemble de dispositions pour renforcer ses installations afin de faire face à des agressions naturelles d'ampleur très au-delà des hypothèses de dimensionnement des réacteurs. Ces dispositions s'articulent ainsi :

- une phase réactive de 2012 à 2015 au cours de laquelle EDF a déployé :
  - une force d'action rapide du nucléaire (FARN), composée de 300 agents EDF formés et prêts à intervenir sur tout site nucléaire français le nécessitant, au plus 24 heures après le début de l'accident ; RÉALISÉ
  - des matériels locaux fixes et mobiles mis en place avec des points de connexion standardisés (« raccord pompier ») pour alimenter en eau les installations en cas de perte totale des moyens de refroidissement de secours ; RÉALISÉ
  - un plan d'urgence pour faire face à une situation accidentelle affectant plusieurs réacteurs. RÉALISÉ
- une phase de mise en place de « dispositions pérennes » d'approvisionnement en eau et en électricité, avec notamment :
  - une source électrique de secours supplémentaire sur chaque réacteur : le Diesel d'Ultime Secours (DUS), RÉALISÉ
  - une source d'eau diversifiée par l'utilisation de réserves d'eau existantes de grande capacité. RÉALISÉ
  - un renforcement des équipes de conduite des réacteurs (+ 250 personnes sur la France), entraînées à la gestion de l'inattendu. RÉALISÉ

Centrale nucléaire du Blayais, Gironde
©copyright EDF

Diesel d'Ultime Secours (DUS) de 3 MWe

Grâce à ces dispositions, en cas de perte totale des sources électriques ou de la source froide, le combustible situé en bâtiment réacteur ou entreposé en piscine dans le bâtiment combustible (BK), peut continuer à être refroidi pendant 3 jours sans secours externe. Cette autonomie permet à l'Organisation Nationale de Crise, dont la FARN, d'assurer les réalimentations nécessaires, dans la durée jusqu'à la restauration de matériels.

Dans le cadre de la poursuite du fonctionnement au-delà de 40 ans, EDF déploie un ensemble de dispositions matérielles et organisationnelles qui visent à prévenir un accident avec fusion du cœur et éviter des rejets radioactifs massifs et des effets durables dans l'environnement pour des situations extrêmes, dites situations « Noyau Dur », consécutives notamment à une agression naturelle externe extrême. Le « Noyau Dur » est déployé dans le cadre du 4e réexamen périodique et ses suites.

3.3.2 La sûreté dans le bâtiment réacteur

En **fonctionnement normal**, pour assurer l'intégrité de la première barrière de confinement, le refroidissement du combustible est une fonction de sûreté à maintenir en toute circonstance :

- réacteur en puissance, l'énergie liée à la chaleur dégagée par les assemblages de combustible est transmise par les Générateurs de Vapeur (GV) à la turbine puis au réseau électrique par l'intermédiaire d'un alternateur. A la sortie de la turbine, la vapeur du circuit secondaire est à nouveau transformée en eau grâce à un condenseur refroidi par l'eau de l'estuaire de la Gironde, afin de poursuivre le cycle vers les GV.
- lorsque le réacteur s'arrête, la puissance thermique du cœur est de l'ordre de quelques pour cent de la puissance nominale et va diminuer dans le temps. La chaleur résiduelle produite par les assemblages de combustible est évacuée par le circuit de réfrigération du réacteur à l'arrêt (RRA), lui-même refroidi par la « source froide » (estuaire de la Gironde) via le circuit de Refroidissement Intermédiaire (RRI) et le circuit d'eau brute secourue (SEC) qui constituent des barrières successives vis-à-vis de l'eau de l'estuaire.

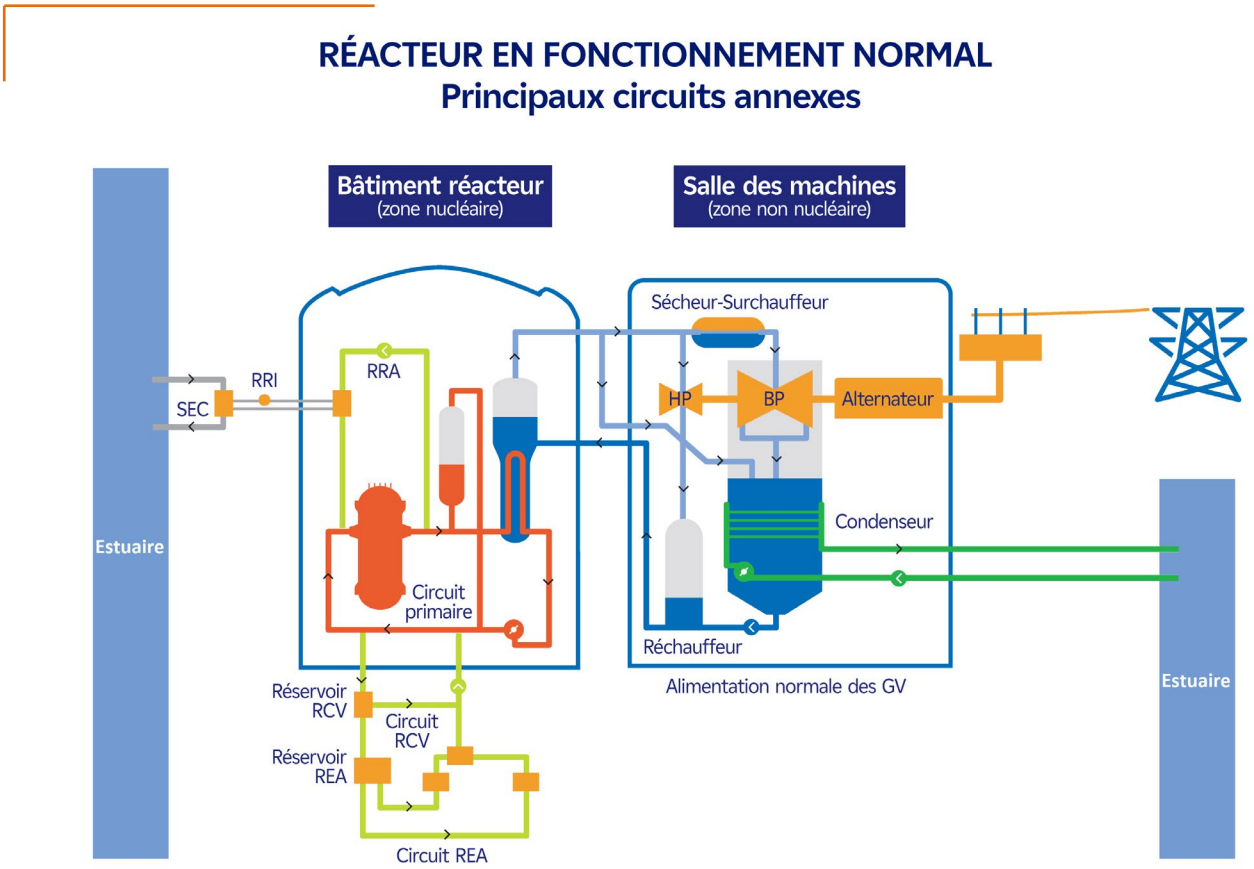
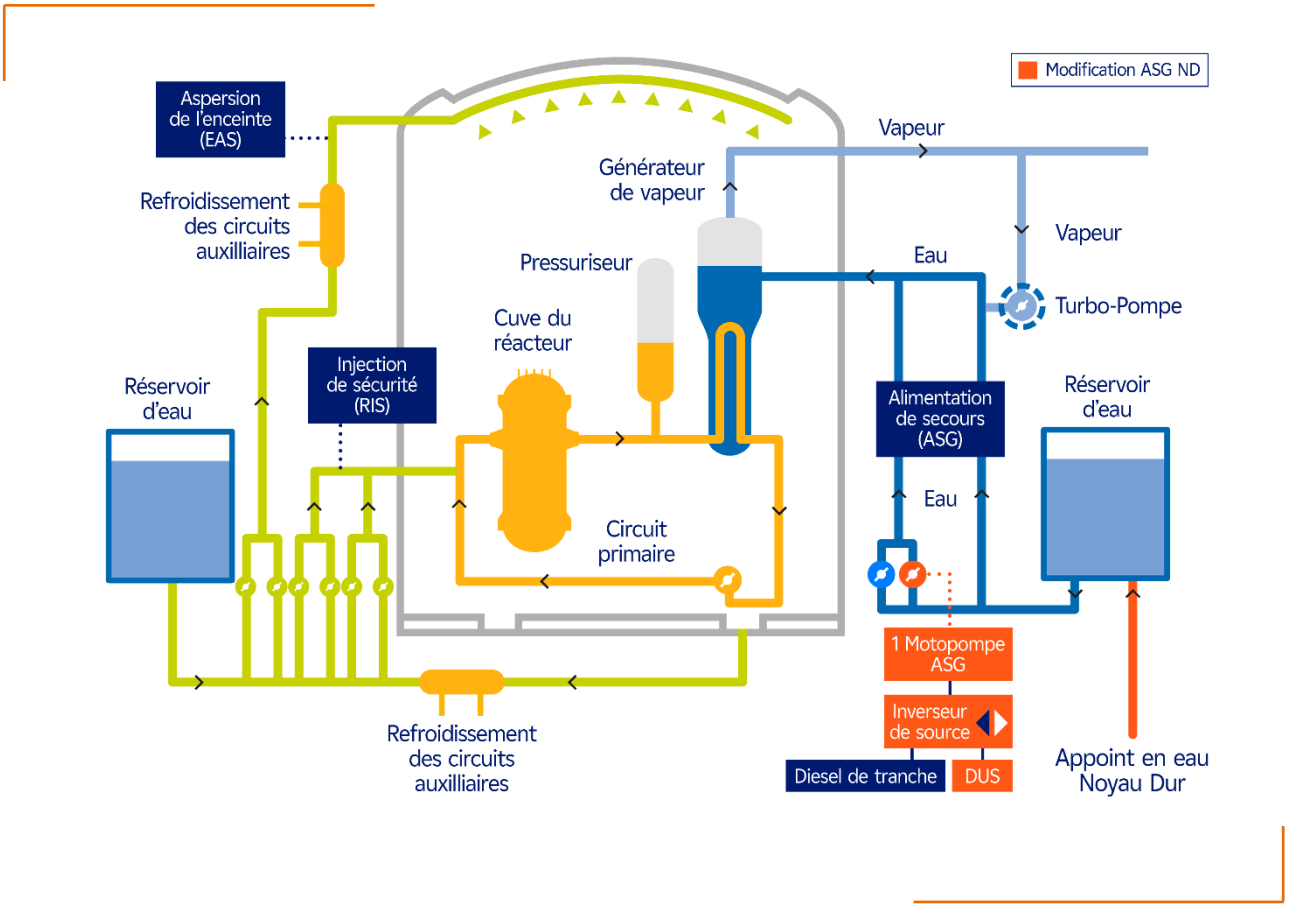


Figure 1. Réacteur en fonctionnement normal : principaux circuits

En situation accidentelle, le refroidissement du combustible est assuré par :

- les Générateurs de Vapeur (GV), puis par le circuit de réfrigération du réacteur à l'arrêt (RRA) au fur et à mesure du refroidissement et de la dépressurisation du circuit primaire ;
- et, en cas de rupture survenant sur le circuit primaire, le système d'injection de sécurité (RIS) intervient pour compenser la perte en eau et poursuivre le refroidissement du cœur. Le système d'aspersion de l'enceinte (EAS) permet de réduire la pression induite par l'évaporation de l'eau du circuit primaire à l'intérieur de l'enceinte de confinement (BR).

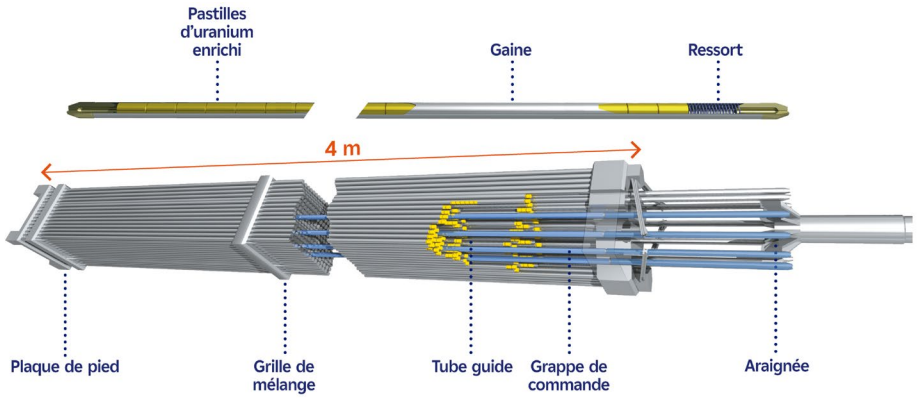
En situation d'agression naturelle externe extrême, dite situation « Noyau Dur », l'installation peut connaitre des pertes de fonctionnement de certains matériels, comme ceux liés aux sources électriques et/ou aux systèmes de refroidissement associés à la source froide (estuaire de la Gironde).
Ce sont alors les matériels du Noyau Dur, qualifiés et robustes aux conséquences de ces situations extrêmes, qui continuent à assurer les fonctions de sûreté.
Dans ces situations extrêmes, une partie de l'alimentation de secours des générateurs de vapeur est qualifiée aux situations Noyau Dur pour assurer la fonction de **Refroidissement secondaire du Noyau Dur (ASG-ND)**. Ce dernier est alimenté électriquement par le **Diesel d'Ultime Secours (DUS)** et associé à la **source d'eau diversifiée (SEG),** qui joue alors le rôle de source froide de substitution.



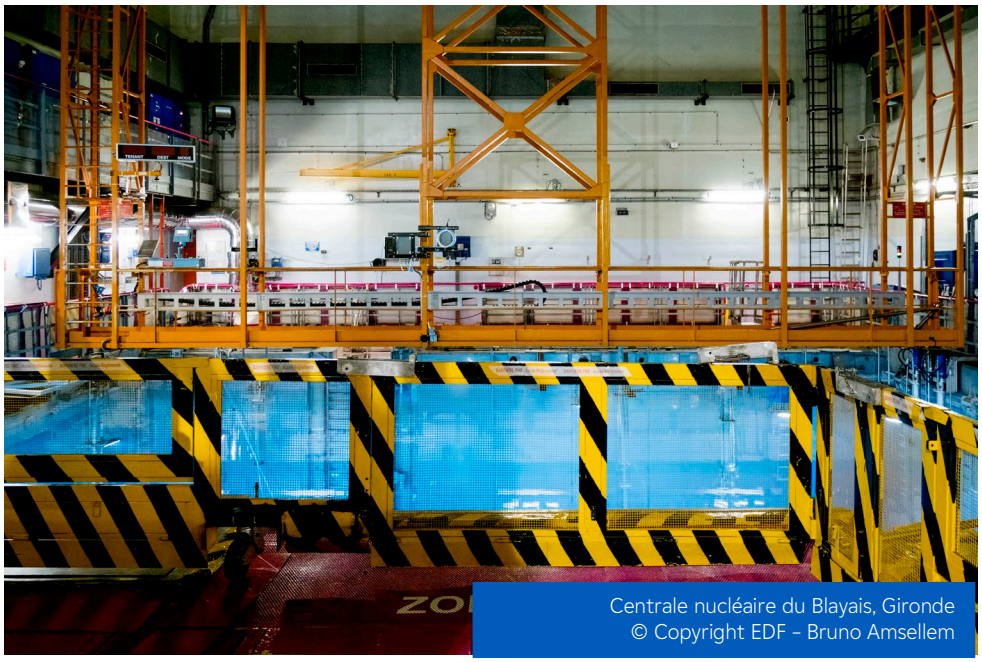
3.3.3 La sûreté dans le bâtiment combustible

La piscine d'entreposage du bâtiment combustible (BK) accueille les assemblages de combustible neufs, avant leur chargement dans le réacteur, et les assemblages déjà utilisés en attente de leur évacuation, ou d'un rechargement.

Assemblage combustible



BATIMENT COMBUSTIBLE
Piscine d'entreposage du combustible



Centrale nucléaire du Blayais, Gironde
© Copyright EDF – Bruno Amsellem

En fonctionnement normal :

- la chaleur résiduelle des assemblages de combustible usé entreposés dans la piscine est évacuée par le système de traitement et de refroidissement d'eau des piscines (PTR), refroidi par la source froide (estuaire de la Gironde) via le circuit de refroidissement intermédiaire (RRI) et le circuit d'eau brute secourue (SEC). Le système PTR est composé de 2 voies distinctes (pompe, échangeur) secourues électriquement qui maintiennent en permanence la température de la piscine à moins de 50 °C ;
- la piscine d'entreposage du bâtiment combustible (BK) peut être mise en communication avec la piscine du bâtiment réacteur (BR) via le tube de transfert, lors des opérations de chargement et de déchargement du réacteur par exemple. Côté Bâtiment Réacteur, le refroidissement est assuré par le circuit de réfrigération à l'arrêt du réacteur (RRA), lui-même refroidi par la source froide (estuaire de la Gironde) par l'intermédiaire des circuits RRI et SEC.

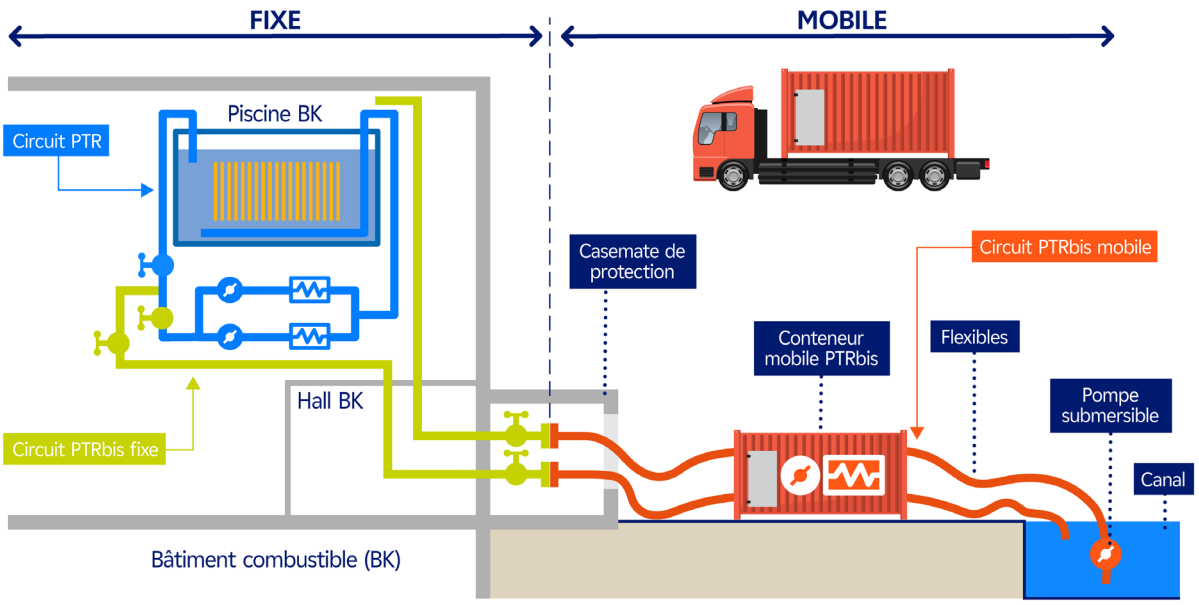
En situations incidentelles / accidentelles :

- lorsque tout le combustible du réacteur est déchargé dans la piscine du bâtiment combustible l'indisponibilité d'une des deux pompes ou d'un des deux échangeurs peut conduire à une élévation de la température de l'eau de la piscine au-delà de 50°C. Dans ce cas, le refroidissement reste maintenu sans atteindre l'ébullition ;
- les situations de vidange accidentelle de la piscine conduisent à l'isolement automatique de la ligne d'aspiration du circuit de refroidissement, afin de maintenir les assemblages de combustible sous eau ;
- en cas de perte totale de refroidissement par le système PTR, l'appoint à la piscine est possible par le réseau incendie, ou le système d'eau déminéralisée, afin d'en compenser l'évaporation. Le refroidissement du combustible est correctement assuré car les assemblages restent immergés sous eau, même en cas d'ébullition de l'eau de la piscine.

En situation d'agression naturelle externe extrême, dites situations « Noyau Dur », l'installation peut connaitre des pertes de fonctionnement de certains matériels, potentiellement associés à une situation de perte totale de refroidissement. Ce sont alors les matériels du Noyau Dur, qualifiés et robustes aux conséquences de ces situations extrêmes, qui continuent à assurer les fonctions de sûreté. Dans ces situations extrêmes :

- la source d'eau diversifiée (SEG) permet de compléter les moyens d'appoint à la piscine du BK, avec des moyens en eau et en électricité indépendants des autres moyens de la tranche. Cet appoint permet de compenser l'évaporation et de maintenir le refroidissement des assemblages de combustible en les maintenant sous eau ; PROPOSÉ
- à long terme, le système de refroidissement supplémentaire (PTR-bis) permet le retour à une situation de refroidissement de la piscine d'entreposage du bâtiment combustible avec arrêt de l'ébullition. RÉALISÉ

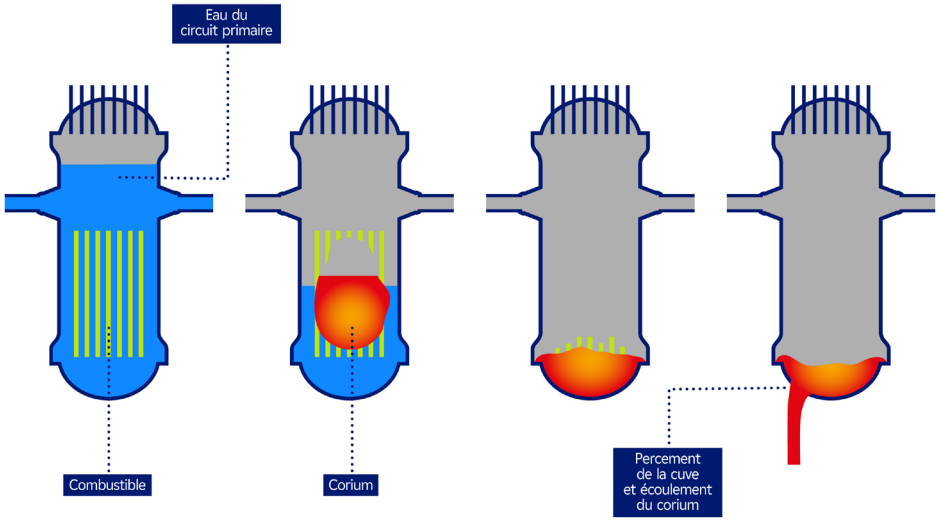
LE SYSTÈME DE REFROIDISSEMENT PTRbis



3.3.4 La sûreté en cas de fusion du combustible

La perte prolongée du refroidissement du cœur du réacteur peut conduire en l'absence d'eau dans la cuve à des accidents avec fusion du combustible. En effet, le combustible en cuve pourrait atteindre des températures conduisant à la fusion du métal le constituant (pastilles et gaines), mais également du métal avoisinant (grappes de contrôle, ou structures), jusqu'au percement du fond de la cuve.
L'agglomérat de métal sous forme d'un liquide visqueux issu de ce processus s'appelle **le corium.**

Processus d'endommagement du réacteur lors d'un accident de fusion du combustible



Dans cette situation, les deux premières barrières de confinement sont endommagées et l'objectif de sûreté est alors de préserver l'étanchéité de la 3e barrière, l'enceinte de confinement, pour éviter la dispersion de produits radioactifs dans l'environnement.

La stratégie de gestion des accidents avec fusion du cœur est inspirée de la démarche mise en œuvre sur l'EPR. Elle vise à laisser le corium s'étaler « à sec », c'est-à-dire en l'absence d'eau, sur le fond du bâtiment réacteur, le radier. Ainsi étalé, il offre une surface d'échange importante et peut être stabilisé par un apport d'eau borée, qui va le refroidir et à terme rendre solide toute la couche de corium étalée.
Cette stratégie vise à :

- garantir l'absence de percée du radier du bâtiment réacteur. En effet le corium, s'il n'est pas stabilisé, provoque un phénomène d'érosion du radier ;
- limiter la pressurisation lente de l'enceinte, et donc exclure l'ouverture de l'évent filtré de l'enceinte pour sa décompression ;
- maîtriser des phénomènes physiques en accident avec fusion du cœur (risque de combustion hydrogène notamment).

Ainsi, les dispositions « réalisées » en VD4 pour le réacteur n°1 de Blayais sont :

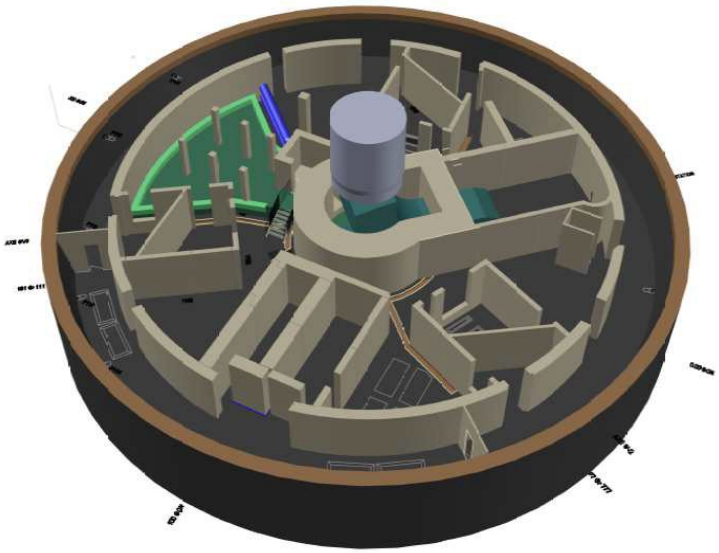
- **la création d'une aire d'étalement à sec du corium** au sein d'une zone de récupération dédiée située sous la cuve du réacteur : zone « Puits de Cuve » et Local d'Instrumentation du Cœur situé dans le prolongement.

RÉALISÉ

- la mise en place du **système passif de noyage du corium** constitué d'un dispositif de trappes passives libérant l'eau préalablement injectée dans les puisards du bâtiment réacteur par le système d'aspersion de l'enceinte EAS secouru par les deux diesels de tranche, ou, pour les situations extrêmes, le nouveau dispositif « Noyau Dur » EAS-ND secouru par le Diesel d'Ultime Secours (DUS).

RÉALISÉ

Locaux (puits de cuve et local d'instrumentation du cœur) utilisés pour l'étalement du Corium



Avec ces dispositions, les études effectuées montrent pour le réacteur n°1 de la centrale du Blayais que l'érosion du béton par le corium restera limitée au regard de l'épaisseur du radier du bâtiment réacteur.

Centrale nucléaire du Blayais, Gironde
© Copyright EDF - Yohan Espiaube

4. VOLET « RISQUES » DU RÉEXAMEN DE BLAYAIS 1

4.1 Conformité de l'installation

Préalablement à la mise en œuvre d'amélioration de sûreté, EDF s'assure de la conformité des installations au regard des règles qui leurs sont applicables.

En complément du traitement des écarts de conformité identifiés au cours du fonctionnement de l'installation, EDF met en œuvre, à l'occasion des réexamens périodiques, d'importants moyens de vérification de la conformité des installations :

- gestion de la conformité,
- examen de Conformité des Tranches (ECOT),
- programme d'Investigations Complémentaires (PIC),
- programme de revues de conformité de systèmes,
- essais particuliers.

Ces démarches aboutissent à des dispositions déployées dans le cadre du réexamen.

4.1.1 La gestion de la conformité

EDF dispose d'une organisation lui permettant de détecter ce qui n'est pas à l'attendu, qu'il s'agisse d'un matériel ou d'une activité. Elle l'analyse pour prendre les dispositions appropriées au regard de son importance vis-à-vis des intérêts protégés en particulier si la situation observée constitue un écart au sens de l'arrêté INB[9].

A l'occasion des réexamens périodiques, EDF effectue un bilan des écarts et vérifie que tous les constats et écarts de conformité ont été instruits et le cas échéant résorbés avant et pendant la visite décennale par des dispositions matérielles et d'exploitation.

Pour Blayais 1, les écarts de conformité ayant fait l'objet d'un événement significatif pour la sûreté (ESS) de niveau supérieur ou égal à 1 sur l'échelle INES, ont été tous résorbés

Les événements significatifs pour l'environnement (ESE) relatifs au confinement liquide ont été traités et des dispositions ont été mises en œuvre pour deux situations. La première concerne la présence d'effluents tritiés, détectés en 2018, sous le bâtiment des auxiliaires nucléaires commun aux réacteurs 3 et 4 (BAN 8). La réparation d'une fissure traversante dans une casemate CRF et des expertises ont été effectuées. Une surveillance a alors été mise en place. De plus, les investigations sur les origines d'effluents dans les caniveaux des BAN8 et 9 (bâtiment des auxiliaires nucléaire commun aux réacteurs 1 et 2) ainsi que des correctifs sur l'installation sont en cours. Au travers de la surveillance des eaux souterraines la situation est conforme. La seconde, déclarée en 2018, implique un dépassement de concentration en hydrocarbures près du réacteur 1. Des mesures de suivi et des tests de biodégradation ont été réalisés, et la solution de traitement retenue est l'écrémage passif qui se poursuit pour résorber les hydrocarbures

4.1.2 L'examen de conformité des tranches (ECOT)

L'ECOT est une disposition complémentaire aux dispositions d'exploitation telles que les Essais Périodiques (EP), les Programmes de Base de Maintenance Préventive (PBMP) ou les Essais de Requalification (ER) après intervention de maintenance.

L'objectif de l'ECOT est de vérifier la conformité sur une liste de thèmes à enjeux, à partir :

- de contrôles in situ réalisés par l'exploitant avant et pendant la visite décennale,
- d'un examen de la documentation d'exploitation, des programmes de contrôles ou d'essais, de modes opératoires et de consignes ainsi que des plans et schémas associés.

Pour le RP4 900, EDF a augmenté le périmètre de vérification de l'ECOT et a retenu une quinzaine de thèmes de contrôle parmi lesquels : le génie civil, la qualification des matériels aux conditions accidentelles, les risques incendie et inondation.

Des visites terrain ont été effectuées sur des matériels contribuant au maintien en état sûr du réacteur comme les pompes de refroidissement des circuits primaire et secondaire du réacteur, ou les diesels de secours électrique.

Sur Blayais 1, les écarts détectés pendant l'ECOT concernent principalement les ancrages ; ils ont tous été résorbés (exemple : remplacement ou réfection de tout ou partie des supports).

[9] Arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base (INB)

4.1.3 Le programme d'investigations complémentaires (PIC)

L'objectif du PIC est de consolider les actions de maintenance préventive déjà réalisées en s'assurant de l'absence de dégradation d'équipements non surveillés car moins sensibles à l'endommagement. Des contrôles sont, à cet effet, menés par échantillonnage pendant la VD4 des tranches du palier 900 MWe. Les équipements concernés par une dégradation sont remis en conformité ; le référentiel de maintenance est adapté.

Dans le cadre du RP4 900, les domaines retenus pour le PIC sont les suivants :

- les matériels mécaniques du circuit primaire et du circuit secondaire,
- d'autres matériels mécaniques : tuyauteries, bâches, échangeurs, pompes, robinets,
- le génie civil et l'enceinte de confinement.

Pour Blayais 1, les dispositions ont consisté à mettre en œuvre des contrôles de la cuve (contrôles par ultrasons de la paroi interne sous revêtement de la virole porte-tubulure, au moyen de la machine d'inspection de la cuve dans le cadre d'un programme d'expertise dédié) et du réservoir PTR[10] (contrôles par ressuage de quatre soudures situées au niveau des tuyauteries d'aspiration et de refoulement, contrôle visuel externe de la partie inférieure de la bâche après dépose des calorifuges et évaluation de l'état du calorifuge). Il n'a pas été détecté d'écart lors de ces contrôles sur la tranche 1 de Blayais.

4.1.4 Les revues de conformité de système

L'objectif est de réaliser des revues de conformité des systèmes de sauvegarde du cœur du réacteur et des systèmes supports associés importants pour la sûreté dont les études de conception n'ont pas été réexaminées depuis la mise en service des installations.

Pour le RP4 900, EDF a effectué les revues de conformité des systèmes suivants :

- systèmes liés au refroidissement et à la sauvegarde du cœur ou du combustible entreposé en piscine du bâtiment combustible. Ces revues étaient étendues à des fonctions supports importantes comme celles contribuant au refroidissement ;
- sources électriques : cette revue visant à garantir la fiabilité des sources électriques existantes, s'est attachée à l'intégration des équipements nouveaux construits dans le cadre des dispositions post Fukushima (cf. 4.2.1) avec notamment la substitution fonctionnelle du Turbo Alternateur de Secours par les Diesels d'Ultime Secours (DUS) ainsi que le secours du DUS de Blayais 1 par le DUS du réacteur voisin (Blayais 2) ;
- systèmes de ventilation afin de garantir l'adéquation de leurs performances aux exigences des référentiels de sûreté grands chauds, grands froids et risque d'explosion interne.

Ces revues ont conduit à un travail conséquent de vérification notamment de la cohérence des référentiels de sûreté, du classement de certains matériels et des règles générales d'exploitation compte tenu des évolutions successives sur 40 ans d'exploitation.

10 Le réservoir PTR est une réserve d'eau servant à l'injection de sécurité ou à l'aspersion de l'enceinte (voir § 3.3.2)

Concernant le refroidissement du cœur du réacteur, la recirculation de l'eau en situation accidentelle repose sur le système d'injection de sécurité du circuit primaire et le système d'aspersion de l'enceinte. La revue afférente a permis de démontrer le bon fonctionnement de tous les systèmes et équipements participant directement et indirectement à la fonction.

En complément, EDF s'est engagée à limiter la quantité de débris susceptibles d'être transportés par l'eau en cas de brèche sur le circuit primaire. Le remplacement de calorifuges de type fibreux par des calorifuges de type métalliques, permet notamment de réduire le risque de colmatage qui pourrait affecter la recirculation de l'eau dans le Bâtiment Réacteur. Le remplacement des calorifuges de type fibreux sur Blayais 1 est réalisé à environ 60% en 2024 et sera finalisé en 2025.

4.1.5 Les essais particuliers

Les essais particuliers sont réalisés sur site, sur simulateur ou en laboratoire en complément des essais périodiques et essais décennaux, afin de :

- confirmer l'analyse d'exhaustivité des essais périodiques réalisés pendant l'exploitation : par exemple, fonctionnement de longue durée des diesels, des pompes du circuit d'aspersion de l'enceinte (EAS), des circuits d'air comprimé (SAR) ;
- conforter les hypothèses de modélisation et la qualification des outils de calcul scientifique : par exemple, les études thermiques ou les calculs neutroniques ;
- vérifier la bonne intégration de dispositions majeures du réexamen en complément des requalifications réalisées : distribution électrique, dispositif Noyau Dur de refroidissement du corium en situation d'accident avec fusion du cœur (EAS-ND), dispositif Noyau Dur d'alimentation de secours en eau des générateurs de vapeur (ASG-ND)...

Ces essais particuliers ne sont réalisés qu'une fois sur un réacteur pour l'ensemble des réacteurs du même palier.

4.2 Réévaluation du niveau de sûreté nucléaire

Les études de réévaluation du niveau de sûreté nucléaire visent à améliorer la protection contre les risques de l'installation (incidents et accidents), en intégrant dans le référentiel de règles applicables, de nouvelles exigences issues :

- de la comparaison des exigences applicables avec celles en vigueur pour des installations nucléaires plus récentes,
- de l'examen permanent des enseignements importants pour la sûreté nucléaire tirés du retour d'expérience national et international,
- du progrès des connaissances.

Ces nouvelles exigences peuvent amener EDF à proposer des dispositions modifiant les installations et leur exploitation.

Cette réévaluation a été structurée suivant des objectifs répartis selon 4 grandes thématiques de sûreté :

ACCIDENTS SANS FUSION DU CŒUR

Objectifs

- Respecter les critères de sûreté des études d'accidents en intégrant les évolutions des connaissances.
- Tendre vers des niveaux de conséquences radiologiques ne nécessitant pas la mise en œuvre de mesures de protection de la population.

AGRESSIONS

Objectifs

- S'assurer de la robustesse des installations à des niveaux d'agressions réévalués à l'occasion du réexamen ainsi qu'aux préconisations internationales (WENRA).
- Viser un risque de fusion du cœur global incluant les agressions de quelques 10^{-5} / année.réacteur.

ACCIDENTS AVEC FUSION DU CŒUR

Objectifs

- Rendre le risque de rejets précoces et importants extrêmement improbable.
- Eviter les effets durables dans l'environnement.

PISCINE COMBUSTIBLE

Objectifs

- Rendre le découvrement des assemblages de combustible lors de vidanges accidentelles et de perte de refroidissement extrêmement improbable.

Etudes déterministes et études probabilistes

La démonstration de la sûreté des réacteurs nucléaires français repose pour l'essentiel sur une démarche déterministe, c'est-à-dire que les dispositions de conception sont justifiées par l'étude d'une liste de situations accidentelles hypothétiques et par l'application de règles et de critères « prudents », c'est-à-dire incluant des marges de précaution.
Cette approche est complétée par la réalisation d'études probabilistes de sûreté (EPS) qui permettent d'apprécier les risques liés aux installations nucléaires en termes de fréquences des événements redoutés et de leurs conséquences.

Au regard du volume important d'évolutions matérielles et documentaires du programme du RP4 900, une démarche d'analyse transverse des impacts des modifications est menée par EDF ; elle concerne :

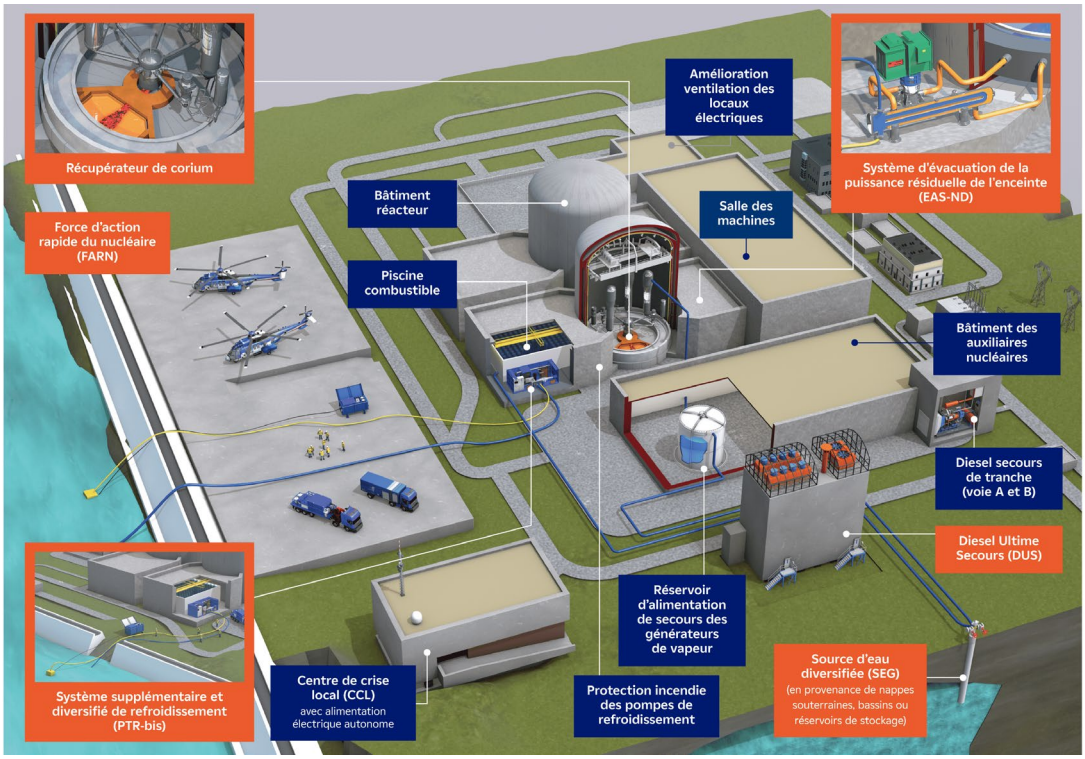
- le personnel : analyse des impacts socio-organisationnels et humains sur les sites,
- l'installation : analyse de l'exhaustivité des essais de requalification de l'installation après intégration des modifications.

Après une synthèse concernant les contributions des dispositions Noyau Dur aux objectifs de la réévaluation du niveau de sûreté, les paragraphes suivants présentent les principales dispositions répondant aux objectifs fixés sur les 4 grandes thématiques de sûreté mentionnées ci-avant.

4.2.1 Les principales dispositions « Noyau Dur »

Les dispositions visant à renforcer les centrales nucléaires du parc EDF faisant suite à l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi en mars 2011 ont été prises en compte dans le cadre de la réévaluation du niveau de sûreté du 4e réexamen périodique de Blayais 1. Ci-dessous sont rappelées les principales dispositions dites « Noyau Dur » (voir § 3.3)

Principales dispositions du Noyau Dur



Force d'Action Rapide du Nucléaire (FARN) : équipes en charge d'acheminer les moyens matériels et humains pour appuyer les équipes de la centrale dans la gestion d'une situation d'urgence — RÉALISÉ

Diesels d'Ultime Secours (DUS) : une alimentation électrique supplémentaire pour chaque réacteur, en cas de perte de l'ensemble des sources électriques — RÉALISÉ

Source d'eau diversifiée : permettant le refroidissement du réacteur (via le système de refroidissement secondaire) et de la piscine d'entreposage — RÉALISÉ

Diversification du refroidissement de la piscine d'entreposage du combustible (PTR-bis) — RÉALISÉ

EAS-ND : disposition permettant le noyage du corium et l'évacuation de la puissance résiduelle hors de l'enceinte, sans ouverture du dispositif de décompression et de filtration de l'enceinte — RÉALISÉ

Source froide diversifiée mobile : circuit de refroidissement pour les dispositions EAS-ND ou PTR-bis, acheminé par la FARN — RÉALISÉ

Stabilisation du corium : dispositif en fond de bâtiment réacteur pour conserver le cœur fondu sur le radier du bâtiment — RÉALISÉ

Refroidissement secondaire Noyau Dur : renforcement aux agressions extrêmes de l'alimentation de Secours des Générateurs de Vapeur permettant l'évacuation de la puissance hors de l'enceinte de confinement (*voir page 19 et 32*). — PROPOSÉ

Centre de crise local (CCL) : bâtiment permettant la gestion d'une situation d'urgence dans la durée, avec une accessibilité, une autonomie suffisante et une habitabilité adaptée en cas de crise — PROPOSÉ

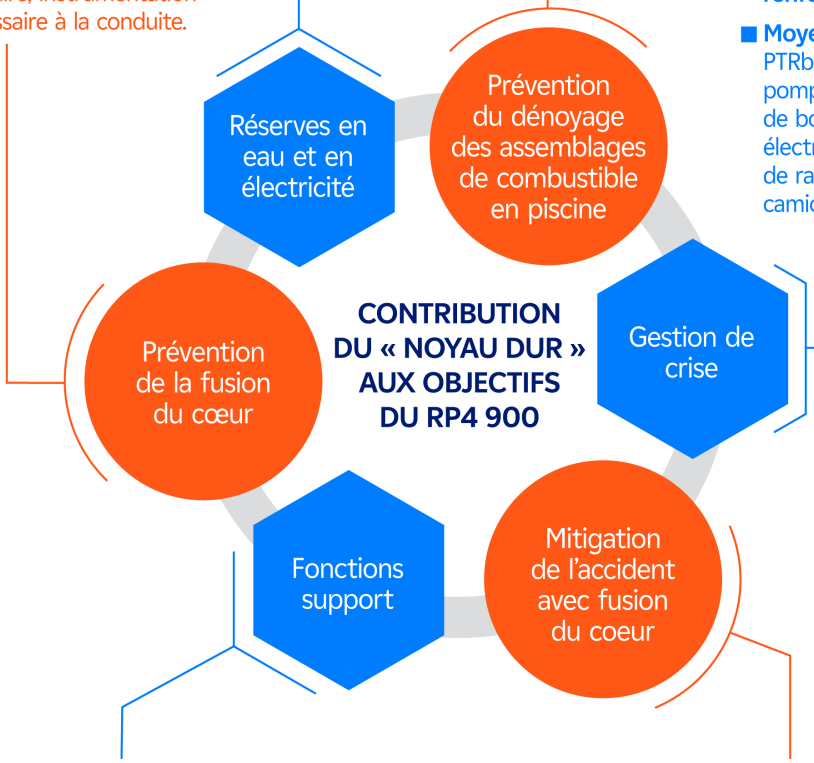
Ces dispositions « Noyau Dur » contribuent à répondre aux différents objectifs des quatre thématiques du 4ᵉréexamen périodique du palier 900 MWe.

Principales dispositions « Noyau Dur » (ND) reprises par grandes thématiques de sûreté

- **Diesel Ultime Secours (DUS).**
- **Source d'eau diversifiée (SEG) :** forages en eaux souterraines, bassins ou nouveaux réservoirs.
- **Refroidissement secondaire Noyau Dur :** ASG-ND, GCTa et sa réserve en air comprimé, appoint en eau du circuit primaire, instrumentation nécessaire à la conduite.

- **Appoint d'eau aux piscines du bâtiment réacteur et du bâtiment combustible.**
- **Isolements automatiques :** aspiration PTR, lignes de filtration.
- **Robustesse des piscines et circuits connectés :** structures de génie civil, liner, circuits connectés jusqu'aux organes d'isolement, tube de transfert.

- **Nouveau Centre de Crise Local** (CCL).
- **Equipes de conduite renforcées.**
- **Moyens de la FARN :** PTRbis, groupes de pompage, unité mobile de boration, groupes électrogènes, moyens de ravitaillement, camions, barges...



- **Distribution électrique et contrôle commande Noyau Dur.**
- **Ventilations / filtrations nécessaires :** salle de commande, locaux électriques, DUS.
- **Protections inondation :** digues, protections rapprochées.

- **Dispositif d'évacuation de la puissance résiduelle du réacteur sans ouverture de l'enceinte de confinement :** EAS-ND et sa source froide diversifiée mobile SF-ND.
- **Ré-injection des fuites de l'EAS-ND et des effluents issus de l'ébullition de la piscine BK.**
- **Prévention de la traversée du radier :** étalement à sec du corium et renoyage passif du corium.
- **Instrumentation.**

4.2.2 Accidents sans fusion du cœur

4.2.2.1 Cadre général de la thématique

A l'occasion du RP4 900, les études d'accidents du rapport de sûreté ont été réexaminées en prenant en compte l'état des connaissances et des pratiques actualisées.
Afin de vérifier le respect des critères de sûreté et tendre vers des niveaux de conséquences radiologiques ne nécessitant pas la mise en œuvre de mesures de protection de la population, deux types d'études sont menées :

- des études de scénarios accidentels postulés de manière déterministe ; en particulier, un exercice de transposition des situations accidentelles et délais d'intervention des opérateurs chargés de la conduite des réacteurs, pris en compte sur l'EPR FLA 3, a permis de vérifier le bon comportement des moyens de protection disponibles sur les réacteurs 900 MWe ;
- des études probabilistes de sûreté relatives au risque de fusion du cœur dont les résultats montrent une amélioration vis-à-vis du 3e réexamen périodique avec une diminution significative du risque de fusion du cœur.

4.2.2.2 Illustration des principales dispositions

Renforcement des ressources en eau pour l'évacuation de la puissance du réacteur

Réalimentation du réservoir ASG par le réseau d'incendie

Eléments de pédagogie

Dans le cadre du RP4 900, les études thermohydrauliques mises à jour en incluant des hypothèses plus conservatives ont montré que dans certaines situations accidentelles (accidents de rupture de tuyauterie vapeur ou de tubes de générateurs de vapeur) l'eau disponible dans le réservoir d'alimentation de secours des générateurs de vapeur (ASG) n'est plus suffisante pour assurer le repli du réacteur en état sûr. Les différents moyens d'appoint existants ne pouvant être utilisés dans ces situations (cumul d'aggravant, exigences de sûreté non appropriées…), EDF vise donc à augmenter les ressources en eau.

Description de la disposition

La disposition consiste à réalimenter le réservoir ASG par le réseau incendie en créant une liaison entre le réseau incendie avec ses réserves d'eau et la ligne d'alimentation du réservoir ASG. Un filtre limitera la présence de particules en suspension dans l'eau d'incendie pour le bon fonctionnement des pompes ASG.

Diminution des conséquences radiologiques en cas d'accident

Dans le cadre du RP4 900, EDF a pour objectif, comme pour les réacteurs de 3e génération, de faire baisser les expositions aux rayonnements ionisants de la population en cas d'accident sans fusion du cœur, vers des niveaux suffisamment faibles qui ne nécessiteraient pas la mise en œuvre de mesures d'urgence de protection de la population[11].

[11] Une dose efficace de 10 mSv pour la mise à l'abri, de 50 mSv pour l'évacuation et une dose équivalente à la thyroïde de 50 mSv pour l'administration d'iode stable.

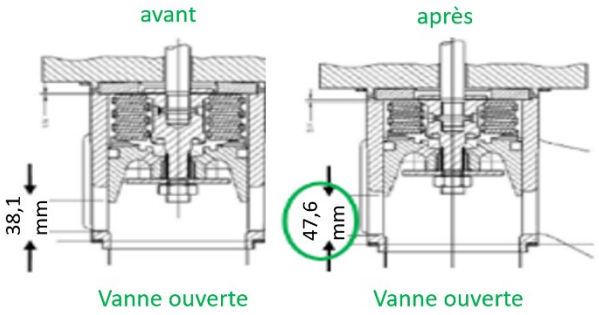
Afin de répondre à cet objectif pour le cas le plus sévère, à savoir l'accident de rupture de tube de générateur de vapeur (RTGV), avec simultanément un rejet possible à l'atmosphère via la défaillance d'une soupape, des dispositions sont mises en œuvre :

RÉALISÉ

Augmentation des débits des vannes d'évacuation de vapeur

Eléments de pédagogie

Le circuit dénommé GCTa sert à évacuer directement dans l'atmosphère la vapeur produite par les générateurs de vapeur ; il permet de piloter le refroidissement du réacteur par les GV quand la vapeur produite est insuffisante pour entrainer la turbine ou quand la turbine est indisponible. Il est ainsi utilisé à chaque arrêt ou démarrage. Il est aussi utilisé en situation incidentelle ou accidentelle pour refroidir le réacteur.



Description de la disposition

En situation accidentelle, afin de limiter la durée de l'accident et les éventuels rejets radioactifs associés, la capacité de décharge de la vapeur à l'atmosphère des vannes du circuit GCTa est accrue pour refroidir plus vite le réacteur. Pour ce faire, la structure interne de la vanne GCTa est modifiée.

Abaissement de la limite de radioactivité de l'eau du circuit primaire

Description de la disposition

Par des mesures d'exploitation, la concentration maximale en iode 131 de l'eau du circuit primaire lors de transitoires de puissance est abaissée de 150 à 80 GBq/t.

Cette disposition permet de réduire l'activité des éventuels rejets radioactifs et leurs conséquences radiologiques (doses à la thyroide notamment) de tous les accidents sans rupture de gaine de combustible dont l'accident de rupture de tube de générateur de vapeur le plus pénalisant.

4.2.3 Agressions

4.2.3.1 Cadre général de la thématique

Les centrales nucléaires sont conçues pour être protégées contre des agressions internes ou externes liées à des phénomènes naturels ou à des activités humaines qui pourraient entraîner des dommages aux structures, systèmes ou composants nécessaires aux fonctions de sûreté.

Lors du réexamen, le niveau des agressions est réévalué au regard de l'état de l'art et des connaissances, notamment des conclusions des rapports du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC).

Les études de sûreté « agressions » sont constituées d'un volet déterministe dont l'objectif est de démontrer la possibilité de ramener et maintenir durablement à l'état sûr le réacteur. Elles sont complétées d'un volet probabiliste (Etudes Probabilistes de Sûreté « EPS ») lorsque cela est pertinent.

Les agressions considérées sont celles identifiées dans la réglementation (arrêté INB) :

- les agressions internes : incendie, explosion, inondation, défaillance d'équipements sous pression, collision et chute de charge, interférences électromagnétiques, émissions de substances dangereuses, actes de malveillance,
- les agressions externes (naturelles ou d'origine humaine) : séisme, conditions météorologiques ou climatiques extrêmes (inondation, neige, canicule, grands froids, grands vents, tornades), agression venant du cours d'eau ou de la mer (frasil, prise en glace, colmatants, nappe d'hydrocarbures, ensablement, étiage), foudre et interférences électromagnétiques, incendie, risques industriels de proximité (explosion, substances dangereuses), chute accidentelle d'avion, actes de malveillance.

Par rapport au précédent réexamen, les études ont été menées au regard des standards internationaux fixés par WENRA[12]. En pratique, l'analyse de sûreté est rendue encore plus exigeante :

- réalisation d'études de sensibilité cumulant la défaillance d'équipements et des agressions,
- prise en compte d'un délai d'intervention retardé de l'opérateur,
- analyse du comportement de l'installation à des niveaux d'agressions climatiques extrêmes survenant moins d'une fois tous les 10 000 ans.

Dans le cadre du réexamen, le déploiement du « Noyau Dur » pour faire face à des agressions (séisme, inondation, etc.) d'intensité extrême, allant au-delà des niveaux retenus jusqu'ici, contribue à répondre à ces exigences d'études renforcées.

Concernant les risques dits industriels, liés à la présence d'activités industrielles dans le voisinage du site, les spécificités de l'environnement du CNPE du Blayais conduisent à ne retenir que les risques liés aux transports de marchandises dangereuses externes par voies de communication. Les ICPE et canalisations sont exclues du champ d'étude du fait de leur éloignement au CNPE et/ou de l'absence de source de danger.

A l'occasion du 4e Réexamen périodique, l'évaluation des risques pour Blayais 1 associés au transport de marchandises dangereuses sur les voies de communication à proximité, et basée sur une actualisation des données relatives à l'environnement industriel, n'a pas identifié de besoin de dispositions supplémentaires.

4.2.3.2 Illustrations des principales dispositions

Protection contre le risque « Incendie » : enrubannage de câbles et remplacement de certains équipements présentant un degré coupe-feu plus performant afin d'améliorer la sectorisation incendie.

PROPOSÉ

Amélioration de la résistance au feu d'éléments de sectorisation ou de câbles

Eléments de pédagogie

Dans le cadre du RP4 900, l'objectif principal d'amélioration des exigences de sûreté pour les risques liés à l'incendie porte sur la vérification de la sectorisation : maintien de la disponibilité d'au moins une fonction redondante. L'approche déterministe est complétée par une approche probabiliste qui fournit une évaluation plus globale de la robustesse de l'installation vis-à-vis de l'incendie.

Description de la disposition

Les dispositions envisagées permettent d'améliorer la résistance au feu de certains composants (portes coupe-feu, éléments de sectorisation incendies, protection incendie de câbles électriques...) ou de diminuer l'ampleur ou l'intensité d'éventuels incendie. Ces dispositions consistent notamment à remplacer des éléments de sectorisation incendie (portes coupe-feu par exemple) par des éléments dotés d'une résistance au feu plus importante. Elles consistent également à protéger des câbles avec un enrubannage résistant au feu, ou encore à diminuer les charges calorifiques.

[12] WENRA : association des autorités de sûreté nucléaire des pays d'Europe de l'Ouest (Western European Nuclear Regulators Association)

Protection contre le risque « Explosion » :

- renforcement de la tenue au séisme du système de ventilation des locaux des batteries afin d'éviter le risque d'accumulation d'hydrogène, — RÉALISÉ
- ajout d'un recombineur d'hydrogène passif dans un local sensible afin d'éviter la formation d'une atmosphère explosive lié à la présence de batteries. — RÉALISÉ
- doublement de la détection d'hydrogène dans les locaux du Bâtiment des Auxiliaires Nucléaires (BAN). — PROPOSÉ

Protection contre le risque « Inondation externe » :

- renforcement de la protection périphérique, spécifique au site du Blayais (cf. ci-après), — PROPOSÉ
- protection contre l'inondation de la plateforme de la centrale, au moyen de seuils, batardeaux associés à des murets en béton. — RÉALISÉ

Renforcement de la protection périphérique de Blayais

Dans le cadre des études de réévaluation du risque de submersion marine, une nouvelle Côte Maximale de Débordement (CMD) a été déterminée pour le site. Ces études prennent en compte des hypothèses d'élévation du niveau de la mer liée au réchauffement climatique.

Pour répondre à ces nouveaux objectifs, le mur pare houle est en cours de réhaussement le long de l'estuaire sur une longueur de 1km environ. La digue ceinturant le site a déja été réhaussée pour protéger le site d'un débordement éventuel de l'estuaire. Cette digue fait environ 3 km de long.

Protection contre le risque « Grands Chauds » :
Faisant suite aux canicules de 2003 et 2006, EDF a mis en place le projet « Grands Chauds » destiné à couvrir les évolutions de températures à l'horizon 2030. Deux niveaux de températures de l'air, auxquels les installations doivent être en mesure de faire face, ont notamment été définis :

- la température de longue durée (TLD), qui est utilisée pour les vérifications de redimensionnement, à la place des températures prises en compte à la conception initiale. Elle est assimilable à une température maximale extrapolée sur les 30 prochaines années pour laquelle tous les matériels importants pour la sûreté ont des conditions d'ambiance acceptable. La TLD de l'air retenue pour le CNPE du Blayais est de 35°C ;
- la température exceptionnelle (TE), qui est utilisée pour les études relatives à l'agression canicule afin de dimensionner les limites du domaine. La TE de l'air retenue pour le CNPE du Blayais est de 43,6°C.

Les principales dispositions de ce projet ont été mises en œuvre entre 2013 et 2017 :

- modification du suivi de l'encrassement des échangeurs RRI/SEC pour améliorer le refroidissement par la source froide (estuaire de la Gironde), RÉALISÉ
- remplacement ou protection par des écrans thermiques de matériels sensibles à la température : vannes sur diesel, transformateurs de courant, câbles, capteurs, coffret de détection incendie, … , RÉALISÉ
- ajout ou remplacement de groupes frigorifiques (cf. ci-après), RÉALISÉ
- secours électriques et renfort sismique de circuits de ventilation. RÉALISÉ

Des dispositions complémentaires ont été mises en œuvre dans le cadre du 4e réexamen périodique :

- renforcement du conditionnement thermique de bâtiments contenant des éléments importants pour la sûreté nucléaire par l'augmentation des débits de ventilation et/ou de la capacité frigorifique, et la mise en place de climatisations. RÉALISÉ

Remplacement de groupes frigorifiques

Eléments de pédagogie
Faisant suite à l'épisode caniculaire de l'été 2003, EDF a mis en place un plan d'actions comprenant notamment :

- des modifications matérielles comme l'augmentation des capacités des groupes frigorifiques, l'ajout de climatiseurs, des modifications d'équipements pour assurer leur tenue à des températures supérieures à celles retenues à la conception,
- ou organisationnelles comme la mise en place de règles particulières de conduite pour les épisodes de canicule (« Grands Chauds »).

Exemple de groupe frigorifique

Description de la disposition
En RP4 900, de nouveaux groupes frigorifiques plus puissants sont mis en place afin d'assurer des capacités supérieures de refroidissement pour le bâtiment réacteur (BR) et le bâtiment des auxiliaires nucléaires (BAN).

Protection contre le risque « Grands vents et Projectiles Générés par Grands Vents » (PGGV) :

- mise en place de structures métalliques et de protections au niveau des matériels de filtration de la source froide pour des PGGV.

RÉALISÉ

Protection contre le risque « grands vents et Projectiles Générés par Grand Vent (PGGV) »

Eléments de pédagogie

Au cours du 3e réexamen périodique (RP3 900), EDF a renforcé la tenue de ses équipements aux éventuels objets projetés lors d'épisodes de coups de vents violents. En RP4 900 les vitesses de vent ont été réévaluées jusqu'au niveau de la tornade, pour les matériels du « Noyau Dur ».

Description de la disposition

La disposition consiste à installer des grilles « anti-projectiles » sur certaines bouches d'aération ou matériels importants pour la sûreté.

Protection contre le risque « Séisme » :

- renforcement au Séisme de niveau Noyau Dur (« SND ») des chemins de câbles et tuyauteries contribuant aux fonctions du Noyau Dur (cf. ci-après),

RÉALISÉ

Renforcement des chemins de câbles au séisme Noyau Dur (SND)

Eléments de pédagogie

Les caractéristiques des séismes de référence retenus pour le risque sismique (SMHV et SMS) sont réévaluées à chaque réexamen périodique à partir de l'évolution des connaissances (zonage sismotechnique, caractéristiques des séismes historiques, nouveaux séismes), avec mise en œuvre, le cas échéant, de renforcements.
A la suite de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima-Daiichi (2011), un aléa sismique Noyau Dur (SND) a été défini ; il est enveloppe du Séisme Majoré de Sûreté de site (SMS) majoré de 50 % et des séismes d'une période de retour de 20 000 ans (évalués de manière probabiliste).

Description de la disposition

Pour garantir la robustesse au Séisme Noyau Dur (SND), les dispositions proposées consistent notamment en des renforcements de supports ou d'ancrages ou des remplacements de matériels par des matériels robustes aux situations Noyau Dur.

Ajout de support pour les chemins de câble

Protection contre le risque « Frasil » :

- le référentiel d'exigences de sûreté applicable en RP4 900 intègre une protection contre le risque de frasil pour les tranches réfrigérées en circuit ouvert.

Mise en place d'une recirculation hivernale contre le risque « Frasil »

Eléments de pédagogie
En situation hivernale, lors de froids intenses, l'air peut induire un phénomène de frasil (cristaux ou fragments de glace entraînés par le courant et flottant à la surface de l'eau de la Gironde), conduisant à un risque d'obstruction des grilles de préfiltration ou des tambours filtrants au niveau de la station de pompage.

Description de la disposition La disposition spécifique à Blayais consiste à faire recirculer l'eau chaude prise à l'aval des échangeurs du système d'eau brute secouru (SEC), en l'amenant au niveau du bassin de prise d'eau.

Vue aérienne de la centrale du Blayais côté estuaire ©Air Marine

Protection contre le risque « Foudre » :

- Le référentiel d'exigences de sûreté applicable en RP4 900 intègre de nouvelles exigences visant à garantir, en cas de choc de foudre, l'atteinte et le maintien en état sûr des tranches et à limiter les rejets radioactifs, en prenant en considération les éventuels effets induits par la foudre.

RÉALISÉ

Mise en place de nouveaux parafoudres au plus près des transformateurs auxiliaires

Eléments de pédagogie
L'objectif est de mettre en œuvre des protections supplémentaires afin d'assurer la disponibilité des sources électriques de sûreté en cas de choc de foudre cumulé avec la défaillance d'un parafoudre existant sur les lignes du réseau 220kV.

Description de la disposition
Les dispositions proposées consistent à installer de nouveaux parafoudres au plus près des Transformateurs Auxiliaires (TA), en dérivation sur les bornes Basse Tension (6,6 kV). Ces parafoudres permettront d'écrêter la tension sur le réseau HTA, lorsque surviendront des élévations de potentiel qui pourraient être supérieures au niveau d'isolement des installations et des équipements électriques en aval des TA. Ils permettront d'écouler l'énergie du défaut à la terre.

Enseignements des études probabilistes agressions :
Les progrès réalisés depuis le démarrage du parc nucléaire français dans la description du comportement des installations en situation incidentelle et accidentelle, permettent de recourir progressivement à des études probabilistes de sûreté dans un champ de plus en plus étendu. Ainsi à partir du 3e réexamen périodique des centrales 1300 MWe, un volet probabiliste est introduit dans la démonstration de sûreté nucléaire pour certaines agressions. Le RP4 900 marque une étape supplémentaire dans cette démarche avec le passage à la réalisation d'études probabilistes de sûreté pour un spectre étendu d'agressions : incendie, séisme, inondation interne, crue fluviale, niveau marin, explosion interne.
Les agressions qui contribuent de manière prépondérante au risque de fusion du cœur sont les incendies survenant dans le bâtiment électrique ainsi que le séisme.
Ces études probabilistes de sûreté ont été porteuses d'enseignements au niveau de l'amélioration de la sûreté de l'installation comme par exemple :

- la modification du contrôle-commande des soupapes du pressuriseur du circuit primaire pour éviter leur ouverture en cas d'ordre intempestif provoqué par un incendie, RÉALISÉ
- le renforcement de la tenue au séisme des réservoirs de fioul des groupes électrogènes de secours, PROPOSÉ
- l'apport de la mise en place du Noyau Dur (diesel ultime de secours, appoint de secours en eau, contrôle commande Noyau Dur) vis-à-vis de la résistance de l'installation aux agressions, sera complétée lors de la phase B. PROPOSÉ

4.2.4 Piscine d'entreposage du combustible usé

4.2.4.1 Cadre général de la thématique

EDF s'est fixé comme objectif de sûreté d'assurer le maintien sous eau des assemblages de combustible lors de vidanges accidentelles et de perte de refroidissement.
La sûreté des piscines d'entreposage du combustible a été réévaluée :

- prévention et maîtrise des incidents et accidents affectant les assemblages de combustible entreposés ou manutentionnés,
- protection des systèmes de refroidissement de la piscine d'entreposage du combustible contre les agressions d'origine interne,
- prévention des risques associés à la manutention des emballages de transport du combustible.

Les études déterministes ont permis de montrer que les critères de sûreté sont respectés pour tous les initiateurs d'accidents retenus dans le cadre de la démonstration de sûreté grâce aux dispositions existantes. Cette démarche a été étendue aux agressions internes ; elle a montré que l'évacuation de la puissance résiduelle et le niveau d'eau de la piscine combustible sont également assurés dans ces situations.
Des études probabilistes ont été menées afin de compléter la démarche déterministe. Ces dernières montrent que les risques de découvrement du combustible sont déjà extrêmement faibles grâce aux moyens de protection existants :

- vis-à-vis du risque de vidange accidentel de la piscine : isolement automatique de la ligne d'aspiration du circuit de refroidissement de la piscine (PTR) lors de l'atteinte d'un niveau « très bas » dans la piscine ;
- vis-à-vis du risque de refroidissement : appoint d'eau à la piscine d'entreposage du combustible par le système incendie.

Ces risques seront encore réduits par des dispositions réalisées ou proposées en RP4 900 (cf. ci-après).

4.2.4.2 Illustrations des principales dispositions

Incendie

En cas d'incendie, afin d'éviter la perte des 2 voies de refroidissement[13], EDF a prévu l'ajout d'un dispositif pare-flamme permettant d'écarter le risque de propagation d'un incendie d'une pompe du circuit de refroidissement à l'autre.

Refroidissement de la piscine « PTR bis »

Dans le cadre des dispositions post Fukushima, la source d'eau diversifiée permet l'appoint d'eau à la piscine du bâtiment combustible.

Lors du RP4 900, un nouveau moyen de refroidissement mobile (PTR bis) de la piscine permet de diversifier la source froide et, en cas de perte du circuit de refroidissement en fonctionnement normal, d'assurer un retour à une situation de refroidissement de la piscine combustible sans ébullition. Ce type de disposition permet de rapprocher la conception des réacteurs 900 MWe de celle des réacteurs de type EPR FLA3.

Mise en place d'un nouveau moyen de refroidissement mobile diversifié : PTR bis

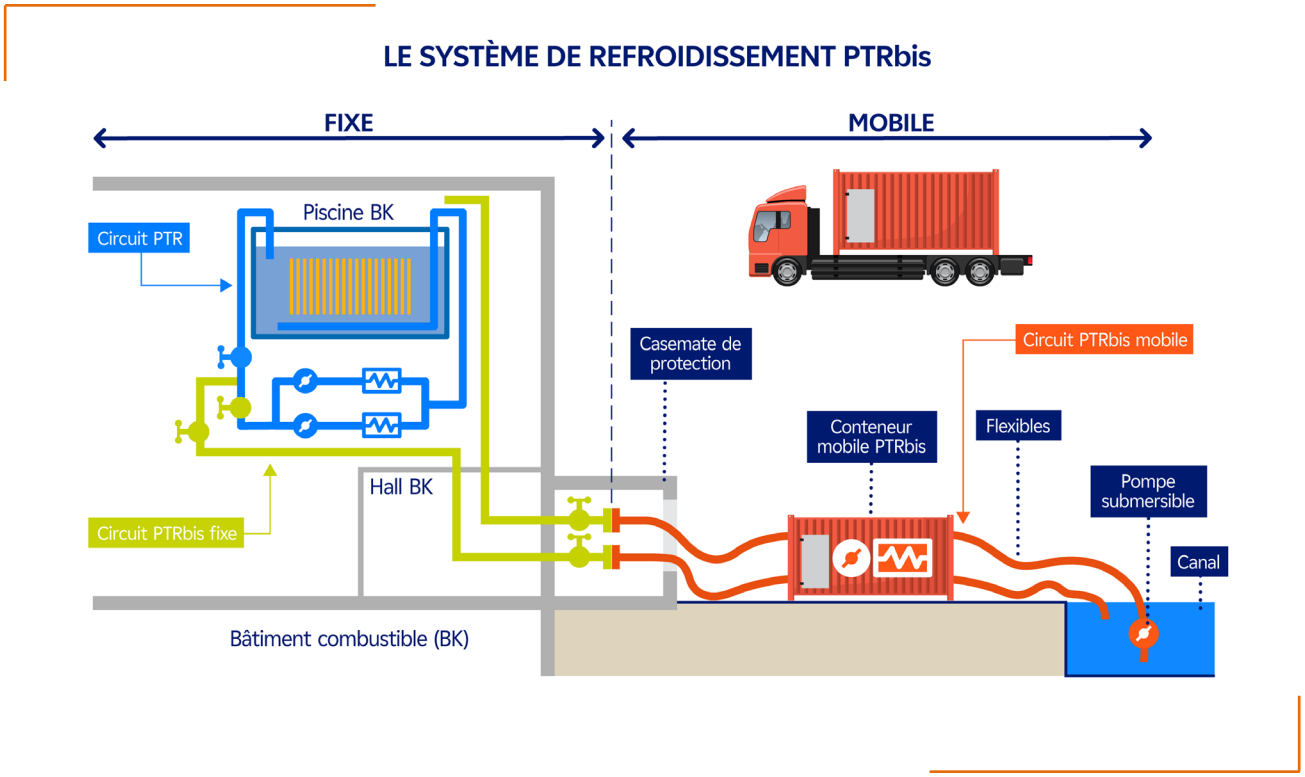
Eléments de pédagogie

En fonctionnement normal, le refroidissement de l'eau de la piscine combustible est assuré par le système de traitement et de réfrigération PTR qui dispose de 2 voies redondantes. Lors d'une situation accidentelle entrainant la perte du système PTR, la puissance résiduelle des assemblages de combustible présents en piscine est évacuée par vaporisation de l'eau de la piscine. La mise en service manuelle du système de protection incendie (JPI) en configuration d'appoint à la piscine combustible permet d'empêcher le découvrement des assemblages de combustible sur toute la durée du transitoire. Le retour au refroidissement de la piscine combustible est assuré par la remise en service d'une voie de refroidissement du système PTR.

Description de la disposition

L'ajout d'un dispositif « PTR bis » vise à améliorer la gestion des situations de perte de refroidissement de la piscine en disposant, en supplément des deux voies de refroidissement PTR, d'un autre moyen de refroidissement de la piscine combustible, s'appuyant sur une source froide mobile diversifiée. Ce système PTR bis comprend des matériels mobiles (en rouge sur la figure) acheminés sur site et mis en service par la Force d'Action Rapide Nucléaire (FARN). Ces matériels sont connectés à la piscine combustible par des tuyauteries fixes (en vert sur la figure) débouchant en façade du bâtiment combustible. L'ensemble des matériels mobiles et de la logistique associée sont conçus de manière à simplifier le transport, le déploiement sur site, et permettre une mise en service rapide du système.

[13] Le refroidissement de la piscine combustible est assuré par deux lignes de refroidissements (pompes et tuyauterie) redondantes à 100% qui ont chacune un rôle de secours en cas de défaillance de l'autre. La perte des deux voies empêcherait donc le refroidissement de la piscine combustible par ce système.



Retombées de la transposition des situations d'accident sur l'EPR FLA3 aux centrales du palier 900 MWe

L'évaluation du comportement des piscines combustible des centrales 900 MWe vis-à-vis des scénarios accidentels retenus pour l'EPR FLA3 et non pris en compte à la conception initiale a montré leur bon niveau de robustesse actuelle. Pour l'améliorer encore, le doublement du dispositif d'isolement automatique de la ligne d'aspiration du circuit de refroidissement normal de la piscine est proposé.

PROPOSÉ

4.2.5 Accidents avec fusion du cœur

4.2.5.1 Cadre général de la thématique

Dans le cadre du RP4 900, pour les situations d'accidents avec fusion du cœur, l'objectif d'EDF est de réduire de manière significative le risque de rejets précoces et importants afin d'éviter des effets durables dans l'environnement.

A cette fin, EDF vise à confiner la radioactivité dans l'enceinte en cas d'accident avec fusion du cœur via :

- la stabilisation du corium sur le radier du bâtiment réacteur par son étalement et son renoyage,
- l'évacuation de la puissance résiduelle du cœur sans ouverture du dispositif de décompression et filtration de l'enceinte (dispositif dit U5).

Ces dispositions Noyau Dur permettent également de limiter de façon importante les conséquences radiologiques d'un accident avec fusion du cœur.

4.2.5.2 Illustrations des principales dispositions

Volet 1 des dispositions : stabiliser et refroidir le corium sur le radier du Bâtiment Réacteur :

PROPOSÉ

Mise en place d'un dispositif de « stabilisation du corium » sous la cuve du réacteur

Eléments de pédagogie

En situation d'accident avec fusion du cœur, la fusion des assemblages de combustible peut entrainer la formation d'un bain de corium(1) susceptible de percer la cuve puis de conduire à l'érosion du radier(2) à terme. Pour prévenir la percée du radier (dernière barrière de confinement), un dispositif de « stabilisation du corium », équivalent au « core catcher » de l'EPR, est déployé sur les réacteurs 900 MWe.

(1) : Le corium est un magma métallique et minéral constitué d'éléments fondus du cœur du réacteur nucléaire puis des minéraux qu'il peut absorber lors de son trajet.

(2) : Le bâtiment réacteur a une fondation sur radier, une dalle en béton de plusieurs mètres d'épaisseur.

Description de la disposition

Lors d'un accident avec fusion du cœur et percée de la cuve, le corium est étalé à sec dans des zones de collecte étanches situées sous la cuve et réalisées à cet effet. Le corium est ensuite noyé par gravité avec l'eau présente dans les puisards au fond du bâtiment réacteur remplis par les circuits d'injection de sécurité (RIS), le système d'aspersion de l'enceinte (EAS) ou par le système d'aspersion « Noyau Dur » (EAS-ND).

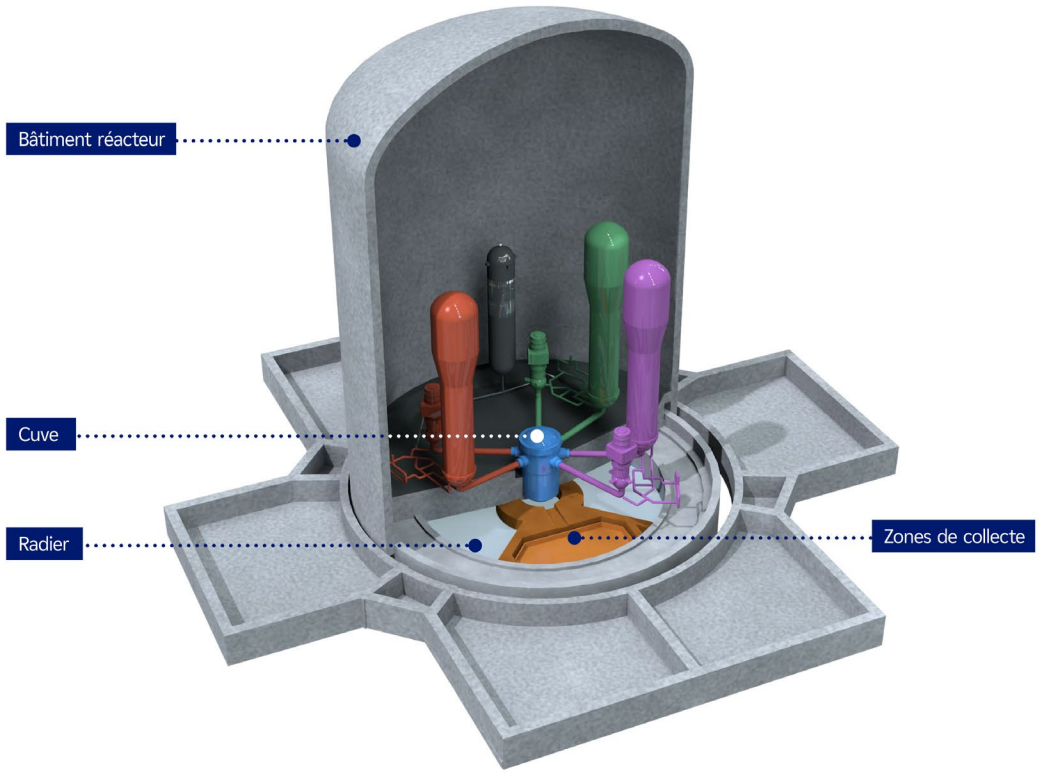


Schéma de principe issu de l'EPR

Mise en place d'un système de refroidissement du corium « système EAS-ND »

Elément de pédagogie

En situation d'accident avec fusion du cœur, après percement de la cuve, étalement et renoyage du corium, l'énergie thermique libérée en l'absence de refroidissement, pourrait provoquer une montée en pression et température de l'enceinte jusqu'à atteindre le seuil d'ouverture du filtre de décompression de l'enceinte de confinement.

Description de la disposition

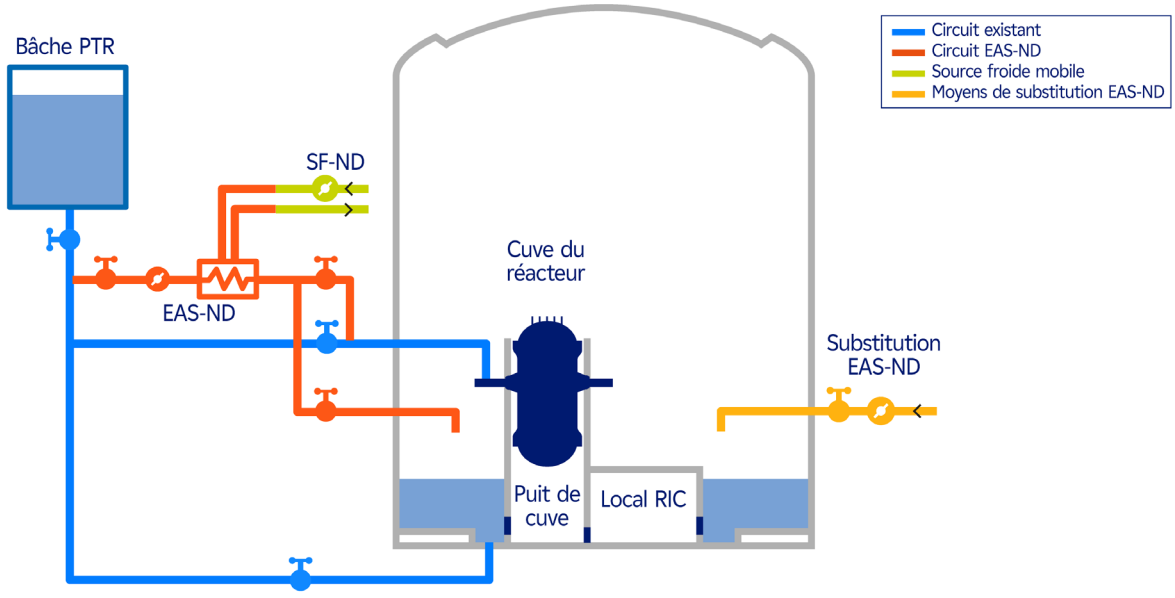
La disposition « EAS-ND » permet d'évacuer la puissance résiduelle du corium sans ouverture du filtre de décompression de l'enceinte de confinement lorsque les systèmes de sauvegarde sont perdus.

Cette disposition met en œuvre :

- Une pompe (alimentée par le diesel DUS) pouvant fonctionner en injection directe depuis le réservoir PTR vers le circuit primaire, ou en recirculation depuis les puisards du bâtiment réacteur,
- un échangeur qui permet l'évacuation de la chaleur du fluide primaire véhiculé par la pompe (EAS-ND) à la source froide Noyau Dur (SF-ND),
- une source froide Noyau Dur (SF-ND) composée d'un moyen de pompage mobile acheminé et déployé par la FARN (groupes diesels alimentant des pompes submersibles). Elle est reliée au circuit de refroidissement avec des tuyauteries flexibles raccordées à des piquages situés en limite de l'ilot nucléaire.

Nota : Cette disposition EAS-ND permet aussi le remplissage des puisards du bâtiment réacteur nécessaire à la stabilisation du corium.

REFROIDISSEMENT EN SITUATION DE FUSION DU CŒUR



En complément et faisant suite à l'instruction de l'ASN, EDF va procéder à la mise en œuvre d'une disposition supplémentaire permettant un appoint d'eau à moyen/long terme dans le fond de l'enceinte par des moyens mobiles, afin de maintenir le refroidissement du corium en cas d'arrêt ou d'indisponibilité de l'EAS-ND

PROPOSÉ

Volet 2 des dispositions : réinjecter les éventuelles fuites d'eau du système de refroidissement du corium

Le système de refroidissement du corium du Noyau Dur (« EAS-ND ») est conçu suivant des exigences très élevées en termes d'étanchéité, tenue à l'irradiation, température élevée. Néanmoins, dans une démarche prudente de conception et dans le cadre des suites de l'instruction des dispositions du RP4 900, EDF prend en compte d'éventuelles fuites d'eau du système de refroidissement par la mise en œuvre de la collecte et la réinjection de ces fuites du circuit Noyau Dur dans le bâtiment réacteur.

PROPOSÉ

Réinjection dans le bâtiment réacteur d'éventuelles fuites d'eau du dispositif EAS-ND

Eléments de pédagogie

La gestion des accidents avec fusion du combustible meTten œuvre le dispositif EAS-ND, situé dans le bâtiment combustible (BK). Ce dispositif est conçu comme une extension de la 3e barrière de confinement, néanmoins, en cas de fuites, une accumulation d'eau contaminée pourrait survenir en fond du BK avec des risques de rejets radioactifs.

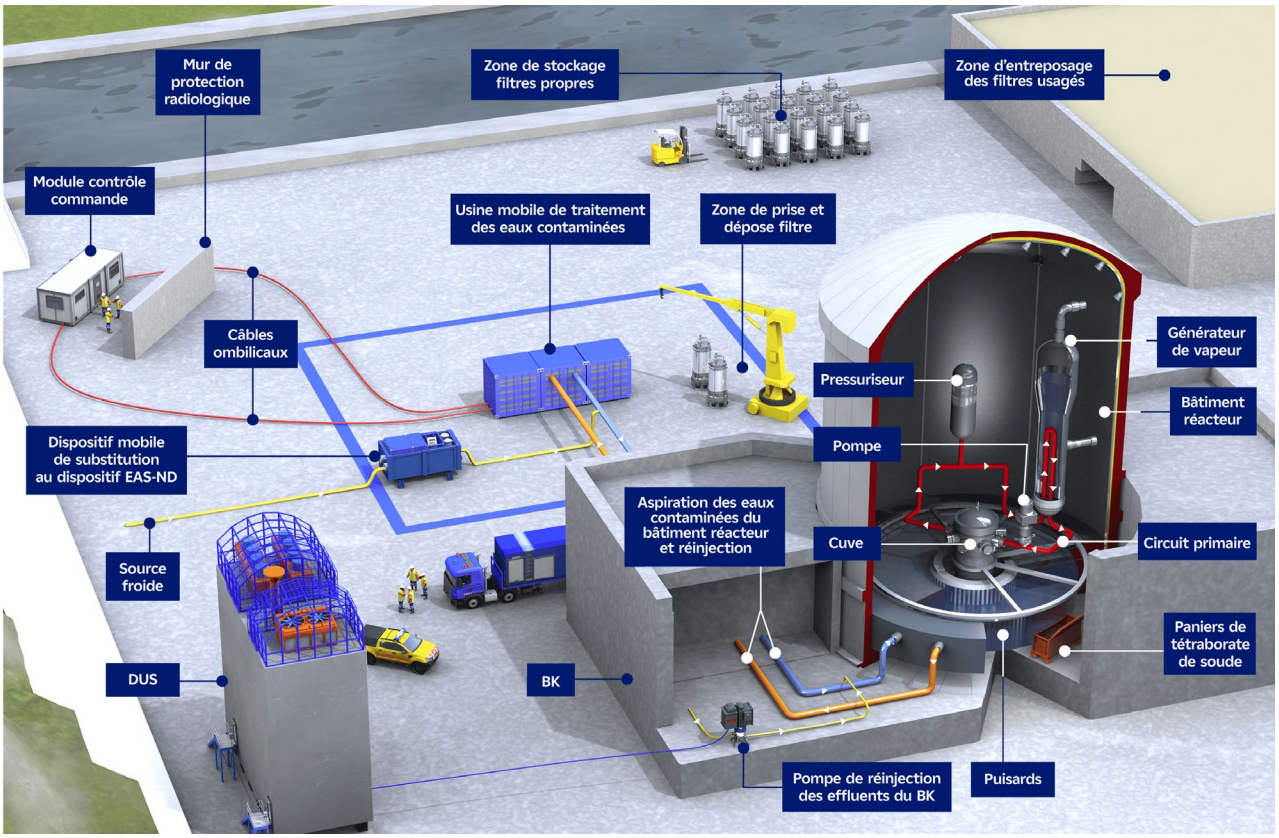
Description de la disposition

La diposition consiste à mettre en place des moyens de collecte et de pompage, des tuyauteries et de la robinetterie, qualifiés aux conditions les plus pénalisantes, afin de réinjecter dans le Bâtiment Réacteur (BR) l'eau des fuites récupérées dans les puisards du fond du bâtiment combustible.

Volet 3 des dispositions : décontaminer l'eau du Bâtiment Réacteur

La stratégie de gestion de l'eau des circuits du réacteur, polluée à la suite d'une fusion du cœur, est de la confiner dans le fond du bâtiment réacteur.
Un dispositif de décontamination de l'eau ainsi entreposée est proposé.

PROPOSÉ



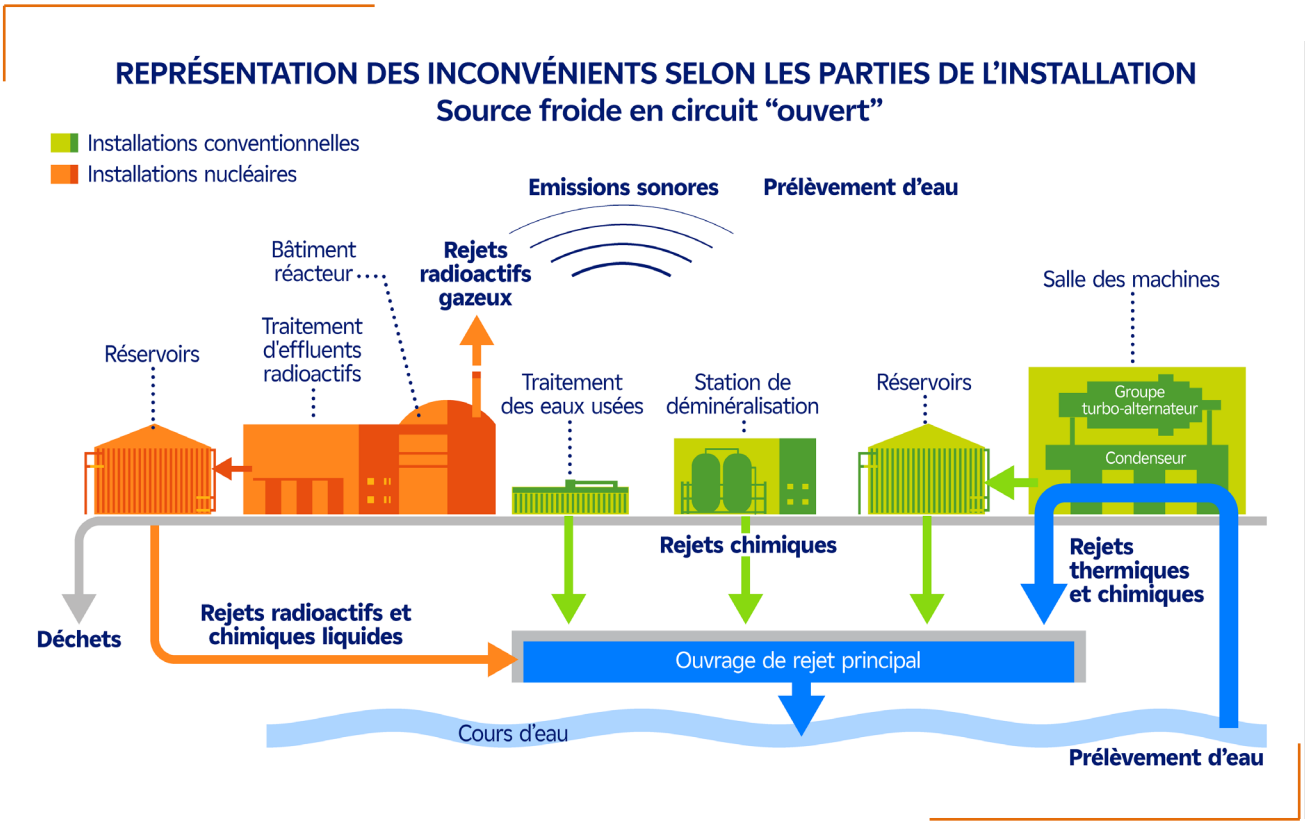
5. VOLET « INCONVÉNIENTS » DU RÉEXAMEN DE BLAYAIS 1

Centrale nucléaire du Blayais, Gironde
© Copyright EDF – Air Marine

Ce volet du réexamen périodique du Blayais 1 est relatif à la maîtrise des inconvénients générés par l'installation en fonctionnement normal du fait des prélèvements d'eau, des rejets, des déchets ainsi que, des nuisances qu'elle est susceptible d'engendrer (bruits, vibrations, odeurs ou envol de poussières).

Ces inconvénients font l'objet de prescriptions réglementaires fixant notamment des valeurs limites à respecter. Ces limites s'appliquent à l'ensemble du site, c'est pourquoi la plupart des conclusions présentées ci-après concernent l'ensemble de la centrale, et pas uniquement le réacteur n°1.

Le schéma simplifié ci-après présente les inconvénients associés au fonctionnement normal d'un réacteur de la centrale nucléaire du Blayais (avec refroidissement en circuit « ouvert »).



Conformément aux exigences réglementaires, le volet « inconvénients » du réexamen comprend :

- d'une part, un état de la conformité de l'installation aux règles applicables, ainsi que le retour d'expérience de son fonctionnement sur la décennie écoulée,
- d'autre part, l'actualisation de l'appréciation des inconvénients que présente l'installation en fonctionnement normal sur la santé et l'environnement.

5.1 Dispositions prises au regard des règles applicables et du retour d'expérience

La conformité des équipements et des activités de l'installation lors du réexamen périodique s'apprécie au regard des exigences réglementaires applicables. Cette analyse est complétée par l'examen du retour d'expérience de dix années d'exploitation portant sur les événements significatifs ainsi que sur la maîtrise des prélèvements et de la consommation d'eau, des rejets, des nuisances et de la gestion des déchets.

5.1.1 Respect de la réglementation

Les principaux textes réglementaires spécifiques aux inconvénients sont le code de l'environnement, l'arrêté INB, les décisions génériques de l'ASN relatives à la gestion des déchets, la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement, ainsi que les décisions individuelles de l'ASN applicables aux 4 réacteurs de la centrale du Blayais relatives aux modalités et aux limites de prélèvements d'eau et de rejets.

En complément des revues annuelles menées dans le cadre de la certification ISO 14001 du système de management de l'environnement de la centrale du Blayais, un bilan complet de l'état de conformité réglementaire a été mené en octobre 2021 dans le cadre du RP4 900. Sur un total d'environ 3300 exigences, aucune exigence à enjeu n'a été identifiée en gestion de conformité.

Des contrôles réalisés dans le cadre du RP4 900 ont permis de vérifier que les dispositions requises de maintenance, contrôles et essais applicables aux équipements importants pour la protection des intérêts vis-à-vis des inconvénients (EIPi) étaient bien mises en œuvre. Des contrôles complémentaires sur les équipements de traitement des effluents et conditionnement des déchets ont permis de conclure que les programmes de contrôle et de maintenance auxquels sont soumis ces équipements sont suffisants.

En conclusion, les analyses menées dans le cadre du réexamen périodique de Blayais 1 permettent de confirmer que la centrale est organisée afin d'assurer en permanence la maîtrise de sa conformité à la règlementation applicable. Aucune disposition d'amélioration complémentaire n'est nécessaire.

5.1.2 Bilan de l'expérience acquise et principales dispositions d'amélioration continue

Evénements significatifs

Entre janvier 2011 et décembre 2020, la centrale du Blayais a déclaré 59 événements significatifs ayant trait aux inconvénients. Ils sont tous sans impact perceptible sur l'environnement. Ils ont conduit à chaque fois à la mise en œuvre d'actions correctives et préventives dont l'efficacité a été vérifiée. Cette analyse du retour de 10 ans d'exploitation permet de confirmer que la gestion des événements significatifs est correctement intégrée dans le système de management de la centrale du Blayais.

Prélèvement et consommation d'eau

Sur 10 ans, les prélèvements et consommations d'eau de la centrale sont restés stables en moyenne.

Pour le fonctionnement des quatre réacteurs de type 900 MWe, la centrale nucléaire du Blayais a prélevé puis restitué en moyenne 4 800 millions de m^3 par an d'eau dans l'estuaire de la Gironde.

La centrale utilise également de l'eau douce provenant de l'Isle, en moyenne 700 milliers de m3 d'eau par an. Cette eau est distribuée par la Société d'Aménagement Urbain et Rural (SAUR Société Lyonnaise des Eaux et de l'Éclairage (SLEE) pour un usage industriel : production d'eau déminéralisée pour les circuits primaires et secondaires, circuit incendie, etc.

Afin de renforcer sa capacité de traitement des effluents radioactifs pendant les arrêts et être plus robuste aux aléas, le site utilise le système de traitement mobile d'effluents déployé depuis 2003.

RÉALISÉ

Mise en place d'une Station Mobile d'Epuration

Eléments de pédagogie

Une bonne qualité de l'eau dans le circuit secondaire est essentielle pour limiter les phénomènes de corrosion des métaux en présence. Lors des redémarrages des réacteurs, pour atteindre la qualité d'eau adaptée, il est ainsi nécessaire de renouveler une quantité d'eau importante du circuit secondaire par appoint d'eau déminéralisée et conditionnée.

RÉALISÉ

Description de la disposition

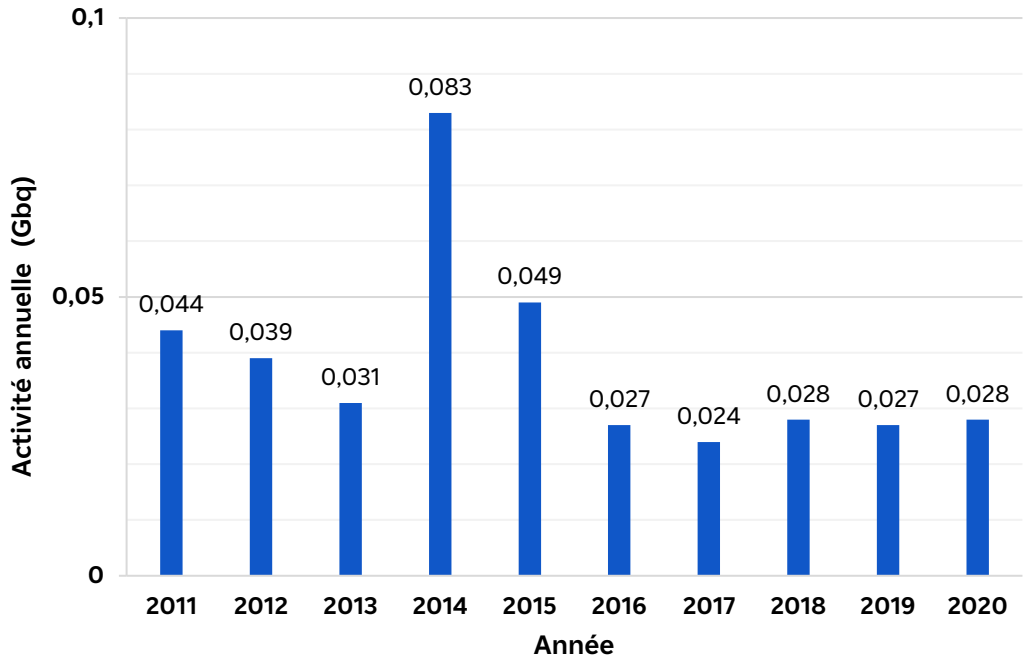
En 2003, la centrale nucléaire du Blayais s'est dotée d'une Station Mobile d'Epuration, raccordable au circuit secondaire via une liaison pérenne. Lors des redémarrages des réacteurs, cette station, munie de différents étages de filtration, permet d'obtenir très rapidement les bonnes caractéristiques de l'eau du circuit secondaire avec ainsi une réduction significative des appoints en eau ainsi que des rejets d'effluents du circuit secondaire. Cela contribue ainsi à réduire le volume d'eau prélevée pour la consommation industrielle.

Bilan des rejets d'effluents

L'analyse des rejets d'effluents radioactifs et chimiques de la centrale sur 10 ans présente dans l'ensemble une stabilité globale à des niveaux faibles, liée à l'optimisation des pratiques d'exploitation et à différentes dispositions d'amélioration continue mises en œuvre, par exemple :

- depuis un certain nombre d'année, des dispositions prises pour améliorer l'étanchéité des gaines du combustible et des circuits véhiculant des gaz radioactifs, et si nécessaire, pour laisser décroitre l'activité des radionucléides en différant leurs rejets ont permis une baisse depuis 2014 des rejets de gaz radioactifs, illustrée par la figure suivante :

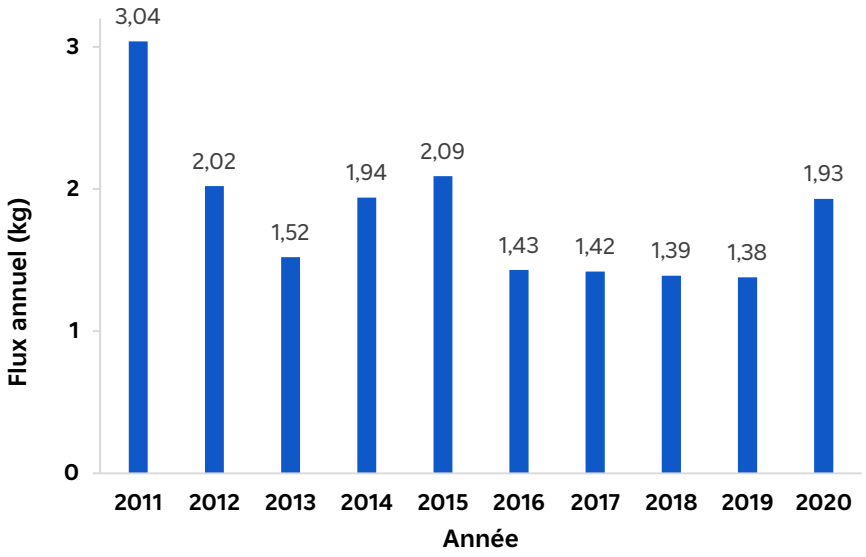
RÉALISÉ



Activité en iodes rejetée à l'atmosphère sur la période 2011-2020 du CNPE du Blayais

- Pour réduire davantage les rejets d'hydrate d'hydrazine (produit utilisé pour éviter la corrosion des circuits), la centrale met en œuvre depuis 2011 la dégradation d'hydrazine par bullage à l'air et par injection de sulfate de cuivre, ce qui conduit à des rejets inférieurs à 1kg/an/réacteur.

RÉALISÉ



Rejets annuels d'hydrazine sur la période 2011 - 2020 du CNPE du Blayais

- Depuis 2017, l'eau du circuit secondaire des réacteurs de la centrale du Blayais est conditionnée non plus à la morpholine mais à l'éthanolamine, d'une efficacité supérieure et présentant des rejets moindres et biodégradables.

RÉALISÉ

- Afin de prévenir des rejets de gaz iode radioactif à l'atmosphère de locaux identifiés à risque, un raccordement de ces locaux à une extraction d'air avec piège à iode est proposé.

PROPOSÉ

Bilan des rejets thermiques

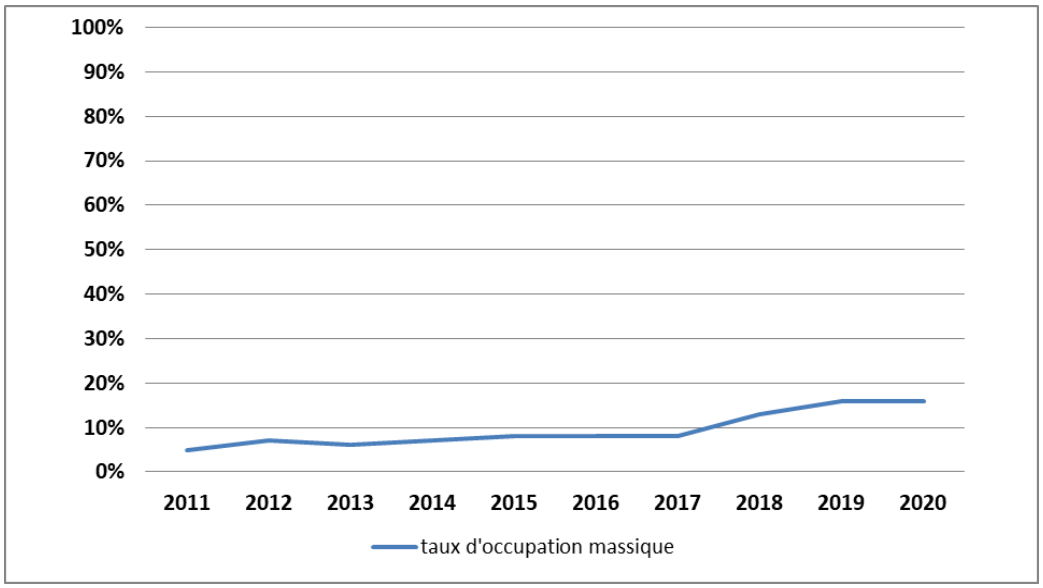
Sur la période décennale, les rejets sont conformes aux prescriptions réglementaires à l'exception de quelques dépassements très ponctuels de l'échauffement au rejet qui n'ont pas eu d'impact sur le milieu.

EDF a procédé à des mesures de suivi de panache thermique en 2013, 2017 et 2021. La position du panache thermique varie suivant les mouvements des masses d'eau au cours de la marée. A marée basse, le panache thermique s'étend vers l'aval, puis lors de la renverse à marée montante, la direction des courants bascule vers l'amont et le panache remonte alors l'estuaire sur une étendue plus faible qu'en aval, du fait de la dissymétrie entre flot et jusant dans l'estuaire, ce qui n'appelle pas de dispositions spécifiques

Bilan des déchets

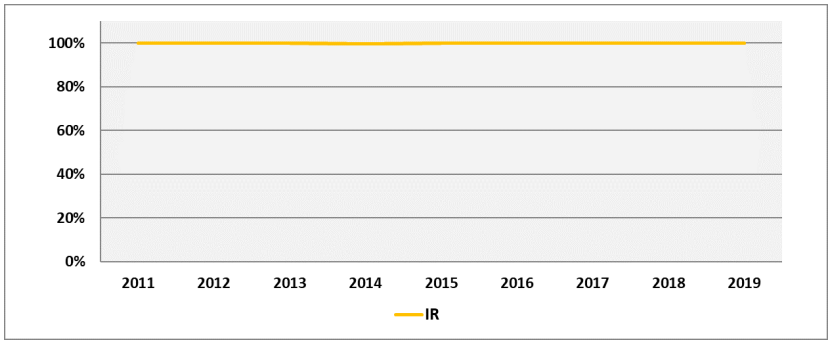
Sur le plan de la gestion des déchets, la période 2011-2020 a été marquée par la mise en place de dispositions d'amélioration de la maîtrise des entreposages des déchets radioactifs conditionnés ou en cours de conditionnement. Entre 2011 et 2017, le taux d'occupation de l'aire TFA est bas et stable, les déchets produits ne nécessitant pas d'entreposage temporaire.

En 2018, le remplacement à neuf d'un pont verrue (pont Mouty) a conduit à l'entreposage de ce déchet métallique massif de 41 tonnes sur l'aire TFA (cf. graphe ci-dessous).

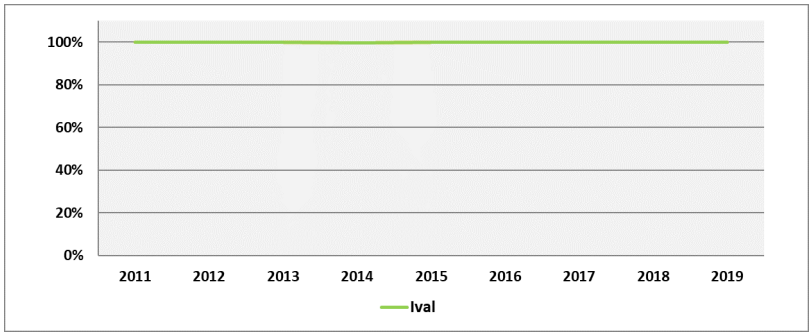


Évolution du taux d'occupation massique de l'aire TFA sur la période 2011 - 2020

Sur la période 2011-2020, le site a par ailleurs valorisé l'intégralité des déchets conventionnels réglementés (emballages, huiles, piles) et des déchets conventionnels non dangereux (liste verte comprenant les déchets considérés comme ayant peu ou pas d'impact sur l'environnement, cf. graphes ci-dessous).



Evolution des indicateurs de valorisation des déchets réglementés (IR)



Evolution des indicateurs de valorisation des déchets de la liste verte (Ival)

Management de l'environnement

La certification ISO 14001 de l'ensemble des CNPE, intégrant la centrale du Blayais, a été renouvelée en mai 2021. Le management de l'environnement s'appuie au quotidien sur un processus qui a pour finalités d'identifier, prévenir et maîtriser l'impact sur l'environnement, et contribuer à l'amélioration continue des performances dans le respect de la règlementation environnementale, ce qui a conduit par exemple :

- au remplacement des différentes applications informatiques gérant les activités environnementales des sites nucléaires, par le Système d'Information pour les Rejets et l'Environnement du Nucléaire d'EDF (SIRENe) ;
- à la refonte du référentiel environnement.

Surveillance de l'environnement

Depuis la mise en service des centrales nucléaires EDF, un programme de surveillance de l'environnement est mis en place, et EDF met en œuvre régulièrement des actions d'amélioration des dispositifs de surveillance de l'environnement. Des contrôles quotidiens, hebdomadaires et mensuels sont réalisés dans les écosystèmes terrestre et marin, l'air ambiant, les eaux de surface et les eaux souterraines : chaque année, la centrale du Blayais réalise plus de 20 000 mesures dont les résultats sont transmis à l'administration et utilisés dans les documents ou supports destinés au public.

Biodiversité

En tant qu'usager des espaces naturels terrestre et aquatique et en tant que propriétaire foncier, EDF est directement concerné par des enjeux liés à la biodiversité. La centrale du Blayais s'engage pour préserver la biodiversité locale dans le cadre d'une politique volontaire d'amélioration des connaissances, de préservation de la faune et de la flore, par plusieurs partenariats, par exemple :

- avec la Fédération de Chasse de la Gironde qui gère la réserve ornithologique du Blayais.
  De nombreuses actions ont pu être mises en place pour développer une mosaïque d'habitats humides, gérer l'hydraulique du site et ainsi atteindre le plein potentiel d'accueil des oiseaux d'eau en hivernage. Des nids de cigognes ont également été installés au sein et hors de la réserve en 2009 afin de favoriser l'installation de l'espèce déjà bien présente dans le nord de la Gironde. Un plan de gestion est mis en place depuis 2019, permettant de développer les connaissances sur les autres cortèges d'espèces (amphibiens, papillons, libellules par exemple).
- avec le Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique (CBNSA) et des professionnels locaux (Semence Nature – Pépinière Naudet) afin de développer l'utilisation de semences locales.
  Dans ce cadre, sur l'année 2020, environ 2 000 m² de jachères fleuries ont été ensemencés et 100 plants ont été plantés dans la réserve.

La préservation de la biodiversité a également fait l'objet d'une attention particulière lors des travaux effectués par la centrale du Blayais en 2021 sur quatre portions des conduites de rejets implantées dans le lit de l'estuaire.

Pour mieux comprendre les interactions entre le CNPE et les espèces marines, EDF travaille en partenariat avec INRAE (www.inrae.fr) et MIGADO (www.migado.fr/alose/) pour étudier la dévalaison des alosons de la Grande alose (*alosa alosa*) dans la Garonne et la Dordogne. Les résultats de cette étude alimenteront un futur post-doctorat visant à améliorer les connaissances sur la répartition spatiale des alosons, notamment autour du CNPE du Blayais. EDF mène aussi une étude pour approfondir les connaissances des interactions entre le fonctionnement de ses installations et les poissons migrateurs de l'estuaire, en tenant compte des variations temporelles et saisonnières ou liées aux marées.

Un plan de protection de l'écosystème a été présenté à la Direction Départementale des Territoires et de la Mer (DDTM) pour préserver le milieu marin et terrestre de l'estuaire pendant les travaux A titre d'exemple, les matériaux utilisés ont été choisi pour leur compatibilité avec le milieu marin, les activités ont été planifiées en dehors de la période de migration des poissons et l'emplacement des moyens maritimes a été défini après étude de l'impact du chantier sur le milieu.

Une étude de pré-diagnostic a été réalisée en 2020 dans le cadre du RP4 900. Cette étude montre que dans les limites du site, les enjeux écologiques sont globalement faibles dans la mesure où les milieux sont majoritairement anthropisés. Les principaux enjeux écologiques sont localisés en dehors de l'enceinte du site nucléaire, sur des espaces ayant une vocation naturelle (front de Gironde, réserve) dont l'intérêt écologique est d'ores-et-déjà reconnu au travers de l'inventaire des ZNIEFF (Zone Naturelle d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique) de la région Aquitaine.

Observatoire des oiseaux – réserve ornithologique

Cigognes

Sarcelles

5.2 Dispositions vis-à-vis de l'actualisation de l'appréciation des inconvénients

Conformément à l'arrêté INB et à la décision « environnement » de l'ASN[14], une démarche d'actualisation de l'appréciation des inconvénients que les installations présentent pour les intérêts protégés est mise en œuvre dans le cadre du volet inconvénients du réexamen périodique.

Analyse des performances des moyens de prévention et réduction des impacts et nuisances engendrés par la centrale du Blayais :

La prévention et la réduction des inconvénients et des déchets sont assurées par un ensemble de dispositions de conception, d'exploitation et de surveillance, optimisées au fil des années pour répondre aux évolutions environnementales, techniques et réglementaires. Leur choix est le résultat d'un travail d'analyse visant à définir un optimum global au regard de l'ensemble des contraintes environnementales et techniques, des exigences réglementaires et des coûts. La réalisation d'une veille technologique ainsi que la connaissance et l'analyse des pratiques internationales et des guides reconnus ont permis de valider les choix techniques et stratégiques faits par EDF pour la centrale nucléaire du Blayais ; au vu des enjeux environnementaux et des contraintes locales, ses performances environnementales globales permettent de considérer l'ensemble des dispositions mises en œuvre comme équivalentes aux meilleures techniques disponibles.

Analyse de l'état chimique et radiologique de l'environnement :

L'analyse de l'état chimique de l'environnement au voisinage de la centrale repose sur les mesures de valeurs des paramètres chimiques, physico-chimiques et biologiques mesurés sur 10 ans aux stations situées sous ou hors influence des rejets de la centrale. L'analyse de l'ensemble de ses données de surveillance de l'environnement aquatique au voisinage du site sur la chronique décennale 2011-2020 permet de conclure à l'absence d'influence notable du fonctionnement de la centrale sur l'environnement aquatique marin, et donc de nécessité de dispositions spécifiques sur ces points.

Les études radioécologiques du sol et de l'eau au voisinage de la centrale du Blayais sur la période 2011-2020 mettent en évidence la présence majoritaire de la radioactivité d'origine naturelle (potassium 40 et béryllium 7). La radioactivité d'origine artificielle est principalement liée aux retombées atmosphériques globales des essais nucléaires et des accidents de Tchernobyl et dans une moindre mesure de Fukushima Daiichi, ainsi qu'aux rejets de la centrale du Blayais et de celle de Golfech situé en amont sur la Garonne.

Les eaux souterraines font l'objet d'une surveillance régulière, avec environ 1 800 analyses en moyenne par an sur une trentaine de piézomètres. Quelques marquages chimiques et un marquage radiologique (tritium) ont fait ou font l'objet de surveillances renforcées ou de dispositions correctives. Ces marquages ont été observés à l'intérieur du site et la surveillance mise en place a permis de s'assurer de leur caractère localisé.
Concernant les sols, des zones d'investigation ont été définies en fonction des activités actuelles et passées en surface. Entre septembre 2020 et juillet 2021, 44 sondages ou puits à la pelle mécanique

14 Décision n°2013-DC-0360 de l'ASN, consolidée au 22 décembre 2016, relative à la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement des installations nucléaires de base.

ont été réalisés à des profondeurs pouvant aller jusqu'à 4 mètres, à des fins de prélèvements de sols et d'analyses chimiques et radiologiques : aucun marquage chimique ou radiologique n'a été identifié, à l'exception d'une zone (marquage en tritium) faisant l'objet de mesures de gestion.

Le réexamen des limites de rejets, fondé sur le retour d'expérience sur la période 2011-2020, a confirmé leur compatibilité avec les conditions d'exploitation de la centrale.

Par ailleurs, les rejets d'effluents liquides radioactifs de la centrale font l'objet d'un contrôle par deux chaînes de mesure indépendantes avec arrêt automatique du rejet en cas d'anomalie sur l'une ou l'autre, ce qui est conforme à l'attendu au regard du risque de rejets hors limite.

Déchets

Pour la période 2011-2020, au titre des dispositions vis-à-vis des déchets radioactifs, le site a conditionné près de 30 000 colis. De l'ordre de 0,07 % d'entre eux présentaient des caractéristiques non compatibles avec les filières de traitement ou de stockage. Ils ont fait l'objet d'une étude particulière avant leur évacuation.

Emissions sonores

Une campagne de mesures acoustiques a été réalisée sur la centrale du Blayais entre février et mars 2021. L'analyse des mesures réalisées montre que les niveaux sonores du CNPE du Blayais sont conformes à la réglementation, hormis pour quelques dépassements qui ne sont pas de nature à engendrer des nuisances sonores significatives et pour lesquels EDF a déposé auprès de l'ASNR une demande de disposition contraire dans le cadre du renouvellement des autorisations de prélèvements et rejets de la centrale du Blayais.
Ainsi, lors de la parution des nouvelles autorisations de prélèvements et de rejets de la centrale du Blayais, en juin 2023, conformément à l'article 4.3.5 de l'arrêté INB, et au regard des caractéristiques particulières de l'installation, de son environnement et des considérations technicoéconomiques, l'ASN a émis une disposition contraire.

6. MAINTIEN DANS LE TEMPS DES INSTALLATIONS

Centrale nucléaire du Blayais, Gironde
© Copyright EDF – Yohan Espiaube

6.1 Maîtrise du vieillissement et de l'obsolescence

La démarche de maîtrise du vieillissement et du traitement de l'obsolescence pour les réacteurs en fonctionnement d'EDF s'appuie sur :

- la maîtrise du vieillissement des systèmes, structures et composants,
- la maintenance,
- le traitement de l'obsolescence des matériels et pièces de rechange.

Les principales dispositions prises ou proposées par l'exploitant dans ce domaine répondent à 2 objectifs :

- démontrer l'aptitude des matériels non remplaçables à assurer leur fonction après 40 ans :

RÉALISÉ

- Concernant la cuve du réacteur, dans le cadre du 4e réexamen du palier 900 MWe,
  - ➢ l'épreuve hydraulique, réalisée pour la requalification complète du Circuit Primaire Principal (CPP) de Blayais 1, est satisfaisante ;
  - ➢ des dossiers de synthèse ont été constitués pour démontrer sa tenue en service selon une démarche déterministe conservative (neutronique, matériaux, mécanique, ...). Ils traitent à la fois de l'étude théorique du plus gros défaut générique hypothétique non détectable (couvrant toute les cuves des centrales 900 MWe) et des études spécifiques à chaque cuve selon les résultats des contrôles réalisés lors de la VD4 ;

- l'introduction d'hafnium, un matériau absorbeur de neutrons, dans les assemblages de combustible du réacteur de Blayais 1, en face des zones de la cuve les plus irradiées par les neutrons, permet de réduire la fluence neutronique (flux de neutrons intégré dans la durée de fonctionnement du réacteur) vue par la cuve.

- Concernant les enceintes de confinement, leur état de performance mécanique fait l'objet d'un suivi en continu par les dispositifs d'auscultation (mesure de déformation par exemple) et d'une épreuve en pression de l'enceinte réalisée à chaque visite décennale. Cet essai s'est déroulé du 16 au 19 octobre 2022 sur l'enceinte de Blayais 1 avec des résultats conformes aux attendus.

- démontrer l'aptitude des matériels remplaçables à assurer leur fonction après 40 ans ou procéder soit à leur remplacement soit à leur rénovation.

Dans le cadre de l'affaire de « Corrosion Sous Contrainte » (CSC) sur les lignes auxiliaires du Circuit Primaire Principal débutée fin 2021, une stratégie de traitement sur le Parc nucléaire et un programme de contrôles associé ont été définis, et sont revus périodiquement, en concertation avec l'Autorité de Sûreté Nucléaire. Les expertises réalisées sur les différents réacteurs du Parc ont permis de démontrer que les réacteurs de 900 MW, comme ceux de Blayais, sont peu ou pas sensibles au phénomène de CSC.

Concernant le réacteur n°1 de Blayais, les contrôles ont conduit au remplacement d'une soudure sur la ligne d'Injection des accumulateurs RIS connectée à la Branche Froide n°3, en 2024.

Les composants dont les performances sont susceptibles de diminuer du fait de leur vieillissement et dont la défaillance peut avoir un impact sur la sûreté font l'objet d'un suivi documenté et mis à jour périodiquement : fiche d'analyse du vieillissement par matériel et dossier de synthèse d'aptitude à la poursuite du fonctionnement par réacteur. A ce titre, des inspections ainsi que des contrôles et actions de maintenance ont été réalisés lors de la VD4 sur les différents systèmes, structures et composants suivants : structure de génie civil, contrôle commande, câbles électriques qualifiés en ambiance nucléaire, traversées électriques, matériels mécaniques et électromécaniques, matériels électriques et instrumentation.
Les dispositions matérielles induites par les conclusions de ces études sont mises en œuvre dans le cadre du RP4 900 dont les deux dispositions principales sont présentées ci-après.

RÉALISÉ

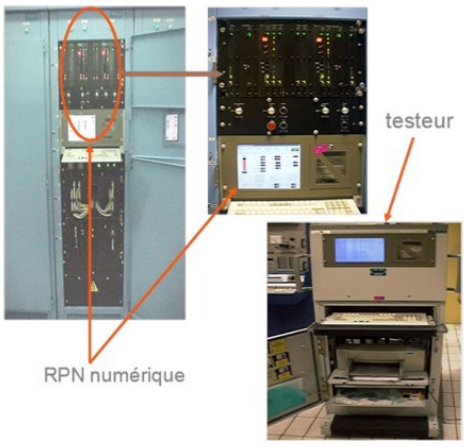
Modernisation du système de mesure de la puissance nucléaire (RPN)

Eléments de pédagogie

Le système de mesure de la puissance nucléaire (RPN) permet d'assurer la surveillance permanente de la puissance du réacteur.

Description de la disposition

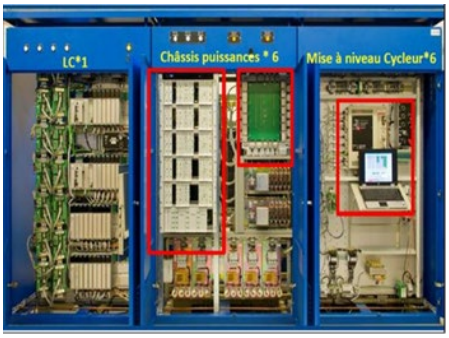
Remplacement du contrôle-commande analogique d'origine par une technologie numérique dérivée de celle des centrales nucléaires du palier 1300 MWe, en conservant toutes les fonctionnalités existantes. Les principaux locaux concernés sont le bâtiment électrique et les locaux adjacents à la Salle De Commande (SDC).



Traitement de l'obsolescence ou de la défaillance de composants du système de commande des grappes de contrôle du réacteur (RGL)

Description de la disposition

Remplacement des armoires de régulation et de relayage et dépose de certains commutateurs devenant inopérants dans ces armoires.
Rénovation de la connectique associée.
Ces éléments de contrôle-commande sont principalement situés dans le bâtiment électrique et en salle de commande.



6.2 Matériels qualifiés aux conditions accidentelles

La qualification aux conditions accidentelles est un processus qui vise à apporter la garantie que les matériels nécessaires sont aptes à remplir leurs fonctions de sûreté dans les situations accidentelles auxquelles ils doivent potentiellement faire face (pression, température, humidité, niveaux d'irradiation, séisme, ...). Initialement, la qualification des matériels aux conditions accidentelles a été établie en prenant comme hypothèse une durée de fonctionnement de 40 ans.

Le programme industriel d'EDF consiste, dans le cadre du 4e réexamen périodique, à démontrer le maintien de la qualification aux conditions accidentelles des matériels après 40 ans, ou à procéder à leur remplacement ou à leur rénovation.

Sur les matériels mécaniques, des expertises ont permis de vérifier que les mécanismes de vieillissement constatés sur la robinetterie et les pompes sont conformes à l'attendu et qu'ils n'ont pas mis en évidence de nouveaux mécanismes de vieillissement. L'aptitude au service de ces appareils après 40 ans est confirmée moyennant la poursuite des actions de maintenance visant à remplacer périodiquement les composants non métalliques sensibles au vieillissement.

Concernant les matériels électriques, le maintien de la qualification aux conditions accidentelles fait l'objet de plusieurs méthodes de justification allant de l'analyse au remplacement en passant par le prélèvement pour test.
Le résultat de cette démarche graduée et exhaustive amène à un nombre significatif de remplacements préventifs de matériels des systèmes importants pour la sûreté qui ont été réalisés durant la VD4.

RÉALISÉ

Remplacements de composants électriques

Description de la disposition

Remplacement de :

- disjoncteurs 48V et 125V,
- relais 48V et 125V,
- contacts auxiliaires,

sur 430 départs électriques.

7. CONCLUSION

Centrale nucléaire du Blayais, Gironde
© Copyright EDF – Air Marine

Pour le 4e réexamen périodique des réacteurs 900 MWe, EDF a retenu, comme orientation générale, de tendre vers les objectifs de sûreté nucléaire fixés pour les réacteurs de 3e génération dont le réacteur de référence EDF est l'EPR-Flamanville 3.

La réponse à cet objectif général commence par une vérification de la conformité des installations aux règles applicables, avec un nombre conséquent de contrôles sur le terrain, et le traitement réactif des éventuels constats.

Le réexamen se poursuit par la définition et la mise en œuvre des dispositions prévues par EDF pour tenir les objectifs d'amélioration de la sûreté définis selon les 4 grandes thématiques :

- **accidents sans fusion du cœur :** baisse des conséquences radiologiques en dessous des seuils de mise en œuvre de mesures de protection d'urgence de la population,
- **agressions :** prise en compte d'agressions de niveaux supérieurs : notamment sécheresse, canicule, inondation, séisme, et mise en place d'équipements « Noyau Dur » pour renforcer la robustesse des installations aux agressions extrêmes de type séisme, tornade et inondation,
- **piscine combustible :** mise en place d'un moyen supplémentaire de refroidissement, indépendant des équipements existants,
- **accidents avec fusion du cœur :** ajout de dispositions, dont les équipements dits « Noyau Dur », pour rendre extrêmement improbables les rejets précoces et importants, et éviter les effets durables dans l'environnement.

Il s'agit d'une démarche de sûreté de grande ampleur pour le Parc nucléaire en fonctionnement, avec des évolutions majeures de conception et d'exploitation qui ont fait l'objet d'analyses d'impact approfondies. Aussi des actions de formation et d'accompagnement des équipes qui exploiteront les nouvelles dispositions ont été mises en place.

Par ailleurs, EDF a réalisé le réexamen des inconvénients de l'installation (effets sur l'environnement en fonctionnement normal) : vérification du respect de la réglementation, bilans pluriannuels des prélèvements et consommation d'eau, des rejets, des nuisances et de la gestion des déchets. Au vu des enjeux environnementaux et des contraintes locales de la centrale du Blayais, des dispositions au niveau des meilleures techniques disponibles ont été prises dans les années précédentes. De plus, l'analyse des données de surveillance chimique, écologique et radiologique, n'a pas montré d'influence significative de l'installation sur l'environnement.

Enfin, le 4e réexamen périodique comporte un volet relatif au maintien dans le temps des installations : vieillissement, obsolescence et qualification des matériels aux conditions accidentelles. Il s'appuie sur un programme conséquent de vérifications de l'aptitude des matériels à remplir leurs fonctions, avec le remplacement de certains de ces matériels.

A l'issue de l'enquête publique, EDF mettra en œuvre les dispositions retenues pour la suite du réexamen de Blayais 1 lors des prochains arrêts programmés de l'installation.

Centrale nucléaire du Blayais, Gironde
© Copyright EDF – Bruno Amsellem

GLOSSAIRE[15]

Acronymes	Désignation
4e RP 900	4e Réexamen Périodique des réacteurs de 900 MWe
AAC	Arrêt à Chaud
AAR	Arrêt Automatique du Réacteur
ACEM	Assemblages de Combustible En cours de Manutention
AIEA	Agence Internationale de l''Energie Atomique (en anglais IAEA : International Atomic Energy Agency)
AIF	Analyse Impact Foudre
AIP	Activité Importante pour la Protection des intérêts
AMC	Arrivée Massive de Colmatants (branchages, feuilles, éléments charriés par le fleuve)
AN	Arrêt Normal
ANCCLI	Association Nationale des Commissions et Comités Locaux d'Information
ANDRA	Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs
AN/GV	Arrêt Normal sur Générateur de Vapeur (GV)
AN/RRA	Arrêt Normal sur RRA
AP	Affaire Parc
APG	Système des purges des Générateurs de Vapeur
API	Arrêt Pour Intervention
API SO	Arrêt Pour Intervention Primaire Suffisamment Ouvert
APR	Arrêt Pour Rechargement
APRP	Accident de Perte de Réfrigérant Primaire
APRP 2A	Accident de Perte de Réfrigérant Primaire Brèche guillotine doublement débattue
APRP BI	Accident de Perte de Réfrigérant Primaire Brèche Intermédiaire
ARE	Système d'alimentation normale des Générateurs de Vapeur

[15] Glossaire pour l'ensemble du dossier d'enquête publique.

ASG	Système d''alimentation de secours des Générateurs de Vapeur
ASG-ND	Système de refroidissement secondaire « Noyau Dur »
ASN - ASNR	Autorité de Sûreté Nucléaire / Depuis le 1er janvier 2025, l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR) créée par la loi relative à l'organisation de la gouvernance de la sûreté nucléaire et de la radioprotection du 21 mai 2024 a démarré au 1er janvier 2025. Elle est issue de la réunion de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) et de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN).
ATEX	Atmosphère Explosive
ATWS	Anticipated Transient Without Scram (Transitoire sans arrêt automatique du réacteur)
BAC	Bâtiment des Auxiliaires de Conditionnement
BAN	Bâtiment des Auxiliaires Nucléaires
BK	Bâtiment combustible
BL	Bâtiment des locaux électriques
BLEVE	Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion (vaporisation violente à caractère explosif consécutive à la rupture d'un réservoir contenant un liquide à une température significativement supérieure à sa température d'ébullition à la pression atmosphérique)
BONNA (tuyauterie)	Conduite en béton Ame Tôle
BPVA	Basse Pression Vapeur Avancée
BR	Bâtiment Réacteur
BT	Basse Tension
BW	Bâtiment des locaux périphériques du BR
Cb	Concentration en Bore
CBAT	Conduite en Béton Ame Tôle
CC ND	Contrôle-Commande « Noyau Dur »
CCL	Centre de Crise Local
CDG	Mauvais positionnement, Chute De Grappes ou d'un groupe de grappes
CDU	Critère de Défaillance Unique
CEA	Commissariat à l'Energie Atomique et aux énergies alternatives
CEM	Compatibilité ElectroMagnétique
CEPP	Circuit d'Etanchéité des Pompes Primaires
CFC	Condition de Fonctionnement Complémentaire
CFI	Filtration de l'eau de circulation
CLA	Clapot
CNCE	Compagnie Nationale des Commissaires Enquêteurs
CNDP	Commission Nationale du Débat Public
CNI	Chaîne d'instrumentation nucléaire Niveau Intermédiaire
CNP	Chaîne d'instrumentation nucléaire Niveau Puissance
CNPE	Centre Nucléaire de Production d'Electricité
CNS	Chaîne d'instrumentation nucléaire Niveau Source
CPP	Circuit Primaire Principal
CPY	Ensemble de réacteurs de 900 MWe de conception similaire (regroupe les Paliers CP1 et CP2)
CSA	Centre de Stockage de l'Aube (ANDRA)
CSC	Corrosion Sous Contrainte
CSP	Circuit Secondaire Principal
DA	Dossier d'Amendement
DAC	Dossiers d'Analyse du Comportement
DAO	Dispositif d'Auscultation Optimal
DAPE	Dossier d'Aptitude à la Poursuite d'Exploitation
DC	Domaine Complémentaire ou Disposition Complémentaire
DCA	Système de protection contre les ondes de choc
DCC-LH	Défaillance de Cause Commune des tableaux LH

DCH	Direct Containment Heating (Echauffement Direct de l'Enceinte)
DDOCE	Dégradation ou Dysfonctionnement d'Ouvrages, de Circuits ou d'Equipements
DEL	Système de Production et distribution d'eau glacée des locaux électriques groupes frigorifiques
DEG	Système de Production et distribution d'eau glacée des locaux ASG
DIL	Dilution incontrôlée d'acide borique
DMCP	Dépressurisation Momentanée du Circuit Primaire
DMRI	Démarche de Maitrise du Risque Incendie
DOR	Dossier d'Orientations du Réexamen périodique
DP	Demande Particulière
DPN	Direction de la Production Nucléaire (EDF)
DRR	Dossiers de Référence Réglementaires
DUS	Diesel d'Ultime Secours
DUV	Système de ventilation des locaux du DUS
DVC	Système de ventilation et conditionnement d"air des locaux – Salle de commande et divers
DVD	Système de ventilation et conditionnement d"air des locaux – Locaux diesel
DVE	Système de ventilation et conditionnement d"air des locaux – Entrepont de câblage
DVF	Système de contrôle des fumées des locaux électriques
DVG	Système de ventilation des mécanismes de commande de grappes et pompes ASG
DVH	Système de ventilation de secours d'air des locaux – Locaux de pompes de charge
DVI	Système de ventilation des locaux RRI
DVK	Système de ventilation et conditionnement d'air des locaux – Bâtiment combustible
DVL	Système de ventilation et de conditionnement d'air des locaux – Bâtiment électrique
DVN	Système de ventilation et conditionnement d'air des locaux – Bâtiment des auxiliaires nucléaires
DVP	Système de ventilation et chauffage de la station de pompage
DVS	Système de ventilation des locaux des moteurs des pompes EAS et RIS-ISBP – Bâtiment des auxiliaires de sauvegarde
DVW	Système de ventilation des locaux périphériques
EAS	Système d'aspersion d'eau dans l'enceinte de confinement
EAS-ND	Système d'évacuation de la puissance résiduelle de l'enceinte
EAU	Système d'instrumentation de l'enceinte (auscultation et mesures sismiques)
EBA	Système de ventilation de balayage en circuit ouvert tranche à l'arrêt du bâtiment réacteur
EC	Ecart de Conformité
ECOT	Examen de COnformité des Tranches
ECP	Procédures de conduite accidentelle du Circuit Primaire
ECS	Evaluations Complémentaires de Sûreté
ED	Essais Décennaux
EDA	Équipements de Disposition Agression
EDF	Electricité de France
EDG	Ejection D'une Grappe
Effets Dominos	Action d'un phénomène dangereux affectant une ou plusieurs installations d'un établissement qui pourrait déclencher un autre phénomène sur une installation ou un établissement voisin, conduisant à une aggravation générale des effets du premier phénomène
Effet falaise	Altération brutale du comportement d'une installation, que suffit à provoquer une légère modification du scénario envisagé pour un accident dont les conséquences sont alors fortement aggravées.
EF2 – EF4	Niveaux d'intensité sur l'échelle Enhanced Fujita (échelle de Fujita améliorée, ou EF selon l'anglais Enhanced Fujita, est une échelle de classement de la force des tornades

	selon les dommages causés)
EIP	Elément Important pour la Protection des intérêts
EIPI	Elément Important pour la Protection des intérêts vis-à-vis des Inconvénients
EIPR	Elément Important pour la Protection des intérêts vis-à-vis des Risques conventionnels
EIPS	Elément Important pour la Protection des intérêts vis-à-vis des risques Sûreté (incidents et accidents radiologiques)
EJP	Etude Justificative Particulière
EN	Equipements Nécessaires
END	Essai Non Destructif
EP	Essai Périodique
EPI	Equipements de Protection Individuels
EPP	Pseudo-Système Etanchéité et contrôle des fuites de l'enceinte
EPR	European Pressurised Reactor - Réacteur à Eau Pressurisée. Appartient à la troisième génération de réacteur électronucléaire
EPRESSI	Méthode d'Evaluation des Performances Réelles des Eléments de Sectorisation Sous Incendie
EPRI	Electric Power Research Institute (institut de recherche sur l'énergie électrique est un institut qui réalise des recherches pour l'industrie de production électrique des États-Unis)
EPS	Etudes Probabilistes de Sûreté
ER	Essai de Requalification
ESP	Enceinte à Simple Paroi
ESPN	Equipement Sous Pression Nucléaire
ESS	Evénement Significatif pour la Sûreté
ETY	Système de décompression de l'enceinte – Contrôle taux d''hydrogène en cas d'accident
EVC	Système de ventilation du puits de cuve
EVF	Système de ventilation et filtration interne du bâtiment réacteur
FAIOp	Fiche d'Action Incendie Opérateur
FARN	Force d'Action Rapide du Nucléaire
FAV	Fiche d'Analyse du Vieillissement
FE	Fiche d'Ecart
FLA3	Unité de production n°3 (EPR) de la centrale nucléaire de Flamanville
FMGC	Fiches de Maintenance Génie-Civil
FPPI	Fonctionnement Prolongé à Puissance Intermédiaire
GC	Génie Civil
GCTa	Système de contournement de la turbine principale avec évacuation directe à l'atmosphère de la vapeur produite par les Générateur de Vapeur
GES	Groupe électrogène de Secours
GHE	Système Huile d'étanchéité de l'alternateur
GIEC	Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat
GMPP	Groupe Motopompe Primaire
GNU	Parc à Gaz
GP/GPE	Groupe Permanents d'experts
GPO	Groupe permanent d'orientations
GPR	Groupe Permanent d'experts pour les Réacteurs
GON	Groupe Ornithologique et Naturaliste
GRV	Système de remplissage et vidange de dihydrogène (H2) de l'alternateur
GUS – GeUS	Groupe électrogène d'Ultime Secours
GSE (CP1)	Système de sécurités turbine (CP1)
GV	Générateur de Vapeur
H1	Perte totale de la source froide

H2	Perte totale de l'alimentation des Générateurs de Vapeur
H3	Perte totale des alimentations électriques
H4	Mise en œuvre d'un secours mutuel des moyens de pompage de l'injection de sécurité et de l'aspersion en situation accidentelle
HCTISN	Haut Comité pour la Transparence et l'Information sur la Sécurité Nucléaire
HDU	Bâtiment abritant le Diesel d'Ultime Secours
Hf	Hafnium : matériau réduisant le flux neutronique auquel est soumis la cuve
HT	Haute Tension
HTA	Haute Tension A
HTB	Haute Tension B
ICB	Interaction Corium Béton
ICPE	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
IEM	Interférences Électromagnétiques
IOTA	Installations, Ouvrages, Travaux et Aménagements touchant au domaine de l'eau
IGALL	International Generic Ageing Lessons Learned (Programme intégré de gestion du vieillissement de l'AIEA)
INB	Installation Nucléaire de Base
INES	International Nuclear Event Scale (Échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques)
INSAG	International Nuclear Safety Advisory Group (Groupe consultatif international pour la sûreté nucléaire)
IPG	Interaction Pastille-Gaine
IPS	Important Pour la Sûreté, classé de sûreté
IPS-NC	Important Pour la Sûreté, Non Classé de sûreté
IRSN	Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire
IS	Injection de Sécurité
ISBP	Injection de Sécurité à Basse Pression
ISHP	Injection de Sécurité Haute Pression
JDT	Système de détection incendie
JPD	Système de Distribution d'eau incendie hors îlot nucléaire
JPF	Système de Protection contre l'incendie externe
JPI	Système de Protection incendie de l'îlot nucléaire
JPP	Système de Production d'eau incendie
KER	Système recueil, contrôle et rejet des effluents liquides de l'îlot nucléaire
KHY	Système de détection d'hydrogène dans le bâtiment des auxiliaires nucléaires
KIS	Système d'instrumentation sismique
KPR	Panneau de repli
KPS	Panneau de sûreté
KRG	Système de régulation générale
KRT	Système de mesures de radioprotection
KSC	Système d'instrumentation salle de Commande
KUS	Système de contrôle commande du système LHU
LAA	Production 230 V continu pour l'alimentation des onduleurs de production 220 VAC sans coupure LNE
LBi	Production et distribution 125 V continu
LCi	Production et distribution 48 V continu
LDA	Production et distribution 30 V continu de régulation
LDi	Distribution 30 V continu

LGi	Distribution 6,6 kV non secourue
LHA/B	Distribution 6,6 KV alternatif secourue
LHC	Distribution 6,6 kV secourue
LHP/Q	Production 6,6 KV alternatif secouru (groupes électrogènes)
LHT	Diesel de secours
LHU	Production 6,6 kV secouru (Source autonome – DUS)
LKi	Distribution 380 V non secourue
LIE	Limite Inférieure d'Explosivité
LLi	Distribution 380 V secourue
LLS	Turboalternateur de secours
LNi	Production et distribution 220 V alternatif
LUU	Production et distribution 380 V de secours
MC	Maintenance Conditionnelle
MCG	Mécanismes de Commande de Grappes
MDTE	Manque De Tension Externe
MEL	Masse et Energie Libérées
MFEAN 0%PN	Mauvais Fonctionnement de l'Eau Alimentaire Normale 0%PN
MFEAN 100%PN	Mauvais Fonctionnement de l'Eau Alimentaire Normale 100%PN
MLC	Moyens Locaux de Crise
MOX	Combustible nucléaire mixte à base d'oxyde d'uranium appauvri et d'oxyde de plutonium (UO2 et PuO2) issus du traitement
MQCA	Matériel Qualifié au Conditions Accidentelles
MRI	Maîtrise du Risque Incendie
MS	Maintenance Systématique
MTD	Meilleure Technique Disponible
MWe	MegaWatt électrique
N4	Ensemble de réacteurs de 1450 MWe de conception similaire
ND	Noyau Dur
NRO	Note de Réponses aux Objectifs
NSO	Non Suffisamment Ouvert
NSQP	Note de Stratégie de Qualification Progressive
OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Economiques
OISP	Ouverture Intempestive d'une Soupape de sûreté du Pressuriseur
OISS	Ouverture Intempestive d'une Soupape Secondaire à 0%Pn
PA	Produits d'Activation
PAI	Plan d'Action Incendie
PAV	Plan d'Actions Ventilation
PARITE MOX	Gestion combustible
PBES	Plus Basses Eaux de Sécurité
PBMP	Programme de Base de Maintenance Préventive
PCC	Plant Condition Category (catégories de fonctionnement)
PEAN	Perte de l'Eau Alimentaire Normale
PEE	Procédures d'Exécution d'Essais
PEPSSI	Principe d'Evaluation Pour la Suffisance des éléments de Sectorisation Incendie
PF	Produits de Fission
PFG	Possibilité de Feu Généralisé
PFI	Pluie de Forte Intensité
PFL	Possibilité de Feu Localisé
PGGV	Projectiles Générés par Grand Vent
PGVE	Projectiles Générés par les Vents Extrêmes

PIC	Programme d'Investigations Complémentaires
PIJ-ND	Pompe d'Injection aux Joints des Groupes MotoPompes Primaires « Noyau Dur »
PLMV	Programme Local de Maîtrise du Vieillissement
PLU	Pluies locales
PMC	Système de manutention du combustible
PMOX	PARITE MOX – Gestion combustible
Pn	Puissance nominale du cœur
PNPP	Programmation Nationale Par Palier
PPDP	Perte Partielle de Débit Primaire
PPI	Plan Particulier d'Intervention
PPR	Programme de Principe de Requalification
PSCC	Panneau de Signalisations et Commandes Complémentaires
PSPR	Poste de Supervision de la Prévention des Risques
PT ASN	Prescription Technique ASN
PTAE	Perte Totale des Alimentations Electriques Externes et des diesels principaux
PTC	Perte Totale de Charge et/ou déclenchement de la turbine
PTR	Système de traitement et de refroidissement d'eau des piscines
PTR-bis	Système de traitement et de refroidissement d'eau des piscines supplémentaire
PUI	Plan d'Urgence Interne
PV	Protection Volumétrique
PZR	Pressuriseur
R&D	Recherche et Développement
R1GP	Retrait d'une Grappe de régulation en Puissance
RAG	Réaction Alcali-Granulat
RAM	Système d'alimentation électrique des mécanismes de commande des grappes
RAP	Recombineurs Autocatalytiques Passifs
RAZ	Système de stockage et distribution d'azote (pour les besoins nucléaires)
RBPP	Rotor Bloqué d'une moto-Pompe Primaire
RCD	Réacteur Complètement Déchargé
RCR	Rapport de Conclusion du Réexamen périodique
RCP	Circuit primaire
RCV	Système de contrôle chimique et volumétrique de l'eau du circuit primaire
RDI	Risques d'effets Dominos Internes
RDP	Réservoir de Décharge du Pressuriseur
RDS	Rapport de Sûreté
REA	Système d'appoint en eau et en bore
RECS	Rapports d'Evaluation Complémentaire de Sûreté
REU	Risque d'Eclatement Unitaire
REX	Retour d''Expérience
REP	Réacteur à Eau Préssurisée
RFC	Risque de Fusion du Cœur
RFDP	Réduction Forcée du Débit Primaire
RFS	Règle Fondamentale de Sûreté
RGE	Règles Générales d'Exploitation
RGL	Système de commande des grappes de contrôle du réacteur
RGV	Remplacement de Générateur de Vapeur
RIC	Système d'instrumentation interne du cœur
RIE	Risques explosions dus à un Incendie généralisé d'origine Externe
RIS	Système de sauvegarde et de protection du circuit primaire (injection de sécurité)
RNP	Remontée de Nappe Phréatique
ROR	Rupture d'un Ouvrage de Retenue
RP	Réexamen périodique

RP4	4e réexamen périodique
RP4 900	4e Réexamen Périodique des réacteurs de 900 MWe
RP	Réacteur en Puissance
RPE	Circuit de collecte des effluents de l'îlot nucléaire
RPC	Règles Particulières de Conduite
RPN	Système de mesure de la puissance nucléaire
RRA	Système de Refroidissement du Réacteur à l'Arrêt
RRB	Système de Réchauffage du Bore
RRI	Système de Refroidissement Intermédiaire
RSI	Réaction Sulfatique Interne
RTE	Rupture d'une Tuyauterie d'Eau alimentaire principale
RTGV	Rupture de Tube de Générateur de Vapeur
RTGV3	Rupture d'un Tube de Générateur de Vapeur de catégorie 3
RTGV4	Rupture d'un Tube de Générateur de Vapeur de catégorie 4
RTHE	Rupture d'une Tuyauterie Haute Energie
RTV	Rupture de Tuyauterie Vapeur
RTV3	Rupture importante d'une Tuyauterie Vapeur
SAPA	Station d''Accueil des Petites Applications
SAR	Système de distribution d'air comprimé de régulation
SDC	Salle de Commande
SDD	Séisme De Dimensionnement
SEC	Système d'eau brute secourue
SEG	Système Source d'Eau diversifiée
SEI	Seuil des Effets Irréversibles
SEL	Seismic Equipment List (liste des équipements sismiques)
SELS	Seuil des Effets Létaux Significatifs
SER	Système de stockage et distribution d'eau déminéralisée
SF-ND	Source Froide Noyau Dur
SGZ	Système de stockage de gaz
SIP C	Partie contrôle du Système d'Instrumentation Process
SIRENE	Système d'Information pour les Rejets et l'Environnement du Nucléaire d'EDF
SMHV	Séisme Majoré Historiquement Vraisemblable
SMS	Séisme Majoré de Sécurité
SND	Séisme Noyau Dur
SOH	Facteurs Sociaux, Organisationnels et Humains
SRI	Situation de référence pour le Risque d'Inondation
SSC	Systèmes, Structures et Composants
TA	Transformateur Auxiliaire
TAM	Tampon d'Accès Matériel
TAS	Turboalternateur de secours
Td	Température de disponibilité du matériel
TE	Température Exceptionnelle
TEG	Système de Traitement des Effluents Gazeux
TEP	Système de Traitement des Effluents Primaires
TEPCO	Tokyo Electric Power Company - Compagnie japonaise de production d'électricité
TEU	Système de Traitement des Effluents Usés
TFA	Très Faiblement Actif
THE	Tuyauteries à Haute Energie
TLD	Température Longue Durée
Tnd	Température de non-détérioration
TOR	Tout Ou Rien
TP	Transformateur Principal

Tranche	Unité de production
TRICE	Toxique Radioactif Inflammable Corrosif Explosif
TS	Transformateur de Soutirage
TSD	Terme Source Débris
TTS	Tranche Tête de Série
U3	Procédure Ultime n°3 - Mise en place des moyens mobiles de secours des systèmes EAS et ISBP
U5	Procédure Ultime n°5 - Dépressurisation et filtration des rejets, utilisée en cas de montée lente en pression de l'enceinte après un accident avec fusion du cœur
VD2	Deuxième Visite Décennale
VD3-900	Troisième Visite Décennale des réacteurs de 900 MWe
VD4-900	Quatrième Visite Décennale des réacteurs de 900 MWe
VP	Visite Partielle
WANO	World Association of Nuclear Operators (Association mondiale des exploitants nucléaires)
WENRA	Western European Nuclear Regulators Association (Association des régulateurs nucléaires d'Europe occidentale)
ZII	Zones d'Inondation Interne

DOCUMENT

2

RAPPORT COMPORTANT LES CONCLUSIONS DU RÉEXAMEN PÉRIODIQUE (RCR) DU RÉACTEUR N°1

Enquête publique concernant le rapport du du 4e réexamen périodique

CENTRALE NUCLÉAIRE DU BLAYAIS - RÉACTEUR N°1

SOMMAIRE

INTRODUCTION 4

VOLET I – RISQUES 14

CHAPITRE 1 : CONFORMITE 16

SECTION 0 : RESORPTION DES ECARTS AYANT UN IMPACT SUR LA SURETE 18

SECTION 1 : EXAMEN DE CONFORMITE 23

SECTION 2 : PROGRAMME D'INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES (PIC) 38

SECTION 3 : TRAITEMENT DES EVENEMENTS SIGNIFICATIFS POUR LA SURETE (ESS) DE NIVEAU SUPERIEUR OU EGAL A 1 SUR L'ECHELLE INES ET DES EVENEMENTS SIGNIFICATIFS ENVIRONNEMENT (ESE) RELATIFS AU CONFINEMENT LIQUIDE 43

SECTION 4 : REVUE DE CONFORMITE DES SYSTÈMES 48

CHAPITRE 2 : REEVALUATION 62

SECTION 1 : ACCIDENTS SANS FUSION DU COEUR 64

SECTION 2 : AGRESSIONS 95

SECTION 3 : PISCINE COMBUSTIBLE 176

SECTION 4 : ACCIDENTS AVEC FUSION DU COEUR 190

SECTION 5 : RISQUES CONVENTIONNELS 210

SECTION 6 : ETUDES TRANSVERSES 216

SECTION 7 : CONTRIBUTION DU NOYAU DUR AUX OBJECTIFS DU REEXAMEN 229

VOLET II – INCONVENIENTS 258

CHAPITRE 1 : CONFORMITE 260

CHAPITRE 2 : REEVALUATION 311

VOLET III – POURSUITE DU FONCTIONNEMENT APRES 40 ANS 331

SECTION 1 : MAITRISE DU VIEILLISSEMENT ET DE L'OBSOLESCENCE 332

SECTION 2 : MAITRISE DE LA QUALIFICATION DES MQCA 348

CONCLUSION 361

ANNEXE 364

GLOSSAIRE 374

INTRODUCTION

La quatrième Visite Décennale de la tranche 1 du Centre Nucléaire de Production d'Electricité (CNPE) du Blayais a débuté le 31/07/2022 (découplage du réseau électrique). A la date d'émission du Rapport de Conclusions du Réexamen de la tranche 1 du CNPE du Blayais, la quatrième Visite Décennale est toujours en cours.

Dans le cadre du quatrième réexamen périodique des tranches du Palier CPY (900 MWe), le présent document constitue le Rapport de Conclusions du Réexamen de la tranche 1 du CNPE du Blayais. Il présente les conclusions du réexamen en regard des objectifs associés, ainsi qu'une synthèse des méthodes mises en œuvre et des principaux résultats pour chaque thème traité. Les thèmes qui y sont abordés sont présentés tout d'abord de manière générique pour l'ensemble des réacteurs du Palier CPY, puis déclinés pour la tranche 1 du CNPE du Blayais afin de mettre en avant les spécificités de cette tranche en regard du thème examiné et dresser le bilan d'intégration des modifications prévues pour ce thème.

Ainsi, chaque thème du réexamen est structuré de la manière suivante dans le Rapport de Conclusions du Réexamen :

- Partie générique Palier
- **Partie spécifique à la tranche**
  - Spécificités de la tranche : cette partie présente la déclinaison locale des études, notamment lorsque la tranche présente des spécificités vis-à-vis de l'état Palier.
  - Bilan de l'état de la tranche : bilan de l'intégration des modifications prévues ou présentation des résultats des contrôles réalisés.

Ce document couvre l'ensemble des intérêts protégés définis à l'article L.593-1 du code de l'environnement.

0 CONTEXTE

L'article L.591-1 du code de l'environnement définit la sûreté nucléaire comme *« l'ensemble des dispositions techniques et des mesures d'organisation relatives à la conception, à la construction, au fonctionnement, à l'arrêt et au démantèlement des INB, ainsi qu'au transport des substances radioactives, prises en vue de prévenir les accidents ou d'en limiter les effets ».*

Les articles L.593-18 et L.593-19 du code de l'environnement traitent des réexamens périodiques :

Article L593-18 : « L'exploitant d'une installation nucléaire de base procède périodiquement au réexamen de son installation en prenant en compte les meilleures pratiques internationales.

Ce réexamen doit permettre d'apprécier la situation de l'installation au regard des règles qui lui sont applicables et d'actualiser l'appréciation des risques ou inconvénients que l'installation présente pour les intérêts mentionnés à l'article L. 593-1, en tenant compte notamment de l'état de l'installation, de l'expérience acquise au cours de l'exploitation, de l'évolution des connaissances et des règles applicables aux installations similaires.

Ces réexamens ont lieu tous les dix ans. Toutefois, le décret d'autorisation peut fixer une périodicité différente si les particularités de l'installation le justifient. Pour les installations relevant de la directive 2009/71/Euratom du Conseil du 25 juin 2009 établissant un cadre communautaire pour la sûreté nucléaire des installations nucléaires, la fréquence des réexamens périodiques ne peut être inférieure à une fois tous les dix ans.

Le cas échéant, l'exploitant peut fournir sous la forme d'un rapport séparé les éléments dont il estime que la divulgation serait de nature à porter atteinte à l'un des intérêts visés à l'article L. 124-4. Sous cette réserve, le rapport de réexamen périodique est communicable à toute personne en application des articles L. 125-10 et L. 125-11. »

Article L593-19 : « L'exploitant adresse à l'Autorité de sûreté nucléaire et au ministre chargé de la sûreté nucléaire un rapport comportant les conclusions de l'examen prévu à l'article L. 593-18 et, le cas échéant, les dispositions qu'il envisage de prendre pour remédier aux anomalies constatées ou pour améliorer la protection des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1.

Après analyse du rapport, l'Autorité de sûreté nucléaire peut imposer de nouvelles prescriptions techniques. Elle communique au ministre chargé de la sûreté nucléaire son analyse du rapport, ainsi que les prescriptions qu'elle prend.

Les dispositions proposées par l'exploitant lors des réexamens au-delà de la trente-cinquième année de fonctionnement d'un réacteur électronucléaire sont soumises, après enquête publique, à la procédure d'autorisation par l'Autorité de sûreté nucléaire mentionnée à l'article L. 593-15, sans préjudice de l'autorisation mentionnée au II de l'article L. 593-14 en cas de modification substantielle. Les prescriptions de l'Autorité de sûreté nucléaire comprennent des dispositions relatives au suivi régulier du maintien dans le temps des équipements importants pour la protection des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1. Cinq ans après la remise du rapport de réexamen, l'exploitant remet un rapport intermédiaire sur l'état de ces équipements, au vu duquel l'Autorité de sûreté nucléaire complète éventuellement ses prescriptions.»

L'article R.593-62 du code de l'environnement précise que « *l'obligation de réexamen périodique est réputée satisfaite lorsque l'exploitant remet au ministre chargé de la sûreté nucléaire et à l'Autorité de Sûreté Nucléaire son rapport sur ce réexamen* ».

1 PRINCIPES DU REEXAMEN PERIODIQUE

Conformément à l'article L.593-18 du code de l'environnement, EDF réalise les réexamens périodiques de ses réacteurs **tous les dix ans** afin *« d'apprécier la situation de l'installation au regard des règles qui lui sont applicables et d'actualiser l'appréciation des risques ou inconvénients que l'installation présente pour les intérêts mentionnés à l'article L.593-1, en tenant compte notamment de l'état de l'installation, de l'expérience acquise au cours de l'exploitation, de l'évolution des connaissances et des règles applicables aux installations similaires* ».

La démarche de réexamen périodique repose ainsi sur la prise en compte :

- des enseignements tirés du retour d'expérience national et international,
- des résultats des études de Recherche et Développement (R&D) et des avancées permises par l'amélioration des connaissances et des technologies,
- des adaptations et évolutions nécessaires pour répondre à des objectifs plus ambitieux, visant à renforcer la maîtrise des **risques** et des **inconvénients**.

Les risques sont générés par le fonctionnement incidentel ou accidentel des installations et peuvent conduire à des conséquences radiologiques (rejet de produits radioactifs) ou à des conséquences non radiologiques (effets thermiques, effets toxiques, effets de surpression,…). Les inconvénients sont générés par le fonctionnement normal ou en mode dégradé des installations (prélèvements d'eau et rejets, bruit, vibrations,…).

Cette démarche est déclinée selon une approche proportionnée aux enjeux de sûreté nucléaire et de protection de l'environnement et à des conditions économiquement acceptables.

Le réexamen périodique traite donc à la fois des risques et des inconvénients, chacun de ces deux volets étant divisé en deux parties :

- **Vérification de la conformité** des installations aux règles applicables en entrée du réexamen pour les risques et **appréciation de la situation** des installations au regard des règles qui lui sont applicables pour les inconvénients.
- **Réévaluation** répondant à l'objectif d'améliorer autant que raisonnablement possible la protection des intérêts mentionnés à l'article L.593-1 du code de l'environnement.

Le quatrième réexamen périodique comporte un troisième volet relatif à la « *poursuite du fonctionnement après 40 ans* » qui couvre la maîtrise du vieillissement des matériels et le maintien de la qualification des matériels aux conditions accidentelles.

Le réexamen comporte une phase « générique » commune à l'ensemble des tranches du palier (CPY). Cette phase tire parti du caractère standardisé des réacteurs d'un même palier. Les études réalisées dans le cadre de la phase « générique » sont donc communes à tous les réacteurs du palier.

Vis-à-vis des risques et de la poursuite du fonctionnement après 40 ans, le processus de réexamen périodique a débuté par une phase d'orientation qui avait pour objectif de déterminer les différents thèmes à retenir. Pour le 4ème Réexamen Périodique du Palier 900 MWe (4ème RP 900), EDF a remis à l'ASN un Dossier d'Orientations du Réexamen (DOR) le 13 février 2014 qui décrit son programme de travail. Sur cette base, le Groupe Permanent d'experts pour les Réacteurs, saisi par l'ASN, a examiné le contenu du programme proposé par EDF concernant le volet risques lors des séances des 1er et 2 avril 2015, consacrées aux « Orientations du réexamen de sûreté associé aux quatrièmes visites décennales des réacteurs du Palier 900 MWe » (« GPO » dans la suite du document). Les orientations du réexamen ont également été instruites par le Groupe Permanent d'experts pour les équipements sous pression nucléaire (GP ESPN), saisi par l'ASN, tenu le 10 juin 2015. Dans le cadre de ces Groupes Permanents, EDF s'est engagée, via des actions, à compléter son programme de travail. A partir de ces actions et des échanges tenus lors de ces Groupes Permanents, l'ASN a formulé des demandes complémentaires le 20 avril 2016 après consultation du public.

Par la suite, plusieurs thématiques ont été instruites dont certaines ont donné lieu à des Groupes Permanents sur des thématiques spécifiques : maîtrise du vieillissement et de l'obsolescence, résistance mécanique des cuves, dossiers de référence réglementaires des équipements sous pression nucléaires, vieillissement et tenue en service des coudes moulés du circuit primaire principal, études probabilistes de sûreté, études d'accidents sans fusion du cœur, études d'accidents avec fusion du cœur et agressions.

Les 12 et 13 novembre 2020, le bilan de la phase générique du quatrième réexamen périodique des réacteurs du Palier 900 MWe a fait l'objet d'un examen par le Groupe Permanent Réacteurs.

Après consultation du public, l'Autorité de Sûreté Nucléaire a alors émis en février 2021 les prescriptions applicables aux réacteurs du Palier 900 MWe au vu des conclusions de la phase générique de leur quatrième réexamen (décision n° 2021-DC-0706), afin d'encadrer la poursuite du fonctionnement de ces réacteurs.

Le Rapport de Conclusions du Réexamen présente donc dans le volet risques les conclusions du quatrième réexamen périodique, et notamment le traitement des actions retenues par EDF à l'issue des réunions des Groupes Permanents relatives au cadrage du réexamen, les principaux enseignements de l'ensemble des instructions menées dans le cadre de la phase générique de ce réexamen et les prescriptions génériques.

En particulier, la prescription [GEN] demande qu'« *avant la remise du rapport de conclusion du réexamen, l'exploitant vérifie que l'état des connaissances sur lequel est fondée la phase générique du réexamen périodique reste pertinent au regard des évolutions des connaissances et du retour d'expérience. Dans le cas contraire, l'exploitant présente dans ce rapport les dispositions qu'il a prises ou qu'il prévoit pour intégrer ces évolutions* ». Le Rapport de Conclusions du Réexamen (RCR) d'un réacteur Tête de Série (TTS), Tricastin 1 pour le Palier CPY, constitue la référence en sortie de la phase générique du 4ème RP 900 : les parties génériques de ce RCR intègrent les évolutions des connaissances et le retour d'expérience pris en compte dans le cadre du réexamen. Par la suite, dans le cadre de la rédaction des RCR des réacteurs suivants, les parties génériques sont mises à jour autant que de besoin pour intégrer les évolutions des connaissances et le retour d'expérience notables. Ces parties génériques actualisées sont déclinées dans les parties spécifiques. Cette actualisation du contenu des RCR pour les tranches post-TTS répond à la prescription [GEN].

Le présent rapport traite aussi des inconvénients, tels que définis l'alinéa I de l'article 4.1 de l'arrêté du 7 février 2012 modifié fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base : « Les inconvénients [...] incluent, d'une part, les impacts occasionnés par l'installation sur la santé et l'environnement du fait des prélèvements d'eau et rejets, et, d'autre part, les nuisances qu'elle peut engendrer, notamment par la dispersion de micro-organismes pathogènes, les bruits et vibrations, les odeurs ou l'envol de poussières. ». Il couvre le fonctionnement normal et le fonctionnement en mode dégradé des installations, tels qu'ils sont définis à l'article 1.3 de l'arrêté du 7 février 2012 modifié fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base, en cohérence avec le champ de l'étude d'impact. La gestion des déchets est également retenue par EDF comme relevant du volet inconvénients car elle est liée au fonctionnement normal des installations.

En application des articles 1.3.1, 3.3.6 et 4.4.5 de la décision n° 2013-DC-0360 de l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) du 16 juillet 2013, relative à la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement des installations nucléaires de base, homologuée par l'arrêté du 9 août 2013, modifiée par la décision n° 2016-DC-0569 de l'ASN du 29 septembre 2016 homologuée par l'arrêté du 5 décembre 2016, les analyses suivantes peuvent être communes à plusieurs installations présentes sur un même site, et leurs résultats peuvent être présentés dans le RCR de l'installation de référence du site :

- une analyse des performances des moyens de prévention et réduction des impacts et nuisances engendrés par l'installation nucléaire de base au regard de l'efficacité des meilleures techniques disponibles,
- une analyse de l'état chimique et radiologique de l'environnement portant sur l'installation et son voisinage, proportionnée à l'activité et aux enjeux,

- une mesure des niveaux d'émission sonore de l'établissement.

Pour le Centre Nucléaire de Production d'Electricité (CNPE) du Blayais, la tranche 1 (INB n° 86) est l'installation de référence.

2 OBJECTIFS DEFINIS PAR EDF POUR LE QUATRIEME REEXAMEN PERIODIQUE DU PALIER 900 MWE

Dans le cadre de l'amélioration de la protection des intérêts dont bénéficie le Parc nucléaire depuis sa mise en service, EDF a retenu comme orientation générale de sûreté nucléaire du 4ème Réexamen Périodique du Palier 900 MWe (4ème RP 900) de tendre vers les objectifs de sûreté nucléaire fixés pour les réacteurs de 3ème génération dont le réacteur de référence EDF est l'EPR de Flamanville 3.

2.1 OBJECTIFS

Le processus d'amélioration de la protection des intérêts avec son orientation générale « *sûreté nucléaire* » se traduit par les objectifs suivants :

2.1.1 Objectifs du volet risques du 4ème RP 900 :

a. Vérifier la conformité des installations au regard des règles qui lui sont applicables

La conception initiale des réacteurs a été menée sur la base d'une démarche prudente comportant des marges importantes à la conception. Tout au long de l'exploitation de ses réacteurs, EDF s'est organisée en architecte ensemblier afin de préserver les fondements sûreté de la conception initiale et prendre les décisions d'évolutions sur les installations et leur exploitation en ayant appréhendé et traité les impacts de ces changements sur la sûreté.

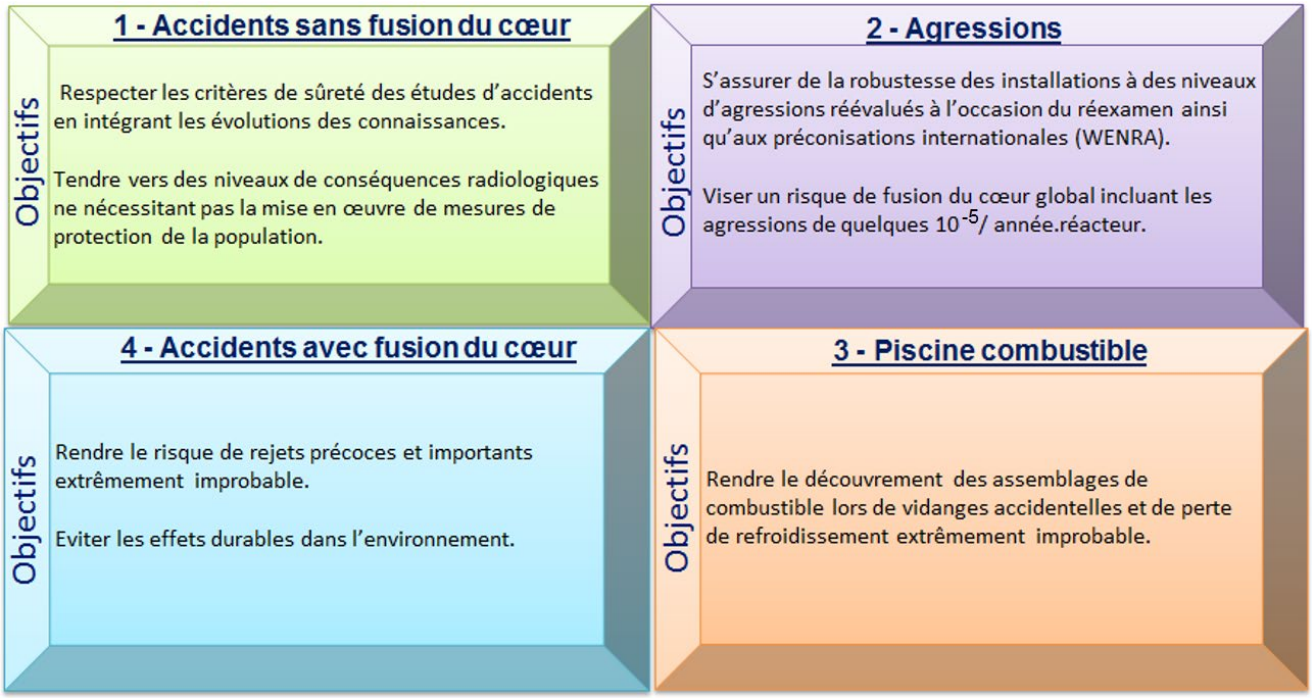
Au-delà du processus continu de traitement des écarts qui sont identifiés au cours du fonctionnement de l'installation, EDF met en œuvre, à l'occasion des réexamens périodiques, d'importants moyens de vérification de la conformité des installations avec pour objectif de garantir la conformité des tranches au référentiel des exigences applicables.

La démarche de vérification de la conformité des installations mise en œuvre dans le cadre du 4ème RP 900 repose sur :

- la résorption des écarts ayant un impact sur la sûreté, en réponse à la prescription [CONF-A] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900,
- l'examen de conformité des tranches aux exigences du 3ème RP 900, qui complète les dispositions d'exploitation et de maintenance existantes (essais périodiques, programmes de maintenance) par la réalisation de contrôles *in-situ* et/ou documentaires,
- le PIC, Programme d'Investigations Complémentaires, dont l'objectif est de conforter les hypothèses sur l'absence de dégradations en service dans des zones non couvertes par les programmes de maintenance,
- le traitement des Evènements Significatifs pour la Sûreté de niveau supérieur ou égal à 1 sur l'échelle INES et des Evènements Significatifs pour l'Environnement relatifs au confinement liquide,
- un programme de revues de conformité de systèmes contribuant à la protection des intérêts contre les risques (systèmes comprenant des EIPS).

b. Décliner les objectifs de réévaluation de sûreté

Ces objectifs sont déclinés de la manière suivante :



Suite à l'accident survenu sur la centrale de Fukushima-Daiichi le 11 mars 2011, les dispositions dites « *Noyau Dur* » déployées par EDF en réponse aux prescriptions prises par l'ASN suite à cet accident contribuent à la réponse aux objectifs du 4ème RP 900 (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 7).

En complément, pour couvrir les risques non radiologiques liés à un accident, le réexamen comporte également l'évaluation des conséquences de ces risques et la justification de leur acceptabilité.

2.1.2 Objectifs du volet inconvénients du 4ème RP 900 :

La première partie du réexamen périodique des inconvénients permet *« d'apprécier la situation de l'installation au regard des règles qui lui sont applicables »*. Cette appréciation se base sur l'organisation du CNPE pour la maîtrise des inconvénients que l'installation présente vis-à-vis des intérêts protégés et pour la maîtrise de la conformité aux règles applicables, et sur le bilan de l'expérience acquise.

La deuxième partie du réexamen périodique des inconvénients vise à « *actualiser l'appréciation des […] inconvénients que l'installation présente pour les intérêts mentionnés à l'article L. 593-1* » et se fonde sur les éléments suivants :

- l'analyse des performances des moyens de prévention et réduction des impacts et nuisances engendrés par le CNPE au regard de l'efficacité des meilleures techniques disponibles ;
- l'analyse de l'état chimique et radiologique de l'environnement au voisinage du site, et sur le CNPE (état des sols) ;
- les éléments permettant le réexamen des limites de rejet des substances mentionnées dans le tableau annexé à l'article R. 211-11-1 du code de l'environnement ;
- le bilan des études menées, l'état des études restant à conduire et l'échéancier prévisionnel du reconditionnement des déchets ;

- les éléments permettant le réexamen des prescriptions associées au contrôle permanent de la radioactivité ou au doublement des chaînes de mesure ;
- la mesure des niveaux d'émission sonore du site.

2.1.3 Objectifs du volet poursuite du fonctionnement après 40 ans du 4ème RP 900 :

Le 4ème RP 900 prévoit un important programme de travail relatif au vieillissement des matériels dans le cadre de la poursuite du fonctionnement des installations après 40 ans. L'approche repose sur :

- La maîtrise du vieillissement comprenant l'établissement et la mise en œuvre d'une démarche générale, le bilan des principaux acquis, le programme d'acquisitions de connaissances à mener, ainsi que les dossiers à constituer et les conséquences à en tirer vis-à-vis du vieillissement et du traitement de l'obsolescence ;
- Le maintien de la qualification des matériels aux conditions accidentelles, avec le traitement de la question de l'extension de la durée de qualification après 40 ans.

2.1.4 Analyse transverse :

Compte tenu du volume important d'évolutions introduites à l'occasion du 4ème RP 900, une démarche d'analyse transverse des interactions des modifications est menée concernant :

- le personnel : une analyse est mise en œuvre pour appréhender les impacts Socio-Organisationnels et Humains du programme du 4ème RP 900 sur les sites (analyse SOH) ;
- l'installation : une analyse relative à l'exhaustivité des essais de requalification de l'installation après intégration des modifications est menée.

2.2 DISPOSITIONS PRISES PAR L'EXPLOITANT POUR REPONDRE AUX OBJECTIFS DU REEXAMEN

Le code de l'environnement prévoit que, lorsque le réexamen périodique est réalisé au-delà de la 35ème année de fonctionnement d'un réacteur, les dispositions envisagées par l'exploitant dans son rapport de conclusion de réexamen (RCR), pour remédier aux éventuelles anomalies constatées ou pour améliorer la protection des intérêts, sont soumises à la procédure d'autorisation de l'ASN, après réalisation d'une enquête publique.

Ces dispositions correspondent à l'ensemble des réponses qu'EDF apporte aux objectifs du réexamen. Une disposition est constituée des études et modifications concourant à la réponse à un objectif. Elle recouvre un ensemble cohérent de modifications élémentaires diverses, notables et non notables, matérielles, intellectuelles ou organisationnelles, réalisées dans le cadre du réexamen, en amont et en aval du dépôt du RCR.

Ces dispositions sont notamment valorisées dans la démonstration de sûreté en cohérence avec le rapport de sûreté (RDS) et les règles générales d'exploitation (RGE) du réacteur concerné.

Les réponses d'EDF aux objectifs fixés à l'occasion du 4ème RP 900 s'appuient sur une reprise de l' ensemble des études issues du 3ème RP 900 et sur les modifications réalisées depuis le 3ème RP 900.

Conformément à la lettre ASN CODEP-DCN-2021-009580 du 23/02/2021 relative à la « Position de l'ASN sur la phase générique du quatrième réexamen périodique », EDF déploiera sur les réacteurs 900 MWe l'ensemble des dispositions associées au 4ème RP 900 au plus tard six ans après l'émission du RCR, pour les réacteurs dont le début d'arrêt pour leur 4ème Visite Décennale (VD4) est antérieur à la date du 31/12/2021, et au plus tard cinq ans après l'émission du RCR pour les autres réacteurs.

Le programme industriel d'EDF se décline selon trois phases de réalisation de travaux sur ses installations, compte tenu de l'ampleur des travaux et des impacts induits pour les hommes et les organisations en place sur les sites nucléaires :

- La Phase A correspondant aux modifications déployées avant (Tranche En Marche) ou durant les arrêts de type Visite Décennale, dont la durée permet le déploiement des modifications matérielles avec des travaux d'ampleur ainsi que les modifications des RGE associées ;
- La Phase B permet de compléter le déploiement des modifications matérielles et intellectuelles. Le déploiement de ces modifications est prévu au plus tard 5 ans après la remise du Rapport de Conclusions du Réexamen (le 28 décembre 2027 pour Blayais 1).
- La phase « Compléments » permet le déploiement de certaines modifications issues des retombées de l'instruction du quatrième réexamen périodique par l'Autorité de Sûreté Nucléaire qui, compte tenu de leur nature (comme par exemple la nécessité de qualifier un nouveau matériel à des conditions ambiantes très sévères) nécessitent un délai de préparation d'environ 5 ans. Pour les réacteurs dont le début d'arrêt VD4 est antérieur à la date du 31/12/2021, le déploiement de ces modifications est prévu au plus tard 6 ans après la remise du Rapport de Conclusions du Réexamen. Pour les autres réacteurs, le déploiement de ces modifications est prévu au plus tard 5 ans après la remise du Rapport de Conclusions du Réexamen (le 28 décembre 2027 pour Blayais 1).

Dans la suite du document, les paragraphes « Bilan de l'état de la tranche » donnent les informations relatives au déploiement des modifications citées dans le RCR. Si la modification n'est pas encore déployée sur la tranche, l'échéance de déploiement prévisionnelle est indiquée sous la forme du phasage (« Phase B » ou phase « Compléments ») ou d'une échéance spécifique dans certains cas. Ce calendrier de déploiement constitue la vision à date d'émission du présent rapport, il est toutefois susceptible d'évoluer en cas d'évolution des plannings prévisionnels d'arrêt pour renouvellement du combustible pour assurer la sécurité du réseau électrique français ou bien en cas d'aléa (dans le respect de l'échéance RCR + 5 ans / RCR + 6 ans selon les réacteurs). Il repose notamment sur la capacité d'EDF à déployer ces modifications en toute sûreté, en assurant les meilleurs conditions de sécurité des intervenants pendant les travaux, et en prenant en compte la capacité des fournisseurs à réaliser l'ensemble des opérations de manière cumulée sur l'ensemble des INB du Palier 900 MWe passant leur 4ème Visite Décennale.

3 PRISE EN COMPTE DES ENSEIGNEMENTS DE L'ACCIDENT DE FUKUSHIMA

Le 11 mars 2011 s'est produit un séisme à l'est du Japon de magnitude 9. Ce séisme a touché le site électronucléaire de Fukushima-Daiichi composé de 6 réacteurs à eau bouillante et exploité par la Compagnie d'Electricité de Tokyo (TEPCO). Le 4ème réacteur était à l'arrêt et déchargé. Les réacteurs se sont arrêtés automatiquement, suite au séisme.

Le séisme a par ailleurs entrainé la perte totale du réseau électrique et les générateurs électriques et systèmes de secours ont démarré. Une quarantaine de minutes plus tard, le site a été touché par un tsunami consécutif au séisme. La première vague (4 à 5 mètres) a été arrêtée par la digue, celle-ci assurant une protection d'une hauteur maximale de 5,5 mètres. Puis une deuxième vague beaucoup plus importante (14 à 15 mètres) est passée au-dessus de la digue et a submergé le site conduisant à la perte totale de toute alimentation électrique sur site ainsi qu'à la perte du contrôle commande et de la source froide. Le site est alors entré en situation de perte totale de la source froide (H1) et des sources électriques (H3) de site.

Les cœurs des réacteurs des tranches 1 à 3 n'étant plus refroidis, le combustible a fondu en cuve pour ensuite se relocaliser sur le radier. Le combustible stocké en piscine du réacteur n° 4 n'a pas subi de découvrement et est resté intègre.

Il est à noter que les tranches 5 et 6 construites sur une plateforme plus haute, ont été affectées dans une moindre mesure et n'ont pas subi de fusion du cœur.

L'accident a conduit à la libération de radionucléides dans l'atmosphère. La mise à l'abri et l'évacuation de la population a concerné une vaste zone autour de la centrale ; des restrictions dans la distribution et la consommation d'aliments et d'eau de boisson ont été imposées.

L'intervention sur le site a été rendue difficile du fait des dégâts causés par le séisme et le tsunami ainsi que les conditions radiologiques consécutives à l'accident.

Prescriptions ASN faisant suite à l'accident de la centrale de Fukushima-Daiichi

Faisant suite à l'accident de la centrale de Fukushima Daiichi de mars 2011, EDF a mené, à la demande de l'ASN, des évaluations complémentaires de sûreté (ECS) de ses centrales qui ont montré la bonne robustesse des réacteurs grâce à une conception initiale prudente, comportant des marges, et une réévaluation régulière de la sûreté nucléaire des installations dans le cadre des réexamens périodiques.

Par la suite, l'ASN a émis pour chaque installation deux jeux de prescriptions techniques (PT-ASN) en juin 2012 puis janvier 2014 prescrivant à EDF la mise en place d'un « *Noyau Dur* » de dispositions matérielles et organisationnelles dont l'objectif est de prévenir un accident avec fusion du combustible afin de limiter les rejets radioactifs massifs et les effets durables dans l'environnement dans des situations Noyau Dur potentiellement consécutives à une agression naturelle externe Noyau Dur (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 7).

Prescriptions ASN (PT-ASN) de juin 2012

Ce premier jeu de PT-ASN prescrit à EDF la mise en place d'un « *Noyau Dur de dispositions matérielles et organisationnelles* […] *Pour ce Noyau Dur, l'exploitant met en place des SSC indépendants et diversifiés par rapport aux SSC existants afin de limiter les risques de mode commun. L'exploitant justifie le cas échéant le recours à des SSC non diversifiés ou existants* ».

Prescriptions ASN (PT-ASN) de janvier 2014

Ce deuxième jeu de prescriptions spécifie *que* « *pour limiter les rejets radioactifs massifs en situations Noyau Dur, le Noyau Dur permet l'isolement de l'enceinte de confinement et la prévention des situations de bipasse de la troisième barrière. Le Noyau Dur vise à préserver l'intégrité de cette barrière sans ouverture du dispositif d'éventage de l'enceinte de confinement », « les dispositions Noyau Dur prennent en compte les cas de fusion totale du cœur et de percement de la cuve ».* La mise en place le Noyau Dur permet de s'assurer de l'absence d' « *effet falaise* » avec des niveaux d'agressions très au-delà des référentiels de sûreté en vigueur sur les installations d'EDF, ce qui rejoint l'ambition de la poursuite du fonctionnement des tranches de tendre vers l'objectif de sûreté des réacteurs de 3ème génération (type EPR de Flamanville 3) dans le domaine des accidents avec fusion du cœur.

Programme industriel

En réponse aux PT-ASN de 2012 puis de 2014, EDF a bâti un programme industriel, comportant deux volets :

- Volet 1 : Les dispositions constituant la réponse d'EDF aux enseignements Post-Fukushima, selon l'analyse menée dans les Rapports d'Evaluations Complémentaires de Sûreté (RECS) et les prescriptions ASN de 2012, dont le déploiement est prévu en deux phases successives et complémentaires :
    - Une première phase « *réactive* » court terme terminée en 2015 ;
    - Une seconde phase « *moyens pérennes* » moyen terme jusqu'à l'horizon « *10 ans après l'accident de Fukushima* ».
- Volet 2 : Le déploiement d'un Noyau Dur répondant aux prescriptions ASN de 2014 et qui concourt à répondre aux objectifs d'EDF de tendre vers les objectifs des réacteurs de 3ème génération (type EPR de Flamanville 3), dans le cadre de la poursuite du fonctionnement associée au 4ème Réexamen Périodique (RP) du Palier 900 MWe.

Pour les réacteurs de 900 MWe, les dispositions de ce volet 2 dites « *Noyau Dur* » sont déployées par EDF de manière concomitante au 4ème RP 900 et font l'objet d'une intégration à ce présent rapport car elles contribuent

à la réponse aux objectifs du réexamen.

VOLET I – RISQUES

SOMMAIRE DU VOLET I

CHAPITRE 1 : CONFORMITE

SECTION 0 : RESORPTION DES ECARTS AYANT UN IMPACT SUR LA SURETE
SECTION 1 : EXAMEN DE CONFORMITE
SECTION 2 : PROGRAMME D'INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES (PIC)
SECTION 3 : TRAITEMENT DES EVENEMENTS SIGNIFICATIFS POUR LA SURETE (ESS) DE NIVEAU SUPERIEUR OU EGAL A 1 SUR L'ECHELLE INES ET DES EVENEMENTS SIGNIFICATIFS ENVIRONNEMENT (ESE) RELATIFS AU CONFINEMENT LIQUIDE
SECTION 4 : REVUE DE CONFORMITE DES SYSTÈMES

CHAPITRE 2 : REEVALUATION

SECTION 1 : ACCIDENTS SANS FUSION DU COEUR
SECTION 2 : AGRESSIONS
SECTION 3 : PISCINE COMBUSTIBLE
SECTION 4 : ACCIDENTS AVEC FUSION DU COEUR
SECTION 5 : RISQUES CONVENTIONNELS
SECTION 6 : ETUDES TRANSVERSES
SECTION 7 : CONTRIBUTION DU NOYAU DUR AUX OBJECTIFS DU REEXAMEN

CHAPITRE 1 : CONFORMITE

SOMMAIRE DU CHAPITRE 1

SECTION 0 : RESORPTION DES ECARTS AYANT UN IMPACT SUR LA SURETE
SECTION 1 : EXAMEN DE CONFORMITE
SECTION 2 : PROGRAMME D'INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES (PIC)
SECTION 3 : TRAITEMENT DES EVENEMENTS SIGNIFICATIFS POUR LA SURETE (ESS) DE NIVEAU SUPERIEUR OU EGAL A 1 SUR L'ECHELLE INES ET DES EVENEMENTS SIGNIFICATIFS ENVIRONNEMENT (ESE) RELATIFS AU CONFINEMENT LIQUIDE
SECTION 4 : REVUE DE CONFORMITE DES SYSTÈMES

SECTION 0 : RESORPTION DES ECARTS AYANT UN IMPACT SUR LA SURETE

0. RESORPTION DES ECARTS AYANT UN IMPACT SUR LA SURETE 20
0.1. OBJECTIF 20
0.2. REPONSE 20
0.3. CONCLUSION 22

0. RESORPTION DES ECARTS AYANT UN IMPACT SUR LA SURETE

0.1. OBJECTIF

En application de la prescription [CONF-A] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900, « *Sans préjudice des dispositions de la section 6 du titre II de l'arrêté du 7 février 2012 susvisé, l'exploitant résorbe, au plus tard lors de la visite décennale précédant la remise du rapport de conclusion du réexamen, les écarts ayant un impact sur la sûreté qui auront été identifiés préalablement à celle-ci. En cas de difficulté particulière, l'exploitant justifie, dans le dossier accompagnant la demande d'accord mentionnée à l'article 2.4.1 de l'annexe à la décision du 15 juillet 2014 susvisée, le report de la résorption de ces écarts au-delà de la visite décennale et le calendrier associé. Pour les écarts détectés au cours de cette visite décennale qui n'ont pas pu être corrigés lors de celle-ci, l'exploitant justifie le calendrier de leur résorption dans le cadre du dossier mentionné au premier alinéa.* »

Dans le référentiel de gestion des écarts d'EDF, un constat est une anomalie matérielle susceptible de remettre en cause le respect d'une exigence définie d'un Equipement Important pour la Protection des intérêts (EIP). Il fait l'objet de l'ouverture et de la gestion d'un « Plan d'Action ConSTAt » (PA CSTA) par le CNPE dans son système d'information numérique.

Tous les PA CSTA font l'objet d'une analyse. Si l'analyse de ce constat conclut au non-respect d'une exigence définie d'un EIP, il s'agit alors d'un écart au sens de l'arrêté du 7 février 2012 modifié fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base et l'attribut « écart » est affecté au PA CSTA dans le système d'information numérique du CNPE.

Chaque CNPE assure la gestion de l'ensemble de ses PA CSTA de manière à résorber tous les PA CSTA ayant un impact sur la sûreté avant la divergence faisant suite à l'arrêt pour réaliser la Visite Décennale. En cas de difficulté particulière pour traiter un écart ayant un impact sur la sûreté, chaque CNPE justifie, au cas par cas l'acceptabilité de la situation en proposant si besoin des mesures compensatoires et en s'engageant sur une date de résorption.

Ces éléments sont formalisés dans le dossier accompagnant la demande d'accord pour divergence mentionnée à l'article 2.4.1 de l'annexe 2014-DC-0444 à la décision du 15 juillet 2014, soumise à approbation de l'ASN.

La réponse ci-dessous présente les conclusions de l'analyse réalisée conformément à la prescription [CONF-A].

0.2. REPONSE

Tous les PA CSTA (regroupant les constats et les écarts) concernant la tranche n°1 du CNPE du Blayais ainsi que ceux concernant les communs des tranches n° 1 et 2 « Tranche 9 » ou site « Tranche 0 » ont fait l'objet d'un pilotage particulier lors de cette Visite Décennale dans le cadre de la démarche mise en place pour respecter la prescription [CONF-A].

Les PA CSTA ont été analysés avec les métiers de maintenance en amont de l'arrêt et pendant l'arrêt pour, d'une part, contrôler le respect des objectifs de traitement des PA CSTA définis en amont de l'arrêt, et d'autre part, garantir le traitement des constats émis au cours de l'arrêt. Un suivi hebdomadaire des PA CSTA est réalisé pendant l'arrêt et des analyses sont faites avant chaque changement d'état, une revue spécifique sera réalisée en amont de l'établissement du dossier de de demande d'accord pour divergence.

A l'issue de cette démarche, l'ensemble des écarts ayant un impact sur la sûreté identifiés avant le début de l'arrêt ou détectés au cours de l'arrêt VD4 du réacteur n°1 sera traité à l'exception des 10 écarts suivants, à ce jour:

- L'écart concernant une sous-évaluation du risque de criticité par dilution dans les états d'arrêt de tranche. La modification PNPP1797 sur l'ajout d'un boremètre sur la décharge du système de contrôle chimique et volumétrique (RCV) a été réalisée sur la tranche n°1. Sa valorisation prévue initialement avant fin 2022, est provisoirement suspendue pour réaliser des investigations complémentaires. Dans l'attente, les dispositions compensatoires déjà mises en œuvre à l'état VD3 sont reconduites à l'état VD4 et permettent d'assurer la maîtrise des transitoires incidentels de dilution homogène dans les états d'arrêt.

- L'écart concernant une anomalie de fabrication de combustible de type MOX (Mixed OXide fuel) et la prise en compte du phénomène de remontée de flux en extrémité de colonne fissile. Le traitement de cette anomalie passe par une modification de la conception des assemblages de combustible de type MOX avec l'insertion de cale en hafnium en haut et en bas de la colonne fissile contenue dans le crayon. Cet écart sera clôturé lorsque l'ensemble des assemblages de combustible de type MOX présent dans le cœur auront été remplacés par des assemblages bénéficiant de cette modification. La faible nocivité de cette situation est justifiée dans le dossier spécifique d'évaluation de la sureté de la recharge pour chaque campagne et par la mise en place de dispositions compensatoires (adaptation de la protection contre les surpuissances et de la position extraite maximale des grappes de contrôle).

- L'écart concernant la non réouverture de la ligne de retour des joints n°1 des GMPP (Groupes Moto-Pompes Primaires) en situation H3 avec perte de l'IJPP (Injection aux Joints des Pompes Primaires). Le traitement de cet écart consiste à réaliser une modification matérielle dont les études de réalisation sont en cours. Compte tenu des contraintes industrielles, cet écart n'a pas pu être résorbé avant la divergence de la tranche n°1. Le déploiement de la modification PNPE1389 sera réalisé dans le cadre d'une programmation spécifique avec une intégration sur la tranche n°1 lors de la Visite Partielle programmée en 2024. Cette situation est acceptable dans la mesure où la nocivité de cet écart reste très limitée en sortie d'arrêt VD4 900.

- L'anomalie d'étude concernant l'incomplétude de la recherche de scénario pénalisant en phase moyen terme de l'accident d'éjection de grappe de catégorie 4. Les études de caractérisation ont montré qu'avec une démarche de caractérisation réaliste, le respect des critères de sûreté est vérifié et démontre l'absence de nocivité de cet écart. L'absence de nocivité de cet écart est apportée pour chaque cycle via une analyse démontrant le respect des critères de sûreté et jointe au dossier spécifique d'évaluation de la sureté de la recharge.

- L'écart concernant la présence de liaisons électriques internes coudées non couvertes par le dossier de qualification des moteurs des pompes de refroidissement du réacteur à l'arrêt (RRA) du Palier CPY. Le traitement définitif de cet écart passe par le remplacement des moteurs de pompes RRA et sera réalisé à partir de 2024 et au plus tard en 2030. Dans l'attente de ce traitement définitif, des dispositions complémentaires sont mises en place, dont le contrôle des caractéristiques diélectriques et d'isolement à chaque arrêt pour rechargement. Ces contrôles réalisés sur les deux moteurs des pompes RRA de la tranche n°1 sont conformes.

- L'anomalie d'étude concernant la couverture partielle de la justification de la maîtrise de la réactivité durant la phase de conduite post-accidentelle pour certains transitoires. L'analyse réalisée conclut à l'absence de nocivité en condition réaliste. Le traitement définitif nécessite des reprises d'études, les évolutions documentaires nécessaires vont être déterminées en 2022 et mises en œuvre d'ici mi-2024.

- L'écart concernant la mise en œuvre des contrôles des Programmes de Base de Maintenance Préventive (PBMP) sur les ancrages de matériels EIPS. Les défauts restant potentiellement à traiter n'auront pas de conséquences sur la sûreté de l'installation, notamment par la mise en place de

mesures compensatoires et seront traités au plus tard 6 mois après la Visite Décennale de la tranche n°1.

- L'anomalie d'étude relative à la non-prise en compte du dossier d'amendement aux RGE « simplification du niveau cuve » dans les études RTGV de catégorie 3. Les études ont montré le respect des critères de sûreté avec une démarche réaliste et démontrent l'absence de nocivité de cet écart. La solution définitive de traitement est en cours d'élaboration et sera définie d'ici fin 2022. Pour le palier 900 MWe il est envisagé d'apporter une démonstration d'absence de passage à saturation au cours de la phase de refroidissement rapide, dans la conduite d'une RTGV de catégorie 3.

- L'anomalie d'étude concernant la décroissance lente du débit primaire valorisée dans les études RTV4. Les reprises d'étude récentes ont montré l'importance du temps de décroissance du débit primaire qui n'avait pas été initialement retenu comme dimensionnant. L'analyse a posteriori des durées de décroissance de débit primaire confirme un temps de décroissance suffisant. Le traitement de cette anomalie est à l'étude et pourrait conduire à un contrôle régulier de ce critère d'ici janvier 2027.

- L'écart concernant la tenue sismique des capteurs de pression RRI 005 à 008 SP. L'analyse selon des conditions réalistes montre le maintien fonctionnel de la file RRI initialement en service ce qui permet de conclure à l'absence de nocivité de cet écart. La programmation de la modification matérielle permettant le traitement définitif de l'écart n'est pas à ce jour définie ; la modification sera déployée après la VD4 de la tranche n°1.

0.3. CONCLUSION

En fin d'arrêt VD, tous les écarts ayant un impact sur la sûreté identifiés avant le début de l'arrêt VD ou découverts pendant l'arrêt VD auront été traités à l'exception des 10 écarts cités ci-dessus. L'analyse de l'ensemble des PA CSTA est présentée à l'ASN dans le dossier de présentation d'arrêt de la tranche n°1 du CNPE du Blayais pour sa quatrième Visite Décennale. Les dispositions prises permettent de respecter la prescription [CONF-A] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900.

SECTION 1 : EXAMEN DE CONFORMITE

1. EXAMEN DE CONFORMITE 25
1.1. OBJECTIF 25
1.2. REPONSE 25
1.2.1. RISQUES RADIOLOGIQUES 25
1.2.2. RISQUES NON RADIOLOGIQUES 33
1.2.2.1. Maîtrise de la conformité réglementaire 33
1.2.2.2. Conformité aux exigences définies afférentes aux EIPR 34
1.2.2.3. Examens complémentaires menés sur les ouvrages enterrés 35
1.3. CONCLUSION 37

1. EXAMEN DE CONFORMITE

1.1. OBJECTIF

Les premiers examens de conformité ont été menés à l'occasion du 2ème réexamen périodique du Palier 900 MWe au travers de la réalisation d'ECOT (Examen de Conformité de Tranche). Cette démarche a été reconduite dans le cadre des réexamens périodiques des Paliers 1300 MWe (2ème RP 1300) et 1450 MWe dit « N4 » (1er RP N4) et plus récemment au cours des 3ème RP 900, 3ème RP 1300 et 2ème RP N4.

L'ECOT est un processus complémentaire par rapport aux dispositions d'exploitation courantes telles que les Essais Périodiques (EP), les Programmes de Base de Maintenance Préventive (PBMP) ou les Essais de Requalification (ER) après intervention de maintenance.

Pour le 4ème réexamen périodique du palier 900 MWe, cet examen de conformité s'articule autour de :

- l'examen relatif aux risques radiologiques à travers la mise en œuvre de contrôles au titre des ECOT,
- l'examen relatif aux risques non radiologiques à travers une analyse de la conformité au textes réglementaires applicables et d'examens complémentaires.

L'objectif de l'examen de conformité consiste à évaluer la conformité de l'installation au référentiel applicable en entrée de réexamen.

1.2. REPONSE

1.2.1. Risques radiologiques

Partie générique Palier

Le programme d'un ECOT est constitué à partir du retour d'expérience des programmes des examens de conformité précédents (tous Paliers), sous l'angle de :

- L'analyse des évolutions des référentiels depuis le dernier ECOT sur le Palier concerné ;
- L'examen des écarts de conformité génériques et des événements significatifs à caractère générique. La récurrence d'écarts de même nature sur un même type d'équipement est un critère de sélection pour inscrire le thème dans l'ECOT ;
- L'examen des études d'ingénierie nationale (Affaires Parc et Affaires d'Ingénierie) lancées par EDF. Ces affaires ont été mises en place pour traiter des problématiques complexes, certaines peuvent disposer de leur propre examen de conformité, pour d'autres, en fonction du retour d'expérience sur le domaine traité, l'intérêt de faire des contrôles de conformité dans le cadre de l'ECOT est examiné.

Il est complété avec la prise en compte des demandes ASN suite au Groupe Permanent « Orientations génériques du 4ème RP 900 ».

La vérification de la conformité des tranches à l'état de référence en entrée de réexamen s'effectue sur site à partir :

- de contrôles *in situ* réalisés par l'exploitant avant et lors de l'arrêt de la Visite Décennale concernée,
- d'un examen de la documentation d'exploitation, des programmes de contrôles ou d'essais, de modes opératoires et de consignes ainsi que des plans et schémas associés.

En cas de détection d'un constat, une caractérisation est effectuée et peut conduire à l'identification ou non d'un non-respect d'une exigence définie d'un élément important pour la protection des intérêts (EIP), ce qui constitue un écart au sens de l'arrêté du 7 février 2012 modifié fixant les règles générales applicables aux installations nucléaires de base.

Le tableau ci-dessous présente un bilan des thèmes retenus dans le programme de travail de l'ECOT 4ème RP 900, le contexte ainsi que le contenu du programme pour chacun des thèmes.

N°	Thème	Volet	Contenu
1	**Génie Civil**	Risques faiblement radiologiques et non radiologiques	Les EIPr sont constitués des rétentions et puisards ultimes présents sur l'ensemble des ouvrages. Ces ouvrages ultimes sont ceux qui présentent une face directement en contact avec l'environnement et pour lesquels un défaut d'étanchéité pourrait conduire à un contournement direct du confinement et à un rejet dans l'environnement sans possibilité de collecte complémentaire. L'état de ces EIPR est régulièrement contrôlé au travers de l'application des PBMP Génie Civil (GC). Ainsi, le périmètre des contrôles pour l'ECOT 4ème RP 900 consiste à dresser un état d'application des PBMP au regard de ces EIPR, le bilan des défauts constatés et les remises en état réalisées, le cas échéant.
			En cohérence avec l'ECOT 3ème RP 1300, il est retenu de réaliser un examen de conformité des Bâtiments des Auxiliaires de Conditionnement (BAC), basé sur le bilan d'application du PBMP GC.
			Il a été retenu de réaliser un examen de conformité des galeries et tuyauteries de type BONNA du circuit SEC. Cet examen s'appuie sur les résultats PBMP.
2	**Matériels identifiés EIPI**	Inconvénients	Contrôle du bon fonctionnement des équipements sur la base des relevés d'essais périodiques, contrôle documentaire des listes d'équipements et de la documentation d'exploitation associée.
3	**Qualification des matériels aux conditions accidentelles (EIPS)**	Risques radiologiques (thème accidents)	Contrôle des dispositions organisationnelles et documentaires de MQCA, contrôle par sondage des matériels et si possible de matériels ayant fait l'objet d'écart ou d'ESS depuis le 3ème RP.
4	**Foudre**	Risques radiologiques (thème agressions)	Contrôles de la conformité *in situ* avec les dispositions de l'analyse du risque foudre, des notices de maintenance, du carnet de bord des impacts foudre.
5	**Spécificité de conception des systèmes de sauvegarde**	Risques radiologiques (thème accidents)	Examen documentaire des schémas mécaniques de 11 systèmes nécessaires aux accidents de dimensionnement de la démonstration de sûreté.
6	**Traitement des constats**	Tous volets	Revue des fiches d'écarts et/ou PA CSTA, vérification par sondage de l'efficacité des actions de traitement pour la clôture des constats.
7	**Tuyauteries**	Tous volets	Contrôles *in situ* de tuyauteries et des réservoirs SER : *« Tuyauteries en acier noir », « Tuyauteries sous calorifuge »,* « *Traversée sensible* »
8	**Séisme - Supportage**	Risques radiologiques (thème agressions)	Contrôle *in situ* des supports en y intégrant le contrôle de conformité au plan des Cadres Anti-Fouettement RIS du CPY.
9	**Séisme - Ancrage**	Risques radiologiques (thème agressions)	Contrôle *in situ* des ancrages. Le programme initial est complété en intégrant le contrôle de conformité au plan des Cadres Anti-Fouettement RIS du CPY.
10	**Confinement - Ventilation**	Risques radiologiques (thème agressions/accidents)	Contrôle *in situ* de l'étanchéité des dispositifs de captation (boîtes de reprise de fuites, boîtes à gants) et des gaines de ventilation.
11	**Incendie**	Risques radiologiques (thème agressions)	Contrôle de la bonne réalisation des modifications décidées après le 3ème RP, vérification de la documentation opérationnelle et bilan des contrôles des trémies coupe-feu.
12	**Explosion**	Risques radiologiques (thème agressions)	Contrôle *in situ* des tuyauteries véhiculant des fluides à risque d'explosion, contrôle de l'absence de fuites à l'explosimètre, contrôle de la signalétique locale.
13	**Inondation interne**	Risques radiologiques (thème agressions)	Pour le bâtiment électrique et ses périphériques immédiatement adjacents, contrôle *in situ* des siphons, avaloirs, cunettes et trémies, et contrôle de la conformité de la documentation d'exploitation.
14	**Inondation externe**	Risques radiologiques (thème agressions)	Contrôle de la conformité des consignes d'exploitation, des notes d'organisation de crise et des dispositions matérielles associées.
15	**Matériels Locaux de Crise (MLC)**	Risques radiologiques (thème SOH)	Contrôle de la documentation d'exploitation et du repérage des MLC.

Compléments à l'ECOT

Le programme d'ECOT composé des 15 thèmes détaillés au paragraphe précédent a été complété par :

- Des visites terrain dites « CONF1 » avec des contrôles *in situ*, pour s'assurer de la conformité de matériels EIPS ciblés, en prenant notamment en compte l'environnement au plus près de ces matériels. Les matériels EIPS retenus pour engager cette démarche sont des matériels contribuant directement au repli et au maintien en état sûr : les pompes d'alimentation de secours des Générateurs de Vapeur ASG (motopompes et turbopompes), les motopompes d'alimentation en eau brute filtrée SEC, les moteurs (Diesel) des groupes électrogènes de secours LHP et LHQ et leurs auxiliaires.
- Des contrôles complémentaires qu'EDF s'est engagée à réaliser sur des thématiques variées :
    - contrôles visuels de tuyauteries situées près des planchers dans le Bâtiment Réacteur (BR),
    - contrôles visuels de capteurs situés dans le BR,
    - contrôles de supportages du réseau incendie JPI,
    - contrôles de supportages dans le BR, le BAN, le BK et le BW,
    - contrôles d'étanchéité des trémies en toiture des bâtiments Diesel,
    - contrôles d'assemblages boulonnés,
    - contrôles d'un échantillon de tuyauteries incendie hors bâtiment électrique (BL),
    - contrôles de relayage, porte-fusibles et connectique d'armoires hors Bâtiment Réacteur qualifiées aux conditions accidentelles de type séisme K3,
    - contrôles complémentaires des systèmes d'extinction fixes du réseau incendie.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

La tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Le site du Blayais a mis en œuvre les examens relatifs aux programmes des différents thèmes de l'ECOT. Comme précisé ci-dessus, il s'agit de dispositions complémentaires par rapport aux dispositions d'exploitation pour vérifier par des contrôles ciblés la conformité des installations.

Pour la tranche n°1 du CNPE du Blayais, les contrôles demandés au titre des programmes des thèmes décrits au § 1.2.1. sont en cours de réalisation et seront finalisés au plus tard à la divergence de la tranche.

Conformément au référentiel applicable, un rapport sera établi dans les 3 mois suivant la divergence de l'arrêt VD4.

Thème « *Génie Civil* »

Pour ce thème, le contrôle réalisé pour l'ECOT consiste à dresser un état d'application des PBMP des EIPR et des Conduites d'amenées et de rejet en Béton à Ame Tôle (CBAT) du circuit SEC.

L'ensemble des contrôles demandés au titre du programme du thème Génie Civil ont été réalisés.

Les ouvrages présentant des anomalies ont fait l'objet de la définition de travaux de remise en conformité

programmés selon un échéancier approprié aux enjeux.

Les 10 écarts identifiés dans le cadre des bilans de maintenance ont été analysés et traités.

Conformément aux objectifs de l'ECOT, les résultats de l'examen de conformité du thème Génie Civil, ont permis d'évaluer la conformité de la tranche n°1 du CNPE du Blayais au référentiel applicable en entrée de réexamen afin de consolider la sûreté de l'installation, dans la continuité de l'examen précédent en intégrant le retour d'expérience d'exploitation inter-réexamen.

Thème « *Matériels EIPI* »

L'objectif du thème « Matériels EIPi » est de vérifier la bonne exhaustivité de la maintenance préventive des EIPi et de contrôler la conformité de l'état du matériel suite à la maintenance réalisée.

Les résultats des contrôles ECOT pour ce thème sont présentés au Volet II – Chapitre 1 - § 1.2.2.

Conformément aux objectifs de l'ECOT, les résultats de l'examen de conformité du thème « Matériels EIPi » ont permis d'évaluer la conformité de la tranche n°1 du Blayais au référentiel applicable en entrée de réexamen afin de consolider la sûreté de l'installation, dans la continuité de l'examen précédent en intégrant le retour d'expérience d'exploitation inter-réexamen.

Thème « *Qualification des matériels aux conditions accidentelles* »

L'objectif du thème « *Qualification des matériels aux conditions accidentelles* » de l'examen de conformité est de vérifier que les dispositions prescrites pour assurer la pérennité de la qualification sont intégrées dans les organisations locales.

Des vérifications des dispositions organisationnelles ont été menées et 257 Matériels Qualifiés aux Conditions Accidentelles (MQCA) ont été contrôlés physiquement sur la tranche. L'ensemble des contrôles demandés au titre du programme du thème « Qualification aux conditions accidentelles » a été réalisé pour la tranche n°1 du Blayais.

Dix anomalies relatives à la tranche n°1 ont été analysées. Quatre ont été réparées, les six autres seront résorbées avant la divergence de la VD4. Après caractérisation aucun écart n'a été détecté.

Conformément aux objectifs de l'ECOT, les résultats de l'examen de conformité du thème « *Qualification des matériels aux conditions accidentelles* » ont permis d'évaluer la conformité de la tranche n°1 du Blayais au référentiel applicable en entrée de réexamen afin de consolider la sûreté de l'installation, dans la continuité de l'examen précédent en intégrant le retour d'expérience d'exploitation inter-réexamen.

Thème « *Foudre* »

L'objectif du thème « *Foudre* » est de s'assurer que les prescriptions du référentiel Foudre sont respectées.

L'ensemble des contrôles demandés au titre du programme du thème « *Foudre* » a été réalisé.

A l'issu de ces contrôles, un programme de remise en conformité a été établi et est en cours de déploiement sur les installations. Les travaux seront achevés au plus tard à la divergence de la tranche n°1.

Conformément aux objectifs de l'ECOT, les résultats de l'examen de conformité du thème « *Foudre* », permettent d'évaluer la conformité de la tranche n°1 du Blayais au référentiel applicable en entrée de réexamen afin de consolider la sûreté de l'installation, dans la continuité de l'examen précédent en intégrant le retour d'expérience d'exploitation inter-réexamen.

Thème « *Spécificité de conception des systèmes de sauvegarde* »

L'objectif du thème « *Spécificité de conception des systèmes de sauvegarde* » est de contrôler les différences entre les schémas mécaniques de référence et les schémas mécaniques disponibles dans les bases documentaires du CNPE pour les systèmes retenus de la tranche concernée (ASG, EAS, ETY, GCTa, RCV, REA, RIS, RRA, RRI, PTR, SEC).

L'ensemble des contrôles demandés au titre du programme du Thème « *Spécificité de conception des systèmes de sauvegarde* » a été réalisé.

Les 190 différences identifiées sur les schémas de la tranche n°1 ont été traités. Après caractérisation, aucun écart n'a été détecté.

Conformément aux objectifs de l'ECOT, les résultats de l'examen de conformité du Thème « *Spécificité de conception des systèmes de sauvegarde* », ont permis d'évaluer la conformité de la tranche n°1 du Blayais au référentiel applicable en entrée de réexamen afin de consolider la sûreté de l'installation, dans la continuité de l'examen précédent en intégrant le retour d'expérience d'exploitation inter-réexamen.

Thème « *Vérification du traitement des constats* »

L'objectif du thème « *Vérification du traitement des constats* » est de contrôler la robustesse du processus de traitement des constats sur le CNPE du Blayais.

Le programme de contrôle ECOT VD4 de ce thème prévoit deux volets qui concernent :

- Le traitement des écarts matériels au statut « Soldé Non Clos ».
- Un contrôle de type « revue » s'attachant à examiner la qualité des phases de caractérisation des constats, traitement des écarts et la pertinence de l'efficacité des actions de traitement.

L'ensemble des contrôles demandés au titre du programme du Thème « *Vérification du traitement des constats* » a été réalisé.

L'ensemble des PA CSTA à l'état « Ecarts : Oui » et « Soldés Non Clos » sur des EIP a fait l'objet d'une réinterrogation des conditions de clôture. Tous ont pu être justifiés en l'état.

Le contrôle de type « revue » a été entièrement réalisé et est conforme.

Aucun écart n'a été détecté lors de ces contrôles.

Conformément aux objectifs de l'ECOT, les résultats de l'examen de conformité du Thème « *Vérification du traitement des constats* », ont permis d'évaluer la conformité de la tranche n°1 du Blayais au référentiel applicable en entrée de réexamen afin de consolider la sûreté de l'installation, dans la continuité de l'examen précédent en intégrant le retour d'expérience d'exploitation inter-réexamen.

Thème « *Tuyauteries* »

L'objectif du thème « *Tuyauteries* » est de contrôler l'intégrité des tuyauteries en acier noir (hors incendie et TRICE) et plus particulièrement au droit des traversées en voile et paroi béton pour les systèmes ASG, EAS, ETY, LLS, PTR, RIS, SED et SER. Les contrôles portent sur l'intégrité des tuyauteries et ont pour objectif de vérifier l'absence de désordre de façon générale.

Les contrôles demandés au titre du programme du Thème « *Tuyauteries* » sont en cours de réalisation.

Les anomalies identifiées lors des contrôles déjà menés ont été analysées et traitées avec une remise en état des matériels. Aucun écart n'a été détecté lors des contrôles.

Pour les contrôles restant à mener, l'analyse et le traitement des anomalies et des éventuels écarts, seront achevés au plus tard à la divergence de la tranche n°1.

Conformément aux objectifs de l'ECOT, les résultats de l'examen de conformité du Thème « *Tuyauteries* », permettent d'évaluer la conformité de la tranche n°1 du Blayais au référentiel applicable en entrée de réexamen afin de consolider la sûreté de l'installation, dans la continuité de l'examen précédent en intégrant le retour d'expérience d'exploitation inter-réexamen.

Thèmes « *Séisme supportage et ancrage* »

L'objectif du thème « *Séisme supportage et ancrage* » est de réaliser des contrôles en s'appuyant sur les programmes de maintenance (PBMP).

Les contrôles demandés au titre du programme des thèmes « *Séisme supportage et ancrage* » sont en cours de réalisation sur la tranche n°1 et ses communs en tranches 0 et 9 (cela représente de l'ordre de 5900 ancrages contrôlés).

L'analyse des anomalies constatées et la mise en œuvre des traitements le cas échéant, sont en cours.

Le site a réalisé, avec l'appui des unités nationales, une analyse de sûreté visant à identifier les systèmes élémentaires contribuant, en cas de séisme, au repli et au maintien en état sûr du réacteur ainsi qu'à l'évacuation de la puissance résiduelle de la piscine combustible.

Les analyses des anomalies d'ancrages détectées sur les systèmes élémentaires identifiés ainsi que les remises en conformité éventuelles seront réalisées avant la divergence de la tranche n°1.

Les analyses des anomalies d'ancrages détectées sur les systèmes élémentaires ne contribuant pas au chemin sûr et à l'évacuation de la puissance résiduelle de la piscine combustible ainsi que les remises en conformité éventuelles seront réalisées au plus tard 6 mois après la divergence de la tranche n°1.

Les anomalies d'ancrages identifiées sur des matériels situés dans le Bâtiment du Réacteur de la tranche n°1 seront traitées avant divergence, que ces matériels appartiennent à des systèmes élémentaires contribuant ou non au chemin sûr.

Conformément aux objectifs de l'ECOT, les résultats des examens de conformité des thèmes « *Séisme ancrage et supportage* », permettent d'évaluer la conformité de la tranche n°1 du Blayais au référentiel applicable en entrée de réexamen afin de consolider la sûreté de l'installation, dans la continuité de l'examen précédent en intégrant le retour d'expérience d'exploitation inter-réexamen.

Cette évaluation sera consolidée par les analyses des anomalies d'ancrages détectées sur des systèmes élémentaires ne contribuant pas au chemin sûr et à l'évacuation de la puissance résiduelle de la piscine combustible ainsi que les remises en conformité éventuelles qui seront réalisées au plus tard 6 mois après la divergence de la tranche n°1.

Thème « *Confinement – Ventilation* »

L'objectif du thème « *Confinement – Ventilation* » est de consolider les actions de contrôle découlant des résultats du programme d'examen de conformité précédent et de mener des contrôles sur un périmètre complémentaire au niveau des tronçons des gaines ou des dispositifs de captation mis en place au plus près du risque.

L'ensemble des contrôles demandés au titre du programme du thème « *Confinement – Ventilation* » a été réalisé.

L'ensemble des anomalies identifiées lors de ces contrôles a été analysé et seront résorbés avant la divergence de la tranche n°1. Après caractérisation aucun écart n'a été détecté.

Conformément aux objectifs de l'ECOT, les résultats des examens de conformité du thème « Confinement – Ventilation », ont permis d'évaluer la conformité de la tranche n°1 du Blayais au référentiel applicable en entrée de réexamen afin de consolider la sûreté de l'installation, dans la continuité de l'examen précédent en intégrant le retour d'expérience d'exploitation inter-réexamen.

Thème « *Incendie* »

L'objectif du thème « Incendie » est de vérifier le processus d'intégration des modifications du projet Maîtrise du Risque Incendie (MRI) et de certaines modifications locales réalisées entre les arrêts VD3 et VD4 (référentiel d'entrée de réexamen) d'une part, et d'autre part de contrôler le bilan des visites du PBMP des trémies coupe-feu.

L'ensemble des contrôles demandés au titre du programme du thème « *Incendie* » est en cours de finalisation.

L'ensemble des anomalies identifiées lors des contrôles déjà menés a été analysé et traité.

Après caractérisation aucun écart n'a été détecté.

Conformément aux objectifs de l'ECOT, les résultats des examens de conformité du thème « *Incendie* », permettent d'évaluer la conformité de la tranche n°1 du Blayais au référentiel applicable en entrée de réexamen afin de consolider la sûreté de l'installation, dans la continuité de l'examen précédent en intégrant le retour d'expérience d'exploitation inter-réexamen.

Thème « *Explosion* »

L'objectif du thème « *Explosion* » est de réaliser :

- Des contrôles visuels externes des tuyauteries, y compris dans les zones difficiles d'accès, les tronçons calorifugés (à décalorifuger) et les traversées.
- Des contrôles d'absence de fuite à proximité des organes de robinetterie installés sur ces tuyauteries à l'aide d'un explosimètre.
- Le contrôle de la présence de la signalétique de repérage sur les tuyauteries.

Le périmètre des contrôles porte sur les circuits véhiculant des fluides explosifs : hydrogène, fluide hydrogénés et tout autre fluide explosif utilisé localement tel que l'acétylène.

Les contrôles demandés au titre du programme du Thème « *Explosion* » sont en cours de réalisation.

Les anomalies identifiées lors des contrôles déjà menés ont été analysées et traitées avec une remise en état des matériels. Aucun écart n'a été détecté lors des contrôles.

Pour les contrôles restant à mener, l'analyse et le traitement des anomalies et des éventuels écarts, seront achevés au plus tard à la divergence de la tranche n°1.

Conformément aux objectifs de l'ECOT, les résultats de l'examen de conformité du Thème « *Explosion* », permettent d'évaluer la conformité de la tranche n°1 du Blayais au référentiel applicable en entrée de réexamen afin de consolider la sûreté de l'installation, dans la continuité de l'examen précédent en intégrant le retour d'expérience d'exploitation inter-réexamen.

Thème « *Inondation interne* »

L'objectif du thème « *Inondation interne* » est de réaliser le contrôle des dispositions matérielles et documentaires de protection vis-à-vis du risque d'inondation interne. Cet examen de conformité porte sur les traversées ouvertes (siphons, avaloirs, cunettes) et les traversées fermées (trémies) des bâtiments électriques (BL) et périphériques (BW).

L'ensemble des contrôles de conformité des inspections de maintenance et les contrôles de conformité des matériels ont été réalisés suivant le programme du thème « *Inondation interne* ».

L'ensemble des anomalies identifiées lors de ces contrôles a été analysé et traité. Après caractérisation aucun écart n'a été détecté.

Conformément aux objectifs de l'ECOT, les résultats des examens de conformité du thème « Inondation interne », ont permis d'évaluer la conformité de la tranche n°1 du Blayais au référentiel applicable en entrée de réexamen afin de consolider la sûreté de l'installation, dans la continuité de l'examen précédent en intégrant le retour d'expérience d'exploitation inter-réexamen.

Thème « *Inondation externe* »

Les contrôles réalisés dans le cadre de l'ECOT sur le thème « *Inondation externe* » visaient à répondre au guide ASN n° 13 de vérification de la déclinaison des études du 4ème RP 900.

L'objectif du thème « Inondation externe » est de :

- Contrôler la bonne intégration du nouveau référentiel, qui décline le guide ASN n° 13.
- Contrôler l'état des dispositions matérielles (batardeaux, clapets antiretour, obturateurs, seuils métalliques et réhausses en béton, pompes mobiles et groupes électrogènes…).
- Contrôler la bonne intégration du nouveau référentiel de l'organisation de site.

Les modifications matérielles associées au Dossier De Site stade 5 n'étant pas intégrées pour la VD4 de la tranche n°1, les contrôles ECOT ont été réalisés suivant le référentiel applicable lors des contrôles, soit le Dossier de Site stade 3.

L'ensemble des contrôles demandés au titre du programme du thème « *Inondation externe* » a été réalisé. Seul le dernier contrôle réalisé reste à l'analyser.

L'ensemble des anomalies identifiées lors de ces contrôles a été analysé et traité. Après caractérisation aucun écart n'a été détecté.

Conformément aux objectifs de l'ECOT, les résultats des examens de conformité du thème « Ino*ndation externe* » ont permis d'évaluer la conformité de la tranche n°1 du Blayais au référentiel applicable, afin de consolider la sûreté de l'installation, dans la continuité de l'examen précédent en intégrant le retour d'expérience d'exploitation inter-réexamen.

Thème « *Matériels Locaux de Crise* »

L'objectif du thème « *Matériels Locaux de Crise* » est de contrôler l'opérabilité des Matériels Locaux de Crise (MLC) comprenant des matériels mobiles de sûreté, du Plan d'Urgence Interne et « Post-Fukushima » ainsi que des protections individuelles utilisables en situation accidentelle.

Suite à l'accident de Fukushima, les exigences associées et l'organisation pérenne pour garantir l'opérabilité des matériels locaux de crise ont été redéfinies.

Le programme de contrôle de l'ECOT est basé sur :

- Le contrôle de l'opérabilité des équipements et matériels.
- Le contrôle du respect des exigences documentaires et organisationnelles.

Les matériels associés aux 26 MLC ont tous été contrôlés (opérabilité, exigences documentaire et organisationnelle).

L'ensemble des contrôles demandés au titre du programme du thème « *Matériels Locaux de Crise* » a été réalisé.

L'ensemble des anomalies identifiées lors de ces contrôles a été analysé et traité, à l'exception d'une anomalie dont le traitement est en cours et sera résorbé avant la divergence de la tranche n°1. Après caractérisation aucun écart n'a été détecté.

Conformément aux objectifs de l'ECOT, les résultats des examens de conformité du thème « *Matériels Locaux*

de Crise », ont permis d'évaluer la conformité de la tranche n°1 du Blayais au référentiel applicable en entrée de réexamen afin de consolider la sûreté de l'installation, dans la continuité de l'examen précédent en intégrant le retour d'expérience d'exploitation inter-réexamen.

Thème *« Visites Terrain compléments ECOT (CONF1) »*

L'objectif du thème « *Visites Terrain ECOT (CONF1)* » est de réaliser avec des équipes multi spécialités des visites in situ d'équipements importants pour la sûreté, afin de s'assurer de leur conformité. Les matériels EIPS retenus pour engager cette première partie de la démarche dans le cadre de la VD4 de Blayais 1 sont :

- Les pompes d'alimentation des Générateurs de Vapeur ASG,
- Le réservoir d'alimentation en eau de secours des Générateurs de Vapeur ASG,
- Les échangeurs d'eau de refroidissement intermédiaire RRI/SEC,
- Les pompes d'alimentation en eau brutes filtrée SEC,
- Les groupes électrogènes de secours LHP et LHQ.

Ces visites terrain désignées « CONF1 » ont eu lieu en novembre 2021 sur la tranche n°1.

L'ensemble des contrôles demandés au titre du programme du Thème « *Visites Terrain ECOT (CONF1*) » a été réalisé. L'ensemble des anomalies identifiées lors de ces contrôles a été analysé, justifié et/ou réparé.

Conformément aux objectifs de l'ECOT, les résultats des examens de conformité du thème « *Visite Terrain complémentaires ECOT (CONF1)* », ont permis d'évaluer la conformité de la tranche n°1 du CNPE du Blayais au référentiel applicable en entrée de réexamen afin de consolider la sûreté de l'installation, dans la continuité de l'examen précédent en intégrant le retour d'expérience d'exploitation inter-réexamen.

Thème « Contrôles complémentaires ciblés »

L'objectif du thème « *Contrôles complémentaires ciblés* » est de réaliser les contrôles complémentaires à l'ECOT VD4, conformément aux positions et actions prises par EDF dans le cadre de l'instruction relative à l'ECOT VD4 900 MWe et en réponse aux recommandations n°4, 5 et 6, issues de l'avis technique de l'IRSN du 6 mars 2019.

Les contrôles demandés au titre du programme du thème « *Contrôles complémentaires ECOT* » sont en cours de réalisation.

Les anomalies identifiées lors des contrôles déjà menés ont été analysées et traitées avec une remise en état des matériels. Aucun écart n'a été détecté lors de ces contrôles.

Pour les contrôles restant à mener, l'analyse et le traitement des anomalies et des éventuels écarts, seront achevés au plus tard à la divergence de la tranche n°1.

Conformément aux objectifs de l'ECOT, les résultats des examens de conformité du thème « *Contrôles complémentaires ECOT* », permettent d'évaluer la conformité de la tranche n°1 du Blayais au référentiel applicable en entrée de réexamen afin de consolider la sûreté de l'installation, dans la continuité de l'examen précédent en intégrant le retour d'expérience d'exploitation inter-réexamen.

1.2.2. Risques non radiologiques

1.2.2.1. Maîtrise de la conformité réglementaire

Partie générique Palier

Les principaux textes réglementaires applicables au Palier CPY, relatifs aux risques conventionnels, sont :

- Titre IX du livre V du code de l'environnement, relatif à la sécurité nucléaire et les installations nucléaires de base, notamment les articles L.593-18 et L.593-19 ;
- Arrêté du 7 février 2012 modifié fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base ;
- Décision n° 2013-DC-0360 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 16 juillet 2013, relative à la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement des installations nucléaires de base, homologuée par l'arrêté du 9 août 2013, modifiée par l'arrêté du 5 décembre 2016 portant homologation de la décision n°2016-DC-0569.

La conformité réglementaire de l'installation s'établit par une succession d'étapes clés : identification des textes et exigences réglementaires, évaluation de l'état de conformité associé, traitement en gestion de conformité des exigences partiellement ou non respectées, réévaluation régulière de l'état de conformité.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

La tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Les résultats de la maîtrise de la conformité réglementaire sont présentés au Volet II - Chapitre 1 – § 1.1.2.2.

Parmi les exigences en gestion de conformité vis-à-vis des risques non radiologiques, le CNPE du Blayais a engagé des études afin d'améliorer sa stratégie de confinement au titre de l'article 4.3.6 de la Décision n° 2013-DC-0360. La note d'études permettant d'analyser la faisabilité de confiner un déversement (issue d'une manipulation ou d'un sinistre) avec un cumul de pluie a été transmise à l'ASN en juin 2021. Une modification permettant d'assurer le confinement d'un déversement de substances dangereuses ou radioactive cumulé avec les eaux de pluie est en cours d'études.

Les autres exigences en gestion de conformité identifiées parmi ces textes ne relèvent pas du domaine des risques ou ne présentent pas d'impact sur les intérêts protégés.

1.2.2.2. Conformité aux exigences définies afférentes aux EIPR

Partie générique Palier

L'article 1.3 de l'arrêté du 7 février 2012 modifié définit ainsi un élément important pour la protection : « *élément important pour la protection des intérêts mentionnés à l'article L.593-1 du code de l'environnement (sécurité, santé et salubrité publiques, protection de la nature et de l'environnement), c'est-à-dire structure, équipement, système (programmé ou non), matériel, composant, ou logiciel présent dans une installation nucléaire de base ou placé sous la responsabilité de l'exploitant, assurant une fonction nécessaire à la démonstration mentionnée au deuxième alinéa de l'article L.597-7 du code de l'environnement ou contrôlant que cette fonction est assurée* ».

Les Éléments Importants pour la Protection des intérêts vis-à-vis des risques conventionnels (EIPR) du Palier CPY sont les rétentions et puisards, identifiés comme ultimes (ouvrage ayant au moins une face en contact direct avec l'environnement) et constituant une ultime barrière pour la protection de l'environnement.

Une démarche proportionnée aux enjeux basée sur la dangerosité des substances liquides et sur les quantités entreposées permet d'identifier des substances « *à enjeu environnemental méritant attention* ». Pour ces substances, les EIPR sont étendus aux équipements actifs contribuant au confinement liquide. D'autre part, en

tant qu'ouvrages d'isolement ultimes avant rejet dans l'environnement, les ouvrages ultimes sur le réseau d'eaux pluviales constituent également des EIPR.

Le respect des exigences définies des EIPR est assuré par un contrôle périodique de leur bon fonctionnement et positionnement. Pour les EIPR historiques (puisards et rétentions ultimes), il a été retenu de faire un bilan de l'application des programmes de maintenance préventive. Une telle démarche revient à dresser le bilan du programme de maintenance relatif au génie civil qui est déjà par ailleurs demandé au travers du thème « *Génie Civil* » de l'ECOT du 4ème RP 900 (cf. Volet I – Chapitre 1 – Section 1 - § 1.2.1). Ceci contribue à la réponse à la prescription [INC-A] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900. En complément, au plus tard le 31 décembre 2022, EDF présentera le résultat des contrôles effectués sur le réexamen de la pertinence des opérations courantes de contrôle et de maintenance au regard de leurs objectifs et des meilleures techniques disponibles correspondantes.

La liste des nouveaux équipements présentant un statut EIPR (équipements actifs « *à enjeu environnemental méritant attention* » et ouvrages ultimes sur SEO) a été établie.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

La tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Conformément à la planification demandée au travers de l'ECOT du 4ème RP 900, les EIPR historiques de la tranche n°1 du CNPE du Blayais ont été contrôlés. Deux anomalies et 10 écarts ont été identifiés et traités sur les ouvrages concernés.

1.2.2.3. Examens complémentaires menés sur les ouvrages enterrés

Partie générique Palier

Le programme « *Tuyauteries enterrées ou en caniveaux difficilement accessibles* » est un programme de contrôle complémentaire engagé dans le cadre du 4ème RP 900.

La démarche mise en œuvre se déroule en 4 étapes :

1. Analyse de risques :
   - Phase 1 : collecte des données d'entrée et état des lieux des tuyauteries,
   - Phase 2 : traitement informatique de ces données et analyse des résultats,
   - Phase 3 : définition des inspections à réaliser.
2. Inspections sur site : inspections par l'extérieur et/ou par l'intérieur selon la configuration des tuyauteries,
3. Diagnostics,
4. Réparations éventuelles des tuyauteries ou programme de suivi / remplacement.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

La tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

L'évaluation de la tenue des tuyauteries enterrées et en caniveau difficilement accessibles du CNPE du Blayais au-delà des VD4 repose sur la méthode « Fitness For Service » (FFS) tirée de la pratique internationale et des résultats de contrôles par Inspection TéléVisuelle (ITV).

L'objet de la méthode FFS est de démontrer l'aptitude des tuyauteries à assurer leur fonction jusqu'en 2035 (10 ans après la dernière VD4 du CNPE du Blayais).

Au titre du programme tuyauteries enterrées appliqué sur le CNPE du Blayais, des inspections de tuyauteries ont été effectuées sur les systèmes JPU, KER, RPE, SAT, SDX, SEA, SEK, SEP, SER, SGZ, SRE, SVA et TER.

Des mesures d'épaisseurs par Ultra Son ont été réalisées sur les systèmes JPU, KER, RPE, SAT, SEA, SEK, SEP, SER, SGZ, SRE, SVA et TER.

Sur ces systèmes, à l'exception du réseau JPU, la méthode FFS permet de valider l'aptitude des tuyauteries inspectées à assurer leur fonction à VD4+10 ans.

Concernant le système JPU, la méthode FFS a permis de valider l'aptitude de 2 des 6 tronçons inspectés. En effet, sur 4 tronçons le sol s'est aggloméré sur les tuyauteries ne permettant pas la réalisation des mesures d'épaisseurs. Afin de compléter l'analyse, des tronçons JPU ont été prélevés à l'occasion du dévoiement de réseaux réalisé dans le cadre du chantier du Centre de Crise Local (CCL). Ces tronçons ont fait l'objet d'une préparation de surface et de mesures d'épaisseur en laboratoire. L'application de la méthode FFS permet de valider l'aptitude des tuyauteries inspectées à assurer leur fonction à VD4+10 ans.

Des tronçons SEP ont également été prélevés et ont fait l'objet de mesures d'épaisseur en laboratoire. L'application de la méthode FFS permet de valider l'aptitude des tuyauteries inspectées à assurer leur fonction à VD4+10 ans.

1.3. CONCLUSION

La vérification de la conformité des tranches à l'état de référence s'effectue sur site à partir :

- de contrôles *in situ* réalisés par l'exploitant ;
- d'un examen de la documentation d'exploitation, des programmes de contrôles ou d'essais, de modes opératoires et de consignes ainsi que des plans et schémas associés.

Les contrôles requis par le programme de l'Examen de Conformité ainsi que les contrôles complémentaire à l'ECOT (visites terrain et contrôles ciblés) sont en cours de réalisation sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais dans le cadre de son réexamen périodique au titre de la 4ème visite décennale.

Les anomalies et écarts d'ores et déjà détectés ont été analysés, justifiés et/ou réparés.

A la divergence, tous les écarts relatifs aux contrôles réalisés dans le cadre de l'Examen de Conformité auront été traités.

En synthèse les contrôles et traitements réalisés au titre de l'Examen de Conformité de la tranche n°1 du CNPE du Blayais permettent de consolider la démonstration de l'aptitude à la poursuite de l'exploitation de cette tranche pour la période décennale VD4-VD5 dans des conditions de sûreté satisfaisantes.

Concernant la mise en œuvre du programme tuyauteries enterrées appliquée sur le CNPE du Blayais, la méthode FFS a permis de valider l'aptitude des tuyauteries inspectées à assurer leur fonction à VD4+10 ans.

SECTION 2 : PROGRAMME D'INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES (PIC)

2. PROGRAMME D'INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES (PIC).....40
2.1. OBJECTIF 40
2.2. REPONSE 40
2.3. CONCLUSION.....42

2. PROGRAMME D'INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES (PIC)

2.1. OBJECTIF

La réalisation du Programme d'Investigations Complémentaires « *PIC* » est une démarche qui vise à consolider la pertinence de la maintenance préventive des matériels et à confirmer l'absence de dégradations en fonctionnement dans des zones habituellement non contrôlées.

A ce jour, des PIC ont été établis et mis en œuvre à l'occasion des deuxièmes et troisièmes visites décennales des Paliers 900 MWe et 1300 MWe et deuxièmes visites décennales des 1450 MWe. Les examens proposés au titre du PIC sont définis en complément aux référentiels de surveillance et de maintenance applicables.

L'objectif principal du PIC est de s'assurer que les hypothèses prises en compte dans les programmes de maintenance d'absence de dégradation dans les zones réputées non sensibles à l'endommagement et qui ne sont pas surveillées ne sont pas remises en cause.

2.2. REPONSE

Partie générique Palier

La démarche d'élaboration du PIC consiste à analyser l'adéquation entre la maintenance réalisée et la connaissance des modes de dégradation en service identifiés. Elle repose principalement sur :

- l'analyse du référentiel de maintenance et de surveillance,
- le retour d'expérience des PIC précédents,
- l'analyse du processus de maîtrise du vieillissement,
- le retour d'expérience d'exploitation national et international,
- l'analyse des thèmes retenus dans le cadre du programme ECOT,
- l'analyse du maintien de la qualification des Matériels Qualifiés aux Conditions Accidentelles (MQCA).

La démarche permet d'établir un programme d'investigation basé sur l'examen des éléments importants pour la protection des intérêts (EIP) qui ne font pas l'objet d'un programme de surveillance périodique dédié.

Ce programme d'investigation définit les zones à examiner, les examens non destructifs et les expertises à mettre en œuvre en précisant les objectifs visés ainsi que les justifications du choix de ces zones. Les examens non destructifs sont privilégiés par rapport aux expertises.

Les examens sont répartis par sondage de façon à ne pas réaliser les mêmes sur plusieurs tranches d'un même site. Le choix des tranches CPY ou CP0 est basé sur l'analyse des différentes configurations de conception de tranche ou de Palier (à défaut de particularité, le choix est dicté par une répartition adaptée entre les différentes Visites Décennales programmées entre 2019 et 2023).

Les examens prévus sont essentiellement réalisés lors des visites décennales. Si des indications sont notées à l'occasion de ces examens, elles sont traitées conformément aux règles en vigueur. Le cas échéant, en cas de découverte d'un mécanisme inattendu :

- le sondage initialement proposé est étendu en fonction de l'évaluation du risque associé à la détection de ce mécanisme (mise à jour réactive sous 6 mois),
- le référentiel de maintenance est mis à jour sous 2 ans à compter de l'établissement de la synthèse globale du PIC, après analyse des résultats consolidés.

L'application de la méthodologie d'élaboration du périmètre du PIC 4ème RP 900 a conduit à retenir 3 domaines, couvrant les EIP :

- domaine « *Circuits et matériels CPP et CSP* »,
- domaine « *Circuits et matériels hors CPP et CSP* »,
- domaine « *Génie Civil* ».

En ce qui concerne le domaine « *Matériels électriques et de contrôle-commande* », aucune action n'est réalisée au titre du PIC 4ème RP 900, dans la mesure où l'ensemble des EIP a fait l'objet d'une étude systématique (et des investigations associées en cas de besoin) visant à étendre leur qualification aux conditions accidentelles (cf. Volet III – Section 2).

Il est à noter que le périmètre d'analyse prend en compte les structures et composants contribuant à la sûreté de l'entreposage en piscine combustible, à la limitation des rejets vers l'environnement et à la fiabilité des circuits assurant une mission post-accidentelle.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

La tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Les examens réalisés dans le cadre du Programme d'Investigations Complémentaires du 4ème RP 900 de la tranche n°1 du CNPE du Blayais sont précisés ci-dessous :

Libellé de l'examen ou de l'expertise	Système	Objectif
Ultrasons de la paroi interne sous revêtement de la virole porte-tubulure de la cuve, au moyen de la MIS, dans le cadre d'un programme d'expertise dédié	RCP	Absence de défaut sous revêtement non justifiable
Ressuage de 4 soudures de raccordement de la bâche PTR : refoulement RRA, aspiration PTR, aspiration RIS (1 ligne) et aspiration EAS (1 ligne) Visuel externe de la partie inférieure de la bâche PTR après dépose du rang inférieur de calorifuges Evaluation de l'état du calorifuge déposé	PTR	Vérifier l'absence de désordre

Les contrôles, l'analyse et le traitement des anomalies et des éventuels écarts, seront achevés au plus tard à la divergence de la tranche n°1.

2.3. CONCLUSION

Les examens prévus dans le cadre du PIC sont réalisés pendant les 4èmes Visites Décennales. Si des dégradations sont constatées à l'occasion de ces examens, elles sont traitées conformément aux procédures. Le cas échéant, si des constats de dommages suspectés sont obtenus, les conséquences sur le référentiel de maintenance en sont tirées.

Le PIC s'inscrit dans une démarche visant à conforter les hypothèses sur l'absence de dégradation notable apparue en service sur des zones habituellement non surveillées. Le PIC contribue à l'examen de conformité décennal des installations.

Les examens réalisés dans le cadre du Programme d'Investigations Complémentaires 4ème RP 900 de la tranche n°1 du CNPE du Blayais seront menés avant la divergence de la tranche n°1. L'analyse et le traitement des anomalies et des éventuels écarts, seront achevés au plus tard à la divergence de la tranche n°1.

SECTION 3 : TRAITEMENT DES EVENEMENTS SIGNIFICATIFS POUR LA SURETE (ESS) DE NIVEAU SUPERIEUR OU EGAL A 1 SUR L'ECHELLE INES ET DES EVENEMENTS SIGNIFICATIFS ENVIRONNEMENT (ESE) RELATIFS AU CONFINEMENT LIQUIDE

3. TRAITEMENT DES EVENEMENTS SIGNIFICATIFS POUR LA SURETE (ESS) DE NIVEAU SUPERIEUR OU EGAL A 1 SUR L'ECHELLE INES ET DES EVENEMENTS SIGNIFICATIFS ENVIRONNEMENT (ESE) RELATIFS AU CONFINEMENT LIQUIDE 45

3.1. OBJECTIF 45

3.2. REPONSE 45

3.2.1. ESS GENERIQUES PALIER 45

3.2.2. ESS SPECIFIQUES A LA TRANCHE 1 DU CNPE DU BLAYAIS 46

3.2.3. ESE RELATIFS AU CONFINEMENT LIQUIDE DU CNPE DU BLAYAIS 46

3.3. CONCLUSION 47

3. TRAITEMENT DES EVENEMENTS SIGNIFICATIFS POUR LA SURETE (ESS) DE NIVEAU SUPERIEUR OU EGAL A 1 SUR L'ECHELLE INES ET DES EVENEMENTS SIGNIFICATIFS ENVIRONNEMENT (ESE) RELATIFS AU CONFINEMENT LIQUIDE

3.1. OBJECTIF

Conformément aux articles 2.6.1 à 2.6.5 de l'arrêté du 7 février 2012 dit « arrêté INB », le processus de gestion des écarts mis en œuvre par EDF vise à :

- Détecter les écarts relatifs à ses installations ;
- Analyser les écarts détectés afin de déterminer leur importance vis-à-vis des intérêts protégés ;
- Traiter les écarts détectés dans des délais adaptés aux enjeux ;
- Le cas échéant, déclarer dans les meilleurs délais, ces écarts comme événements significatifs selon des critères précisés par l'ASN puis les analyser de manière approfondie afin d'en tirer les enseignements et définir des actions préventives, curatives et correctives.

Chaque Evénement Significatif pour la Sûreté (ESS) est classé selon l'échelle internationale INES (échelle internationale de classement de la gravité des événements nucléaires et radiologiques).

L'objectif du bilan présenté ci-dessous consiste à identifier les évènements ayant donné lieu à la déclaration d'un ESS classé au niveau 1 ou plus sur l'échelle INES non résorbés à l'issue de la 4ème VD et à identifier les modalités de traitement et le délai associé.

Par ailleurs, la notion de confinement liquide signifie que les substances liquides véhiculées dans le cadre de l'exploitation normale des tranches nucléaires depuis des réservoirs, dans des tuyauteries et tous les autres dispositifs nécessaires à l'exploitation des tranches, restent maintenues à l'intérieur des équipements au sein desquels elles circulent. Lorsque ce confinement n'est plus assuré cela représente un écart qui peut, en fonction de son impact faire l'objet d'une déclaration d'un Evènement Significatif pour l'Environnement (ESE).

L'objectif du bilan présenté ci-dessous consiste à identifier les événements ayant donné lieu à la déclaration d'un ESE relatif au confinement liquide non résorbés à l'issue de la 4ème VD et à identifier les modalités de traitement et le délai associé.

3.2. REPONSE

3.2.1. ESS génériques Palier

Tous les événements ayant donné lieu à une déclaration d'ESS de niveau supérieur ou égal à 1 sur l'échelle INES ont été traités à l'exception du sujet lié au cumul du phénomène de remontée de flux en bas et en haut des assemblages combustibles MOX et des événements d'anomalie de fabrication des pastilles combustibles. Le risque que représente cet évènement est la réduction des marges à la fusion du combustible en cas d'accident du domaine de dimensionnement.

Vis-à-vis des anomalies de fabrication des pastilles combustibles, dont la conséquence est la présence de particules plutonifères de diamètre supérieur à la spécification, des mesures correctives ont été mises en œuvre dans l'usine de fabrication des assemblages combustibles MOX, pour réduire, voire supprimer ces anomalies en améliorant les processus de fabrication et en renforçant le nettoyage des presses.

Concernant la remontée de flux en bas des assemblages combustibles MOX, la mesure corrective qui a été mise en œuvre a consisté à introduire une cale avec un élément neutrophage en bas des assemblages combustibles.

Pour la remontée de flux en haut des assemblages combustibles MOX, dans l'attente de la mesure corrective prévue en 2023 consistant en l'introduction d'un élément neutrophage solidaire des ressorts en haut des

assemblages combustibles, une mesure compensatoire a été mise en œuvre par modification de la position haute des grappes d'arrêt et de compensation de puissance en exploitation. Cette disposition transitoire permet de retrouver des marges conformes à la fusion du combustible en cas d'accident du domaine de dimensionnement. Ce sujet fait l'objet d'échanges réguliers avec l'ASN.

3.2.2. ESS spécifiques à la tranche 1 du CNPE du Blayais

A la date d'émission du RCR, la tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas d'ESS spécifiques déclarés et classés au niveau 1 sur l'échelle INES avec des actions correctives prévues mais non terminées vis-à-vis du référentiel en vigueur.

3.2.3. ESE relatifs au confinement liquide du CNPE du Blayais

Tous les écarts au sens de l'arrêté INB ayant donné lieu à une déclaration d'ESE relatifs au confinement liquide ont été traités, à l'exception de deux sujets présentés ci-dessous compte tenu de leur traitement complexe :

L'ESE lié à un écoulement d'effluents sous le BAN8 au travers d'une inétanchéité de la rétention ultime constituée par le plancher du BAN8, déclaré le 27/09/2018. A ce jour, des actions ont été réalisées :

- La réparation de l'unique fissure traversante détectée dans la casemate CRF n°7 en décembre 2019 ;
- L'ouverture et l'expertise des 8 casemates CRF ont été réalisées. L'expertise des casemates est réalisée désormais tous les 2 ans. La dernière campagne d'expertise a eu lieu entre mars et juin 2021 ;
- L'ouverture et l'expertise des 2 galeries dites « borgnes », situées entre les galeries d'amenées CRF respectivement entre 1 et 3 d'une part et 5 et 7 d'autre part, a été finalisée en août 2021 ; Le plancher des BAN 8 et 9 a été expertisé en sa totalité : aucune nouvelle fissure traversante n'a été détectée ;
- Les caniveaux RPE des BAN 8 et 9 sont ouverts régulièrement pour détecter la présence éventuelle d'eau et le cas échéant, procéder à des pompages d'eau résiduelle.

Les actions restant à réaliser portent sur :

- La recherche d'arrivée éventuelle d'effluents dans les caniveaux RPE ;
- La recherche de défauts dans le génie civil des caniveaux RPE et/ou des drains de plancher du BAN 9. Le chantier a démarré en novembre 2021.

L'ESE relatif au dépassement confirmé du seuil S2 (1000 µg/L) de concentration en HCt (hydrocarbures totaux) mesuré au piézomètre 0 SEZ 106 PZ à proximité du transformateur principal du réacteur 1, déclaré le 11/12/2018. Cet événement est lié à la découverte du marquage en hydrocarbures dans les sols en 2011. Il s'agit d'un renouvellement d'un transfert ponctuel, par lixiviation d'hydrocarbures. Il n'y a pas eu de conséquence pour l'environnement car ce phénomène reste circonscrit dans la nappe confinée présente au droit du transformateur principal du réacteur. Des actions ont été effectuées :

- La modification des dispositions de suivi court terme : absorption renforcée (3 absorbeurs avec un critère de remplacement dès 20% de saturation), adaptation immédiate des fréquences de mesures dès le premier dépassement de seuil (mensuel, bi mensuel ou hebdomadaire, en fonction de la situation rencontrée) ;
- La réinterrogation du plan de gestion établi suite à la découverte du marquage afin de reprendre les mesures de surveillance pour ne pas atteindre le seuil S2, avec l'appui des experts nationaux ;
- Tester en laboratoire la capacité de destruction des hydrocarbures par des micro-organismes.

L'étude de faisabilité d'une biodégradation dynamisée des hydrocarbures conclut à la nécessité d'injecter de

l'oxygène et des nutriments dans le milieu avec un maillage dense de puits d'injection. De tels travaux ne sont pas réalisables au droit de la zone d'étude compte tenu de l'encombrement du sous-sol. Cette solution de traitement n'a pas été retenue.

L'écrémage passif à l'aide des absorbeurs oléophiles se poursuit sur deux ouvrages piézométriques. Ce dispositif d'écrémage a permis de récupérer 21 kg d'hydrocarbures purs sur chacun d'eux depuis 2012. Le CNPE, avec l'aide de ses appuis techniques, poursuit ses investigations d'un dispositif de traitement plus adapté à la situation et à la configuration des installations.

En complément, l'ESE déclaré en 2017, entrainé par le dépassement du seuil de concentration en phosphates mesurée au piézomètre 0 SEZ 109 PZ à proximité de l'unité de production n°1 (2,7 mg/L pour un seuil à 2 mg/L) n'a jamais fait l'objet d'une montée d'indice car l'origine du marquage n'a jamais pu être élucidée. Depuis cet événement, la concentration en phosphates n'a jamais dépassé le seuil de 2 mg/L.

3.3. CONCLUSION

L'analyse montre que l'ensemble des écarts de conformité ayant fait l'objet d'Evénements Significatifs pour la Sûreté (ESS) de niveau supérieur ou égal à 1 sur l'échelle INES, et l'ensemble des écarts au sens de l'arrêté INB ayant fait l'objet d'un ESE relatif au confinement liquide ont été résorbés pour la tranche n°1 du CNPE du Blayais à l'occasion de sa 4ème Visite Décennale, par des modifications matérielles ou intellectuelles, à l'exception d'un ESS et de deux ESE pour lesquels des dispositions transitoires ont été mises en œuvre dans l'attente de leur traitement pérenne, en vue de maîtriser leur impact sur la sûreté (ou d'éliminer leur nocivité) ou l'environnement.

SECTION 4 : REVUE DE CONFORMITE DES SYSTÈMES

4. REVUES DE CONFORMITE DES SYSTEMES 50

4.1. OBJECTIF 50

4.2. REPONSE 50

4.2.1. REVUE SOURCES ELECTRIQUES 50

4.2.2. CONFORMITE DE LA FONCTION « *RECIRCULATION RIS-EAS* » 52

4.2.2.1 Revue de la fonction « Recirculation RIS-EAS » 53

4.2.2.2 Instruction des résultats de la revue dans le cadre du Groupe Permanent consacré aux études d'accident du 4ème RP 900 54

4.2.2.3 Conclusion 56

4.2.3. PLAN D'ACTION VENTILATION (PAV) 57

4.2.4. REVUES COMPLEMENTAIRES DES SYSTEMES 59

4.3. CONCLUSION 61

4. REVUES DE CONFORMITE DES SYSTEMES

4.1. OBJECTIF

Faisant suite au Groupe Permanent Orientations (GPO) du 4ème RP 900, l'ASN a formulé la demande CONF n°4 relative au programme de revues des systèmes élémentaires.

L'objectif est d'identifier les principaux systèmes relatifs à la sûreté pour lesquels les études de conception n'ont pas été réexaminées depuis la mise en service des installations ou pour lesquels le retour d'expérience d'exploitation est défavorable, ou pour lesquels la défaillance augmenterait notablement le risque de fusion du cœur en situation accidentelle, et de mener un programme de revues de ces systèmes pour en vérifier la conformité.

4.2. REPONSE

Le processus de réexamen périodique amène EDF à se réinterroger tous les 10 ans sur la sûreté de ses installations et donc à réexaminer les études de conception support aux thèmes d'analyse retenus. Cette démarche est alimentée par le retour d'expérience événementiel national et international.

Ainsi, la conception initiale des réacteurs est basée sur une démarche de dimensionnement de systèmes de sauvegarde vis-à-vis de situations incidentelles et accidentelles de la chaudière qui a été progressivement étendue au Domaine Complémentaire puis aux accidents avec fusion du cœur et aux agressions. Ceci a amené à réexaminer les études de conception des systèmes pour s'assurer de leur cohérence avec les données et hypothèses considérées dans la démonstration de sûreté (ex : essais périodiques sur les systèmes de ventilation et plan d'actions associé).

De plus, dans le cadre de la poursuite du fonctionnement après 40 ans, un programme de vérification de la qualification après 40 ans a été entrepris pour s'assurer de la validité des études de conception initiales vis-à-vis du vieillissement (cf. Volet III - Section 2).

Pour l'analyse du REX sur les systèmes, EDF se base sur plusieurs sources d'information, à savoir :

- Les ESS de conception relevant d'écarts de conformité ou d'anomalies d'études ;
- Les données de fiabilité des matériels ;
- L'analyse de tendance, avec les outils probabilistes (démarche « *précurseurs* » avec les Etudes Probabilistes de Sûreté), qui complète l'analyse déterministe des événements.

EDF a développé une méthode d'identification des systèmes devant faire l'objet d'une revue dans le cadre de la réponse à une demande de l'ASN formulée lors du GPO. La liste obtenue comporte les systèmes liés au refroidissement et à la sauvegarde du cœur, complétée de fonctions supports importantes (cf. § 4.2.4).

Cette liste vient compléter les revues et actions déjà réalisées et intégrées au 4ème RP 900 :

- Revue sur les systèmes relatifs aux sources électriques ;
- Revue de conformité de la fonction recirculation RIS-EAS ;
- Plan d'actions Ventilation.

4.2.1. Revue sources électriques

Partie générique Palier

A la suite de plusieurs avaries sur des équipements des systèmes des sources électriques, une revue de

conception a été organisée en 2017, en complément de la revue d'exploitation tenue en juin 2016. En 2018, dans le cadre du 4ème Réexamen Périodique, une revue spécifique au Palier CPY s'est tenue.

Ces revues ont porté sur les équipements (Groupe électrique d'Ultime Secours GeUS, Turbo Alternateur de Secours LLS, Groupes Diesels principaux de secours LHP/Q, sources électriques externes) ainsi que sur les méthodes d'études (calcul des données de fiabilité, restauration de marges probabilistes, …). Elles ont été conduites selon 3 axes :

- Vérification de la conformité au référentiel, avec une projection prenant en compte des équipements nouveaux installés suite à la prise en compte du retour d'expérience Post-Fukushima ;
- Analyse conjointe du retour d'expérience d'exploitation entre la DPN et l'ingénierie de conception, afin d'en tirer les éventuelles causes issues de la conception ;
- Analyse probabiliste visant à identifier les équipements sensibles, les points faibles et les gisements de progrès.

Parmi les actions décidées lors de ces revues, celles qui concernent plus particulièrement le Palier CPY sont :

- Renforcement des stocks de transformateurs auxiliaires de rechange utilisables sur les CNPE ;
- Réfection de certaines liaisons souterraines entre le poste RTE et le transformateur auxiliaire ;
- Renforcement des exigences de qualification technique des fournisseurs et prestataires de maintenance des transformateurs ;
- Meilleure prise en compte dans les études de la ventilation comme système-support aux sources électriques ;
- Modélisation plus fine de certaines missions dans les modèles supports aux études probabilistes de sûreté.

En complément, la modification PNPP1955 qui consiste à empêcher la recirculation d'air chaud au niveau des aéroréfrigérants de certains diesels est mise en œuvre sur le Palier CPY (hors réacteurs de la centrale de Cruas).

Parmi les modifications engagées dans le cadre du 4ème Réexamen Périodique, la substitution du Turbo-Alternateur de Secours LLS par le Diesel d'Ultime Secours (DUS) installé sur chaque réacteur au titre des modifications issues du retour d'expérience post Fukushima ainsi que le secours du DUS par le DUS de la tranche voisine contribuent au renforcement de la fiabilité des sources électriques.

Par ailleurs, concernant les diesels principaux, les exigences de conception ont été vérifiées au travers des documents relatifs aux exigences de sûreté, au bilan de puissance des diesels, aux règles d'essais périodiques du système LHP/LHQ, au bilan de qualification et au Dossier d'aptitude à la poursuite de l'exploitation. L'examen de ces documents montre que ces exigences sont respectées.

En particulier, le bilan de puissance des diesels est vérifié avec une marge strictement positive.

Afin d'une part de tenir compte des nouveaux consommateurs ajoutés à l'occasion du quatrième réexamen périodique et afin d'autre part d'augmenter les marges sur le bilan de puissance des diesels en situation de canicule et notamment de canicule cumulée à un aggravant (perte d'un Diesel) en situation de MDTE, EDF met en œuvre trois modifications :

- le non relestage des pompes REA eau et des chaufferettes du pressuriseur secourues par le diesel (PNPE1167 tome A),
- le non relestage de la motopompes ASG lorsque la pompe RRA est en service (PNPE1167 tome B),
- le remplacement des moteurs des ventilateurs des aéro-réfrigérants des diesels LHP et LHQ

(PNRL1823).

En application de la prescription [CONF-D] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900, EDF assurera, avec un haut niveau de confiance, l'alimentation de l'ensemble des matériels secourus par chaque groupe électrogène de secours dans toutes les situations de la démonstration de sûreté. À ce titre, le bilan de puissance de chaque groupe électrogène de secours présentera une marge d'au moins 5 %.

Enfin, pour permettre le passage de nouveaux câbles de contrôle commande associés aux modifications matérielles du 4ème RP 900, EDF densifie certains cheminements de câbles (ex : création de nouveaux axes de câblage comprenant de nouveaux chemins de câbles et les traversées associées) et met en place un faux plancher en coursive arrière de salle de commande et dans certains locaux du bâtiment électrique, dans le cadre des affaires PNPE1131 et PNPP1950. Ces modifications sont des préalables à certaines modifications du réexamen périodique.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

La tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Les modifications :

- PNPP1955 « Amélioration du refroidissement des diesels »,
- PNRL1823 « Remplacement des moteurs des aéro-réfrigérants diesels LHP/LHQ »,

ont été intégralement réalisées sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais. Les impacts documentaires de ces modifications ont été pris en compte.
Les modifications :

- PNPE1131 « Densification de l'architecture électrique des chemins de câbles contrôle-commande et puissance »,
- PNPP1950 « Installation de faux plancher dans les locaux de relayage »,
- PNPE1152 « Substitution de l'alimentation électrique par le Turbo-Alternateur de Secours par une alimentation par le Diesel d'Ultime Secours »,
- PNPE1167 tome A « Non relestage des pompes REA eau et de certaines chaufferettes du pressuriseur »,
- PNPE1167 tome B « Modification d'inter-verrouillage RRA/ASG »,

sont en cours de déploiement sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4ème RP 900.

4.2.2. Conformité de la fonction « *Recirculation RIS-EAS* »

Partie générique Palier

En cas de brèche sur le circuit primaire non compensable par le système de contrôle volumétrique et chimique (système RCV), il est nécessaire, pour assurer le refroidissement du cœur du réacteur, d'injecter de l'eau borée pour compenser l'eau perdue à la brèche. Cette fonction de sauvegarde est assurée par le système d'injection de sécurité RIS. Par ailleurs, afin de faire diminuer la pression dans le Bâtiment Réacteur, il peut être nécessaire,

selon la taille de la brèche sur le circuit primaire, d'utiliser également le système d'aspersion de l'enceinte (système EAS).

L'eau borée nécessaire au fonctionnement des systèmes RIS et EAS est dans un premier temps puisée dans la bâche du circuit de traitement et de refroidissement des piscines (système PTR). Dans un second temps, lorsque cette dernière atteint son niveau bas, les systèmes RIS et EAS basculent automatiquement en mode « *recirculation* » et aspirent l'eau récupérée dans les puisards situés au fond du Bâtiment Réacteur. Ce mode de fonctionnement des systèmes RIS et EAS, appelé par la suite fonction « *Recirculation RIS-EAS* », est utilisé à plus long terme pour évacuer la puissance résiduelle du cœur.

4.2.2.1 Revue de la fonction « Recirculation RIS-EAS »

En 2009, EDF a réalisé une revue de la fonction « *Recirculation RIS-EAS* », avec pour objectif de démontrer et de justifier la fiabilité de cette fonction dans les situations accidentelles où elle est requise. Les conclusions de cette revue ont été transmises à l'ASN au début de l'année 2010. Les analyses présentées constituaient selon l'ASN une avancée dans la démonstration de la fiabilité de cette fonction.

Par la suite, EDF a transmis à l'ASN un programme de travail détaillé présentant les principaux axes d'analyse d'une seconde revue technique de conformité de la fonction « *Recirculation RIS-EAS* », qui s'est tenue fin 2016, et dont les conclusions relatives au Palier CPY sont présentées dans le présent chapitre.

❖ **Objectif de la revue**

L'objectif est de démontrer la conformité de la fonction « *Recirculation RIS-EAS* » du Palier CPY, dans le cadre du 4ème RP 900, avec en particulier l'analyse des thématiques suivantes :

- Thématique 1 : colmatage et Terme Source Débris (TSD).
- Thématique 2 : présence de poches d'air dans les tuyauteries RIS et EAS et analyse du risque de cavitation des pompes RIS et EAS.
- Thématique 3 : complément de revue de la fonction « *Recirculation RIS-EAS* » sur l'aspect conformité, intégrant notamment des analyses relatives aux fonctions support à la fonction « *Recirculation RIS-EAS* », au retour d'expérience d'exploitation, aux éventuels écarts de conception et à la complétude des Essais Périodiques.

❖ **Résultats de la revue**

L'ensemble des analyses réalisées dans le cadre de cette revue ont conclu à la conformité de la fonction « *Recirculation RIS-EAS* » sur le Palier CPY.

En particulier :

- Les analyses menées en profondeur sur le thème « *colmatage des filtres puisards* » permettent de démontrer avec un très bon niveau de confiance l'absence de risque de colmatage et l'efficacité des filtres puisards.
- Un bilan complet, mené sur la base d'hypothèses conservatives, a permis de conclure avec un très bon niveau de confiance à l'absence de risque de perte de la fonction « *Recirculation RIS-EAS* » par cavitation ou par passage d'air résiduel dans les pompes RIS et EAS.
- Concernant les compléments de revue sur l'aspect conformité, les points suivants sont à noter :
  - La démonstration de la complétude du programme d'Essais Périodiques sur les systèmes RIS et EAS intervenant dans la fonction « *Recirculation RIS-EAS* » a été apportée ;

- EDF s'est attachée à identifier de manière exhaustive les systèmes et équipements supports de premier niveau mis en jeu dans la fonction « *Recirculation RIS-EAS* » et à démontrer leur conformité vis-à-vis de leurs exigences de sûreté et de leur suivi en exploitation ;
- Sur la base de la liste complète des équipements identifiés, une analyse de l'ensemble des éléments de retour d'expérience susceptibles d'affecter directement ou indirectement la fonction « *Recirculation RIS-EAS* » a permis de conclure à l'absence d'écart latent. Par ailleurs, un bilan des écarts en lien avec la fonction « *Recirculation RIS-EAS* » a été réalisé, incluant une analyse des conséquences liées au cumul d'écart, et n'a pas mis en évidence le besoin d'accélérer le traitement des écarts en cours de résorption ;
- Tous les événements, y compris les évènements ayant pour cause une défaillance organisationnelle ou une erreur humaine, ont été analysés dans le cadre de cette revue. Sur ce dernier point, il est à noter que les facteurs organisationnels et humains ont, la plupart du temps, et lorsqu'ils sont utilisés à bon escient et rigoureusement, des effets positifs sur l'installation. C'est le cas notamment des pratiques de fiabilisation, ou encore des analyses de risques, qui participent à sécuriser les interventions ;
- Enfin, les analyses menées n'ont pas mis en évidence de besoin d'actions complémentaires dans le cadre du 4ème RP 900 au titre de l'Examen de Conformité de Tranche (ECOT), du Programme d'Investigation Complémentaire (PIC) ou encore des Essais Décennaux (ED).

4.2.2.2 Instruction des résultats de la revue dans le cadre du Groupe Permanent consacré aux études d'accidents du 4ème RP 900

Les conclusions de la revue des deux thèmes relatifs au colmatage des filtres puisards et au risque de perte de la recirculation par cavitation dans les pompes RIS et EAS ont fait l'objet d'une instruction dans le cadre du Groupe Permanent consacré aux études d'accidents du 4ème RP 900. A la suite de cette instruction, EDF s'est ainsi engagée à fournir des éléments de justification complémentaires, par la réalisation d'un plan d'action visant notamment à :

- approfondir la justification des hypothèses d'étude valorisées dans le dossier,
- mettre en évidence les différentes marges d'étude du dossier,
- consolider la marge vis-à-vis de la valeur minimale de pression (NPSH) nécessaire à l'aspiration des pompes ISBP et EAS,
- démontrer la bonne capacité à refroidir les assemblages de combustible.

L'ASN a attiré l'attention d'EDF sur le fait que, compte-tenu de la complexité des phénomènes, de l'état des pratiques internationales, et du caractère incertain des conclusions qui pourraient être tirées des actions engagées par EDF, des modifications matérielles devaient être recherchées et étudiées en vue de réduire significativement les risques de dysfonctionnement de la fonction recirculation. EDF a répondu suivant les 2 volets :

- Amélioration de la compréhension physique des phénomènes :
  - Le Terme Source de Débris en amont des filtres (TSD) à considérer au 4ème RP 900 pour la qualification des filtres a été mis à jour, en retenant des marges significatives sur plusieurs postes, aussi bien pour la quantité de débris fibreux que pour la quantité totale de débris particulaires ;
  - La marge en NPSH des pompes ISBP et EAS sur le Palier CPY est très importante. La prescription [CONF-C-IV] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème

RP 900 concerne uniquement les réacteurs de la centrale du Bugey ;

- Vis-à-vis de la capacité à refroidir les assemblages de combustible en recirculation suite à un APRP, les résultats des essais intégraux disponibles fin 2020 présentent des marges importantes vis-à-vis du critère en l'absence de calorifuge de type Microtherm® dans le TSD aval et une limitation de la quantité du calorifuge de type PROTECT1000S ;
- Les essais de filtres et de combustible ne montrent pas d'effet chimique significatif en l'absence de calorifuge de type Microtherm® et une limitation de la quantité du calorifuge de type PROTECT1000S.

- A l'issue de ces analyses, les modifications suivantes ont été retenues pour garantir les hypothèses d'études et d'essais : EDF achève le remplacement des calorifuges microporeux de type « Microtherm® » du bâtiment du réacteur (PNRL1946). EDF remplace le calorifuge fibreux de type « Protect 1000S » de l'ensemble des lignes auxiliaires du bâtiment du réacteur dont le diamètre est supérieur ou égal à 50 mm (PNRL1947). EDF vérifie que les conditions de température restent compatibles avec le fonctionnement des matériels nécessaires à la sûreté de l'installation en situation normale, incidentelle ou accidentelle et met en œuvre les éventuelles modifications nécessaires. Cette modification et ces vérifications répondent à la prescription [CONF-C-III] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900.
- En complément, dans une démarche de réduction du risque, les modifications suivantes ont été retenues :
  - EDF met en œuvre des cerclages de sécurité sur les calorifuges des tuyauteries reliant les accumulateurs de l'injection de sécurité au circuit principal, ainsi que sur la ligne d'expansion du pressuriseur (PNRL1954). Cette modification répond à la prescription [CONF-C-I] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900.
  - EDF remplace les calorifuges fibreux installés sur les tuyauteries primaires et les fonds primaires des générateurs de vapeur qui sont susceptibles de libérer des fibres en cas de brèche en pied de générateur de vapeur (PNPE1342). EDF vérifie que les conditions de température restent compatibles avec le fonctionnement des matériels nécessaires à la sûreté de l'installation en situation normale, incidentelle ou accidentelle et met en œuvre les éventuelles modifications nécessaires. Cette modification et ces vérifications répondent à la prescription [CONF-C-II] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900.

En application de la prescription [CONF-C-V] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900, au plus tard le 31 décembre 2024, EDF mettra à jour sa démonstration de la fiabilité de la fonction de recirculation de l'eau présente en fond du bâtiment du réacteur après un accident de perte de réfrigérant primaire. Cette mise à jour intègrera les enseignements d'essais de filtration réalisés dans des conditions représentatives des installations et de la situation d'accident.

4.2.2.3 Conclusion

Les travaux menés sur le Palier CPY dans le cadre de la revue de fonction « *Recirculation RIS-EAS* » et des actions de suite du GPO 4ème RP 900 ont permis de démontrer avec un très bon niveau de confiance la présence de marges de sûreté et le bon fonctionnement des systèmes et équipements participant directement et indirectement à la fonction.

En complément, en réponse aux prescriptions émises par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900 :

- EDF mettra à jour sa démonstration de la fiabilité de la fonction de recirculation de l'eau présente en fond du bâtiment du réacteur après un accident de perte de réfrigérant primaire. Cette mise à jour intègrera les enseignements d'essais de filtration réalisés dans des conditions représentatives des installations et de la situation d'accident.
- EDF met en œuvre des modifications permettant de garantir les hypothèses associées aux études de conformité de la fonction recirculation (suppression totale du calorifuge de type Microtherm® et limitation de la quantité de calorifuge de type Protect1000S).

Par ailleurs, dans une démarche de réduction du risque, EDF remplace des calorifuges fibreux en pied de Générateurs de Vapeur par des calorifuges métalliques (RMI) et met en œuvre des cerclages de sécurité sur les calorifuges de certaines tuyauteries.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

La tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNRL1946 « Remplacement des calorifuges microporeux de type « Microtherm® » » est en cours de déploiement dans le cadre d'une programmation spécifique avec une intégration sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais prévue au plus tard en 2025.

Les modifications :

- PNRL1947 « Remplacement des calorifuges fibreux de type « Protect 1000S »,
- PNRL1954 « Mise en œuvre des cerclages de sécurité sur les calorifuges des tuyauteries reliant les accumulateurs de l'injection de sécurité au circuit principal, ainsi que sur la ligne d'expansion du pressuriseur »,

seront déployées dans le cadre d'une programmation spécifique avec une intégration sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais prévue au plus tard en décembre 2025.

La modification PNPE1342 « Remplacement des calorifuges fibreux par des calorifuges métalliques (RMI) en pied de Générateur de Vapeur » sera déployée dans le cadre d'une programmation spécifique avec une intégration sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais prévue au plus tard en décembre 2025.

4.2.3. Plan d'action ventilation (PAV)

Partie générique Palier

❖ **Contexte**

En décembre 2007, faisant suite au GP REX 2003-2005, l'ASN a fait la demande suivante :

« Afin de garantir que les débits de ventilation requis au titre du confinement dynamique et du conditionnement de l'air des locaux contenant des EIPS soient respectés, l'ASN vous demande de réaliser un nouveau « point zéro » en programmant au plus tôt sur l'ensemble des réacteurs en exploitation :

- *des campagnes de contrôle de position et de blocage des registres d'équilibrage des réseaux de ventilation ;*
- *des campagnes de mesures des débits de ventilation, à l'instar de ce qui a été réalisé sur les deux réacteurs de la centrale nucléaire de Chooz en 2005. »*

EDF a mis en œuvre un Plan d'Action Ventilation (PAV), tous Paliers, ayant pour objectifs de réaliser un diagnostic, une remise en état et un réglage des systèmes de ventilation dont le débit est valorisé dans les études de sûreté Grands Chauds, Grand Froid ou Explosion Interne, et qui n'est pas déjà contrôlé par un essai périodique RGE IX.

Suite au GP Orientation du 4ème RP 900, le déploiement du PAV pour le Palier CPY est réalisé dans le cadre du 4ème réexamen périodique.

L'objectif est de garantir la conformité des systèmes de ventilation en termes de performance par rapport aux exigences issues des référentiels Grands Chauds, Grand Froid et Explosion Interne, sans régression vis-à-vis du confinement dynamique.

❖ **Méthodologie**

L'objectif principal est de caractériser les performances réelles des systèmes de ventilation et de les comparer aux débits requis de sûreté calculés dans le cadre des études Grands Chauds, Grand Froid, et Explosion Interne. La valeur du débit de ventilation retenue au titre des essais de performance tiendra compte des débits requis pour les systèmes de ventilation permettant de satisfaire les exigences de la démonstration de sûreté pour les agressions Grands Chauds, Grand Froid et Explosion Interne.

La démarche des études de vérification des performances des systèmes de ventilation est organisée en 4 phases :

- établissement des débits requis de sûreté,
- réalisation des essais de performance sur une tranche pilote,
- analyse des évolutions induites par comparaison des débits mesurés aux débits requis de sûreté,
- généralisation au Parc de la reprise des réglages des systèmes concernés par les nouveaux requis de sûreté.

❖ **Résultats des études**

Etablissement des débits requis de sûreté

Faisant suite à l'analyse des exigences de sûreté des systèmes de ventilation, les débits requis de sûreté sont les débits les plus pénalisants issus soit des modèles thermiques Grands Chauds, soit des modèles thermiques Grand Froid, soit des études concernant l'Explosion Interne. A l'issue de cette première étape, EDF dispose des débits requis et des conditions de fonctionnement des ventilations associées.

Essais de performance sur tranche pilote

Les essais de performance des ventilations sont réalisés sur une tranche pilote. Dans le cadre du 4ème RP 900, ces essais ont été réalisés sur la paire de tranche 1/2 du CNPE du Blayais pour le Palier CPY avec des compléments pour les spécificités de site pour les CNPE de Gravelines, Cruas, Dampierre et Chinon.

Les essais sont réalisés en deux lots :

- Lot 1 : expertise mécanique visuelle, nettoyage et remise en état des systèmes de ventilation;
- Lot 2 : réglages, au plus proche des débits nominaux, avec les organes à disposition.

Les systèmes de ventilation de l'ilot nucléaire et de l'ilot conventionnel présentant un requis vis-à-vis des référentiels Grands Chauds, Grand Froid et Explosion Interne ont fait l'objet de mesures de débits.

Comparaison entre débits mesurés et débits requis

La comparaison entre les débits requis et les débits mesurés a été effectuée. Cette dernière étape a permis d'assurer le réglage de tous les systèmes présentant un requis vis-à-vis des référentiels Grands Chauds, Grand Froid et Explosion Interne.

❖ **Conclusion du PAV**

Chacun des systèmes du périmètre fait l'objet d'une phase de diagnostic, pouvant conduire à quelques actions de nettoyage ou de remise en état pour optimiser les performances, puis d'une phase de reprise de l'équilibrage des réseaux de ventilation si nécessaire sur tous les systèmes présentant un requis vis-à-vis des référentiels Grands Chauds, Grand Froid et Explosion Interne. Le maintien des réglages associés aux requis de sûreté est ensuite assuré par la mise en place de dispositions d'exploitation spécifiques.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

La tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Les activités de diagnostic, de remise en état et de réglages ont été réalisées de 2019 à 2022 sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais.

Suite aux diagnostics, des actions de nettoyage, de remplacements de certains composants (batteries de chauffage, registres de réglage, clapets anti-retour…), de reprises d'étanchéité au niveau d'éléments participant au confinement statique (joints de porte, intégrité de trémies de passage de câbles, …) ont permis d'optimiser les performances pour atteindre, lors du réglage, les nouvelles exigences liées au référentiels Grands Chauds, Grand Froid et Explosion Interne.

La pérennisation de ces réglages est garantie par le déploiement d'un programme articulé autour de 4 leviers :

la documentation, les dispositions matérielles, l'organisation du CNPE et la culture d'exploitant dans le domaine de la ventilation à laquelle sont associées les compétences.

4.2.4. Revues complémentaires des systèmes

Partie générique Palier

❖ **Contexte**

La conception initiale des réacteurs est basée sur une démarche de dimensionnement de systèmes de sauvegarde vis-à-vis de situations incidentelles et accidentelles de la chaudière (accidents de dimensionnement de catégorie 1 à 4) qui a été progressivement étendue au Domaine Complémentaire puis aux accidents avec fusion du cœur et aux agressions. Ceci a amené EDF à réexaminer les études de conception des systèmes pour s'assurer de leur cohérence avec les données et hypothèses considérées dans la démonstration de sûreté.

Une démarche complémentaire de sélection des systèmes élémentaires devant faire l'objet d'une revue a donc été définie par EDF. Cette démarche privilégie un raisonnement de sûreté pragmatique et a été conduite selon trois faisceaux d'analyses :

- L'identification des systèmes importants vis-à-vis du risque de fusion du cœur.
- Les études de conception non examinées depuis la mise en service du Parc nucléaire.
- Les systèmes dont le retour d'expérience est défavorable.

Les systèmes retenus au titre du premier faisceau d'analyse sont ceux qui contribuent directement au refroidissement de sauvegarde du cœur du réacteur, à savoir les circuits RIS, EAS et ASG. Ce périmètre a été complété avec les systèmes contribuant au refroidissement du réacteur à l'arrêt et au refroidissement intermédiaire à savoir les systèmes RRA et RRI, ainsi qu'avec le système PTR au titre de sa contribution au refroidissement de la piscine combustible.

Les deux autres faisceaux d'analyse ont fait émerger les systèmes relatifs aux sources électriques et aux ventilations en tenant compte notamment, des données de fiabilité des matériels, des ESS de conception et de la démarche « *précurseurs* » des EPS.

❖ **Objectifs**

Les objectif de ces revues sont de vérifier :

- l'adéquation des requis fonctionnels de sûreté issus de la démonstration de sûreté du 4ème RP 900 avec leur déclinaison dans le Chapitre IX des Règles Générales d'Exploitation (RGE),
- l'adéquation des exigences définies de conception de la démonstration de sûreté du 4ème RP 900 avec les exigences spécifiées dans la liste des EIPS :
  - classement mécanique et électrique,
  - secours électrique,
  - tenue sismique,
  - qualification à l'ambiance dégradée et au cas de chargement Accident avec fusion du cœur.

Pour ce faire, dans un premier temps, l'inventaire des requis fonctionnels de sûreté et des exigences définies de conception issues de la démonstration de sûreté applicable à la Tranche Tête de Série de Tricastin 1 est réalisé. Dans un second temps, la cohérence entre ces exigences et leur déclinaison dans le chapitre IX des Règles

Générales d'Exploitation (RGE) ainsi que dans la liste des matériels classés IPS est vérifiée.

❖ **Réponse**

L'ensemble des analyses réalisées dans le cadre de ces revues a permis de conclure à :

- L'adéquation du programme d'essais périodiques avec les requis fonctionnels de sûreté des systèmes revus à l'état 4ème RP ;
- L'adéquation des exigences définies de conception avec les exigences spécifiées dans la liste des EIPS du 4ème RP 900.

Ces analyses ont conduit EDF à réaliser les actions suivantes :

- Mise à jour du Rapport De Sûreté (RDS) afin de décrire plus précisément les exigences définies de performance ou de conception afférentes aux systèmes revus ;
- Mise en cohérence des Règles Générales d'Exploitation (RGE) avec les exigences définies afférentes aux systèmes revus. En particulier, EDF a mis à jour les procédures accidentelles H4/U3 afin d'assurer le respect de certaines limites de classe. Les analyses conduisent également à modifier les RGE associées au système PTR afin de prendre en compte les vidanges de la piscine d'entreposage du combustible initiées côté BR avec sa parade associée « Modification de la commande de la vanne du tube de transfert pour fermeture sous débit » (PNRL1895) ;
- Justifications complémentaires relatives à certaines limites de classe entre des portions de circuits sismiques et non sismiques accompagnées le cas échéant, de vérifications in situ de la conformité de ces interfaces à leurs exigences définies de conception applicables au 4ème RP 900. Notamment, une extension du classement sismique et mécanique de la ligne de brassage de la soude a été réalisée. Les lignes et équipements ont été validés intègres au séisme, en l'état. Une disposition consistant à contrôler les couples de serrage aux brides et aux ancrages de la pompe de brassage de soude conformément à la note de calcul vérifiant son intégrité est mise en œuvre (PNRL1933).
- Mise à jour du Programme d'Essais Périodiques des Groupes Électrogènes de Secours afin d'améliorer la représentativité du critère relatif à l'intensité maximale du courant stator.

❖ **Conclusion**

Les travaux menés dans le cadre des revues de conformité en réponse à la demande CONF n°4 permettent de disposer d'un référentiel de conception conforme aux exigences définies dans le 4ème RP 900.

Ces travaux ont permis, pour les systèmes de son périmètre, de :

- vérifier la cohérence du Programme d'Essais Périodiques avec les requis fonctionnels de sûreté du référentiel du 4ème RP 900,
- vérifier la conformité des exigences définies des EIPS du Palier CPY au référentiel du 4ème RP 900,
- proposer le cas échéant des évolutions du référentiel des exigences définies 4ème RP 900 en mettant en cohérence les Règles Générales d'Exploitation associées.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

La tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNRL1895 « Modification de la commande de la vanne du tube de transfert pour fermeture sous débit » a été intégralement réalisée sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais. Les impacts documentaires de cette modification ont été pris en compte.

La modification PNRL1933 « Renforcement sismique de la ligne de brassage de la soude » est en cours de déploiement sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4ème RP 900.

4.3. CONCLUSION

En complément des revues déjà réalisées au 4ème RP 900 (sources électriques, fonction recirculation RIS-EAS, Plan d'Action Ventilation), EDF a développé une méthode d'identification des systèmes principaux relatifs à la sûreté devant faire l'objet d'une revue.

La liste ainsi établie comporte les systèmes liés au refroidissement et à la sauvegarde du cœur, complétée de systèmes supports importants.

Les revues ont été menées et les actions issues de ces revues ont été déclinées sur Blayais 1, à l'exception de certaines actions issues de la revue « recirculation RIS-EAS » encadrées par des prescriptions émises par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème réexamen périodique 900 MWe.

CHAPITRE 2 : REEVALUATION

SOMMAIRE DU CHAPITRE 2

SECTION 1 : ACCIDENTS SANS FUSION DU COEUR
SECTION 2 : AGRESSIONS
SECTION 3 : PISCINE COMBUSTIBLE
SECTION 4 : ACCIDENTS AVEC FUSION DU COEUR
SECTION 5 : RISQUES CONVENTIONNELS
SECTION 6 : ETUDES TRANSVERSES
SECTION 7 : CONTRIBUTION DU NOYAU DUR AUX OBJECTIFS DU REEXAMEN

SECTION 1 : ACCIDENTS SANS FUSION DU COEUR

1. ACCIDENTS SANS FUSION DU COEUR 66

1.1. OBJECTIFS 66

1.2. REPONSE AUX OBJECTIFS 67

1.2.1. RESPECTER LES CRITERES DE SURETE DES ETUDES D'ACCIDENTS EN INTEGRANT LES EVOLUTIONS DE CONNAISSANCE 67

1.2.1.1. Etudes du Domaine de Dimensionnement 68

1.2.1.2. Etudes du Domaine Complémentaire 72

1.2.1.3. Etudes additionnelles 77

1.2.1.4. Etudes Probabilistes de Sûreté (EPS) des événements internes « *Chaudière* » de niveau 1 81

1.2.2. TENDRE VERS DES NIVEAUX DE CONSEQUENCES RADIOLOGIQUES NE NECESSITANT PAS DE CONTRE-MESURES POUR LA POPULATION 85

1.2.2.1. Réévaluer les conséquences radiologiques « *chaudière* » 86

1.2.2.2. Réévaluer la performance du confinement 87

1.2.2.3. Réévaluer les conséquences radiologiques « *hors chaudière* » 93

1.3. CONCLUSION 94

1. ACCIDENTS SANS FUSION DU COEUR

1.1. OBJECTIFS

L'objectif général de sûreté nucléaire est de protéger la population et son environnement en établissant et en maintenant dans les centrales nucléaires une défense en profondeur efficace contre les risques radiologiques et non radiologiques.

Dans la démonstration de sûreté, les incidents et accidents de dimensionnement, ainsi que les accidents du Domaine Complémentaire et les agressions font l'objet d'analyses de leurs conséquences radiologiques afin de s'assurer que les relâchements de produits radioactifs dans l'environnement consécutifs à ces situations ont, compte tenu des dispositions de conception et d'exploitation, des conséquences limitées pour les personnes du public et l'environnement. Au-delà de ces situations, les scénarios d'accidents avec fusion du cœur, de probabilité très faible, sont également étudiés.

Ce chapitre traite des accidents sans fusion du cœur liés aux incidents et accidents sur la chaudière, des domaines de dimensionnement et complémentaire.

Objectif n°1 : Respecter les critères de sûreté des études d'accidents en intégrant les évolutions de connaissance

A l'occasion du 4ème RP 900, la mise à jour de l'ensemble des études d'accidents est réalisée dans l'objectif de vérifier le respect des critères de sûreté en prenant en compte l'état des connaissances et des pratiques.

A cette fin, EDF a mené plusieurs types d'études :

- les études des scénarios de dimensionnement initial de la chaudière (Domaine de Dimensionnement),
- les études des scénarios complémentaires au dimensionnement (Domaine Complémentaire),
- des études additionnelles résultant de justifications particulières sur des scénarios spécifiques supplémentaires, de demandes ASN (exercice de transposition EPR de Flamanville 3 sur le palier 900 MWe) ou d'études étayant les hypothèses retenues pour la démonstration de sûreté,
- des études probabilistes de sûreté du risque de fusion du cœur et des rejets radiologiques permettant d'identifier des dispositions complémentaires à celles résultant du dimensionnement initial des réacteurs.

Objectif n°2 : Tendre vers des niveaux de conséquences radiologiques ne nécessitant pas la mise en œuvre de contre-mesure pour la population

Dans le cadre du 4ème RP 900, EDF s'est fixé pour objectif de tendre vers des conséquences radiologiques accidentelles de l'ordre des seuils de mise en œuvre de mesures de protection de la population définis par l'arrêté du 20 novembre 2009 portant homologation de la décision n°2009-DC-0153 de l'ASN du 18 août 2009 relative aux niveaux d'intervention en situation d'urgence radiologique, dont les valeurs sont rappelées ci-dessous :

- une dose efficace de 10 mSv pour la mise à l'abri,
- une dose efficace de 50 mSv pour l'évacuation,
- une dose équivalente à la thyroïde de 50 mSv pour l'administration d'iode stable.

A cette fin, le 4ème RP 900 réévalue :

- les conséquences radiologiques des accidents liés à la chaudière,
- la performance du confinement,
- les conséquences radiologiques des accidents « *hors chaudière* ».

1.2. REPONSE AUX OBJECTIFS

1.2.1. RESPECTER LES CRITERES DE SURETE DES ETUDES D'ACCIDENTS EN INTEGRANT LES EVOLUTIONS DE CONNAISSANCE

Au 4ème RP 900, toutes les études de sûreté des situations incidentelles, accidentelles et complémentaires ont été reprises avec un corps d'hypothèses correspondant :

- au cœur et au combustible,
- au fonctionnement des tranches,
- à l'évolution des exigences de sûreté,
- à la prise en compte des anomalies d'études impactant les études du réexamen précédent.

Les méthodes d'études ont, par ailleurs, pu faire l'objet d'évolution depuis le 3ème RP 900 :

- soit pour intégrer des évolutions de l'état de l'art,
- soit pour bénéficier des nouvelles méthodologies développées sur l'EPR Flamanville 3 lorsque la pertinence vis-à-vis du Palier CPY était avérée,
- soit pour permettre de restaurer des marges aux critères de sûreté.

En réponse à une demande de l'ASN, tous les correctifs d'études concernant le 3ème RP 900 ont été pris en compte et ont fait l'objet d'une information à l'ASN.

1.2.1.1. Etudes du Domaine de Dimensionnement

Partie générique Palier

❖ Contexte et objets des études

La protection de l'homme et de l'environnement contre les conséquences radiologiques, s'il y en a, des accidents pris en compte dans la conception de la centrale, même ceux de très faible probabilité, repose sur l'interposition en série de barrières de confinement qui sont, dans l'ordre :

- le gainage du combustible (1ère barrière) ;
- le circuit principal de refroidissement du réacteur (2ème barrière) ;
- l'enceinte de confinement (3ème barrière), et ses extensions.

A chaque catégorie de fonctionnement (catégories 2, 3 et 4 suivant la probabilité d'occurrence) sont affectés des objectifs relatifs à l'intégrité des trois barrières. Ces objectifs sont gradués, de telle sorte qu'aux conditions de fonctionnement les plus probables correspondent les exigences les plus sévères.

Avec l'intégrité des barrières, s'ajoutent les exigences suivantes :

- la non-dégradation d'une condition de fonctionnement vers une condition plus sévère,
- la conduite et le maintien de l'installation vers un état sûr où les 3 fonctions fondamentales de sûreté sont garanties durablement : la maîtrise de la réactivité (sous-criticité du cœur), l'évacuation de la puissance résiduelle et le confinement des substances radioactives.

Ainsi, pour les transitoires incidentels et accidentels étudiés au titre du Domaine de Dimensionnement (catégories de fonctionnement 2, 3 et 4), l'objectif est de démontrer avec les évolutions d'hypothèses associées au 4ème RP 900 :

- le respect des principes de sûreté,
- le respect des critères de sûreté associés aux phénomènes physiques limitatifs permettant de garantir l'atteinte des objectifs généraux définis sur les 3 barrières de confinement,
- l'atteinte et le maintien d'un état sûr.

❖ Synthèse des études

Dans le cadre du 4ème RP 900, l'ensemble des études du Domaine de Dimensionnement a été mis à jour :

- Retrait incontrôlé des groupes de régulation au démarrage,
- Retrait incontrôlé des groupes de régulation en puissance,
- Capacité de puissance de classe 2 qui vise à vérifier le bon dimensionnement des protections du réacteur,
- Mauvais positionnement, chute de grappe ou d'un groupe de grappes,
- Dilution incontrôlée d'acide borique,
- Perte partielle du débit primaire,
- Perte totale de charge et/ou déclenchement de la turbine,
- Perte de l'eau alimentaire normale des GV,

- Mauvais fonctionnement de l'eau alimentaire normale,
- Perte totale des alimentations électriques externes,
- Augmentation excessive de charge,
- Dépressurisation momentanée du circuit primaire,
- Ouverture intempestive d'une soupape secondaire (OISS),
- Démarrage intempestif du système d'injection de sécurité,
- Accident de Perte de Réfrigérant Primaire (APRP) due à une petite brèche de diamètre inférieur ou égal à 2,5 cm,
- Réduction forcée du débit primaire,
- Retrait d'une Grappe de régulation en Puissance (R1GP),
- Petite brèche sur tuyauterie secondaire,
- Ouverture intempestive d'une soupape de sûreté du pressuriseur,
- Rupture d'un Tube de Générateur de Vapeur (RTGV) de 3ème catégorie,
- Rupture importante d'une Tuyauterie Vapeur (RTV) de 4ème catégorie,
- Rupture importante d'une tuyauterie d'eau alimentaire,
- Rotor bloqué d'une motopompe primaire,
- RTGV de 4ème catégorie (Rupture d'un Tube de Générateur de Vapeur cumulée avec une soupape secondaire bloquée ouverte),
- Ejection d'une grappe de commande (EDG),
- Mauvais positionnement d'un assemblage de combustible dans le cœur,
- Accident de manutention du combustible,
- Accident de manutention du conteneur de combustible irradié,
- APRP Brèche intermédiaire (APRP BI) de 4ème catégorie.

Les études sont réalisées selon des méthodes éprouvées : soit reconduites du 3ème RP 900, soit d'ores et déjà utilisées sur EPR Flamanville 3 ou sur les autres types de réacteur du parc. L'utilisation de méthodes 3D, à laquelle on recourt plus souvent en RP4 900, permet, grâce à des calculs tridimensionnels, de mieux représenter la physique des phénomènes en jeu dans les études d'accident, tout en conservant un niveau de pénalisation équivalent. Un changement notable concerne également la corrélation de flux critique dont l'évolution permet de mieux caractériser le comportement du combustible vis-à-vis du phénomène physique de crise d'ébullition. Enfin, une hypothèse structurante concerne la prise en compte dans les études de l'impact de la déformation des assemblages. Sous l'effet cumulé des contraintes hydrauliques et mécaniques, de l'irradiation et de la température, les assemblages de combustible se déforment latéralement. Ce phénomène se traduit par des élargissements de lames d'eau présentes entre les assemblages dont les impacts neutroniques et thermohydrauliques sur les études du Domaine de Dimensionnement sont évalués et intégrés au bilan des marges final du 4ème RP 900.

Les principales évolutions issues du corps d'hypothèses du 4ème RP 900 sont les suivantes :

- Au titre de la résorption d'anomalies d'études :

- Augmentation du débit des vannes réglantes GCT-a (PNPE1141) : cette modification participe à la résorption de l'anomalie d'étude « *Incomplétude de la méthode de calcul de la consommation d'eau ASG par bilan d'enthalpie* » qui impacte l'aspect consommation ASG des phases C des études (la phase C des études est comprise entre l'instant de la première action manuelle et l'atteinte de l'état d'arrêt sûr).
- Réalimentation de la bâche ASG par le circuit d'eau incendie JP (PNPP1864) : cette modification participe à la résorption de l'anomalie d'étude « *Incomplétude de la méthode de calcul de la consommation d'eau ASG par bilan d'enthalpie* » qui impacte l'aspect consommation ASG des phases C des études.
- Installation d'un boremètre sur la décharge RCV (PNPP1797) : cette modification permet de résorber l'anomalie CNS dans les études de dilution en API/APR et est également valorisée dans l'étude de dilution en AN/RRA pompes primaires à l'arrêt.

- Au titre du 4ème RP 900 (modifications issues d'autres thèmes du réexamen et prises en compte dans les études du Domaine de Dimensionnement) :
  - Remplacement des têtes de soupapes SEBIM du pressuriseur sur les tranches CPY à l'état VD4 (PNPP1595) : cette modification vise à augmenter la capacité de décharge des têtes de soupapes du pressuriseur en eau à basse pression.
  - Filtre Tmoy – SIP C (PNRL1817) : cette modification permet une meilleure exploitation de la tranche.
  - Rénovation du RPN CPY en VD4 (PNPP1838) : cette modification impacte essentiellement les études liées aux incertitudes de reconstruction du déséquilibre axial de puissance.
  - Généralisation des grappes absorbantes en hafnium dans le référentiel VD4 900 : cette modification est une donnée d'entrée pour les études d'accidents. Elle a pour objectif de limiter la fluence cuve (voir Volet III, section 1, § 1.2.2.1).

Au bilan, dans le cadre du 4ème RP 900, EDF met en œuvre les modifications suivantes pour répondre aux objectifs associés aux études du Domaine de Dimensionnement :

- Evolution Système SIP-Protection (PNPP1873) : cette modification permet d'ajuster les protections ΔTte et ΔTsp dimensionnées par les études de capacité de puissance de classe 2 ainsi que le seuil BPVA modifié par l'étude de RTV 100 %Pn.
- Augmentation du volume REA Bore requis et augmentation du volume libre TEP (PNRL1829) : ces modifications sont issues des études de contrôle de la réactivité dans les états d'arrêt.
- Augmentation de la pression des accumulateurs RIS (PNPE1359) et abaissement de la pression de remplissage des crayons MOX des assemblages de combustible neuf : ces modifications permettent d'assurer une marge plus confortable vis-à-vis des phénomènes combustible liés à l'étude d'APRP BI.
- Modification des fiches d'alarme valorisées dans l'étude du transitoire de dilution incontrôlée d'acide borique, réacteur en puissance, et modification des procédures de conduite incidentelle/accidentelle appliquées suite à l'Arrêt Manuel Réacteur demandé par ces fiches d'alarme, de manière à isoler définitivement la source de dilution, puis assurer la boration du circuit primaire.
- Modification de la droite de blocage du groupe R (PNRL1957) permettant de prendre en compte l'impact de la déformation des assemblages sur les marges au critère de l'étude de chute de grappes.

Sur le plan des études, les compléments suivants seront apportés en phase B :

- pour l'accident de R1GP, le cas avec Arrêt Automatique du Réacteur (AAR) tardif,
- pour l'accident d'EDG, le cas sans AAR par dphi/dt et l'application des critères définis dans le cadre du Groupe Permanent Réacteur « *critères de tenue du combustible* » de 2017,
- pour l'accident de RTV à 100% Pn, le cas avec et sans cumul d'un Manque De Tension Externe (MDTE),
- pour le transitoire d'OISS, le cas de brèche interface de sollicitation de l'injection de sécurité,
- pour l'aspect déformation des assemblages, les éléments relatifs à la prise en compte des impacts neutronique et thermohydraulique,
- pour rendre robuste la démonstration de sûreté associée à l'étude de RTV 100 %Pn (cas avec cumul d'un MDTE) et EDG, EDF justifiera l'intervention de l'AAR par très basse vitesse GMPP en conditions dégradées dans l'enceinte (en mettant en œuvre une modification si besoin).

Enfin, en application des prescriptions émises par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900, EDF mène des compléments d'études sur les trois thématiques suivantes :

- En application de la prescription [Étude-B], au plus tard le 31 décembre 2023, EDF évaluera, par une démarche expérimentale, la validité de la corrélation de flux critique utilisée en périphérie des assemblages déformés. À la même date, EDF définira les éventuelles modifications à mettre en œuvre et le calendrier associé. EDF a transmis à l'ASN en juin 2021 un programme détaillé des configurations d'essais à réaliser.
- En application de la prescription [Étude-D] :
  - I.– Au plus tard le 30 juin 2023, EDF réalisera des essais permettant de caractériser la limite de flambage des grilles des assemblages de combustible. À la même date, EDF évaluera le comportement mécanique des assemblages en situation d'accident de perte de réfrigérant primaire de quatrième catégorie cumulée avec un séisme survenant de manière concomitante sur la base d'une méthode validée, intégrant des hypothèses et des règles adaptées aux incertitudes et aux limites des connaissances des phénomènes mis en jeu.
  - II.– En cas de dépassement de la valeur garantissant l'absence de flambage, EDF définira des dispositions à mettre en œuvre pour assurer la maîtrise de la réactivité et le refroidissement du cœur dans cette situation et le calendrier associé.

❖ **Conclusion**

En conclusion, toutes les études d'accidents du Domaine de Dimensionnement ont fait l'objet d'une reprise d'étude avec les hypothèses définies dans le cadre du référentiel du 4ème RP 900. Le respect des critères de sûreté est assuré pour l'ensemble des études réalisées.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

La modification PNRL1903 « Réalimentation ASG par JP* (alarmes STE : création sur seuils NTB JPP) GRA/BLA » est applicable à la tranche n°1 du CNPE du Blayais.

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNRL1903 « Réalimentation ASG par JP* (alarmes STE : création sur seuils NTB JPP) GRA/BLA » a été intégralement réalisée sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais. Les impacts documentaires de cette modification sont en cours de déclinaison, et seront achevés lors de sa 4ème visite décennale.

La modification PNRL1817 « Filtre Tmoy – SIP C » a été intégralement réalisée sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais. Les impacts documentaires de cette modification ont été pris en compte.

Les modifications :

- PNPE1141 « Augmentation du débit des vannes réglantes GCT-a »,
- PNPP1864 « Réalimentation bâche ASG par JP* »,
- PNPP1595 « Remplacement des têtes de soupape SEBIM »,
- PNPP1838 « RPN numérique »,
- PNPP1873 « Evolution SIP-P »,
- PNRL1829 « Augmentation du volume REA-bore requis et augmentation du volume TEP libre »,
- Généralisation des grappes absorbantes en hafnium dans le référentiel VD4 900,

sont en cours de déploiement sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4ème RP 900.

Les modifications :

- PNPE1359 « Augmentation de la pressions des accumulateurs RIS »,
- PNRL1957 « Modification droite de blocage groupe R ou autre (lame eau PMOX) »,

seront déployées sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais dans le cadre de la phase B des modifications du 4ème RP 900.

La modification PNPP1797 sur l'ajout d'un boremètre sur la décharge du système de contrôle chimique et volumétrique (RCV) a été réalisée sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais. Sa valorisation, prévue initialement avant fin 2022, est provisoirement suspendue dans l'attente d'investigations complémentaires. Dans l'attente, les dispositions compensatoires déjà mises en œuvre à l'état VD3 sont reconduites à l'état VD4 et permettent d'assurer la maitrise des transitoires incidentels de dilution homogène dans les états d'arrêt.

La modification « Crayons MOX à pression de remplissage abaissée à 16 bar » est en cours de déploiement dans le cadre d'une programmation spécifique avec un premier chargement prévu sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais lors du premier arrêt suivant la 4ème Visite Décennale (prévu en 2024) et une modification effective sur l'ensemble du cœur deux arrêts plus tard.

1.2.1.2. Etudes du Domaine Complémentaire

Partie générique Palier

❖ **Contexte et objets des études**

La vérification déterministe du dimensionnement initial d'une installation est complétée d'une vérification du niveau de sûreté sur la base des Etudes Probabilistes de Sûreté (EPS) qui permettent d'identifier des scénarios plausibles de défaillances multiples.

Le Domaine Complémentaire étudie des Conditions de Fonctionnement Complémentaires (CFC) aux conditions

de fonctionnement de dimensionnement, dans une démarche de réduction du risque.

Ces CFC font appel à des Dispositions Complémentaires (DC), destinées à rendre acceptables les conséquences de tels cumuls de défaillances. L'étude thermohydraulique et/ou neutronique, adossée à une Condition de Fonctionnement Complémentaire, permet de démontrer l'efficacité de la Disposition Complémentaire vis-à-vis de la prévention de la fusion du cœur. Elle vérifie les critères d'acceptabilité des conditions de fonctionnement de dimensionnement de 4ème catégorie ou de découplage.

❖ **Synthèse des études**

Le processus d'identification des dispositions complémentaires se décompose en trois étapes :

- Identification des dispositions complémentaires potentielles, c'est-à-dire les systèmes ou fonctions spécifiques utilisés dans l'EPS de niveau 1 ;
- Identification des séquences fonctionnelles associées aux dispositions potentielles : chaque disposition complémentaire potentielle est associée à un groupe de séquences élémentaires de l'EPS de niveau 1 (i.e. conduisant à la fusion du cœur) ;
- Détermination des dispositions complémentaires : cette étape consiste à déterminer les dispositions complémentaires qui permettent de réduire les risques significatifs. A cette fin, la fréquence de la séquence fonctionnelle sans la disposition complémentaire est comparée à la valeur probabiliste repère de quelques 10^{-7} / année.réacteur, définie en cohérence avec les cibles probabilistes :
    - Si la valeur repère est respectée sans la mise en œuvre de la disposition complémentaire potentielle, alors la nécessité de cette disposition dans la réduction du risque n'est pas démontrée ; dans ce cas, la disposition complémentaire potentielle n'est pas retenue ;
    - Si la valeur repère est dépassée sans la mise en œuvre de la disposition complémentaire potentielle, la nécessité de la disposition complémentaire peut être appréciée au cas par cas en fonction de l'acceptabilité des risques encourus.

L'ensemble des études du Domaine Complémentaire est mis à jour dans le cadre du 4ème RP 900.

La réalisation de l'ensemble de ces études conduit à mettre à jour la liste des DC et CFC. Les matériels, informations ou systèmes assurant une fonction requise dans le cadre des études du Domaine Complémentaire sont ensuite déclinées dans les Règles Générales d'Exploitation (RGE).

Par ailleurs, il est vérifié que ces équipements satisfont aux exigences de classement et de qualification découlant de leur valorisation dans ces études.

Le tableau ci-après liste les conditions de fonctionnement complémentaires retenues au titre du Domaine Complémentaire du 4ème RP 900 phase A, avec la ou les dispositions complémentaires associées.

Condition de Fonctionnement Complémentaire	Dispositions Complémentaires
Transitoire avec défaillance de l'AAR (ATWS) : Perte Totale de l'eau Alimentaire Normale cumulée au Blocage Mécanique de 3 grappes	Mise en service manuelle d'une boration au primaire
Transitoire avec défaillance de l'AAR (ATWS) : Ouverture Intempestive d'une Soupape Secondaire cumulée au blocage mécanique de 3 grappes	Mise en service manuelle d'une boration au primaire

Condition de Fonctionnement Complémentaire	Dispositions Complémentaires
Transitoire avec défaillance de l'AAR (ATWS) : Perte Totale des Alimentations Electriques Extérieures cumulée à la défaillance des disjoncteurs d'AAR	Nouveau Signal Palliatif
Transitoire avec défaillance de l'AAR (ATWS) : Perte Totale de l'Eau Alimentaire Normale cumulée avec l'échec total de l'AAR	Déclenchement en local des groupes RAM
Perte Totale de l'Alimentation en Eau des GV en RP	Mise en service manuelle du gavé ouvert
Perte totale de la source froide (H1) en RP et AN/GV	Isolement manuel du retour des joints n°1 des GMPP et de la ligne de débit nul RCV Alimentation des échangeurs du circuit de graissage des pompes RCV par le RRI de la tranche voisine Isolement automatique de la décharge RCV Réalimentation manuelle de la bâche ASG par SER en gravitaire Mise en service manuelle d'une borication du primaire
Brèche primaire cumulée à la perte de l'ISHP en fonctionnement	Refroidissement maximal
Brèche primaire en AN/GV	Mise en service manuelle de l'IS
Brèche primaire en AN/RRA	Mise en service manuelle de l'IS
Perte ou Brèche RRA et échec de l'appoint automatique en API NF (Non Fermé)	Mise en service manuelle d'un appoint au primaire Isolement manuel de la liaison RRA-RCV Passage manuel en recirculation
Défaillance totale du RIS ou de l'EAS en recirculation suite à une brèche primaire en RP, AN/GV et AN/RRA	Secours mutuel de l'ISBP ou de l'EAS
Perte Totale des Alimentations Electriques (H3) avec secours de l'injection aux joints des GMPP en RP et AN/GV	Injection aux joints des pompes primaires par la pompe de test alimentée par le DUS Réalimentation électrique des mesures nécessaires à la conduite des GV Réalimentation manuelle de la bâche ASG par SER en gravitaire
Perte Totale des Alimentations Electriques (H3) avec défaillance de la pompe de test entrainant l'apparition d'une fuite aux joints des GMPP en RP et AN/GV	Appoint au primaire par RCV alimenté par le GUS Réalimentation électrique des mesures nécessaires à la conduite des GV Réalimentation manuelle de la bâche ASG par SER en gravitaire Appoint au primaire par la pompe EAS-ND alimentée par le DUS

Condition de Fonctionnement Complémentaire	Dispositions Complémentaires
Perte Totale des Alimentations Electriques (H3) avec défaillance de la pompe de test entrainant l'apparition d'une brèche aux joints des GMPP en RP et AN/GV	Réalimentation électrique des mesures nécessaires à la conduite des GV Réalimentation manuelle de la bâche ASG par SER en gravitaire Appoint au primaire par la pompe EAS-ND alimentée par le DUS
Perte Totale des Alimentations Electriques (H3) en Arrêt Pour Intervention, circuit primaire Non Suffisamment Ouvert	Mise en service d'un appoint au primaire par le RCV de la tranche voisine Isolement manuel de la liaison RRA-RCV Réalimentation électrique des mesures nécessaires à la conduite des GV
Perte Totale des Alimentations Electriques (H3) en Arrêt Pour Intervention, circuit primaire Suffisamment Ouvert	Mise en Service manuelle d'un appoint gravitaire au primaire Mise en service d'un appoint au primaire par le RCV de la tranche voisine
Perte Totale des Alimentations Electriques (H3) en AN/RRA	Réalimentation électrique des mesures nécessaires à la conduite des GV Réalimentation manuelle de la bâche ASG par SER en gravitaire
Perte des tableaux électriques LHA et LHB par mode commun (DCC-LH) entrainant l'apparition d'une fuite aux joints des GMPP en RP et AN/GV	Réalimentation électrique des mesures nécessaires à la conduite des GV Réalimentation manuelle de la bâche ASG par SER en gravitaire Appoint au primaire par la pompe EAS-ND alimentée par le DUS
Perte des tableaux électriques LHA et LHB par mode commun (DCC-LH) en RP et AN/GV	Injection aux joints des pompes primaires par la pompe de test alimentée par le DUS Fiabilisation de l'injection aux joints des pompes primaires Réalimentation manuelle de la bâche ASG par SER en gravitaire
Perte des tableaux électriques LHA et LHB par mode commun (DCC-LH) en AN/RRA	Réalimentation électrique des mesures nécessaires à la conduite des GV Réalimentation manuelle de la bâche ASG par SER en gravitaire
Perte des tableaux électriques LHA et LHB par mode commun (DCC-LH) en Arrêt Pour Intervention, circuit primaire Non Suffisamment Ouvert	Mise en service d'un appoint au primaire par le RCV de la tranche voisine Isolement manuel de la liaison RRA-RCV Réalimentation électrique des mesures nécessaires à la conduite des GV

Condition de Fonctionnement Complémentaire	Dispositions Complémentaires
Perte des tableaux électriques LHA et LHB par mode commun (DCC-LH) en Arrêt Pour Intervention, circuit primaire Suffisamment Ouvert	Mise en Service manuelle d'un appoint gravitaire au primaire Mise en service d'un appoint au primaire par le RCV de la tranche voisine

A noter que certaines Conditions de Fonctionnement Complémentaires valorisent des modifications matérielles mises en œuvre au 4ème RP 900, notamment :

- PNPE1152 : La substitution du turboalternateur de secours LLS par le DUS : cette modification permet de disposer d'une source d'ultime secours plus fiable permettant la réalimentation d'une pompe RIS dans les situations H3 et DCC-LH ;
- PNPP1811 : La disposition EAS-ND décrite dans le Volet I – Chapitre 2 – Section 7 ;
- PNRL1894 : Le remplacement des sondes de température Branche Froide par des modèles qualifiés et opérables à des conditions d'ambiance dégradées dans l'enceinte pour permettre leur valorisation dans la conduite des situations H3 ou DCC-LH avec fuite ou brèche du circuit primaire.

Les principales modifications intellectuelles qui concernent les études du Domaine Complémentaire sont :

- L'évolution de conduite des transitoires H3/DCC-LH intégrée dans le chapitre VI des RGE ;
- L'intégration d'une démonstration du contrôle de la réactivité dans les études du Domaine Complémentaire.

Dans le cadre de la phase A, EDF met en œuvre une stratégie de conduite des transitoires H3/DCC-LH conçue pour gérer deux effets antagonistes liés à la température primaire : d'un côté, abaisser la température du circuit primaire favorise la préservation des joints des GMPP et donc l'inventaire en eau en cas de perte de l'injection compte tenu du phénomène de corrosion hydrothermique ; d'un autre côté, le maintien d'une température primaire élevée est favorable vis-à-vis de la sous-criticité du coeur. Le palier à 240°C est le compromis établi par EDF pour la phase A. Des compléments d'études ont permis de vérifier le contrôle de la réactivité dans les situations H3 et DCC-LH avec IJPP en mettant en œuvre un refroidissement jusqu'à 190°C. Ainsi, dans le cadre de la phase B, EDF fera évoluer la conduite des situations H3 et DCC-LH avec IJPP du Domaine Complémentaire et retient un palier de température à 190°C permettant de garantir le respect des critères d'acceptabilité.

Cette stratégie de conduite prend en compte le bon comportement des joints des GMPP dont la technologie a évolué par rapport à la conception initiale (glaces du joint n°1 en nitrure de silicium et joints toriques à haute température) et qui ont fait l'objet d'essais sur les blocs joints à partir de 2015, sur une boucle expérimentale, dans des configurations de pression et température enveloppes des conduites en perte totale des sources électriques, avec des joints neufs et des joints à vieillissement simulé.

❖ **Conclusion**

Avec la mise en œuvre des Dispositions Complémentaires retenues au 4ème RP 900 listées ci-dessus, toutes les études du Domaine Complémentaire réalisées dans le cadre du 4ème RP 900 respectent les critères de sûreté en intégrant les évolutions des connaissances.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

La tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Les modifications :

- PNPE1152 « Substitution de l'alimentation électrique par le Turbo-Alternateur de Secours par une alimentation par le Diesel d'Ultime Secours »
- PNPP1811 « Mise en place d'un système EAS-ND d'injection d'eau au primaire et d'évacuation de la puissance résiduelle »
- PNRL1894 « Remplacement des sondes de température branche froide »

sont en cours de déploiement sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4ème RP 900.

1.2.1.3. Etudes additionnelles

Partie générique Palier

En complément des études du dimensionnement initial et de celles du Domaine Complémentaire, des études additionnelles s'inscrivent dans une démarche d'amélioration de la sûreté des réacteurs.

❖ **Etudes Justificatives Particulières**

Certains phénomènes physiques ou certaines situations accidentelles, susceptibles de porter atteinte au bon accomplissement des fonctions de sûreté, mais non pris en compte à la conception et non couverts par les conditions de fonctionnement complémentaires, ont conduit à la mise en œuvre de dispositions matérielles ou opératoires spécifiques. L'objectif général des études justificatives particulières est d'évaluer la robustesse de l'installation vis-à-vis de ces phénomènes physiques et situations accidentelles, compte tenu des dispositions matérielles et opératoires mises en œuvre.

A l'occasion du 4ème RP 900, les études justificatives particulières sont les suivantes :

- Études d'Interaction Pastille Gaine (IPG) qui définissent les durées autorisées de Fonctionnement Prolongé à Puissance Intermédiaire (FPPI) ;
- Étude d'Accident de Perte de Réfrigérant Primaire dû à une rupture guillotine doublement débattue (APRP 2A avec A la section de la tuyauterie) ;
- Dilution hétérogène inhérente à l'APRP Brèche Intermédiaire ;
- Dilution homogène par rupture franche doublement débattue d'un tube de l'échangeur du Circuit d'Etanchéité des Pompes Primaires (CEPP).

o **IPG**

L'objectif des études IPG est de déterminer les durées autorisées de FPPI garantissant l'absence de rupture de la gaine en cas de transitoires de catégorie 2.

L'objectif est de mettre en œuvre une démarche permettant de couvrir les cycles dont le nombre d'assemblages neufs rechargés est variable (recharges dites « *variables* ») vis-à-vis du risque IPG et restant compatible avec la

démonstration de sûreté. La démarche « *IPG variabilité* » est déclinée dans les études IPG 4ème RP 900. Elle s'appuie sur l'évaluation par calculs 3D statiques des puissances linéiques en fonctionnement normal et lors des transitoires de catégorie 2. Le volet thermomécanique permet d'établir les nappes de puissances de rupture. Le bilan des marges IPG est établi à partir de la différence locale entre la puissance de rupture et la puissance linéique des transitoires de catégorie 2.

Dans certaines configurations, la variabilité des recharges mise en œuvre en 4ème RP 900 conduit à affecter légèrement le bilan des marges IPG évalué avec le plan de référence de la gestion. L'impact de la variabilité des campagnes des gestions combustible PMOX reste limité.

- **APRP 2A**

Les critères à vérifier pour l'étude de la brèche guillotine doublement débattue (APRP 2A) sont ceux de l'APRP de catégorie 4. Ils ont pour but, d'une part, de garantir l'intégrité de la 3ème barrière de confinement, d'autre part, de préserver la géométrie du cœur de façon à permettre le refroidissement du combustible et ainsi d'éviter une détérioration importante du cœur.

L'étude traite la grosse brèche doublement débattue (APRP-2A) avec des hypothèses et méthodes réalistes. Le niveau de température maximale de gaine, déterminé en 4ème RP 900, associé à un niveau de déformation maximale de gaine maîtrisé, permettent de respecter les critères.

- **Dilution hétérogène inhérente à l'APRP BI**

L'objectif de sûreté de cette étude est de s'assurer de l'absence de retour en criticité suite au phénomène de dilution hétérogène inhérente en APRP BI. Une démarche d'étude de l'accident de dilution hétérogène inhérente a été développée et mise en œuvre dans le cadre des études EPR Flamanville 3. La dilution hétérogène inhérente à l'APRP BI est également étudiée pour le parc en exploitation avec cette méthodologie.

Les règles d'études des conditions de fonctionnement de dimensionnement sont appliquées à l'exception de la prise en compte d'un aggravant (un aggravant est une défaillance supplémentaire aléatoire, indépendante de l'événement déclencheur de l'accident). Cette étude montre que la séquence de dilution hétérogène inhérente en APRP BI, en référentiel 4ème RP 900, en gestion combustible PMOX, n'entraine pas de retour en criticité du cœur.

Une étude de sensibilité à la prise en compte d'un aggravant a été réalisée. Les résultats montrent que la conclusion de non-retour critique du cœur au passage d'un bouchon d'eau claire est robuste à la prise en compte d'un aggravant.

Une analyse thermohydraulique locale a également été réalisée pour étudier la sensibilité au volume du bouchon. L'analyse neutronique consiste, lorsque le critère de découplage en entrée cœur sur la concentration en bore critique n'est pas vérifié, à réaliser un calcul neutronique statique. Les résultats de cette étude:

- concluent au non-retour critique du cœur pour des volumes de bouchon importants avec une marge importante ;
- démontrent également l'absence d' « *effet falaise* » : la conclusion de non-retour critique du cœur est robuste vis-à-vis de la modification d'un paramètre principal du transitoire, le volume du bouchon.

Des scénarios complémentaires faisant varier le nombre de bouchons, la cinétique d'envoi des bouchons (cinétique de reprise de circulation naturelle) et le décalage dans le temps de leur envoi dans la cuve démontrent, sur la base de calculs neutroniques cinétiques, l'absence de dommage sur le combustible et la non remise en cause de la capacité de refroidissement du cœur pour cet accident de dilution hétérogène inhérente en APRP BI sur les réacteurs 900 MWe du Palier CPY.

- **Dilution homogène par rupture franche doublement débattue d'un tube de l'échangeur du Circuit d'Etanchéité des Pompes Primaires (CEPP)**

Un programme d'études est en cours afin d'intégrer dans la démonstration de sûreté du palier 900 MWe le scénario de dilution homogène par rupture franche doublement débattue d'un tube de l'échangeur du Circuit d'Etanchéité des Pompes Primaires (CEPP), pour les états Réacteur en Puissance et Arrêt Normal avec l'application des règles et des critères de la catégorie 4 du domaine de dimensionnement. Concernant le risque de dilution par fuite ou rupture de tube de l'échangeur CEPP, EDF mettra en œuvre une modification matérielle (PNPE1189) permettant la réalisation d'un prélèvement chimique en aval de l'échangeur CEPP afin de s'assurer périodiquement de l'intégrité de cet échangeur.

❖ **Transposition des situations et délais opérateurs de l'EPR Flamanville 3**

Ces études permettent d'évaluer le comportement des réacteurs du Palier CPY pour les événements et délais opérateurs du référentiel de l'EPR Flamanville 3, en appliquant les règles des études des conditions de fonctionnement de dimensionnement (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 1 – § 1.2.1.1).

L'objectif est d'évaluer, à travers deux volets distincts :

- Le comportement des réacteurs du Palier CPY du Parc en exploitation pour les conditions de fonctionnement non prises en compte à leur conception mais retenues dans le référentiel de dimensionnement de l'EPR Flamanville 3 (FLA3).
- L'impact sur les réacteurs du Palier CPY de la prise en compte des valeurs fixées pour les délais d'action des opérateurs sur l'EPR Flamanville 3 sur les conditions de fonctionnement de dimensionnement.

Les études montrent que :

- La majorité des conditions de fonctionnement non traitées par conception à l'état 3ème RP 900 (environ 70% des cas) respecte les critères de sûreté en appliquant les règles d'études du Domaine de Dimensionnement. Les autres conditions de fonctionnement sont couvertes par les études et les dispositions du Domaine Complémentaire.
- La majorité des conditions de fonctionnement (plus de 70% des cas) respecte les critères de sûreté du Domaine de Dimensionnement avec les délais opérateurs retenus dans le référentiel déterministe de conception de l'EPR Flamanville 3. Les autres conditions de fonctionnement respectent des critères issus d'une démarche de type « *Domaine Complémentaire* ». L'augmentation du délai opérateur ne génère aucun « *effet falaise* ».

❖ **Cumul d'un Manque De Tension Externe (MDTE)**

A l'occasion du 4ème RP 900, les études réalisées concernent la prise en compte du cumul d'un Manque De Tension Externe (MDTE) pour les accidents de catégories 2 et 3 et la vérification de l'atteinte de l'état sûr avec des critères de catégorie 4 en valorisant uniquement des matériels classés sismiques.

- **Accident de catégories 2 et 3, aspect court terme**

Dans le cadre du 4ème RP 900, EDF a pris en compte le cumul d'un MDTE dans les études des conditions de fonctionnement de catégories 2 et 3, tout en conservant les règles d'études spécifiques utilisées pour celles-ci sur le Palier CPY.

EDF a valorisé la disposition « Arrêt Automatique du Réacteur sur séisme » (PNPP1419), déployée sur l'ensemble des réacteurs du Palier CPY.

EDF s'est assuré sur le Palier CPY (gestion combustible PARITE MOX) que l'intervention précoce de l'AAR sur

séisme dans l'étude des phases court terme (c'est-à-dire avant intervention de l'opérateur à 20 minutes) des conditions de fonctionnement des catégories 2 et 3, avec cumul d'un MDTE, permet d'éviter le phénomène de crise d'ébullition au niveau de la gaine garantissant ainsi le respect des critères de sûreté de catégorie 4. La modification « Arrêt Automatique du Réacteur sur séisme » permet en effet d'avancer la chute des grappes, avant que les paramètres de la chaudière ne soient dégradés dans les différentes conditions accidentelles étudiées.

- **Accident de catégories 2, 3, 4, aspect long terme**

Le MDTE pouvant être la conséquence d'un séisme, EDF s'est assurée pour tous les accidents de dimensionnement, qu'un état sûr peut être atteint en ne valorisant que des moyens sismiques pour les initiateurs de catégorie 2 à 4 avec cumul d'un MDTE.

L'évacuation de la puissance résiduelle est réalisée, selon les accidents :

- soit par l'Injection de Sécurité (IS) pour les scénarios d'APRP brèche intermédiaire par exemple,
- soit par l'Alimentation de Secours des Générateurs de vapeur (ASG) puis la réalimentation de la bâche par la Source d'eau de l'appoint Noyau Dur (PNPP1714/PNPE1289),
- soit par la mise en service du gavé ouvert en parade complémentaire.

L'inventaire primaire est assuré par l'IS pour les initiateurs avec primaire ou secondaire non intègre.

❖ **Accessibilité des locaux pour la réalisation des actions pour les études des domaines de dimensionnement et complémentaire**

L'analyse d'accessibilité consiste à s'assurer que les situations du Domaine de Dimensionnement et du Domaine Complémentaire ne génèrent pas d'évolution d'ambiance susceptible de compromettre la réalisation des actions en local nécessaires pour la gestion d'une situation incidentelle ou accidentelle. Les actions dont la réalisation est nécessaire à court terme sont analysées pour garantir le respect des objectifs de sûreté.

En situation d'accident du Domaine de Dimensionnement ou du Domaine Complémentaire, les conditions d'ambiance susceptibles d'évoluer de manière anormale du fait de l'initiateur sont de nature radiologique et thermique. L'analyse est donc réalisée sur ces deux aspects.

Dans le cadre du 4ème RP 900, EDF a appliqué la démarche mise au point dans le cadre du 3ème RP 1300 et instruite par l'ASN pour l'ambiance radiologique. Pour l'ambiance thermique, pour chacune des actions sélectionnées, l'analyse repose sur la comparaison entre les conditions thermiques en fonctionnement normal du local considéré et ces mêmes conditions dans la situation spécifique du transitoire analysé. Cette comparaison est réalisée à partir de l'identification d'une évolution pénalisante de l'ambiance thermique induite par un accroissement significatif des dissipations calorifiques et/ou une dégradation du conditionnement dans le local d'intérêt.

Dans la situation très improbable d'APRP4 avec cumul MDTE et perte d'un diesel conduisant à la perte de l'ensemble de la voie A, EDF identifie le besoin d'une modification permettant de réalimenter les organes nécessaires pour l'action « *lignage IS voie A en injection simultanée* ». Cette modification (PNPE1442) permet d'effectuer cette action depuis le bâtiment électrique (BL) dans une ambiance compatible avec la démarche d'accessibilité.

Suite à l'ensemble des vérifications menées dans le cadre du 4ème RP du Palier CPY, les ambiances générées dans les locaux où des actions seraient requises pour la gestion des situations du Domaine de Dimensionnement (radiologique et thermique) et du Domaine Complémentaire (radiologique) ne remettent donc pas en cause la capacité des intervenants à réaliser des actions dans ces locaux pendant la durée nécessaire.

EDF poursuit l'analyse d'accessibilité pour les accidents du Domaine Complémentaire avec un enjeu vis-à-vis de l'ambiance thermique afin de confirmer l'accessibilité dans ces situations. Si la mise en œuvre de dispositions complémentaires s'avérait nécessaire, celles-ci seraient prises dans le cadre de la phase B ou de la phase « Compléments » suivant la nature de ces dispositions.

En complément, en application de la prescription [FOH-B] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900, EDF vérifiera la capacité effective des agents de terrain à accéder aux locaux et à y réaliser les actions de conduite requises dans la démonstration de sûreté nucléaire en cas d'accident (par exemple, accessibilité des organes de contrôle et de commande, capacité de réalisation des actions en cas de port d'équipements de protection individuels, disponibilité de l'outillage, délai nécessaire aux accès). EDF définira les éventuelles modifications à mettre en œuvre et le calendrier associé.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

La tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNPP1419 « Mise en place d'un AAR sur séisme » a été intégralement réalisée sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais. Les impacts documentaires de cette modification sont en cours de déclinaison, et seront achevés lors de sa 4ème visite décennale.

Les modifications :

- PNPE1189 « Ajout d'un dispositif de prélèvement du fluide primaire en état d'arrêt en aval échangeur CEPP (Circuit d'Etanchéité des Pompes Primaires) vis-à-vis des risques de dilution hétérogène par fuite CEPP »,
- PNPE 1442 « Modification d'exploitation : Accessibilité - utilisation de cellules d'autocontrôle pour manœuvrer les RCV-RIS depuis le BL (injection simultanée ISHP) »,

seront déployées sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais dans le cadre de la phase B des modifications du 4ème RP 900.

La modification PNPP1714 « Appoint Ultime en Eau » sera réalisée sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais au plus tard en 2023, Les impacts documentaires de cette modification vis-à-vis de sa valorisation dans les études de cumul MDTE seront pris en compte à cette même échéance.

1.2.1.4. Etudes Probabilistes de Sûreté (EPS) des événements internes « *Chaudière* » de niveau 1

Partie générique Palier

Les Etudes Probabilistes de Sûreté (EPS) sont utilisées lors du réexamen périodique pour évaluer la fréquence de fusion du cœur (niveau 1) et son évolution par rapport à l'évaluation faite à l'issue du réexamen périodique précédent, en intégrant une analyse des modifications des caractéristiques des systèmes, des pratiques d'exploitation ainsi que l'évolution des connaissances.

Dans le cadre du 4ème RP 900, l'EPS CPY événements internes de niveau 1 a été mise à jour pour être représentative d'un réacteur du Palier CPY à l'état RP4 900.

EDF s'est fixée un objectif de réduction de la fréquence des scénarios menant à des rejets précoces et importants. Pour cela, EDF vise à réduire le risque de fusion du cœur, ce qui permet de réduire les rejets

associés. Cette EPS permet également de vérifier et de mettre à jour la liste des Dispositions Complémentaires, en fonction des résultats en termes de risque de fusion du cœur (valeur repère à quelques 10^{-7} / année.réacteur).

En préparation du 4ème RP 900, l'EPS du Palier CPY a été mise à jour pour intégrer l'expérience d'exploitation la plus récente (notamment les données de fiabilité des matériels, l'identification et la fréquence des initiateurs, le profil de fonctionnement). Elle prend en compte les nouvelles connaissances sur le comportement de l'installation issues des études les plus récentes.

Plusieurs évolutions notables du périmètre de l'EPS ont été réalisées à cette occasion dont une meilleure prise en compte des systèmes de ventilation et leurs systèmes supports (alimentation électriques, source froide), le traitement d'un plus grand nombre d'évènements initiateurs et la prise en compte des actions humaines à réaliser au-delà de 4 heures. La modélisation des systèmes RRI/SEC et des systèmes électriques a également été affinée.

Ces développements ont permis de tirer des enseignements qui ont conduit à décider lors du 4ème RP 900 les modifications suivantes :

- le remplacement des contacteurs électriques des ventilateurs du système de ventilation des bâtiments électriques par des contacteurs à accrochage (inclus dans la modification PNPE1068 pour Tricastin 1, PNRL1879 pour toutes les autres tranches du Palier CPY),
- l'évolution des procédures de conduite afin d'améliorer :
    - la fiabilité de la ventilation des bâtiments électriques dans les états où le réacteur est à l'arrêt,
    - la fiabilité de la mise en œuvre d'une parade en cas de perte de la fonction d'eau brute secourue constitutive de la source froide de la tranche.

Suite au réexamen périodique, une nouvelle version de l'EPS, nommée « *EPS 900 CPY VD4* » est réalisée afin d'être représentative d'un réacteur du Palier CPY à l'état VD4 et intègre l'expérience d'exploitation la plus récente, ainsi que les nouvelles connaissances sur le comportement de l'installation.

L'EPS 900 CPY VD4 permet ainsi d'évaluer le risque de fusion du cœur pour les événements internes chaudière de l'ordre de 3.10^{-6} / année.réacteur. La contribution est relativement équilibrée entre les différentes familles d'accidents.

Les familles prépondérantes sont par ordre décroissant de contribution :

- Les pertes de sources électriques de haute tension (PSLHT) dont la prédominance est la résultante de l'intégration de systèmes de ventilation en particulier des locaux électriques. Les dernières évolutions des connaissances liées à ces situations ont conduit à des modifications de conduite en valorisant notamment la pompe dite Noyau Dur (PNPP1811) et à une modification matérielle consistant à remplacer des contacteurs des ventilateurs des locaux électriques (PNPE1068 pour Tricastin 1, PNRL1879 pour toutes les autres tranches du Palier CPY) ;
- Les accidents de perte de réfrigérant primaire (APRP) ;
- Les transitoires cumulés à une défaillance de l'arrêt automatique réacteur (ATWS) ;
- Les transitoires sur le circuit secondaire (TGTA) ;
- Les pertes de sources électriques de basse tension (PSLBT) ;
- Les pertes de sources froides (PSF) qui intègrent le retour d'expérience le plus à jour en termes d'initiateur.

Trois familles contribuent dans une moindre mesure au risque de fusion du cœur, par ordre décroissant :

- Les transitoires sur le circuit primaire (TRCP) ;
- Les ruptures de tuyauteries secondaires (RTS) ;
- Les ruptures de tube(s) de générateur de vapeur (RTGV).

Au final, les dispositions mises en œuvre lors du 4ème RP 900 ayant un impact favorable en termes de risque de fusion du cœur sont les suivantes :

- le remplacement des contacteurs d'alimentation électrique des ventilateurs des locaux électriques (PNPE1068 pour Tricastin 1, PNRL1879 pour toutes les autres tranches du Palier CPY),
- l'isolement de la barrière thermique du GMPP (PNPP1371),
- la substitution du turbo-alternateur LLS par le Diesel d'Ultime Secours DUS (PNPE1152),
- le secours inter-tranche des Diesel d'Ultime Secours (PNPE1166),
- la pompe Noyau Dur vis-à-vis des pertes de source électrique de haute tension (PNPP1811),
- la valorisation des parades en situation de perte de la source froide : secours du RRI par PTR et secours du RCV par le RRI de la tranche voisine.

Par ailleurs, la prise en compte du REX d'exploitation a permis de réévaluer à la baisse les fréquences d'un certain nombre d'initiateurs (perte des tableaux LH par mode commun) et de mettre à jour certaines données de fiabilité (blocage mécanique de grappes, pompes de sauvegarde).

L'EPS événements internes chaudière CPY de niveau 1 a ainsi été réactualisée pour être représentative de l'état de réalisation de référence d'un réacteur du Palier CPY après le 4ème RP 900. Une diminution de l'ordre de 30% du risque global de fusion du cœur a été évaluée pour les EPS événements internes chaudière par rapport au précédent réexamen.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

La tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Les modifications :

- PNRL1879 « Contacteurs à accrochage DVLa du CPY »,
- PNPP1371 « Fiabilisation de l'isolement des barrières thermiques GMPP »,

ont été intégralement réalisées sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais. Les impacts documentaires de ces modifications ont été pris en compte.

Les modifications :

- PNPP1811 « Mise en place d'un système EAS-ND d'injection d'eau au primaire et d'évacuation de la puissance résiduelle »,
- PNPE1152 « Substitution de l'alimentation électrique par le Turbo-Alternateur de Secours par une alimentation par le Diesel d'Ultime Secours »,

- PNPE1166 « Secours du DUS par le DUS de la tranche voisine »,

sont en cours de déploiement sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4ème RP 900.

Les évolutions des procédures de conduite relatives à la ventilation et à la mise en œuvre d'une parade en cas de perte de la fonction d'eau brute secourue seront prises en compte dans la documentation d'exploitation lors de sa 4ème visite décennale.

1.2.2. TENDRE VERS DES NIVEAUX DE CONSEQUENCES RADIOLOGIQUES NE NECESSITANT PAS DE CONTRE-MESURES POUR LA POPULATION

Les incidents et accidents de dimensionnement représentent les conditions de fonctionnement retenues à la conception initiale des tranches et classées en catégorie de 2 à 4 selon la fréquence d'apparition estimée :

- catégorie 2 : incidents de fréquence modérée,
- catégorie 3 : accidents à fréquence très faible,
- catégorie 4 : accidents hautement improbables.

Chaque incident ou accident correspond en général au cas le plus représentatif et/ou le plus sévère d'un certain type de transitoire.

Afin de vérifier que les incidents et accidents de dimensionnement ont des conséquences radiologiques limitées sur la population, il est nécessaire de comparer les résultats des calculs de doses à des limites de doses adaptées à la situation étudiée, ainsi qu'à la période de temps considérée. On distinguera ainsi la dose associée à la phase court terme de l'accident, calculée à 24 heures et à 7 jours.

En ce qui concerne les transitoires de 2ème catégorie, il n'est pas fixé de limite de doses. Ces transitoires s'inscrivent dans la limite annuelle (1 mSv) de dose efficace pour l'exposition de la population à des rayonnements ionisants (article R1333-11 du code de la santé publique).

En ce qui concerne les transitoires de 3ème et 4ème catégorie (phase court terme), le niveau d'exigence retenu est adapté à la fréquence d'occurrence de la situation concernée. Il est défini en tenant compte des niveaux d'intervention associés à la mise en œuvre des mesures de protection de la population en situation d'urgence radiologique :

- pour les conditions de fonctionnement de 3ème catégorie : dose efficace < 10 mSv,
- pour les conditions de fonctionnement de 4ème catégorie : dose efficace < 50 mSv.

La limite de dose associée aux conditions de fonctionnement complémentaires, relative à la phase court terme des accidents, est identique à celle retenue pour les accidents de dimensionnement de 4ème catégorie soit :

- dose efficace < 50 mSv.

Pour les accidents susceptibles de conduire à des rejets en iode importants, le calcul de la dose efficace à court terme est complété par le calcul de la dose équivalente à la thyroïde sur la même période de temps afin de pouvoir apprécier la nécessité d'administration d'iode stable par comparaison avec le niveau de dose retenu en situation d'urgence radiologique, considéré comme valeur de référence, soit 50 mSv.

Au 4ème RP 900, EDF se fixe une cible plus ambitieuse que le strict respect des limites de doses exigées au titre de la démonstration de sûreté pour les différentes catégories d'accident. EDF vise un niveau de conséquences radiologiques, catégories 3 et 4 confondues, ne nécessitant pas de mise en œuvre de protection des populations. Cela se traduit en pratique par une dose à la thyroïde court terme en limite de site qui doit tendre vers 50 mSv et une dose efficace qui doit tendre vers 10 mSv.

Pour répondre à cet objectif, le programme de travail et les dispositions associées d'EDF comportent plusieurs volets :

- réévaluation des conséquences radiologiques des accidents liées à la chaudière et identification d'amélioration pour répondre à l'objectif,
- réévaluation de la performance du confinement et identification d'améliorations pertinentes dans ce domaine,

- vérification des conséquences radiologiques « *hors-chaudière* » (BAC).

1.2.2.1. Réévaluer les conséquences radiologiques « *chaudière* »

Partie générique Palier

❖ **Méthodologie**

La méthodologie d'évaluation des conséquences radiologiques des rejets atmosphériques accidentels intègre les instructions précédentes ainsi que les exigences réglementaires.

❖ **Synthèse des études**

Toutes les études de sûreté des domaines de dimensionnement et complémentaire sont suivies d'une évaluation des conséquences radiologiques.

Les calculs des conséquences radiologiques des incidents (catégorie 2) et accidents (catégories 3 et 4) de dimensionnement ainsi que ceux des accidents du Domaine Complémentaire montrent que les relâchements de produits radioactifs à l'extérieur de l'installation, consécutifs à ces situations, ont des conséquences limitées pour les personnes du public et l'environnement. Les doses calculées respectent les limites de dose associées à ces catégories d'incident et accident.

Un focus est réalisé sur les études d'APRP et RTGV de 4ème catégorie car elles présentent les valeurs de doses les plus élevées.

➢ **Accident de Perte de Réfrigérant Primaire de 4ème catégorie (APRP4)**

Les résultats court terme du 4ème RP 900, menés avec des hypothèses pénalisantes notamment sur le taux de rupture de gaines, répondent à l'objectif que s'est fixé EDF dans le cadre du 4ème RP 900 de tendre vers des niveaux ne nécessitant pas de mise en œuvre de mesures de protection de la population pour l'ensemble des accidents de dimensionnement à la distance de la première habitation :

- la dose efficace totale est inférieure à la limite de 10 mSv relative à la mise à l'abri,
- la dose équivalente thyroïde, pour le Palier CPY en gestion combustible PMOX, est inférieure à la limite des 50 mSv valeur associée à l'administration d'iode stable.

➢ **Accident de Rupture de Tube de Générateur de Vapeur de 4ème catégorie (RTGV4)**

De manière à réduire les conséquences radiologiques et ainsi avoir un impact aussi faible que raisonnablement possible, EDF a analysé la faisabilité d'un certain nombre d'améliorations. EDF a retenu deux solutions :

- Augmentation de la capacité d'évacuation du GCTa (PNPE1141), cette modification répond à la prescription [CR-A-II-1] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900.
- Abaissement de 33% (de 150 à 100 GBq/t) de la valeur maximale en équivalent Iode 131 en transitoire autorisée par les spécifications radiochimiques du primaire pour maintenir le réacteur en fonctionnement.

Cet abaissement permet de réduire les conséquences radiologiques de tous les accidents sans rupture de gaine de combustible, dont la RTGV de 4ème catégorie, accident ayant les conséquences radiologiques les plus importantes au titre de la démonstration de sûreté des accidents sans fusion du cœur. Il a, en effet, une incidence directe et proportionnelle sur les doses thyroïde, et dans une moindre mesure, une incidence directe sur les doses efficaces. Il limite ainsi les conséquences radiologiques associées à la masse d'eau primaire rejetée pendant le transitoire accidentel de RTGV4 permettant de tendre vers la non nécessité de mise en œuvre de mesures de protection de la population.

Il est à noter que la méthode utilisée pour l'évaluation des conséquences radiologiques prend en compte des pénalités substantielles notamment liées à la météorologie. Cette méthode correspond, à date, à l'état de l'art au niveau des méthodes disponibles. Une prise en compte plus réaliste et représentative de la météorologie et de sa variabilité, selon une approche statistique, permettrait un gain notable en termes de doses pour l'accident de RTGV4.

De plus, en application des prescriptions émises par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900, et afin de réduire encore les rejets radioactifs, notamment liquides :

- EDF met en œuvre une modification de conduite des transitoires de RTGV4 qui permet une réduction de plusieurs dizaines de tonnes des rejets liquides, cette modification répond à la prescription [CR-A-II-2] ;
- EDF met en œuvre un abaissement supplémentaire (de 100 à 80 GBq/t) de la valeur maximale en équivalent Iode 131 en transitoire autorisée par les spécifications radiochimiques du primaire pour maintenir le réacteur en fonctionnement. Cette disposition répond à la prescription [CR-A-I].

  Au bilan, l'abaissement de 150 à 80 Gbq/t permet un gain de l'ordre de 50 % sur la valeur de dose équivalente à la thyroïde.

❖ **Conclusions**

En termes de conséquences radiologiques, les doses évaluées pour les études de sûreté des domaines de dimensionnement et complémentaire du 4ème RP 900 respectent les limites de dose associées aux différentes catégories d'incident et accident et respectent l'objectif que s'est fixé EDF pour le 4ème RP 900.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

La tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Les modifications documentaires :

- « Abaissement des spécifications équivalent Iode 131 à 100 GBq/t »,
- « Abaissement des spécifications équivalent Iode 131 à 80 GBq/t »,
- « Modification de la conduite du transitoire de RTGV4 »,

seront prises en compte dans la documentation d'exploitation lors de sa 4ème visite décennale.

La modification PNPE1141 « Augmentation du débit des vannes réglantes GCT-a » est en cours de déploiement sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4ème RP 900.

1.2.2.2. **Réévaluer la performance du confinement**

Partie générique Palier

EDF a engagé depuis plus de 10 ans un programme de travail sur la problématique « *durée de vie des enceintes* ». Celui-ci fait l'objet de présentations périodiques auprès de l'ASN. Pour le Palier CPY, la réévaluation du confinement a été intégrée au programme de travail du 4ème RP 900. Cette démarche participe à la maîtrise

des conséquences radiologiques des accidents de dimensionnement et à la limitation d'impact d'un accident avec fusion du cœur (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 4).

Dans ce cadre, EDF a mené des études visant à valider :

- La conformité des critères fonctionnels en situation accidentelle :
  - Vérifier que la pression maximale atteinte dans l'enceinte au cours d'un APRP ou d'une RTV est inférieure à la pression de dimensionnement (5 bar absolu), ce qui garantit le respect des critères fonctionnels de résistance et d'étanchéité de l'enceinte en situation accidentelle ;
  - Vérifier que les pressions et les températures de rosée maximales atteintes au cours d'un APRP ou d'une RTV sont inférieures au profil de qualification des matériels aux conditions accidentelles, ce qui garantit de fait la tenue des matériels en situation accidentelle ;
  - Vérifier que la température maximale de l'eau dans les puisards au cours de la phase de recirculation ne dépasse pas la valeur de découplage fixée, ce qui garantit le bon fonctionnement des systèmes de sauvegarde en situation accidentelle.
- Le comportement mécanique des enceintes de confinement et les phénomènes de corrosion et autres pathologies.
- La fonctionnalité et l'étanchéité de l'enceinte de confinement.

Etudes des conditions de pression et de température dans l'enceinte en situation accidentelle

A partir des transitoires APRP et RTV, les Masses et Energies Libérées (MEL) dans l'enceinte, données d'entrée des études de tenue de l'enceinte, sont déterminées.

La prise en compte des brèches doublement débattues dans l'évaluation des Masses et Energie Libérées pour le calcul des conditions de pression et de température dans l'enceinte de confinement constitue une hypothèse pénalisante car non réaliste.

Les études des conditions de pression et de température enceinte concluent au respect des critères.

De plus, la dépression maximale dans l'enceinte de confinement en fonctionnement normal, suite à la mise en service intempestive de l'aspersion enceinte est déterminée. Cela permet de vérifier le respect de la dépression maximale considérée dans le dimensionnement.

Comportement mécanique et étanchéité des enceintes de confinement - Phénomènes de corrosion et autres pathologies

❖ **Comportement mécanique et pathologies susceptibles d'affecter l'enceinte de confinement**

La prise en compte des problématiques « *comportement mécanique de l'enceinte* » et « *corrosion et phénomènes pathologiques* » est prévue dans les DAPE (Dossier d'Aptitude à la Poursuite de l'Exploitation) « *Enceintes des réacteurs 900 MWe* » et « S*tructures de génie civil des centrales de 900 MWe vis-à-vis des risques de gonflement interne du béton* » (cf. Volet III – Section 1).

Des éléments permettant de confirmer l'adéquation des mesures prises pour assurer la protection contre les phénomènes de corrosion de la peau métallique sont également apportés dans le DAPE.

❖ **Comportement mécanique de l'enceinte de confinement « *VD4 + 10 ans* »**

Les études menées dans le cadre du 3ème RP 900 vis-à-vis de la tenue mécanique des enceintes de confinement de ce Palier (paroi béton et peau métallique) ont été réalisées en considérant une poursuite du fonctionnement

à 60 ans avec une marge adéquate. De plus, EDF a démontré que les phénomènes de vieillissement du béton étant limités dès 20 ans et très limités après 40 ans, les résultats obtenus sont transposables au 4ème RP 900.

❖ **Phénomènes pathologiques susceptibles d'affecter l'enceinte de confinement « *VD4 + 10 ans* »**

Les études et actions menées à l'issue du 3ème RP 900 concernant les problématiques de corrosion et phénomènes pathologiques restent applicables au 4ème RP 900.

Les enceintes des Paliers 900 MWe font l'objet d'un suivi périodique, vis-à-vis des pathologies pouvant affecter leurs fonctions de sûreté, à travers les PBMP. Le retour d'expérience montre, dans une perspective de poursuite du fonctionnement des réacteurs, que la surveillance effectuée permet la détection de désordres de façon assez précoce, tant sur les aspects corrosion des armatures et risque de Réaction Alcali-Granulat (RAG) que de Réaction Sulfatique Interne (RSI).

❖ **Corrosion de la peau métallique d'étanchéité**

La démonstration de l'aptitude à l'exploitation des enceintes de confinement du Palier CPY, par rapport à la problématique de la corrosion de la peau métallique d'étanchéité, est basée sur les informations obtenues relatives à l'état de la peau métallique lors :

- de la mise en œuvre de réparations dans la zone du fond du bâtiment réacteur sur toutes les tranches de 900 MWe (affaire réalisée au début des années 90) ;
- de la réalisation d'inspections visuelles de la peau lors des épreuves décennales confirmant l'état satisfaisant de la peau et de la protection métallique du joint radier / gousset ;
- de la réalisation d'inspections visuelles de la peinture et de la partie supérieure (niveau –3,50 m) de la jonction radier / gousset au titre des PBMP « *Ouvrages Génie Civil IPS* » confirmant l'état satisfaisant de la peinture ;
- de la réalisation de mesures d'épaisseur des tôles de la peau métallique du fût, de mesures d'épaisseur des tôles de la peau métallique du dôme et la surveillance de la partie supérieure de la jonction radier / gousset, qui ne mettent pas en évidence de dégradation en service pouvant remettre en cause la maintenance des enceintes de confinement ;
- de la réalisation d'une étude complémentaire des zones affectées par la corrosion qui conclut à l'intégrité de la peau métallique qui n'est pas affectée par les zones corrodées et ce, pour l'ensemble des configurations étudiées ;
- de l'évaluation de la profondeur de la corrosion susceptible d'affecter la peau métallique qui indique que le risque de percement est faible ;
- de l'exploitation du REX national et international disponible.

Ainsi, la corrosion par piqûres de la peau métallique, associée à un percement de la peau, n'est pas un mode de vieillissement probable pouvant remettre en cause la fonction étanchéité de l'enceinte compte tenu du suivi mis en œuvre.

❖ **Traversées de réserve**

Une campagne de contrôle visuel de ces traversées a été réalisée afin d'établir un état des lieux complet pour l'ensemble des tranches du Palier CPY. Le but est de détecter tout phénomène de corrosion susceptible d'affecter les traversées et d'en déterminer la nocivité.

Les constats visuels pour chaque traversée de toutes les tranches sont classés en 5 catégories :

- traversées non corrodées,
- traversées avec fleur de rouille (traces de rouille en surface...),
- traversées avec corrosion modérée (une surface ou plusieurs points de corrosion conséquents),
- traversées avec corrosion importante (cloquage, feuilletage sur zone importante…),
- autres cas : traversées inaccessibles.

Les résultats de ces contrôles sont présentés dans le paragraphe « *Bilan de l'état de la tranche* ».

❖ **Auscultation**

Afin de se prémunir de la perte de certains extensomètres noyés dans le béton des enceintes, EDF a défini une instrumentation dite « *Dispositif d'Auscultation Optimal* » (D.A.O) qui s'attache à préserver la continuité des mesures d'auscultation permettant de surveiller le comportement mécanique et l'évolution des déformations différées dans la fourchette attendue en fonctionnement à l'occasion des épreuves enceintes.

Ainsi, EDF a mis en œuvre, de manière préventive, des extensomètres de parement à l'extrados de la paroi précontrainte des bâtiments réacteur du Palier CPY (« Amélioration de la robustesse du système EAU vis-à-vis du DAO » PNPP1546), afin de garantir un D.A.O fonctionnel.

Fonctionnalité et étanchéité de l'enceinte de confinement

❖ **Double-enveloppes RIS et EAS**

Le rôle de la double-enveloppe est de confiner une fuite accidentelle (tuyauterie d'aspiration RIS ou EAS) entre les puisards et la première vanne d'isolement ou sur la vanne elle-même. Un dispositif pour tester l'étanchéité de la double-enveloppe est installé.

Cette double-enveloppe constitue le prolongement de la 3ème barrière de confinement pendant les phases accidentelles de recirculation sur les puisards.

Lors des essais périodiques de l'étanchéité de la 3ème barrière de confinement, EDF démontre que ces doubles-enveloppes sont étanches et assurent leur rôle en tant qu'extension de la 3ème barrière.

Dans le cadre du 4ème RP 900, EDF a analysé le risque de bipasse du confinement associé aux tronçons non isolables de tuyauteries RIS et EAS situés à l'extérieur du BR en réalisant :

- une revue des différents moyens envisageables pour assurer une surveillance complète de la double-enveloppe des tuyauteries RIS et EAS,
- une analyse détaillée des avantages et inconvénients de la mise en œuvre des modifications induites.

Il en ressort que le confinement en exploitation courante est vérifié par l'étanchéité extérieure de la double-enveloppe. Le confinement en situation accidentelle est assuré par l'intégrité de la double-enveloppe vis-à-vis de son requis pour assurer cette fonction. La démonstration de la maîtrise de l'intégrité de la double-enveloppe vis-à-vis de la fonction de sûreté de confinement repose sur deux types de surveillance :

- la surveillance de l'étanchéité de la double-enveloppe,
- la surveillance de l'absence d'eau stagnante qui représenterait un potentiel initiateur de corrosion pouvant générer à long terme une perte d'épaisseur de la double-enveloppe. Cette surveillance est réalisée par le biais :
    - des essais périodiques,

- de la maintenance préventive du revêtement époxy armé au niveau des puisards,
- de la maintenance préventive de la vanne d'isolement.

Cette triple surveillance permet une surveillance à maille fine et une discrimination des origines potentielles de l'eau. Les PBMP tous Paliers prévoient une ouverture de la purge à chaque arrêt pour rechargement, éliminant ainsi l'eau éventuellement stagnante, en particulier celle générée par la condensation qui ne serait pas détectable par la surveillance de l'étanchéité.

En complément, dans le cadre du 4ème RP 900, EDF prévoit la création d'un piquage afin de permettre un contrôle visuel de l'intérieur de la double-enveloppe via un système d'endoscope ou vidéo (PNPP1932).

❖ **Extension de la troisième barrière de confinement**

Dans le cadre du 4ème RP 900, EDF a procédé à la mise à jour de la définition de l'extension de la 3ème barrière. La définition retenue est la suivante :

- L'extension de la troisième barrière est constituée des circuits, ou des portions de circuits, et de leurs équipements associés qui répondent simultanément aux critères suivants :
  - Ils sont extérieurs à la 3ème barrière que constitue l'enceinte ;
  - Ils peuvent véhiculer, depuis l'intérieur de l'enceinte, au-delà des limites constituant la 3ème barrière, lorsque la fonction confinement est requise (isolement de la troisième barrière) :
    - soit du fluide primaire après une situation accidentelle susceptible d'entraîner une détérioration de la première barrière (ruptures de gaines),
    - soit l'atmosphère de l'enceinte après une situation accidentelle susceptible de conduire simultanément à une dégradation de la première barrière et à un relâchement d'activité primaire dans l'enceinte (perte de la deuxième barrière).
  - Ces circuits ou portions de circuits :
    - soit sont mis en service lors d'une situation accidentelle car nécessaires à l'accomplissement d'une fonction de sûreté radiologique,
    - soit sont en service préalablement à une situation accidentelle et sont maintenus en service pendant l'accident.
- Les situations accidentelles considérées pour l'identification des circuits constituant l'extension de la 3ème barrière selon la définition ci-dessus sont les conditions de fonctionnement étudiées au titre de la démonstration de sûreté nucléaire : les conditions de fonctionnement de dimensionnement, les conditions du Domaine Complémentaire et les situations d'accidents avec fusion du cœur vis-à-vis desquelles des dispositions matérielles ou d'exploitation sont définies.

Les exigences associées aux circuits appartenant à l'extension de la 3ème barrière complètent les exigences de conception relatives à l'enceinte de confinement et à son système d'isolement ainsi qu'aux systèmes de sauvegarde associés à l'enceinte de confinement. L'ensemble des matériels de l'extension de la 3ème barrière nécessaires à la mitigation des accidents de dimensionnement ou du Domaine Complémentaire font l'objet d'une exigence d'aptitude à l'étanchéité externe. Les matériels situés en limite de l'extension de la 3ème barrière font l'objet d'une aptitude à l'étanchéité externe et interne. Les circuits nécessaires à la mitigation des situations d'accidents avec fusion du cœur relevant également de la définition de l'extension de la 3ème barrière doivent également satisfaire à ces exigences.

En complément, des études ont été menées dans le cadre du 4ème RP 900 pour :

- dans un premier temps, identifier les circuits, portions de circuits et moyens mobiles non nécessaires pour atteindre l'état sûr dans les accidents de la démonstration de sûreté mais susceptibles de véhiculer du fluide actif en dehors de l'enceinte de confinement, en application des procédures accidentelles, y compris celles qui sont mises en œuvre par les équipes en charge de la conduite du réacteur à la demande de l'équipe de crise ;
- dans un deuxième temps, pour les matériels identifiés, démontrer leur aptitude à l'étanchéité pour les situations accidentelles considérées.

Les analyses menées par EDF ont permis d'identifier deux circuits (le circuit mobile de secours des systèmes EAS et ISBP, et le circuit de décompression-filtration de l'enceinte en situation d'accident avec fusion du cœur) et de démontrer leur aptitude à l'étanchéité dans les situations accidentelles considérées.

❖ **Essai périodique d'étanchéité des joints du TAM**

EDF a évalué la représentativité des essais d'étanchéité actuellement pratiqués au niveau du double-joint du TAM. Ces essais permettent de vérifier de manière périodique l'absence de dégradation de l'étanchéité des joints du TAM et donc de garantir la disponibilité de la fonction confinement. Une analyse de données issues du REX des contrôles pratiqués a confirmé le caractère adéquat des contrôles mis en œuvre pour vérifier l'étanchéité du TAM.

❖ **Dispositif de surveillance du confinement de l'enceinte**

En application de la prescription [CONF-E] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900, EDF établira les exigences définies du système de surveillance en exploitation du taux de fuite de l'enceinte de confinement (SEXTEN), qui constitue un élément important pour la protection qui participe à la surveillance du confinement lorsque les masses d'air dans l'enceinte de confinement sont stables.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

La tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

EDF a réalisé une campagne de contrôles visuels des traversées de réserve capsées afin de détecter tout phénomène de corrosion susceptible d'affecter les traversées et d'en déterminer la nocivité :

Le bilan pour les 16 traversées auscultées est le suivant :

- 8 traversées non corrodées,
- 8 traversées avec une corrosion modérée,

L'ensemble des contrôles réalisés montre un bon état général des traversées de réserve obturées : aucun endommagement susceptible de remettre en cause leur intégrité et donc l'étanchéité globale de l'enceinte n'a été constaté.

La modification PNPP1546 « Pérennisation d'auscultation EAU vis-à-vis du DAO » a été intégralement réalisée sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais. Les impacts documentaires de cette modification ont été pris en compte.

La modification PNPP1932 « Implantation d'un piquage sur la double enveloppe RIS et EAS » sera déployée sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais dans le cadre de la phase B des modifications du 4ème RP 900.

1.2.2.3. **Réévaluer les conséquences radiologiques « *hors chaudière* »**

Partie générique Palier

Dans la continuité du 3ème RP 1300, EDF a analysé les incidents et agressions de dimensionnement des bâtiments BAC afin de s'assurer de l'acceptabilité des conséquences radiologiques éventuellement induites vis-à-vis du niveau d'intervention retenu par les pouvoirs publics pour la mise à l'abri des populations, soit 10 mSv en dose efficace.

Les principales règles inhérentes à cette démonstration sont les suivantes :

- Les événements, incidents ou agressions, dans les BAC ne touchant pas le process chaudière, sont étudiés au titre des conséquences radiologiques, par vérification de la fonction de sûreté de maîtrise du confinement ;
- La structure des bâtiments doit assurer une fonction de rétention des produits liquides contenus en cas de défaillance des circuits et réservoirs qu'ils contiennent afin de prévenir un éventuel marquage des eaux souterraines ;
- En fonctionnement normal, dans le cadre de la protection du personnel, l'installation et son fonctionnement doivent conduire à une exposition aux rayonnements ionisants aussi faible que raisonnablement possible ;
- Des scénarios enveloppes sont définis pour la détermination des situations incidentelles ou accidentelles et la vérification de l'acceptabilité de leurs conséquences.

Les analyses de sûreté menées concluent à l'acceptabilité des conséquences radiologiques en cas d'accident. En particulier, la dose calculée sur le scénario enveloppe retenu (incendie généralisé du BAC) est très inférieure au critère de 10 mSv en dose efficace.

Le référentiel d'exploitation des BAN, BAC, BTE pour la gestion des déchets nucléaires complète les dispositions de conception par des dispositions d'exploitation et contribue au respect des exigences de sûreté. Ce référentiel contribue notamment à la maîtrise du débit de dose résultant des entreposages des BAC, à la maîtrise de la charge calorifique dans le bâtiment (maîtrise du risque incendie) et à l'amélioration de la propreté radiologique.

Les dispositions de conception sont également complétées par la mise en œuvre de dispositions d'exploitation, concourant à la prévention des déversements incidentels et des fuites susceptibles d'atteindre l'environnement.

A l'issue de l'instruction relative au réexamen de sûreté des BAC CPY, EDF complètera son analyse afin notamment d'intégrer un inventaire déchets actualisé sur une période de 10 ans, l'identification et la justification des exigences associées aux équipements et dispositions permettant de limiter les risques de dissémination de substances radioactives, la justification du caractère enveloppe des scénarios d'incendie retenus et l'évaluation des conséquences radiologiques.

Les dispositions prises à la conception et en exploitation sont adéquates pour garantir un niveau de sûreté satisfaisant dans le BAC.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

La tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Il n'y a pas de modification concernant ce thème sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais.

1.3. CONCLUSION

Les études d'accidents intègrent les évolutions de connaissance et des méthodes éprouvées, pour certaines utilisées sur l'EPR Flamanville 3. Elles respectent tous les critères de sûreté qui leur sont associés.

En outre, l'évaluation du comportement des réacteurs du Palier CPY aux transitoires et délais opérateur retenus pour le Domaine de Dimensionnement de l'EPR de Flamanville 3 a été effectuée. Les moyens de protection actuels ou prévus dans le cadre du 4ème RP 900 permettent aux réacteurs du Palier CPY de répondre aux enjeux de sûreté liés à la prise en compte des conditions de fonctionnement et délais opérateur du référentiel déterministe de conception du réacteur EPR de Flamanville 3.

Les EPS événements internes chaudière CPY de niveau 1 ont été réactualisées pour être représentatives de l'état de réalisation de référence d'un réacteur du Palier CPY après le réexamen 4ème RP 900. Les résultats de ces EPS montrent une amélioration globale du résultat vis-à-vis du précédent réexamen (diminution du risque global de fusion du cœur de l'ordre de 30%).

En termes de conséquences radiologiques, les doses déterminées pour les études de sûreté des domaines de dimensionnement et complémentaire du 4ème RP 900 respectent les limites de dose associées aux différentes catégories d'incident et accident.

Vis-à-vis de l'objectif d'amélioration des conséquences radiologiques vers des niveaux ne nécessitant pas de contre-mesures pour la population, EDF réduit, dans les spécifications radiochimiques de l'eau du circuit primaire, la valeur limite d'activité en équivalent iode 131 et met en œuvre une augmentation du débit GCT-a et une modification de conduite en RTGV.

L'accident de RTGV, qui constitue le transitoire de dimensionnement entrainant les conséquences radiologiques les plus élevées, fait l'objet de calculs avec des méthodes à l'état de l'art pour lesquelles les perspectives d'amélioration permettront de se rapprocher encore de la non nécessité de mise en œuvre de mesures de protection de la population par une meilleure prise en compte de la variabilité météorologique.

SECTION 2 : AGRESSIONS

2 AGRESSIONS 97

2.1 OBJECTIFS 97

2.2 REPONSE AUX OBJECTIFS 98

2.2.1 S'ASSURER DE LA ROBUSTESSE DES INSTALLATIONS A DES NIVEAUX D'AGRESSIONS REEVALUES A L'OCCASION DU REEXAMEN AINSI QU'AUX PRECONISATIONS INTERNATIONALES (WENRA) 98

2.2.1.1 Incendie 101

2.2.1.2 Explosion interne 109

2.2.1.3 Inondation interne, défaillances de tuyauteries et défaillances de réservoirs, pompes ou vannes haute énergie 121

2.2.1.4 Inondation externe 125

2.2.1.5 Séisme 130

2.2.1.6 Collisions et chutes de charge 134

2.2.1.7 Interférences électromagnétiques (IEM) internes 139

2.2.1.8 Grands Chauds 141

2.2.1.9 Grand Froid 145

2.2.1.10 Agressions de la source froide 147

2.2.1.11 Grands vents et projectiles générés par grand vent 151

2.2.1.12 Tornade 152

2.2.1.13 Foudre et interférences électromagnétiques (IEM) externes 154

2.2.1.14 Neige 155

2.2.1.15 Maitrise du risque industriel 156

2.2.1.16 Maitrise du risque aérien 160

2.2.1.17 Etudes complémentaires 161

2.2.2. VISER UN RISQUE DE FUSION DU CŒUR INCLUANT LES AGRESSIONS DE QUELQUES 10^{-5} / ANNEE.REACTEUR 165

2.2.2.1 EPS Incendie 166

2.2.2.2 EPS Explosion interne 168

2.2.2.3 EPS Inondation interne 170

2.2.2.4 EPS Inondation externe 171

2.2.2.5 EPS Séisme 172

2.2.2.6 Remontage global EPS 173

2.3 CONCLUSION 175

2 AGRESSIONS

2.1 OBJECTIFS

Les agressions sont des événements ou des situations qui peuvent entraîner de manière directe ou indirecte des dommages aux structures, systèmes ou composants nécessaires pour remplir les fonctions fondamentales de sûreté.

Dans la démonstration de sûreté nucléaire relative aux agressions, les familles d'agressions suivantes sont définies :

- agressions internes,
- agressions externes, qui sont de deux types :
  - agressions externes naturelles,
  - agressions externes d'origine humaine.

A l'origine, la démonstration de sûreté nucléaire prenait en compte les agressions selon une approche de dimensionnement essentiellement déterministe. Ce volet « *Domaine de dimensionnement* » (ou Domaine de conception de référence) apporte, pour chacune des agressions prises en compte, une démonstration déterministe du respect des objectifs de sûreté dans le cas d'une agression dite *« agression de référence ».*

A partir du 3ème RP 1300, un volet probabiliste est introduit dans la démonstration de sûreté nucléaire pour certaines agressions.

Le 4ème RP 900 s'inscrit dans cette approche avec un volet déterministe de la démonstration de sûreté et un volet probabiliste. Ceci se traduit par les deux objectifs suivants :

Objectif n°1 : S'assurer de la robustesse des installations à des niveaux d'agressions réévalués à l'occasion du réexamen ainsi qu'aux préconisations internationales (WENRA)

Dans le cadre du 4ème RP 900, la démarche générale de prise en compte des agressions a évolué et les études d'agressions ont été réactualisées pour tenir compte notamment de l'état de l'installation, de l'expérience acquise au cours de l'exploitation, de l'évolution des connaissances et des règles applicables aux installations similaires.

L'objectif est de limiter, en cas d'agression, le risque de mise en défaut des objectifs de sûreté suivants :

- intégrité de l'enveloppe sous pression du circuit primaire principal,
- arrêt et maintien du réacteur en état sûr,
- prévention et limitation des conséquences radiologiques des accidents sur l'homme et l'environnement à un niveau aussi faible que raisonnablement admissible dans des conditions économiquement acceptables.

Dans le cadre du 4ème RP 900, l'objectif d'EDF est d'appliquer aux études d'agressions les niveaux de référence WENRA et de vérifier l'accessibilité des locaux pour la réalisation des actions nécessaires à la protection contre les agressions.

<u>Objectif n°2</u> : Viser un Risque de Fusion du Cœur (RFC) global incluant les agressions de quelques 10^{-5} / année.réacteur

Le volet probabiliste complète le volet déterministe pour évaluer le risque de fusion du cœur afin d'apprécier le niveau de sûreté des installations. Dans le cadre du 4ème RP 900, EDF a étendu le périmètre des EPS au domaine des agressions internes et externes. EDF a réalisé des études probabilistes de sûreté de niveau 1 liées aux agressions suivantes :

- EPS Incendie,
- EPS Explosion interne,
- EPS Inondation externe,
- EPS Inondation interne,
- EPS Séisme.

2.2 REPONSE AUX OBJECTIFS

2.2.1 S'assurer de la robustesse des installations à des niveaux d'agressions réévalués à l'occasion du réexamen ainsi qu'aux préconisations internationales (WENRA)

La conception des tranches du palier 900 MWe intègre depuis l'origine la protection vis-à-vis des agressions internes ou externes plausibles. Cette exigence se traduit le plus souvent par la limitation du risque de mode commun pour les systèmes nécessaires au repli et au maintien du réacteur en état sûr. Les réévaluations menées à l'occasion des réexamens périodiques successifs et notamment la prise en compte du retour d'expérience ont par la suite conduit à une amélioration des modalités de prise en compte des différentes agressions et plus particulièrement celles liées aux conditions climatiques.

En complément du Dossier d'Orientation du 4ème Réexamen Périodique 900, EDF a précisé le périmètre et les objectifs d'amélioration de sûreté vis-à-vis des agressions. Ces éléments sont présentés ci-après.

Dans le cadre du 4ème RP 900, EDF a vérifié l'exhaustivité de la liste des agressions considérées en regard de celles identifiées dans l'arrêté du 7 février 2012 modifié aux articles 3.5 et 3.6 et dans les niveaux de référence WENRA. Les agressions sont soit prises en compte de manière explicite, soit couvertes par d'autres agressions prises en compte (ex : grêle, émissions de substance dangereuses), soit écartées pour les raisons suivantes :

- elles ne sont pas pertinentes pour les installations françaises (ex : tempêtes de sable ou de sel, avalanche),
- elles sont exclues du champ de l'analyse du fait de leur très faible probabilité (ex : météorite).

Les agressions traitées dans le cadre du 4ème RP 900 sont présentées dans la suite de ce paragraphe.

Dans le cadre du 4ème RP 900, les objectifs d'amélioration pour les études des agressions de référence sont :

- la prise en compte de l'extension des exigences réglementaires introduite par l'arrêté du 7 février 2012 modifié et les décisions ASN publiées, qui conduit notamment à l'explicitation des exigences au travers de la création de nouveaux chapitres agressions dans la démonstration de sûreté,
- l'intégration du retour d'expérience acquis depuis le 3ème RP 900 (exploitation, évolution des connaissances) qui se traduit notamment par la prise en compte des instructions des autres Paliers (3ème RP 1300, 1er RP N4) et des Groupes Permanents à thème (inondations externes, REX,…), ainsi que de la veille climatique.

De plus, les équipements nécessaires à la protection contre les agressions sont redevables d'un statut EIPS. Les exigences associées au statut EIPS (notamment le suivi en exploitation de ces équipements) sont intégrées lors du 4ème RP 900.

Dans le cadre du 4ème RP 900, les objectifs d'amélioration des exigences de sûreté pour les études des agressions de référence intègrent aussi la prise en compte des niveaux de référence WENRA 2008. En pratique, l'analyse conduit à intégrer les niveaux de référence E8.2 relatif à l'application d'un aggravant et E9.3 relatif au délai d'intervention de l'opérateur. Des études de sensibilité à ces règles ont été menées. EDF a également analysé les niveaux de référence WENRA 2014, et en particulier a positionné, lorsque cela est techniquement pertinent, les niveaux d'aléas naturels pris en compte lors du 4ème RP 900 pour les agressions climatiques à des niveaux correspondant à une fréquence d'occurrence annuelle inférieure à 10^{-4} (niveau de référence T4.2).

Les évolutions des exigences pour les études des agressions de référence, fixées à l'occasion du 4ème RP 900, sont ainsi cohérentes avec les niveaux des standards européens les plus avancés pour les réacteurs existants.

Application d'un aggravant :

EDF a défini une démarche d'application de l'aggravant aux agressions de référence de la démonstration de sûreté (vis-à-vis des niveaux de référence WENRA 2008). Pour chaque agression de référence, une étude a été menée en considérant les cumuls plausibles avec un aggravant appliqué aux équipements actifs[1] permettant de prévenir l'agression ou d'en limiter ses conséquences (Equipements de Disposition Agression). Cette analyse a permis de vérifier que malgré la prise en compte d'une défaillance sur un matériel valorise dans l'étude d'agression, les critères de rejets définis pour les accidents de dimensionnement de catégorie 4 sont respectés.

Les conclusions de ces études ont été déclinées dans la démonstration de sûreté et sont présentées agression par agression par la suite.

EDF a complété cette approche pour certaines agressions par une démarche visant à justifier le haut niveau de fiabilité des équipements passifs valorisés dans les études d'agression et en identifiant, le cas échéant, des dispositions à mettre en œuvre pour renforcer cette fiabilité. Ces dispositions sont mises en œuvre pour les équipements qui revêtent un enjeu de sûreté important, évalué sur la base des EPS agressions ou de considérations déterministes. Cette démarche a été appliquée pour les agressions Incendie (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 2 – § 2.2.1.1), Inondation interne (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 2 – § 2.2.1.3) et Explosion interne (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 2 – § 2.2.1.2).

Délais d'intervention opérateur :

Les études d'agressions de référence prennent en compte les délais d'intervention de l'opérateur similaires à ceux des études d'accidents de dimensionnement, à savoir :

- un délai d'intervention de l'opérateur en salle de commande de 20 minutes,
- des délais d'intervention en local de 25 minutes pour les actions dans le bâtiment électrique ou à proximité immédiate, et de 35 minutes pour les actions dans les autres bâtiments.

Une étude de sensibilité à un délai opérateur en salle de commande de 30 minutes a été menée pour chaque agression de référence afin de vérifier l'absence d' « *effet falaise* ».

Enfin, EDF a réalisé une étude de sensibilité au délai opérateur de 1h en local sur les configurations identifiées

[1] Au sens de la démarche de prise en compte d'un aggravant dans les situations d'agressions, les équipements dits « actifs » regroupent les équipements commandés ou contrôlés extérieurement et activés manuellement ou automatiquement avec l'assistance de moyens de transfert et de conduite (par exemple, courant électrique, systèmes hydrauliques ou pneumatiques) ainsi que les équipements « non-statiques ».

comme les plus sensibles.

Cibles d'occurrences annuelles inférieures à 10^{-4} pour les agressions climatiques :

Un nouveau chapitre a été créé fin 2014 dans les niveaux de référence WENRA spécifiquement pour les agressions naturelles. Le niveau de référence T4.2 demande en particulier la prise en compte d'une fréquence d'occurrence annuelle de 10^{-4} pour la définition des niveaux de référence des agressions naturelles ou, dans les cas où il ne serait pas possible de calculer cette fréquence, de justifier d'un niveau de sûreté équivalent.

Le programme de travail du 4ème RP 900, établi en amont de la parution de niveaux de référence WENRA, a été actualisé.

Les conclusions de l'analyse menée par EDF sont les suivantes :

- Pour la plupart des agressions externes d'origine naturelle, l'état des connaissances entraine des difficultés pour estimer un niveau d'aléa correspondant à une fréquence d'occurrence annuelle de 10^{-4}. Cette estimation est simple quand les données historiques existent et que les conditions évoluent peu : c'est le cas pour l'inondation externe, le séisme, les plus basses eaux et la tornade. Elle est plus complexe pour les autres agressions externes d'origine naturelle qui ont nécessité dans certains cas la mise en œuvre d'une démarche spécifique pour déterminer, lorsque cela était nécessaire, des niveaux d'aléas significativement supérieurs à ceux retenus au titre du dimensionnement. Dans ce cas, la démarche est basée sur une valeur d'aléa de fréquence d'occurrence « *raisonnablement quantifiable* » (typiquement, une période de retour centennale) à laquelle est appliquée une marge qui conduit, sur la base du jugement de l'ingénieur, à un niveau d'aléa pouvant être assimilé à la cible décamillénale WENRA. Cette démarche a été appliquée pour les agressions suivantes : Grands Vents, Canicule et Grand Froid.
- Le niveau de référence pour le 4ème RP 900 des agressions séisme, inondation externe, agressions de la source froide, foudre et tornade est conforme à l'attendu WENRA. Les études menées sur le Palier CPY montrent la bonne robustesse des installations pour les agressions Canicule et Grand Froid. L'étude relative à la Canicule sera toutefois reprise dans le cadre de la prescription [AGR-C] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900, afin d'améliorer la prise en compte des incertitudes associées aux modélisations et aux valeurs de températures extérieures de l'air. Au plus tard fin 2022, EDF définira un aléa allant au-delà des températures retenues dans son référentiel « Grands Chauds », correspondant à une période de retour décamillénale, et le justifiera au regard des incertitudes liées à son évaluation. EDF vérifiera la disponibilité des équipements nécessaires pour faire face à cette situation, y compris en cas de perte des alimentations électriques externes. EDF identifiera les éventuelles modifications qui permettraient d'atteindre cet objectif.
- Pour les Grands Vents, la robustesse des installations est également démontrée directement sans modification de l'installation.
- Pour la Neige, EDF intégrera dans le référentiel d'exploitation, à échéance de la phase B, une prescription portant sur les ouvrages requérant un déneigement afin d'assurer la robustesse des installations à des niveaux d'aléa supérieurs au dimensionnement.

Veille climatique :

Dans une démarche d'anticipation, EDF souhaite s'assurer que le changement climatique ne remet pas en cause la garantie du bon dimensionnement des installations face aux aléas redoutés dont les caractéristiques seraient modifiées.

EDF a donc développé une démarche de prise en compte des changements climatiques pour les agressions externes naturelles qui est réalisée en lien avec la publication périodique des rapports du Groupe d'Experts

Intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) destinée à :

- identifier les aléas climatiques dont l'évolution est plausible ou certaine, ce qui pourrait conduire à une réévaluation à la hausse du niveau de l'aléa de référence,
- surveiller l'atteinte de critères représentatifs d'un niveau d'aléa déclenchant une analyse approfondie afin de garantir la robustesse des valeurs de référence entre deux réexamens périodiques.

Ainsi les niveaux d'aléas climatiques sont actualisés en se basant sur l'état des connaissances scientifiques le plus récent, tant pour les données que pour les modèles ou les méthodes. Le bon dimensionnement des installations face aux aléas climatiques conduit pour chaque agression de référence à définir un niveau d'aléa basé, suivant les cas, sur un objectif de temps de retour ou sur un texte normatif (niveau de foudre par exemple). Ces niveaux d'aléas sont pris comme données d'entrées des études d'agressions menées dans le cadre du 4ème RP 900.

La suite de ce paragraphe est dédiée à la présentation des résultats d'études des différentes d'agressions retenues au titre du 4ème RP 900.

2.2.1.1 Incendie

Partie générique Palier

❖ **Contexte et objet des études**

Au-delà des objectifs généraux applicables à l'ensemble des agressions à considérer lors du 4ème RP 900 (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 2 - § 2.2.1), l'objectif d'amélioration des exigences de sûreté visé par EDF pour les risques liés à l'incendie porte sur la vérification du bon dimensionnement de la sectorisation. Pour ce faire, EDF a exploité les progrès de modélisation afin d'améliorer la prise en compte des phénomènes liés à l'incendie.

Ces objectifs sont complétés par le respect des exigences réglementaires introduites par l'arrêté du 7 février 2012 modifié et la décision incendie n° 2014-DC-0417 du 28 janvier 2014 relative aux règles applicables aux installations nucléaires de base (INB) pour la maîtrise des risques liés à l'incendie.

Enfin, l'approche déterministe est complétée par une approche probabiliste qui fournit une évaluation plus globale de la robustesse de l'installation vis-à-vis de l'incendie (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 2 – § 2.2.2.1).

La conception des tranches du Palier 900 MWe intègre depuis l'origine la protection contre les risques liés à l'incendie. La mise en œuvre du « *PAI* » (Plan d'Action Incendie) a déjà conduit EDF à un renforcement significatif de la prévention, de la détection et de la lutte contre l'incendie sur l'ensemble des tranches, tant sur le plan matériel qu'organisationnel.

Les réévaluations menées à l'occasion des réexamens périodiques successifs et notamment la prise en compte du retour d'expérience ont par la suite conduit à une amélioration des modalités de prise en compte de l'incendie.

Des modifications ont ainsi été réalisées à l'occasion du 3ème RP 900, notamment à l'issue des études d'évaluation des marges existantes (10 minutes supplémentaires de marge par rapport au dimensionnement à l'état 2ème RP 900) sur le dimensionnement des protections contre les modes communs de câblage et des moyens minimaux de conduite vis-à-vis de leur résistance au feu.

Concernant les effets induits par les fumées d'incendie sur le fonctionnement des équipements, et des effets de pression en cas d'incendie, EDF a, dans le cadre du 3ème RP 1300, entrepris d'une part une démarche R&D qui s'est concrétisée par un programme d'actions proposé à l'ASN. D'autre part, EDF a engagé des études paramétriques sur les effets de pression en vue d'établir une méthode d'identification des locaux ou volumes de feu de sûreté dans lesquels un incendie est susceptible d'induire des ruptures de sectorisation de sûreté par effet de pression. Ces thèmes issus de l'instruction du 3ème RP 1300 sont pris en compte dans le cadre du 4ème RP

900.

Enfin, suite à l'accident de Fukushima, l'ASN a formulé la prescription technique ECS 12 demandant à EDF :

- D'évaluer la tenue au Séisme Majoré de Sécurité (SMS) des structures et matériels soumis à un requis de tenue au Demi-Séisme de Dimensionnement (DSD) et contribuant à la sectorisation incendie, à la détection incendie ou à l'extinction d'un incendie (systèmes d'extinction fixes) ;
- Pour les éléments dont la tenue au SMS ne pourrait être justifiée, de présenter un programme de modifications.

A l'issue du GPO du 4ème RP 900, l'ASN a formulé des demandes complémentaires concernant l'agression interne « *Incendie* ». EDF a alors complété les objectifs d'amélioration des études et intégré, dans son programme de travail du réexamen de sûreté 4ème RP 900, des évolutions sur les thématiques suivantes liées à l'incendie :

- justification de la sectorisation suivant des approches issues de l'EPR,
- effets induits par les fumées d'incendie,
- effets de pression induits par l'incendie,
- ré-inflammation des imbrûlés dans les gaines de ventilation,
- aggravant appliqué à l'incendie,
- sensibilité aux délais opérateur,
- modalités de déclinaison de la décision ASN sur l'incendie.

En complément, EDF a réalisé des analyses de l'impact d'un incendie sur les circuits véhiculant des fluides hydrogénés (jet enflammé). EDF a également réexaminé les conséquences d'un départ de feu dans les locaux de production d'eau glacée pour le bâtiment électrique (DEL), afin de tenir compte des évolutions des connaissances sur la dynamique de montée en température dans les locaux électriques.

❖ **Synthèse des études**

➢ **Justification de la sectorisation**

Sur la base de la méthode EPRESSI (méthode d'Evaluation des Performances Réelles des Eléments de Sectorisation Sous Incendie) déclinée sur l'EPR, EDF a développé, dans le cadre du 4ème RP 900, une nouvelle méthode dénommée PEPSSI (Principe d'Evaluation Pour la Suffisance des éléments de Sectorisation Incendie) pour vérifier la robustesse des éléments des volumes de feu de sûreté du Parc en exploitation.

Cette méthode est déployée sur les protections contre les modes communs de câblage dans tous les volumes de feu de sûreté, sur les éléments de sectorisation en limite des zones de feu de sûreté et dans les locaux des volumes de feu à fort enjeu de sûreté. Lors de ces études, l'existence d'une marge de sécurité (10%) entre la courbe de feu du local et la courbe de performance réelle de l'élément de sectorisation étudié est vérifiée.

Suite à ces études, EDF met en place des dispositions de protection complémentaires : PNPE1302 (protections de câbles), PNPE1420 (remplacements ou ajouts de portes coupe-feu), PNPE1405 tome A (Modification Protection Incendie en Station de Pompage), PNPE1444 (renforcement à l'incendie des éléments de sectorisation de type « protection passive ») ou de nouvelles affaires si d'autres types de dispositions sont nécessaires. EDF met également en place une disposition visant à diminuer la charge calorifique dans certains locaux à enjeux de sûreté (PNRL1925).

L'achèvement des études de déclinaison de la méthode PEPSSI sur les éléments de sectorisation est prévu d'ici fin décembre 2022. Le besoin de réaliser des modifications complémentaires sera établi à cette échéance.

En complément de ces études, la pertinence des critères PFL (locaux « *à possibilité de feu localisé* ») et PFG (locaux « *à possibilité de feu généralisé* ») utilisés dans les études dites « *PAI* » a été vérifiée.

➢ **Effets induits par les fumées d'incendie**

La démarche entreprise par EDF depuis le début des années 2000 sur les risques de dysfonctionnement d'équipements sous l'effet des fumées a conduit à la mise au point d'un banc d'essais spécifique (banc « *MAFFE* ») et d'un protocole d'essai associé.

En l'état actuel des connaissances, les effets de fumées restent un phénomène complexe qui a amené EDF à faire les choix industriels suivants :

- dans le cadre des études déterministes incendie du 4ème RP 900, EDF intègre les effets induits par les fumées d'incendie sur les équipements les plus sensibles (matériel électronique). Ces effets sont pris en compte à travers l'adoption de critères (température, présence de suie, durée d'exposition) traduisant l'effet des suies,
- EDF a également introduit ce critère de dysfonctionnement dans ses études probabilistes de sûreté (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 2 – § 2.2.2),
- EDF poursuit ses actions de R&D sur cette thématique.

Les études de déclinaison relatives aux effets de fumées sont présentées dans la partie « *Spécificités de la tranche* » compte-tenu de leur caractère site-dépendant.

➢ **Effets de pression induits par l'incendie**

En complément des études de justification de la sectorisation, une analyse du phénomène de montée en pression dans les locaux en cas d'incendie et de son effet potentiel sur les éléments de sectorisation est réalisée pour les volumes de feu de sûreté du Palier CPY.

Les travaux menés dans le cadre du 4ème RP 900 s'appuient sur la méthodologie déclinée et instruite dans le cadre du 3ème RP 1300. Les principes suivants ont été retenus pour l'analyse des effets de pression en cas d'incendie :

- identification des configurations susceptibles d'induire des ruptures de sectorisation,
- évaluation par calcul, des niveaux de pression couvrant les conditions les plus défavorables pouvant être rencontrées, du fait d'un incendie plausible.

Les résultats des études des effets de pression induit par l'incendie sont présentés dans la partie « *Spécificités de la tranche* » compte-tenu de leur caractère site-dépendant.

➢ **Ré-inflammation des imbrûlés dans les gaines de ventilation**

Les études de sectorisation ont été complétées par une analyse du risque de ré-inflammation d'imbrûlés par des gaz frais dans les gaines de ventilation.

Les études de déclinaison de la méthodologie de prise en compte du risque de ré-inflammation des imbrûlés par les gaines de ventilation sur le palier CPY ont conclu à la robustesse des dispositions existantes.

La robustesse de l'installation vis-à-vis de ce risque repose principalement sur la présence de clapets coupe-feu en limite des zones de feu de sûreté. Pour les zones de feu de sûreté non munies de clapets coupe-feu, la démonstration repose soit sur des analyses de risque incendie complémentaires s'appuyant pour quelques situations sur des modélisations incendie montrant l'absence de risque de propagation de gaz imbrulés par les gaines de ventilation, soit sur des analyses fonctionnelles montrant l'absence d'impact sur la sûreté. Aucune modification n'est nécessaire pour le 4ème RP 900.

➢ **Impact d'un incendie sur les circuits véhiculant des fluides hydrogénés (jet enflammé)**

En cas d'incendie conduisant à la perte d'intégrité de circuits véhiculant des fluides hydrogénés, les études de sectorisation ont été complétées par une analyse du risque de génération d'un jet d'hydrogène enflammé. Les études de déclinaison de la méthodologie de prise en compte du risque de jet d'hydrogène enflammé et d'analyse des conséquences associées ont été réalisées sur le Palier CPY. Suite à ces études, EDF met en œuvre :

- une modification qui permet d'automatiser la fermeture de vannes d'isolement H2 du système SGZ en cas de détection incendie par le système JDT dans certains locaux (PNPE1393),
- dispositif d'aspersion automatique dans les locaux des compresseurs TEG, pour éliminer la possibilité de feu généralisé (PFG) constituée par leur réserve d'huile respective (PNPP1232).

➢ **Déclinaison de l'aggravant**

Conformément à la démarche générale décrite au paragraphe § 2.2.1, l'application d'un aggravant dans les études incendie a conduit à considérer la défaillance des clapets coupe-feu, des mécanismes de commande des portes coupe-feu asservies à la détection incendie et des matériels actifs des systèmes de lutte contre l'incendie.

En complément de ces études, une démarche d'analyse a été mise en œuvre pour le cas particulier de la défaillance des matériels statiques pour les études incendie.

Enfin, EDF réalisera des études complémentaires en application des prescriptions [AGR-E-I] et [AGR-E-II] émises par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900 :

Prescription [AGR-E-I] (partie relative aux portes) :

« *L'exploitant définit et met en œuvre des dispositions d'exploitation adaptées, qui intègrent des actions de maîtrise des charges calorifiques et de maîtrise des travaux pouvant occasionner un départ de feu, dans les locaux suivants : […] les locaux dont la sectorisation est assurée par, au moins, une porte dont la position ouverte lors d'un incendie conduit à une augmentation significative du risque de fusion du cœur […].* »

Prescription [AGR-E-II] (partie relative au risque de fusion du cœur) :

« *L'exploitant identifie, indépendamment de leur fiabilité, les dispositions de protection contre l'incendie dont la défaillance conduit à une augmentation significative du risque de fusion du cœur […]. Il met en œuvre des moyens permettant de réduire le risque de défaillance de ces dispositions et définit les exigences d'exploitation associées à ces moyens.* »

Application d'un aggravant	Synthèse des études
Clapets et portes asservies	La prise en compte d'un aggravant sur les Equipements de Disposition Agression (EDA) clapets coupe-feu et portes asservies à la détection incendie consiste à considérer qu'à la sollicitation ces équipements restent, en cas d'incendie, dans leur position initiale (ouvert). La démarche consiste alors à vérifier, dans ces conditions, que les conséquences de l'incendie ne dépassent pas les critères de rejets des accidents de dimensionnement de catégorie 4. Les études de déclinaison prenant en compte un aggravant sur les Equipements de Disposition Agression (EDA) clapets coupe-feu et portes asservies à la détection incendie ont permis de vérifier l'absence de mode commun sur les matériels des systèmes redevables de l'application du Critère de Défaillance Unique (CDU) et leurs systèmes supports. Aucune modification n'est nécessaire pour le 4ème RP 900.
Systèmes d'extinction fixes	Les systèmes d'extinction fixes installés au titre de la démonstration de sûreté dans les bâtiments BK, BW et BL ne disposent pas d'équipements actifs. Seuls les bâtiments BAN, BR et Diesels comportent des systèmes fixes d'aspersion, dont les tuyauteries sont maintenues en air en condition normale d'exploitation, composés de matériels actifs. La défaillance de ces matériels est postulée. L'accessibilité et la manœuvrabilité en local de ces équipements (vannes) ont été vérifiées. L'existence de redondances fonctionnelles associées à la mise en service manuelle des systèmes d'extinction (en appliquant les délais opérateurs définis) garantit la disponibilité des fonctions à protéger des effets de l'incendie en cas de départ de feu dans les locaux concernés. Ainsi, les études de sensibilité menées afin d'apprécier l'impact des conséquences de l'incendie, en considérant un aggravant appliqué aux équipements actifs du système d'extinction automatique fixe de lutte contre l'incendie concluent à la robustesse des dispositions existantes. Aucune modification n'est nécessaire pour le 4ème RP 900.
Pompes d'eau incendie	Le circuit de production d'eau incendie (JPP) de chaque tranche est alimenté à partir de 2 pompes entraînées chacune par un moteur électrique, dont l'alimentation en électricité est assurée respectivement par les voies A et B secourues chacune par le groupe électrogène de la voie concernée. Par ailleurs, les lignes de refoulement des installations de pompage de chaque tranche sont interconnectées par une bretelle. En conséquence, la prise en compte d'un aggravant, sur une pompe incendie, ne remet pas en cause la capacité du système à fournir la quantité d'eau requise pour l'incendie de référence de l'îlot nucléaire. Aucune modification n'est nécessaire pour le 4ème RP 900.

Pour le cas particulier de la défaillance des matériels statiques :

Application d'un aggravant	Synthèse des études
Equipements de sectorisation passifs	L'application de la démarche pour le cas particulier de la défaillance des matériels statiques a conduit EDF à retenir comme à fort enjeu de sûreté certaines portes coupe-feu non asservies à la détection incendie. Pour celles-ci, EDF met en place des dispositifs d'alarme « porte ouverte » visant à assurer leur maintien fermé. Ces dispositifs font l'objet de la modification PNPE1337. Par ailleurs, d'autres éléments de sectorisation passifs ont été identifiés à enjeu de sûreté. Ces matériels seront tous traités en exploitation en leur attribuant un niveau d'importance maximal, c'est-à-dire comme les éléments de sectorisation situés entre voies opposées.
Systèmes d'extinction fixes	Pour les locaux à fort enjeu, la non prise en compte des systèmes d'extinction fixe a permis d'identifier les locaux pour lesquels la sectorisation à elle seule n'est pas suffisante pour éviter la propagation d'un incendie. L'aspersion incendie est alors considérée à enjeu de sûreté dans ces locaux, sauf si une modification est réalisée pour renforcer la sectorisation. L'analyse conclut qu'aucun local muni d'un système d'extinction fixe ne présente d'élément de sectorisation non robuste si le système d'extinction fixe équipant ce local n'est pas valorisé.

➢ **Prise en compte des délais opérateurs**

Conformément à la démarche générale décrite au paragraphe § 2.2.1, l'étude a consisté à identifier l'ensemble des actions opérateur requises, en salle de commande et en local, pour la justification de la sectorisation incendie de sûreté, et à vérifier l'absence d' « *effet falaise* » lorsqu'un allongement du délai opérateur est pris en compte pour leur réalisation.

L'analyse des actions manuelles réalisées en salle de commande ou en local n'a pas identifié d' « *effet falaise* » lié à la prise en compte de ces délais opérateurs.

A noter qu'une modification matérielle (PNPP1092) réalisée au titre du Projet Maitrise du Risque Incendie sur le Palier CPY visant à automatiser l'aspersion des locaux RCV permet d'exclure ces locaux de l'analyse.

➢ **Déclinaison de la décision incendie**

Conformément à l'arrêté du 20 mars 2014 portant homologation de la décision ASN n° 2014-DC-0417 (dite « *Décision Incendie* »), la Démonstration de Maîtrise des Risques Incendie (DMRI) a été réalisée.

Elle a pour but de justifier que les dispositions de conception, de construction et d'exploitation prises à l'égard des risques liés à l'incendie sont appropriées et définies selon le principe de défense en profondeur.

Cette DMRI traite des risques radiologiques et des risques non radiologiques (appelés également dans le reste du texte « *risques conventionnels* »). Des méthodes différentes sont appliquées à ces deux types de risque.

La DMRI intègre :

- les éléments permettant d'apprécier le caractère enveloppe des incendies pris en compte,
- la démarche d'identification des EIP et des AIP et de leurs exigences définies (à la conception, la

construction et en exploitation),

- l'analyse des moyens, matériels et humains, d'intervention et de lutte contre l'incendie,
- les systèmes et structures identifiés comme EIP (avec un niveau de détail proportionné aux enjeux).

➢ **Vérification de la tenue au Séisme Majoré de Sécurité des équipements incendie**

Au titre de la prescription technique ECS 12, EDF a évalué la tenue au Séisme Majoré de Sécurité (SMS) des structures et matériels soumis à un requis de tenue au Demi-Séisme de Dimensionnement (DSD) et contribuant à la sectorisation incendie, à la détection incendie ou à l'extinction d'un incendie (systèmes d'extinction fixes).

A l'issue de ces études :

- La détection incendie est robuste au SMS après la rénovation de l'ensemble des matériels de détection (PNPP1196) ;
- Concernant la sectorisation active : les portes coupe-feu et les clapets coupe-feu sont robustes au SMS ;
- Concernant les systèmes d'extinction fixes :
  - L'îlot conventionnel est robuste au SMS sans modification ;
  - L'îlot nucléaire (intérieur du bâtiment réacteur) est robuste au SMS sans modification ;
  - L'îlot nucléaire (extérieur du bâtiment réacteur) sera robuste au SMS suite au déploiement des modifications PNPE1048 tome B (robustesse au séisme majoré de sûreté du réseau incendie JP* à l'extérieur du bâtiment réacteur) et PNRL1926 (renforcement des réservoirs d'émulsifiant des systèmes d'aspersion des locaux diesels, études en cours site par site).

En conclusion, les équipements incendie dont le requis est la tenue au DSD sont robustes au SMS suite à ces études et au déploiement des modifications associées.

➢ **Autres études de mode commun**

EDF a réévalué les conséquences d'un incendie dans les locaux du système de production d'eau glacée pour le bâtiment électrique (DEL), suite au changement des groupes froids, à la lumière de plusieurs nouveaux éléments comme la meilleure connaissance des dynamiques de montée en température dans les locaux électriques sur perte DEL. A l'issue de ces études, EDF met en œuvre une modification visant à s'affranchir de la perte du DEL par mode commun incendie. Cette modification (PNPE1182) concerne uniquement les tranches impaires. Elle consiste à protéger le câble d'alimentation de la pompe DEL voie B par enrubannage.

➢ **Etudes complémentaires**

En application de la prescription [AGR-D-I] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900 et au plus tard le 31 décembre 2022, EDF prendra en compte dans les études de maîtrise des risques liés à l'incendie (justification de la sectorisation, effet des fumées, effets de la pression) :

- l'ensemble des locaux de l'îlot nucléaire et de la station de pompage ;
- des hypothèses de modélisation enveloppes permettant de déterminer les courbes de température atteintes dans les locaux pour les feux d'armoires électriques et de chemins de câbles électriques susceptibles d'être rencontrés. En particulier, il retient pour les feux d'armoires électriques un coefficient de croissance du feu indépendant des conditions d'allumage et représentatif de l'atteinte d'une phase de combustion autoentretenue.

En application de la prescription [AGR-D-II], EDF mettra en œuvre les éventuelles modifications nécessaires au

plus tard 5 ans après la remise du rapport de conclusions du réexamen.

EDF réalisera des études complémentaires en application de la prescription [AGR-E-III] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900 : « *L'exploitant identifie les locaux les plus sensibles à l'indisponibilité des systèmes fixes d'aspersion. Il définit et met en œuvre des dispositions pour limiter les risques de perte de la sectorisation incendie dans ces locaux ».*

❖ **Conclusion**

Des évolutions significatives ont été introduites à l'occasion du 4ème RP 900, notamment par l'amélioration de la prise en compte des effets de l'incendie dans les études déterministes et l'introduction des niveaux de référence WENRA (aggravant, délai opérateur).

Ces études ont permis de vérifier la robustesse de l'installation vis-à-vis des niveaux de référence WENRA, et d'identifier, le cas échéant, les modifications nécessaires pour répondre aux exigences de sûreté liées à la protection contre le risque d'incendie.

Faisant suite à l'instruction des thématiques liées au risque incendie, EDF complète la démonstration par des études qui s'accompagnent le cas échéant de modifications complémentaires à celles d'ores et déjà prévues.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

La modification PNRL1926 « Robustesse au séisme majoré de sureté des ancrages des bâches LHP/Q060BA » n'est pas nécessaire pour justifier de la tenue sismique des bâches LHP/Q060BA. Elle ne sera pas intégrée sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais.

➢ **Justification de la sectorisation**

Les études de déclinaison de la méthode PEPSSI sur les éléments de sectorisation de l'îlot nucléaire et l'îlot conventionnel seront achevées fin 2022. Le besoin de réaliser des modifications complémentaires sera établi à cette échéance.

➢ **Effets induits par les fumées d'incendie**

Pour le site du Blayais, les études de prise en compte des effets des fumées permettent de conclure à la robustesse de l'installation vis-à-vis de ces effets.

➢ **Effets de pression induits par l'incendie**

Pour le site du Blayais, les études de prise en compte du phénomène de montée en pression en cas d'incendie permettent de conclure à la robustesse de l'installation vis-à-vis de ces effets.

Bilan de l'état de la tranche

Les modifications :

- PNPP1092 « Protection incendie des locaux des pompes RCV »,
- PNPP1196 « Rénovation globale détection incendie (ECS 12) »,

ont été intégralement réalisées sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais. Les impacts documentaires de ces modifications ont été pris en compte.

La modification PNPE1182 « Mécatissage Chemin de câbles DEL » a été intégralement réalisée sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais. Les impacts documentaires de cette modification sont en cours de déclinaison, et seront achevés lors de sa 4ème visite décennale.

Les modifications :

- PNPE1302 « Suppression des modes communs et soustraction des charges calorifiques de type PFG/PFL câbles par enrubannage »,
- PNPE1420 « PEPSSI - Remplacement de portes coupe-feu »,
- PNPE1405 (tome E) « Modification Protection Incendie en SDP suite aux études PEPSSI »,
- PNPE1444 « Protections passives incendie - traitement de traversées et de joints »,
- PNRL1925 « Traitement de risques incendie par gestion des nouvelles charges calorifiques »,
- PNPE1337 « Alarme pour Maintien fermé de portes coupe-feu »,
- PNPE1393 « Automatisation de la coupure hydrogène sur détection incendie »,

seront déployées sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais dans le cadre de la phase B des modifications du 4ème RP 900.

Les modifications :

- PNPE1048 « ECS 12 : Robustesse SMS du réseau JP* »
- PNPP1232 « Mise en place de rampes d'aspersion dans les locaux des compresseurs TEG du palier CPY »,

seront déployées dans le cadre d'une programmation spécifique avec une intégration sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais au plus tard en phase B du 4ème RP 900.

2.2.1.2 Explosion interne

Partie générique Palier

❖ **Contexte et objet des études**

L'objectif recherché est d'assurer la protection de l'installation contre le risque d'Explosion Interne. Cette démarche a été déclinée pour la première fois lors du 3ème RP 900. Elle intègre depuis les conclusions du GPR de clôture du 3ème RP 900.

A l'occasion du 4ème RP 900, EDF a décliné cette démarche mise à jour dans le but de conforter la robustesse des tranches.

En complément des nouvelles analyses dues au titre de l'instruction relative au « *complément du référentiel* » (études de sensibilité aux niveaux de référence WENRA, aggravant et délais opérateur – cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 2 – § 2.2.1), EDF a :

- consolidé les principes d'évaluation des effets de l'explosion sur la sûreté,
- pris en compte l'impact des effets de l'explosion sur la sectorisation incendie,
- pris en compte les suites de l'instruction du 3ème RP 1300, en intégrant des analyses détaillées sur des thématiques particulières (notamment : fuites en dehors des organes démontables, risque interne aux circuits).

Dans une démarche de vérification de la conformité des installations, EDF s'assure que les débits de ventilation mesurés sur les sites sont conformes aux hypothèses retenues dans les études relatives au risque d'explosion (cf. Volet I - Chapitre 1 - Section 4).

La démonstration de sûreté relative au risque d'Explosion Interne est axée sur la prévention de l'explosion. L'objectif des études consiste à identifier les locaux et emplacements pour lesquels, en considérant des hypothèses enveloppes, la formation d'un nuage inflammable ne peut pas être exclue malgré les dispositions prévues pour éviter l'accumulation de gaz. Dans ce cas, des mesures sont prises pour supprimer les sources possibles de fuite ou, a minima, d'ignition.

De plus, une analyse des conséquences fonctionnelles est menée pour les locaux pour lesquels la formation d'un nuage inflammable ne peut être exclue pour vérifier que les dommages engendrés par l'explosion ne remettent pas en cause les cibles de sûreté présentes. Ces locaux sont dits « *à risque majeur de sûreté* ». Pour ces locaux, l'analyse vise à renforcer si nécessaire, les dispositions constructives (prévention, exclusion, limitation des effets...).

❖ **Synthèse des études**

<u>Ilot nucléaire</u>

Les études consistent à vérifier la prévention (par défaut la limitation) de dégagements d'hydrogène, de formation de nuages inflammables et l'absence de risques d'ignition pour les locaux identifiés à risque. Cette démarche est complétée par l'analyse des conséquences pour la sûreté donnant lieu pour les locaux à risque majeur de sûreté à un renforcement des dispositions de prévention. Concernant l'analyse du risque d'Explosion Interne aux circuits de l'îlot nucléaire, les études consistent à identifier l'ensemble des scénarios potentiels et plausibles.

L'analyse du risque d'Explosion Interne à l'îlot nucléaire est basée sur la présence de circuits véhiculant de l'hydrogène et de batteries (procédé générateur d'hydrogène, notamment en charge) qui sont considérés comme les seules sources pouvant être à l'origine de la formation d'un nuage inflammable en fonctionnement normal.

Seuls ces éléments sont considérés pour l'analyse de risques car :

- les risques liés à la présence temporaire de bouteilles de gaz pour intervention sont couverts par des dispositions organisationnelles,
- les transformateurs et disjoncteurs présents dans l'îlot nucléaire ne contiennent pas d'huile. Or, le retour d'expérience montre que le risque d'explosion relatif aux transformateurs et disjoncteurs est lié aux matériels avec capacité d'huile. Il n'est donc pas retenu de risque d'explosion sur ce point.

Les études menées ont notamment permis d'identifier les circuits véhiculant de l'hydrogène et les locaux dans lesquels cheminent des circuits hydrogénés avec singularités[2].

La synthèse des études est décrite dans les paragraphes suivants.

Les études supports du 4ème RP 900 sont menées selon trois axes qui sont la déclinaison de la méthodologie de protection contre le risque d'Explosion Interne, la prise en compte de l'aggravant et la prise en compte des délais opérateurs. Ces études intègrent l'ensemble des enseignements des précédents réexamens, l'instruction du GPO du 4ème RP 900, ainsi que l'instruction dédiée de la thématique explosion dans le cadre du 4ème RP 900.

➢ **Déclinaison de la méthodologie de protection contre le risque d'Explosion Interne**

- <u>Vérification de l'adéquation des exigences de conception</u> :

[2] Exemples de singularités sur un circuit : une vanne, un raccord non soudé entre 2 portions de tuyauteries.

Deux types d'agressions sont susceptibles d'entraîner une rupture franche de tuyauterie et donc un dégagement d'hydrogène : la RTHE (Rupture de Tuyauterie Haute Energie) et le séisme. Le démontage erroné de singularités a également été identifié comme un initiateur potentiel.

Exigences de conception applicables aux circuits

Les dispositions de prévention applicables aux circuits véhiculant de l'hydrogène exigées par le référentiel permettent d'éviter les dégagements d'hydrogène et le risque d'ignition :

- étanchéité à la conception (vannes à membrane privilégiées, liaisons soudées, suivi en exploitation et maintenance adaptée),
- circuits et matériels mis à la terre,
- en dehors du BR : vérification systématique de l'intégrité sous séisme (dont séisme-événement) et suite à la Rupture de Tuyauteries Haute Energie (fouettement).

A noter que des supports ont été ajoutés ou modifiés de manière à assurer la tenue au séisme, et des cadres anti-fouettement ont été mis en place dans le cadre du 3ème RP 900.

Exigences de conception applicables aux locaux

Les dispositions de prévention applicables aux locaux dans lesquels cheminent des circuits hydrogénés avec singularités exigées par la démonstration de sûreté permettent de limiter le risque de formation d'un nuage inflammable :

- existence d'une ventilation mécanique,
- limitation des zones mortes dans les locaux et équipements,
- présence d'une détection hydrogène (hors BR),
- mise en place dans les locaux à risque, de matériels et appareils de catégorie ATEX (adaptés aux conditions d'ATmosphère EXplosive) appropriée.

EDF a réalisé en complément une analyse des transferts d'hydrogène d'un local à risque vers un local non à risque et donc non équipé de matériel ATEX. Cette analyse a permis de conclure à l'absence d'impact des transferts par les inétanchéités pour le Palier CPY.

Déclinaison des exigences de conception

Dans le cadre du 3ème RP 900, des modifications ont été réalisées afin de limiter, voire supprimer, les dégagements d'effluents hydrogénés dans les locaux du BAN.

Dans le cadre du 4ème RP 900, au regard de ces exigences de conception, aucune modification supplémentaire n'est à mener. En effet, les exigences du référentiel sont respectées :

- les dispositions préconisées pour exclure ou en tout cas limiter significativement le risque de dégagement de gaz inflammable sont respectées, en particulier la ventilation des locaux batteries est dimensionnée pour évacuer l'hydrogène produit et permet d'éviter toute accumulation,
- dans les locaux où le risque de fuite d'hydrogène ne peut pas être écarté, une détection est en place pour assurer la surveillance.

- Vérification de la limitation des risques d'ignition pour les locaux à risques et les gaines de ventilation associées

Pour tous les locaux classés « à risque d'atmosphère explosive », les sources possibles de déclenchement d'une explosion doivent être supprimées : des matériels certifiés « *ATEX* » (conçus pour ne pas constituer une source d'inflammation dans une ATmosphère EXplosive) sont installés dans ces locaux et les circuits sont mis à la terre afin de limiter le risque d'inflammation des mélanges inflammables.

Par ailleurs, l'absence de risque d'ignition d'un nuage inflammable repris par une gaine de ventilation doit être vérifiée jusqu'au point de dilution à partir duquel la concentration en hydrogène est en dessous de la Limite Inférieure d'Explosivité (LIE).

A l'occasion du 3ème RP 900, tous les matériels situés sur les gaines de ventilation depuis la bouche d'extraction jusqu'au point de dilution ont été remplacés par des matériels certifiés ATEX 3G a minima, à l'exception des chaînes de mesure KRT.

La certification ATEX de ces chaînes KRT n'étant pas réalisable, la solution retenue est la coupure automatique de l'alimentation des chaînes KRT de surveillance des gaines de ventilation par le système de détection de présence d'hydrogène KHY (PNPP1926 volet A). Ainsi, en cas de présence d'hydrogène dans les locaux scrutés et identifiés à risque et de propagation dans les gaines de ventilation, le risque d'ignition de l'atmosphère explosive par les chaînes KRT est supprimé.

EDF a complété l'analyse des risques d'ignition d'une atmosphère explosive dans les gaines d'extraction des locaux du BAN dans le cadre du 4ème RP 900. Cette analyse a permis de conclure à l'absence de matériels à risque d'ignition dans les portions des gaines des ventilations d'extraction nouvellement identifiées. En complément, la mise à la terre de certaines gaines de ventilation est réalisée (PNPP1945 tome B pour Tricastin 1 et 2, PNRL1924 pour les autres tranches du palier CPY).

- Traitement du Bâtiment Réacteur (BR)

Le Bâtiment Réacteur (BR) fait l'objet d'une démarche de vérification spécifique puisque la conception, les mesures d'exploitation et d'installation du BR sont telles que le risque de formation d'une atmosphère explosive est jugé résiduel, compte tenu des volumes d'air mis en jeu dans le BR.

De plus, EDF a démontré l'absence de risque d'agression des lignes hydrogénées connectées au pressuriseur en cas de séisme ou effet de fouettement d'une Rupture de Tuyauterie Haute Energie à l'exception d'une ligne du système d'échantillonnage nucléaire (REN) dans un local spécifique aux tranches impaires. Pour ces tranches, EDF met en place un dispositif permettant de supprimer le risque d'agression de cette ligne (PNPE1445).

Ainsi, les études menées dans le cadre du 3ème RP 900 présentant l'analyse du risque d'explosion dans le bâtiment réacteur concluent à l'absence de risque et restent applicables au 4ème RP 900.

EDF a également réalisé l'analyse du risque de formation locale de mélange inflammable H2-air dans le cadre du 4ème RP 900. Elle a permis de conclure à l'absence de risque. En complément, la prescription [AGR-G-I] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900 demande qu'au plus tard le 31 décembre 2025, EDF *« évalue, de manière quantifiée, les risques de formation d'une atmosphère explosible dans le bâtiment du réacteur, y compris en cas de survenue d'un séisme, en étudiant les phénomènes susceptibles de se produire à proximité des fuites considérées »* et définisse *« les éventuelles dispositions à mettre en œuvre au regard des enjeux pour la sûreté et le calendrier associé ».*

- Analyse des conséquences fonctionnelles – Traitement des locaux « *à risque majeur de sûreté* »

Conformément aux objectifs annoncés (consolidation des principes d'évaluation des effets de l'explosion sur la sûreté, prise en compte de l'impact des effets de l'explosion sur la sectorisation incendie), EDF a mis à jour l'analyse des conséquences sur la sûreté d'une explosion dans l'îlot nucléaire, hors Bâtiment Réacteur (le risque

de formation d'une atmosphère explosive dans le Bâtiment Réacteur faisant l'objet d'un traitement spécifique – voir ci-dessus), dans le but de vérifier que les effets des explosions potentielles ne remettent pas en cause l'accomplissement des fonctions de sûreté.

Pour le Palier CPY, les études permettent de justifier et d'affiner les hypothèses considérées dans les analyses des conséquences fonctionnelles : sur la base des résultats de calculs (bon comportement des structures primaires du BAN, champs des surpressions obtenus dans le bâtiment considérant l'effacement de fusibles type portes, cloisons parasismiques et murs en parpaings), des zones d'impact réalistes ont été définies au cas par cas et les effets considérés dans les zones ont été adaptés au niveau de sévérité des explosions dans celles-ci. De plus, l'impact de la perte d'éléments de sectorisation incendie suite à une explosion a été pris en compte dans ces analyses. Il est considéré que dans les locaux contenus dans les volumes de feu mis en communication avec la zone d'explosion, les matériels non intrinsèquement robustes à l'incendie sont perdus.

Les résultats des analyses des conséquences fonctionnelles sont une liste de locaux identifiés comme étant « *à risque majeur de sûreté* » :

- pour les locaux du BAN identifiés « *à risque majeur de sûreté* » et en cas d'impossibilité de supprimer le risque (à titre d'exemple le déplacement ou la protection des cibles de sûreté, l' isolement automatique de la fuite), les matériels de ces locaux doivent être ATEX 2G.
- pour les locaux batteries identifiés « *à risque majeur de sûreté* », la ventilation doit être secourue électriquement et être robuste au séisme.

Aucun nouveau local du BAN sur le Palier CPY n'a été identifié « *à risque majeur de sûreté* ». En revanche les locaux batteries situés dans les bâtiments BL et BW deviennent « *à risque majeur de sûreté* » par application des principes de la méthodologie du 4ème RP 900. En conséquence, le système DVE doit être robuste au séisme. L'affaire PNPE1118 « Renforcement sismique du système DVE locaux batteries » est déployée lors du 4ème RP 900 pour renforcer au séisme le système de ventilation DVE des locaux batteries et constitue la disposition répondant à l'objectif de prévention du risque. Par ailleurs, en cas de détection de la perte de la ventilation ou d'hydrogène dans les locaux batteries, différentes actions opérateur sont mises en œuvre : ouverture des éventuels registres inter-voie afin de mettre en communication les circuits d'extraction des locaux batterie, ouverture des portes des locaux batteries pour rétablir une circulation d'air grâce à la ventilation des locaux adjacents.

Les locaux « à risque majeur de sûreté » ont fait l'objet d'investigations complémentaires par EDF afin d'analyser la faisabilité et la pertinence de moyens de protection complémentaires. Dans ce cadre, afin de réduire le risque de fuite d'hydrogène, EDF mettra en œuvre une condamnation d'exploitation sur les singularités de certains locaux à enjeux majeur de sûreté dans le cadre de la phase B. Par ailleurs, pour les scénarios d'explosion conduisant à une perte du refroidissement PTR et de l'appoint JPI, l'appoint à la piscine d'entreposage du combustible par la Source d'eau de l'appoint Noyau Dur (PNPP1714/PNPE1289 et PNPE1258, cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 7) est valorisé afin d'éviter le découvrement des assemblages de combustible présents en piscine. De plus, EDF met en œuvre un dispositif de protection de certaines lignes RRI afin d'exclure leur agression par projection d'une porte en cas d'explosion (PNPE1445).

En complément des études réalisées et des dispositions déjà identifiées, la prescription [AGR-G-I] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900 demande qu'au plus tard le 31 décembre 2025, EDF « *identifie, pour les explosions susceptibles de conduire à la perte d'une fonction de sûreté, les situations pour lesquelles la disponibilité des équipements nécessaires à l'atteinte et au maintien de l'état sûr du réacteur n'est pas assurée » et définisse « les éventuelles dispositions à mettre en œuvre au regard des enjeux pour la sûreté et le calendrier associé* ».

- <u>Prévention des risques à l'intérieur des circuits</u>

Les dispositions de conception et d'exploitation existantes (oxygènemètre, inertage à l'azote, manchette amovible…) permettent d'éviter le risque de formation d'une atmosphère explosive à l'intérieur des circuits.

Afin de s'assurer que ces dispositions répondent bien à l'objectif de prévention du risque, une analyse du risque de formation d'un nuage inflammable dans les circuits a été réalisée sur la base d'un REX national et international. Cette analyse conduit à mettre en œuvre une modification visant à limiter les entrées d'air dans certains circuits contenant de l'hydrogène (modification PNPP1709 « Remplacement vannes SIERS et inter-verrouillage des vannes manuelles RPE »). Ce REX a été étendu au risque hors des circuits (y compris hors des bâtiments de l'îlot nucléaire). Il conclut que les dispositions de prévention et d'exploitation existantes répondent à l'objectif, au regard des incidents remontés.

En complément, EDF a développé et décliné une méthodologie permettant d'identifier l'ensemble des scénarios potentiels et plausibles concernant l'analyse du risque d'Explosion Interne aux circuits de l'ilot nucléaire. La déclinaison sur les installations du Palier CPY confirme la robustesse des principes généraux de fonctionnement en surpression, soutenus par des systèmes techniques tels que l'inertage (gaz inerte : azote), le suivi instrumenté en continu, les prises d'échantillon et l'arrêt automatique sur détection d'oxygène (TEG) qui contribuent à la maitrise des risques d'Explosion Interne au sein des circuits. L'analyse réalisée dans le cadre de cette déclinaison fait toutefois ressortir deux scénarios plausibles d'explosion. Pour ces scénarios :

- EDF met en œuvre une disposition complémentaire permettant de réduire le risque d'explosion à l'intérieur d'une bâche TEG (PNPE1338) ;
- EDF met en œuvre une disposition complémentaire permettant de réduire le risque d'explosion à l'intérieur d'une bâche RCV (PNPE1346).

- <u>Dégagements d'hydrogène en dehors des singularités à caractère démontables</u>

EDF a renforcé ultérieurement sa démonstration relative au risque d'explosion associé aux lignes hydrogénées du BAN en analysant la possibilité de fuites en dehors des organes démontables. Cette étude a mis en évidence la robustesse de la conception.

Les locaux retenus à l'issue de l'étude des dégagements en dehors des singularités, et pour lesquels une explosion conduirait à un mode commun sur une fonction de sûreté sont appelés « locaux sensibles ».

Dans le cadre des suites du GP Agressions, EDF a par ailleurs enrichi son analyse en vérifiant les conséquences fonctionnelles d'une explosion consécutive à une fuite en portion courante. Les locaux pour lesquels un initiateur potentiel de fuite est considéré et identifiés comme sensibles vis-à-vis de la sûreté ont fait l'objet d'analyses complémentaires par EDF. Pour ces locaux, l'enjeu sûreté est lié à la perte du refroidissement de la piscine d'entreposage du combustible. Le découvrement des assemblages de combustible en piscine est évité grâce à l'appoint par la Source d'eau de l'appoint Noyau Dur (PNPP1714/PNPE1289 et PNPE1258, cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 7). En réponse au premier alinéa de la prescription [AGR-G-I] citée en amont, EDF apportera des compléments d'analyse également pour les locaux sensibles.

➢ **Déclinaison de l'aggravant**

Conformément à la démarche générale décrite au paragraphe § 2.2.1, la démarche de vérification de la robustesse de l'installation vis-à-vis de l'aggravant consiste en une étude considérant les cumuls plausibles d'Explosion Interne avec un aggravant appliqué aux équipements actifs permettant de prévenir l'agression ou d'en limiter ses conséquences (Équipement de Disposition Agression).

Le but est de s'assurer que les objectifs suivants ne sont pas remis en cause par la prise en compte d'un aggravant (et le cas échéant l'absence d'impact sur les fonctions de sûreté est vérifiée) :

- la prévention de la formation d'un nuage inflammable,

- la prévention d'une explosion.

Les fonctions participant à la prévention de la formation d'un nuage inflammable sont :

  - la ventilation (en appliquant le principe de continuité de service, la prise en compte d'un aggravant peut être écartée),
  - l'asservissement d'une vanne de coupure à la détection d'hydrogène dans certains locaux du BAN et du BW,
  - la surveillance de la présence d'un débit de ventilation dans les locaux batteries.

La seule disposition permettant de prévenir l'ignition d'une explosion consiste à installer du matériel certifié ATmosphère EXplosive (ATEX) de niveau 3G, ou 2G pour les locaux à enjeu majeur de sûreté. Il s'agit d'une disposition passive.

Afin de prévenir le déclenchement d'une explosion dans un local présentant un risque d'atmosphère explosive, l'alimentation des matériels électriques est asservie à la détection d'hydrogène dans certains locaux. Un aggravant est considéré sur cet asservissement.

Des analyses de prise en compte de l'aggravant sur les différentes chaînes d'asservissement ont été réalisées : elles concluent toutes à la nécessité de renforcer la détection (élément le moins fiable de la chaîne) qui est donc doublée (« Déclinaison aggravant WENRA pour détection hydrogène » PNPP1926 volet C).

La détection de sous-débit des ventilations des locaux batteries est également complétée, au titre de la prise en compte d'un aggravant, par l'ajout d'une détection hydrogène dans ces locaux (« Ajout de détecteur hydrogène dans les locaux batteries » - PNPP 1926 Volet B).

Les études réalisées sur la prise en compte de l'aggravant permettent de répondre à la prescription [AGR-G-II] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900, qui demande qu'au plus tard le 31 décembre 2022, EDF « *identifie, indépendamment de leur fiabilité, les dispositions de protection contre l'explosion dont la défaillance conduit à une augmentation significative du risque de fusion du cœur ou à la perte des moyens redondants d'appoint en eau ou des moyens de refroidissement de la piscine d'entreposage du combustible* » et définisse « *les moyens à mettre en œuvre pour réduire le risque de défaillance de ces dispositions, les exigences d'exploitation associées à ces moyens et le calendrier associé.* ».

Ces études ont conduit à prévoir notamment :

- la création d'un dispositif d'alerte sur les portes à enjeux de sûreté (PNPE1337),
- la mise en place d'une conduite à tenir adaptée en cas d'indisponibilité du clapet antiretour des effluents gazeux hydrogénés vers le circuit de contrôle chimique et volumétrique (RCV),
- l'intégration aux programmes de maintenance et aux consignes d'exploitation de dispositions supplémentaires.

➢ **Prise en compte des délais opérateurs**

Conformément à la démarche générale décrite au paragraphe § 2.2.1, l'étude consiste à identifier l'ensemble des actions opérateur requises, en salle de commande et en local, pour la protection contre l'agression, et de vérifier l'absence d' « *effet falaise* » lorsque l'on prend en compte un allongement du délai opérateur pour accomplir celles-ci.

Le seul cas de figure nécessitant une action d'un opérateur est la perte de la ventilation ou la détection d'hydrogène dans un local batterie, entrainant la surveillance en local de la concentration en hydrogène, l'ouverture des éventuels registres inter-voies et de la porte du local. L'action opérateur est réalisée dans un délai

bien inférieur à l'atteinte de la LIE, il n'y a pas de risque de formation d'un nuage inflammable. Aucune disposition additionnelle n'est donc nécessaire.

Par ailleurs, des exercices sur la thématique Explosion Interne sont mis en place pour les intervenants sur les CNPE à l'occasion du 4ème RP 900 dans le but d'apprécier la bonne mise en œuvre des parades valorisées dans la démonstration de maîtrise du risque d'explosion.

Hors îlot nucléaire

Les études consistent à s'assurer que les scénarios de fuite d'hydrogène retenus sont maîtrisés et que les effets résiduels d'une explosion sont acceptables vis-à-vis des cibles assurant une fonction de sûreté.

Hors îlot nucléaire, les principaux risques d'explosion sont présents en salle des machines, en galeries techniques, dans les caniveaux, sur les parcs à gaz et au poste de vidange rapide alternateur. Cette démarche est complétée par les analyses d'impact sûreté avec prise en compte des cumuls Foudre / Explosion, Projectiles générés par le grand vent / Explosion et la prise en compte d'un aggravant dans les études du risque d'Explosion Interne hors îlot nucléaire. La prise en compte de la sensibilité aux délais d'intervention de l'opérateur est sans objet, aucune action opérateur n'étant valorisée dans la démonstration.

Le risque d'explosion lié au transport de marchandises dangereuses est également pris en compte, dans le paragraphe 2.2.1.15 « Maîtrise du risque industriel.

La synthèse de ces analyses de risques est décrite dans les paragraphes suivants.

- **Déclinaison de la méthodologie de protection contre le risque d'Explosion Interne**

Analyse du risque d'explosion d'hydrogène dans la salle des machines :

Comme pour l'îlot nucléaire, deux types d'agressions sont susceptibles d'entraîner une rupture franche de tuyauteries en salle des machines : la RTHE et le séisme. L'incendie a été considéré par défaut comme un agresseur potentiel des lignes hydrogénées, de manière conservative (un incendie agressant une tuyauterie hydrogénée et engendrant une fuite va enflammer l'hydrogène instantanément et générer un jet enflammé, traité au titre de l'agression incendie). Le démontage erroné de singularités a également été identifié comme un initiateur potentiel.

Le scénario enveloppe serait la vidange totale de l'hydrogène contenu dans l'alternateur suite à la rupture de la tuyauterie de retour d'huile sur le circuit GHE. Dans ces conditions, deux explosions de natures différentes peuvent se produire :

- l'explosion du jet d'hydrogène : les niveaux de surpression générés engendreraient un arrachement du bardage mais ne seraient pas de nature à remettre en cause la stabilité de la salle des machines,
- l'explosion d'une nappe d'hydrogène : les niveaux de surpression engendrés provoqueraient une projection du bardage en partie haute de l'ouvrage mais ne seraient pas en mesure d'endommager les parois de la salle des machines.

Ces deux explosions ne sont pas de nature à porter atteinte à l'accomplissement des fonctions de sûreté.

Ainsi, la conception des salles des machines du Palier CPY satisfait aux exigences de sûreté en l'état des installations.

Analyse du risque d'explosion d'hydrogène dans les galeries techniques :

Une explosion dans les galeries techniques générerait des niveaux de surpression importants (type effet canon). A ce titre, des modifications ont été mises en place dans le cadre du 3ème RP 900 afin de prévenir les fuites d'hydrogène en prenant en compte les différents agresseurs potentiels des tuyauteries hydrogène en galeries (séisme, séisme évènement et RTHE) :

- le déplacement des tuyauteries d'hydrogène de façon à les protéger du risque séisme-évènement et le renforcement des supports pour garantir leur tenue sismique,
- la mise en place de cadres anti-fouettement sur les Tuyauteries à Haute Energie (THE) contre le risque RTHE.

Ainsi, le risque d'explosion d'hydrogène en galeries techniques est supprimé. La conception des galeries techniques du Palier 900 MWe satisfait aux exigences de sûreté en l'état des installations.

Analyse du risque d'explosion d'hydrogène des postes de vidange rapide alternateur

Parmi les agresseurs susceptibles de porter atteinte à l'intégrité des tuyauteries d'hydrogène des postes de vidange rapide alternateur sont identifiés, pour le Palier CPY :

- le séisme,
- un incendie,
- les projectiles générés par grand vent (PGGV),
- la foudre.

Consécutivement à une des agressions précédemment citées, le scénario enveloppe considéré est la vidange de tout l'hydrogène contenu dans l'alternateur par la rupture d'une ou plusieurs tuyauterie d'hydrogène du poste. Le phénomène redouté est ainsi une explosion dans le jet : une inflammation retardée du jet d'hydrogène générant ainsi une explosion dans le jet et la propagation d'une onde de surpression est supposée.

Sur les sites du Palier CPY, aucune cible de sûreté ne se trouve à moins de 25 m des postes de vidange rapide de l'alternateur. L'explosion d'hydrogène au niveau des postes de vidange rapide alternateur n'engendre pas de conséquence sur la sûreté.

Analyse du risque d'explosion d'hydrogène dans les caniveaux (Palier CP1)

Pour les sites du Palier CP1, le scénario et les conséquences d'une explosion en caniveau sont couverts par le scénario enveloppe REU (Risque d'Eclatement Unitaire) analysé dans le cadre de l'étude du risque d'explosion d'hydrogène au niveau des parcs à gaz (cf. paragraphe ci-après).

Ces caniveaux sont donc intégrés dans le périmètre de l'étude « parc à gaz ».

Analyse du risque d'explosion d'hydrogène au niveau des parcs à gaz

Les résultats de ces études sont présentés dans la partie dédiée aux spécificités de tranche compte-tenu de leur caractère site dépendant.

Analyse du risque d'explosion consécutivement à l'impact de la foudre (cumul Foudre / Explosion)

Les exigences retenues à la conception pour la salle des machines, le parc à gaz, ainsi que pour les galeries et caniveaux permettent d'écarter la foudre comme agresseur potentiel des tuyauteries d'hydrogène.

Ainsi, aucune modification liée à la prise en compte du cumul Foudre / Explosion dans les études n'est à

envisager au 4ème RP 900 pour les bâtiments hors de l'îlot nucléaire.

Analyse du risque lié au transport interne de marchandises dangereuses (hors substances radiologiques)

Une analyse spécifique vis-à-vis des risques de type « *explosion* », « *incendie* » et « *émission de substances dangereuses (toxiques)* » d'un camion transportant des marchandises dangereuses a été réalisée. La thématique associée aux transport de marchandises dangereuses est traitée dans le paragraphe 2.2.1.15 « Maîtrise du risque industriel ».

- **Etudes de la prise en compte d'un aggravant dans les études**

Les bâtiments et ouvrages de l'îlot conventionnel concernés par cette analyse sont :

- la salle des machines,
- les galeries techniques (CPY),
- le poste de vidange rapide de l'alternateur,
- les caniveaux (CP1),
- les parcs à gaz.

En salle des machines, en caniveaux et au poste de vidange rapide de l'alternateur, aucune disposition n'est nécessaire pour prévenir ou se prémunir des conséquences d'une explosion consécutivement à un séisme, un incendie ou à une RTHE. A ce titre, conformément à la démarche retenue d'application d'un aggravant, aucun aggravant n'est retenu dans les études.

En galeries techniques et au niveau des parcs à gaz, les dispositions valorisées pour la prise en compte du risque d'explosion sont des dispositions passives.

L'application d'un aggravant n'induit donc pas de conséquence pour la sûreté. Ainsi, aucune modification liée à la prise en compte de l'aggravant dans les études « *Explosion Interne* » n'est nécessaire pour le 4ème RP 900 pour les bâtiments hors de l'îlot nucléaire.

❖ **Conclusion**

Des évolutions significatives ont été apportées à la démonstration de sûreté dans le cadre du 4ème RP 900. En particulier, la réalisation d'études détaillées et complètes a permis de caractériser physiquement les effets des explosions sur les installations et ainsi de justifier quantitativement les hypothèses considérées pour les analyses des conséquences fonctionnelles.

Par ailleurs, les études réalisées, en tenant compte des niveaux de référence WENRA et de l'aggravant en particulier, conduisent à des compléments à la démonstration de sûreté et à la mise en œuvre de dispositions additionnelles.

Pour les bâtiments « *îlot nucléaire* » :

Ces études et les modifications associées mises en œuvre dans le cadre du 4ème RP 900 permettent :

- de réduire le risque de formation d'une atmosphère explosive dans les locaux du BAN,
- de réduire le risque de défaillance de la ventilation dans les locaux batteries et le risque d'accumulation d'hydrogène.

Des compléments d'études seront menées au titre de la prescription [AGR-G] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900.

Pour les bâtiments « *hors îlot nucléaire* » :

L'examen du risque Explosion Interne a permis, soit de conclure à l'absence de conséquence pour la sûreté (cas de la salle des machines, du poste de vidange rapide de l'alternateur, des caniveaux), soit d'exclure ce risque (cas des galeries techniques).

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

Analyse du risque d'explosion d'hydrogène au niveau des parcs à gaz

Plusieurs agressions sont susceptibles de porter atteinte aux capacités de gaz sous pression stockées sur les parcs à gaz (SGZ et GNU) : séisme, projectiles générés par le grand vent, incendie. La foudre est retenue comme initiateur d'une explosion sur les parcs à gaz mais couvert par le scénario REU.

Compte-tenu du risque d'agression de plusieurs cadres de bouteilles d'hydrogène et des conséquences associées en termes de surpression et d'émissions de projectiles, l'analyse de risque d'explosion, spécifique à chaque site, conclut à la nécessité de mettre en place, sur le site du Blayais des protections adéquates telles que :

Pour les parcs SGZ (PNPP1012) :

- limitation des conséquences d'une explosion éventuelle sur les parcs SGZ vis-à-vis des cibles de sûreté, par une implantation adaptée (distances d'éloignement vis-à-vis des cibles de sûreté respectées),
- protection des stockages de gaz contre les agressions externes (incendie externe à l'installation, séisme pour les gaz explosifs, RTHE, projectiles générés par grand vent pour les gaz explosifs, foudre) afin de prévenir le risque d'explosion,
- réduction de la quantité des gaz stockés sur le site.

Pour le réservoir d'azote liquide (PNPP1012) :

- éloignement à distance adéquate afin d'éviter le risque d'agression externe issu des parcs SGZ,
- protection contre les projectiles susceptibles d'être générés par les parcs SGZ par deux murs périphériques,
- protection du réservoir d'azote liquide contre les agressions externes (incendie externe à l'installation, séisme, RTHE, projectiles générés par grand vent, foudre) afin de prévenir le risque de BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion).

Pour les parcs à gaz GNU (PNPP1012) :

- protection des stockages de gaz contre les agressions externes (incendie externe à l'installation, séisme pour les gaz explosifs, RTHE, projectiles générés par grand vent pour les gaz explosifs, foudre) afin de prévenir le risque d'explosion,
- limitation des conséquences d'une explosion éventuelle sur le parc GNU vis-à-vis des cibles de sûreté, par une implantation adaptée (distances d'éloignement vis-à-vis des cibles de sûreté respectées).

La tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas d'autre spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Les modifications :

- PNPE1118 « Renforcement sismique du système DVE locaux « batteries » »,
- PNPP1709 « Remplacement vannes SIERS et inter-verrouillage vannes manuelles RPE »,
- PNPP1012 « Modification Parc gaz SGZ »,

ont été intégralement réalisées sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais. Les impacts documentaires de ces modifications sont en cours de déclinaison, et seront achevés lors de sa 4ème visite décennale.

Les modifications :

- PNPP1926 Volet A « Déclinaison de l'aggravant WENRA pour la détection hydrogène - Asservissement KRT »,
- PNPP1926 Volet B « Déclinaison de l'aggravant WENRA pour la détection hydrogène - Locaux batterie »,

sont en cours de déploiement sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4ème RP 900.

Les modifications :

- PNPP1926 Volet C « Déclinaison de l'aggravant WENRA pour la détection hydrogène - Doublement détecteurs »,
- PNPE1445 « Protection de deux lignes RRI (réfrigération intermédiaire) contre l'ouverture d'une porte suite à explosion potentielle et ajout d'un cadre anti-fouettement »,
- PNPE1258 (hors tome J) « Mise en place du dispositif ASG-ND et ligne fixe de réalimentation de la piscine BK par SEG »,
- PNPE1338 « Prévention entrée d'air du système de traitement des effluents gazeux – asservissement de l'isolement TEP à l'oxygène-mètre TEG »,
- PNPE1346 « Mise en place d'une manchette de raccordement sur SGZ (stockage gaz) »,
- PNPE1337 « Alarme pour Maintien fermé de portes coupe-feu »

seront déployées sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais dans le cadre de la phase B des modifications du 4ème RP 900.

La modification PNPP1714 « Appoint Ultime en Eau » est traitée au Volet I - Chapitre 2 - Section 1 - §1.2.1.3.

La modification PNRL1924 « Mise à la terre des gaines DVN pour les ventilations locaux iode » est en cours de déploiement dans le cadre d'une programmation spécifique avec un solde d'intégration sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais prévue au plus tard fin 2022.

2.2.1.3 Inondation interne, défaillances de tuyauteries et défaillances de réservoirs, pompes ou vannes haute énergie

Partie générique Palier

❖ **Contexte et objet des études**

A l'occasion du 4ème RP 900, EDF a fait évoluer sa démonstration de sûreté pour les agressions « *Inondation Interne* » et « *Défaillances de tuyauteries* » afin de prendre en considération notamment les niveaux de référence WENRA (prise en compte d'un aggravant, réalisation d'une étude de sensibilité sur l'allongement des délais opérateur). Les études du référentiel « *Inondation Interne* » et « *Défaillances de tuyauteries* » ont évolué en considérant des délais opérateur similaires à ceux des études d'accident. L'étude de l'inondation induite par fouettement en cas de RTHE a également évolué en considérant la défaillance induite par fouettement de la tuyauterie la plus pénalisante en termes de volume d'eau sur une durée d'écoulement conventionnelle d'une heure.

Les études « *Inondation Interne* » et « *Défaillances de tuyauteries* » ont pour objectifs de :

- S'assurer qu'une agression « *Inondation Interne* » ou « *Défaillances de tuyauteries* » n'empêche pas le passage et le maintien en état sûr de la tranche. En pratique, cela revient à vérifier que l'agression n'induit pas un risque de mode commun sur les matériels permettant le retour et le maintien de la tranche à l'état sûr ainsi que sur leurs systèmes supports ;
- Vérifier qu'une agression « *Inondation Interne* » ou « *Défaillances de tuyauteries* » n'entraine pas un dépassement des limites des rejets radiologiques à l'extérieur du site. En pratique, la rétention des fluides contaminés à l'intérieur des bâtiments ou des structures doit empêcher toute pollution des eaux (superficielles ou souterraines).

Une étude de déversement simultanée des réservoirs non dimensionnés au séisme, hors référentiel inondation interne, est réalisée afin de s'assurer de l'absence de mode commun empêchant le repli et le maintien à l'état sûr de la tranche et l'absence de dépassement des limites des rejets radiologiques à l'extérieur du site.

EDF prend également en compte dans la démonstration de sûreté nucléaire le risque de défaillance d'équipements sous pression en tant qu'agression interne. Les études liées à la défaillance de réservoirs, pompes ou vannes viennent compléter les dispositions de protection contre les défaillances de tuyauteries.

Les études « *Défaillance de réservoirs, pompes ou vannes* » ont pour objectifs :

- De s'assurer qu'un projectile issu de la défaillance d'un réservoir, d'une pompe ou d'une vanne n'empêche pas le repli et le maintien en état sûr de la tranche. En pratique, cela revient à vérifier que l'agression ne conduit pas à un risque de mode commun sur les matériels qui permettent le retour et le maintien du réacteur en état sûr ainsi que leurs systèmes supports ;
- De vérifier qu'un projectile issu de la défaillance d'un réservoir, d'une pompe ou d'une vanne n'entraîne pas un dépassement des limites des rejets radiologiques à l'extérieur du site. En pratique, la rétention des fluides contaminés à l'intérieur des bâtiments ou des structures doit empêcher toute pollution des

eaux (superficielles ou souterraines).

En complément des conséquences des projectiles dans les locaux abritant les équipements, EDF complète sa démarche en vérifiant la tenue du génie civil vis-à-vis d'un échantillon représentatif de projectiles internes situés dans le Bâtiment Réacteur (BR), retenus à la conception. Pour le 4ème RP 900, cet échantillon a été complété par les vannes d'isolement des accumulateurs RIS (en cohérence avec les missiles étudiés pour l'EPR Flamanville 3) à l'intérieur du BR et par 3 vannes situées à l'extérieur du BR. L'objectif est de s'assurer de la non-perforation des voiles béton par ces projectiles.

❖ **Synthèse des études**

➢ **<u>Inondations internes et défaillances de tuyauteries</u>**

<u>Etudes des agressions « *Inondation Interne* » et « *Défaillances de tuyauteries* »</u> :

La méthodologie pour la réalisation de l'étude des agressions « *Inondation Interne* » et « *Défaillances de Tuyauteries* », est applicable pour l'îlot nucléaire et l'îlot conventionnel du Palier CPY. Elle consiste à :

- Déterminer le volume d'eau le plus pénalisant. A noter qu'EDF a justifié à partir des éléments de retour d'expérience et des conclusions des études expérimentales disponibles sur le fouettement RTHE que l'hypothèse prise en compte d'une seule défaillance induite suite à un fouettement de tuyauterie Haute Energie pour les études d'inondation interne est pertinente ;
- Identifier les matériels rendus inopérants par inondation interne (immersion et aspersion), par fouettement, par effet de jet et modification des conditions d'ambiance en cas de RTHE ;
- Réaliser des analyses fonctionnelles pour statuer sur l'acceptabilité des indisponibilités de matériels ;
- Analyser la gestion du confinement.

En ce qui concerne l'îlot nucléaire, les études ont mis en évidence la présence d'éventuels modes communs ainsi que de potentiels déversements d'effluents à l'extérieur des bâtiments ou rétentions extérieures. Afin de pallier ces éventuels modes communs et rejets d'effluents vers l'extérieur, des modifications ont été définies :

- La modification « Confinement des effluents et étanchéité des traversées » (PNPE1108 tome A) consiste à calfeutrer certaines traversées pour garantir leur étanchéité et permet d'assurer le confinement des effluents. Elle participe ainsi à la prévention et la limitation du rejet de liquides radioactifs dans les limites fixées ;
- La modification « Remplacement des coffrets électriques RPE/RRI – Protection contre l'inondation interne » (PNPE1032) consiste à remplacer certains coffrets électriques par des matériels ayant un indice de protection (IP) supérieur permettant ainsi, malgré l'aspersion de ceux-ci, d'assurer la protection en cas d'inondation interne.

Les études relatives à l'îlot conventionnel ont montré la nécessité de rendre étanches certaines trémies de la station de pompage ou de créer des ouvertures entre locaux de la station de pompage, ou de créer des seuils, ainsi que de protéger des coffrets vis-à-vis de l'agression (PNPE1144).

<u>Etude de sensibilité aux délais opérateurs :</u>

La prise en compte des délais opérateurs préconisés par les niveaux de référence WENRA a permis de vérifier que l'allongement des délais avant isolement de la fuite n'induit pas de conséquences significatives en termes de volume d'eau ou en termes d'analyse fonctionnelle et ne remet pas en cause les conclusions des études de déclinaison du référentiel.

Prise en compte de l'aggravant :

Un aggravant a été considéré sur les EDA (Equipements de Disposition Agression) en retenant le cas le plus pénalisant parmi les organes d'isolement et les organes de détection.

L'aggravant n'a pas été appliqué sur les vannes manuelles, compte tenu de leur haut niveau de fiabilité. Une étude complémentaire a été réalisée afin d'identifier les vannes à enjeu sûreté. A l'issue de cette étude, aucune vanne n'a été identifiée à enjeu de sûreté.

En complément de ces études, une démarche a été mise en œuvre pour analyser le risque de défaillance des matériels statiques des études d'inondation interne. Elle a été suivie d'une étude qui a permis d'identifier les systèmes d'évacuation à enjeu de sûreté qui auront des exigences en exploitation adaptées à leur enjeu.

Etude du déversement simultané des réservoirs non dimensionnés au séisme :

La méthodologie d'étude du déversement simultané des réservoirs non dimensionnés au séisme est structurée de la façon suivante :

- Identification de l'ensemble des réservoirs non dimensionnés au séisme, leur volume ainsi que leur localisation ;
- Détermination des zones sources d'inondation par groupes de réservoir(s) ;
- Pour chaque zone source d'inondation, réalisation d'une étude de propagation et d'étalement de l'eau selon la méthodologie utilisée pour les études des agressions « *Défaillances de tuyauteries* » et « *Inondation interne* » ;
- Vérification de l'absence de zone(s) d'interférence entre toutes les phases de propagation et d'étalement ;
- Réalisation d'analyses fonctionnelles associées aux modes communs identifiés selon la méthodologie utilisée pour les études des agressions « *Défaillances de tuyauteries* » et « *Inondation interne* ». Cette étape répond à l'objectif de sûreté de repli et maintien en état sûr de la tranche ;
- Vérification du confinement du volume total d'effluents issus des réservoirs non sismiques dans les bâtiments. Cette étape répond à l'objectif de non-dépassement des limites des rejets radiologiques à l'extérieur du site.

L'analyse fonctionnelle de modes communs a permis de démontrer que le cumul des pertes de fonctions suite au déversement simultané des réservoirs non sismiques ne remet pas en cause le retour et le maintien de la tranche à l'état sûr. L'étude a cependant mis en évidence un déversement d'effluents qui pourrait conduire à un étalement vers l'extérieur du BAN. Le tome B de la modification PNPE1108 permet de confiner le volume de ces effluents au sein du bâtiment.

➢ **Défaillance de réservoirs, pompes ou vannes**

La démarche retenue pour traiter le risque de cette agression consiste à :

- Déterminer les matériels dont le risque de défaillance est à étudier ;
- Analyser la défaillance des matériels concernés et ses conséquences puis si nécessaire proposer des solutions.

Le type d'étude à mener dépend du caractère Haute Energie / Moyenne Energie et du niveau de qualité de la conception et de la fabrication des matériels concernés.

Défaillance de pompe :

En cas de défaillance d'une pompe, les dispositions de conception et de fabrication du matériel permettent de considérer que l'émission de missiles qui pourrait entraîner des conséquences inacceptables est exclue.

Pour les pompes centrifuges, la plus grande partie de l'énergie stockée est de l'énergie de rotation. Les défaillances peuvent provenir de défauts dans les pièces en rotation ou de contraintes excessives. Toutefois, cette énergie n'est pas assez importante pour produire des missiles qui pourraient entraîner des dommages inacceptables. Pour les roues de pompe en particulier, l'expérience des fabricants de pompes a démontré qu'un missile produit par une roue ne traverse pas l'enveloppe de la pompe.

Ceci s'applique également aux pompes à piston, puisque ces dernières n'ont qu'une faible énergie de translation, ainsi qu'aux compresseurs et aux missiles provenant des moteurs électriques, puisque leur stator sert d'enveloppe de protection vis-à-vis d'un éventuel missile.

Par ailleurs, les ventilateurs ne sont pas de nature à générer d'éventuels missiles étant considérée la faible énergie stockée.

Défaillances de réservoir ou vanne :

La démarche distingue les composants de Haute Energie des composants de Moyenne Energie. Seuls les composants de Haute Energie (c'est-à-dire véhiculant un fluide, en phase liquide ou vapeur, d'une pression supérieure à 20 bar relatifs et/ou d'une température supérieure à 100°C) sont susceptibles de générer des projectiles internes en cas de défaillance de type rupture.

Lorsque ces équipements de Haute Energie sont conçus et fabriqués selon un code nucléaire (RCC-M, ASME Section III ou équivalent), la défaillance complète mécanique de type rupture est écartée.

Les matériels Haute Energie dont les conséquences de la défaillance sont étudiées sont :

- Toutes les vannes ou clapets anti-retour à l'exception de ceux qui sont à la fois classés IPS et conçus selon un code nucléaire ;
- Les réservoirs non classés IPS ou IPS-NC.

Les résultats des études confirment la robustesse des installations pour les projectiles générés par la défaillance des réservoirs et vannes Haute Energie. Les conséquences résultantes d'une inondation interne potentiellement induite par une défaillance des vannes et des réservoirs sont prises en compte au titre des études « *Inondation interne* ».

Tenue de la structure du génie civil aux projectiles :

Les missiles internes retenus à la conception pour le Palier CPY sont similaires à ceux retenus pour la conception de l'EPR Flamanville 3.

Les résultats des études démontrent la tenue de la structure du génie civil aux projectiles sur le Palier CPY. Il est à noter que la conception des tranches du Palier CPY a eu pour objectif d'assurer une bonne séparation des différents trains de sauvegarde, ce qui constitue un élément de robustesse de base des installations, vis-à-vis des agressions.

Sensibilité à l'aggravant et au délai opérateur (WENRA) :

Ces études (Cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 2 - § 2.2.1) sont sans impact sur ce thème car :

- aucun équipement actif ne participe à la protection contre les défaillances de réservoirs, pompes ou vannes (hors inondations induites) ;

- aucune action opérateur n'est nécessaire à la protection contre les défaillances de réservoirs, pompes ou vannes (hors inondations induites).

❖ **Conclusion**

➢ **Inondations Internes et défaillances de tuyauteries**

Des évolutions significatives (prise en compte des niveaux de référence WENRA en particulier) ont été apportées lors du 4ème RP 900 et ont donné lieu à la réalisation d'études détaillées permettant de répondre aux objectifs de sûreté.

Ces études et les modifications associées qui sont mises en œuvre lors du 4ème RP 900 permettent de répondre aux exigences de sûreté du référentiel pour la protection contre les risques de défaillances de tuyauteries et d'inondation interne.

➢ **Défaillance de réservoirs, pompes ou vannes**

Les études mises en œuvre lors du 4ème RP 900 permettent de répondre aux exigences de sûreté pour la protection contre le risque de défaillance des réservoirs, pompes ou vannes. Elles démontrent en particulier la représentativité des missiles pouvant être éjectés et retenus dans la démonstration de sûreté au regard des réacteurs de dernière génération de type EPR Flamanville 3.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

La tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Les modifications :

- PNPE1108 tome A « Protection contre l'inondation interne - étanchéité des traversées »,
- PNPE1032 « Remplacement des coffrets électriques RPE/RRI – Protection contre l'inondation interne »,

sont en cours de déploiement sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4ème RP 900.

La modification PNPE1144 « Inondation interne - Protection ilot conventionnel » a été intégralement réalisée sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais. Les impacts documentaires de cette modification ont été pris en compte.

La modification PNPE1108 tome B « Confinement des effluents et étanchéité des traversées » sera déployée sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais dans le cadre de la phase B des modifications du 4ème RP 900.

2.2.1.4 Inondation externe

Partie générique Palier

❖ **Contexte et objet des études**

Dans le cadre du 4ème RP 900, EDF vérifie la robustesse des installations du Palier CPY vis-à-vis des aléas décrits dans le guide n°13 de l'ASN relatif à la protection des INB contre les inondations externes.

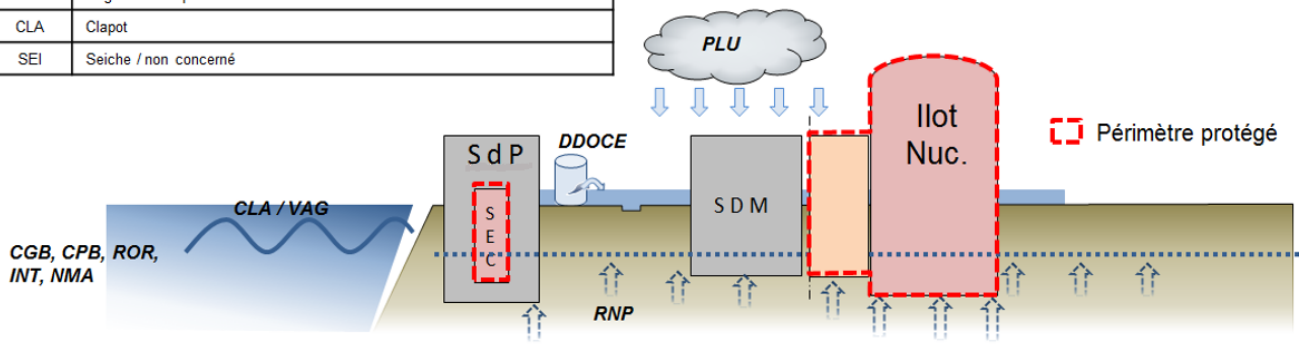
En complément, EDF a également analysé les dispositifs de protection volumétrique dans le cadre des réponses aux prescriptions techniques ASN de 2012.

❖ **Synthèse des études**

➢ Réévaluer les risques liés à l'agression « *Inondation Externe* » sur la base du guide n° 13 de l'ASN

Le schéma ci-dessous présente les différentes Situations traitées pour le Risque d'Inondation (SRI) décrites dans le guide n°13 de l'ASN qui sont étudiées sur le Palier CPY à l'occasion du 4ème RP 900.

PLU	Pluies locales
DDOCE	Dégradation ou dysfonctionnement d'ouvrages, de circuits ou d'équipement
RNP	Remontée de Nappe Phréatique
CPB	Crue sur Petit Bassin versant
INT	Intumescence – Dysfonctionnement d'ouvrage hydraulique
CGB	Crue sur Grand Bassin versant
ROR	Rupture d'un Ouvrage de Retenue
NMA	Niveau Marin
VAG	Vague océanique
CLA	Clapot
SEI	Seiche / non concerné



Celles-ci ne sont pas toutes pertinentes selon les sites du Palier CPY.

PLU : Comportement du réseau d'évacuation d'eaux pluviales en cas de fortes pluies; phénomènes de ruissellement

La caractérisation de cette SRI évolue significativement par rapport au référentiel « *REX Blayais* ». En particulier, le profil de pluie passe d'une intensité fixe tout au long de l'épisode pluvieux à une intensité variable présentant un pic d'intensité, ce qui est représentatif d'une pluie réelle.

La prise en compte des recommandations du guide ASN n°13 engendre une augmentation des volumes sortants du réseau d'évacuation des eaux pluviales.

Il est à noter que, dans le cadre de la réponse aux prescriptions techniques ASN Post-Fukushima, EDF a conduit sur l'ensemble des sites des études de pluies et de rupture de réservoirs suite à un séisme.

Des dispositifs de protection sont donc prévus dans ce cadre et ont été déployés avant le 4ème RP 900 (PNPP1675). Ces dispositifs consistent à protéger les accès des locaux contenant des matériels nécessaires au repli et au maintien en état sûr en rehaussant leur altimétrie par des seuils ou des batardeaux, associés à des murets en béton armé permettant d'assurer la continuité avec le voile du bâtiment à protéger. Les éventuelles trémies (traversées de tuyauteries ou de câbles) situées en partie basse des bâtiments sont calfeutrées.

Ainsi, ces dispositifs de protection contribuent à la protection des sites vis-à-vis des conséquences des évolutions de caractérisation apportées par les recommandations du guide ASN n°13 pour les SRI PLU et DDOCE (cf. ci-dessous). D'autres dispositifs (traitement des by-pass, règle particulière de conduite…) peuvent compléter la protection du CNPE vis-à-vis de la SRI PLU (voir paragraphe « spécificités de la tranche »).

DDOCE : Dégradation, Dysfonctionnement d'Ouvrages, de Canalisation ou d'Equipements impactant des bâtiments abritant des EIP liés à la sûreté

Cette SRI présente plusieurs évolutions par rapport au référentiel « *REX Blayais* ». Notamment, les hypothèses de remplissage des réservoirs non dimensionnés au séisme à prendre en compte sont dorénavant avec un remplissage au maximum de la capacité utile.

De même, les hypothèses de rupture des tuyauteries sont plus pénalisantes que celles retenues dans le cadre du « *REX Blayais* ». Des déversements supplémentaires sont donc attendus par rapport aux études réalisées dans le cadre du « *REX Blayais* ». La hauteur d'eau atteinte dans le cadre de la SRI DDOCE est donc supérieure à celle du précédent réexamen.

Comme précisé pour la SRI PLU, des dispositifs de protection, en réponse aux prescriptions techniques ASN Post-Fukushima, contribuent à la protection des sites vis-à-vis des conséquences des évolutions de caractérisation apportées par les recommandations du guide ASN n°13 pour les SRI PLU et DDOCE. D'autres dispositifs (système de détection d'eau,…) peuvent compléter la protection du CNPE vis-à-vis de la SRI DDOCE.

RNP : Remontée de la Nappe Phréatique

Le guide ASN n°13 n'induit pas d'évolution significative quant à la méthode de caractérisation du niveau de référence associé à cette SRI.

CPB : Crue fluviale sur des bassins versants dont la superficie est comprise entre 10 et 5 000 km^2

Seul le site du Tricastin est concerné par cette SRI (présence de la Gaffière à proximité du CNPE).

INT : Variation brutale transitoire et localisée du niveau d'eau à proximité du CNPE liée à un dysfonctionnement d'ouvrage hydraulique ou à l'arrêt des pompes de circulation en station de pompage

Le guide ASN n°13 préconise d'étudier cette SRI en considérant les conditions initiales de niveau et de débit conduisant à l'intumescence la plus pénalisante. Le niveau initial ne considère pas de situation plus rare que les SRI de crue ou de niveau marin.

CGB : Crue fluviale sur des bassins versants de plus de 5 000 km^2

La caractérisation de cette SRI varie légèrement par rapport au référentiel « *REX Blayais* », en ce qui concerne la prise en compte dans le niveau de référence des incertitudes découlant des modélisations hydrauliques.

ROR : Propagation de l'onde de rupture d'un barrage

Cette SRI apporte des évolutions significatives par rapport aux études conduites dans le cadre du « *REX Blayais* ». En effet, la méthodologie se rapproche de celle retenue pour les études des PPI (Plans Particuliers d'Intervention) conduites par les pouvoirs publics.

NMA : Niveau Marin

La méthodologie appliquée au calcul des niveaux marins pour suivre les recommandations du Guide ASN n°13 est différente de celle du « *REX Blayais* ».

Pour les sites situés en bord de mer, les résultats des études de cette SRI et les éventuelles modifications qui en découlent sont présentés dans la partie « *Spécificités de la tranche* » compte-tenu de leur caractère site dépendant.

VAG : Vagues océaniques et clapot

Le Guide ASN n°13 n'induit pas d'évolution significative quant à la méthode de caractérisation du niveau de référence associé à cette SRI. Néanmoins, il est à noter que les conséquences de cette SRI dépendent fortement du niveau marin retenu (la houle et le clapot étant propagés sur le niveau NMA).

Pour les sites situés en bord de mer, les résultats des études de cette SRI et les éventuelles modifications qui en découlent sont présentés dans la partie « *Spécificités de la tranche* » compte-tenu de leur caractère site dépendant.

CLA : Clapot – sites fluviaux

Le guide ASN n°13 n'induit pas d'évolution significative quant à la méthode de caractérisation du niveau de référence associé à cette SRI.

Les résultats des études de ces SRI et les éventuelles modifications qui en découlent, sont présentés dans la partie dédiée aux études spécifiques de tranche compte-tenu de leur caractère site dépendant.

SEI : Seiche

Le guide ASN n° 13 introduit la définition de cet aléa. Le risque de survenue d'une seiche est étudié sur la base du retour d'expérience disponible. Si un risque de survenue d'une seiche est identifié dans les aménagements côtiers (bassin portuaire, chenaux de prise ou de rejet d'eau), le phénomène est pris en compte pour le calcul du niveau marin de référence. A date, cet aléa n'a pas été constaté au titre du REX.

- **Comportement de la protection volumétrique**

Dans le cadre du 4ème RP 900, l'objectif consiste à vérifier l'absence d'impact des tassements différentiels sur les lames Waterstop, et à démontrer l'absence d'impact sûreté d'une inondation sismo-induite par la nappe phréatique au niveau des calfeutrements de joints de la Protection Volumétrique. Les études démontrent l'intégrité des joints en limite de Protection Volumétrique, sollicités par les tassements différentiels, des sites du Palier CPY.

En complément, EDF a défini une démarche d'étude des deux systèmes (lames Waterstop et calfeutrements de type mastic) qui permet de prévenir d'un risque d'inondation sismo-induit pour les colonnes d'eau générées par le niveau de nappe phréatique retenu en cas de séisme de niveau SMS. Ces études démontrent l'intégrité des joints en limite de Protection Volumétrique sollicités par un séisme.

Une étude générique sur les performances d'étanchéité à l'eau après séisme des mastics de calfeutrement de joints a été réalisée afin d'étendre les résultats des essais réalisés en laboratoire aux différents mastics utilisés sur les CNPE. Cette étude a montré que les performances d'étanchéité des élastomères « *pleine masse* » et des élastomères dont l'épaisseur est limitée par un fond de joint sont similaires avant et après sollicitations sismiques.

- **Aggravant et sensibilité au délai opérateur (WENRA)**

L'analyse relative à l'aggravant et à la sensibilité au délai opérateur est présentée dans la partie « Spécificités de la tranche ».

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

SRI PLU et DDOCE

La tranche n°1 du CNPE du Blayais est protégée vis-à-vis de ces SRI par :

- Les dispositions existantes mises en place dans le cadre de la réponse aux prescriptions techniques ASN Post-Fukushima, en particulier la modification « Protection vis-à-vis de l'inondation externe par déversement direct sur la plateforme » (PNPP1675) et par des dispositions déjà valorisées dans les études précédentes ;
- La disposition d'exploitation permettant l'arrêt des pompes de circulation d'eau du condenseur (CRF) en cas de rupture CRF en salle des machines lors de la détection d'une lame d'eau en fosse condenseur (PNPE1335), valorisée au titre de la SRI DDOCE.
- La modification « Traitement des by-pass de la Protection Volumétrique sur Blayais » (PNRL1846) qui est mise en œuvre vis-à-vis de la SRI PLU. Elle a pour objectif de supprimer les risques de by-pass de la Protection Volumétrique en cas de « Pluies ». La solution mise en œuvre consiste à dévoyer les tuyauteries qui présentaient un risque de by-pass.

SRI RNP

Cette SRI n'engendre aucun impact en matière de modification sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais. Le site est protégé vis-à-vis de cette SRI par la protection volumétrique existante, des dispositions déjà valorisées dans les études précédentes.

SRI INT, VAG et NMA

Le site de Blayais situé sur l'Estuaire de la Gironde est considéré comme Site bord de mer. De ce fait, il est concerné par ces SRI et en est protégé par la protection périphérique. Les modifications PNPP1944 pour la partie digues des marais et la PNPE1280 pour la partie front de Gironde permettent de répondre aux exigences du guide ASN n°13. Les risques de by-pass de la protection périphérique sont également traités dans le cadre des modifications PNPP1944 et PNPE1213.

SRI , CGB, ROR et CLA

Le site de Blayais étant situé sur l'Estuaire de la Gironde, il est certes soumis à une influence fluviale, mais l'influence maritime est prépondérante. Les conséquences des SRI en objet sont moindres que ceux associées aux SRI NMA et VAG.

De ce fait le site de Blayais n'est pas concerné par ces SRI.

Aggravant et sensibilité au délai opérateur (WENRA)

La prise en compte d'un aggravant et la sensibilité au délai opérateur sont sans impact sur l'installation. En effet :

- Les équipements de disposition agression valorisés dans les études d'inondation externe sont soit des équipements passifs non statiques entièrement mécaniques connus pour leur grande fiabilité, soit des équipements mécaniques ne nécessitant pas d'être manœuvrés lors de la survenue de cette SRI (agression à caractère prédictible), soit des équipements actifs redondants.
- Les actions opérateur valorisées dans les études d'inondation externe sont uniquement des actions préventives à l'apparition de l'agression.

❖ **Conclusion**

Les études liées à l'agression inondation externe, conformément au guide ASN n°13 qui permet de couvrir de nouveaux scénarios relatifs à l'inondation externe, ont été conduites pour le CNPE du Blayais. La démarche ainsi menée et les dispositions matérielles / organisationnelles identifiées et mises en œuvre permettent de garantir la robustesse de la tranche n°1 du CNPE du Blayais vis-à-vis de l'inondation externe.

En complément, EDF a également analysé les dispositifs de protection volumétrique dans le cadre des réponses aux prescriptions techniques ASN de 2012. Les études réalisées ont mis en évidence l'absence d'impact des tassements différentiels sur les lames Waterstop® et l'absence d'impact d'une inondation sismo-induite par la nappe phréatique au niveau des calfeutrements de joints de la Protection Volumétrique.

Bilan de l'état de la tranche

Les modifications :

- PNPP1675 « Protections contre les inondations extrêmes par déversement direct sur la plateforme »,
- PNPE1213 « Etanchéité arbre de transmission tambour filtrant »,

ont été intégralement réalisées sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais. Les impacts documentaires de ces modifications ont été pris en compte.

La modification PNRL1846 « Suppression risques by-pass protection volumétrique » a été intégralement réalisée sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais. Les impacts documentaires de cette modification sont en cours de déclinaison, et seront achevés lors de sa 4ème visite décennale.

Les modifications :

- PNPE1335 « Robustesse de l'arrêt automatique du CRF vis-à-vis d'une inondation sismo-induite »,
- PNRL1922 « Renforcement au séisme des By Pass de la protection volumétrique »,

sont en cours de déploiement sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4ème RP 900.

La modification PNPP1944 « Réhausse de la Protection Périphérique contre les inondations externes au Blayais » est en cours de déploiement dans le cadre d'une programmation spécifique avec un solde d'intégration sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais prévue au plus tard fin 2022.

La modification PNPE1280 « Réhausse du Mur Pare houle » sera déployée dans le cadre d'une programmation spécifique avec une intégration sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais prévue au plus tard en décembre 2027.

2.2.1.5 Séisme

Partie générique Palier

❖ **Contexte et objet des études**

La prise en compte du chargement sismique au niveau du dimensionnement des matériels permet de s'assurer que les fonctions de sûreté sont maintenues en cas d'apparition d'un événement sismique.

Le 4ème RP 900 prend en compte la réévaluation du niveau d'aléa par l'application de la RFS 2001-01 sur la base des dernières connaissances scientifiques. Si le niveau SMS du site est significativement supérieur au dernier niveau justifié, alors une réévaluation sismique des EIPS calculés au séisme est effectuée. Les évolutions génériques à l'ensemble des agressions (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 2 – § 2.2.1) sont également prises en compte.

La protection du parc en exploitation contre le séisme s'appuie sur différentes notions :

- le Séisme Maximum Historiquement Vraisemblable (SMHV),
- le Séisme Majoré de Sûreté (SMS),
- le Spectre De Dimensionnement (SDD).

Le SMS, Séisme Majoré de Sûreté, est défini par une Règle Fondamentale de Sûreté (RFS). Il est défini à partir du plus important séisme historique, le Séisme Maximum Historiquement Vraisemblable (SMHV) dans la région, en tenant compte de deux majorations conséquentes :

- la position de l'épicentre qui soit la plus pénalisante quant à ses effets (en termes d'intensité) sur le site tout en restant compatible avec les données géologiques et sismologiques,
- l'intensité épicentrale est majorée de 1.

Le Spectre De Dimensionnement (SDD) est le niveau sismique pour lequel EDF dimensionne les bâtiments et équipements de l'îlot nucléaire. Il est représenté par un spectre large bande, indépendamment d'évènements historiques précis. Le SDD est une notion « *Palier* » et enveloppe donc le SMS de chaque site à la conception.

Tous les 10 ans, les CNPE sont soumis à un réexamen périodique qui est l'occasion de prendre en compte les évolutions de la connaissance relative notamment à l'aléa sismique, que ce soit sur le zonage sismotectonique ou sur les caractéristiques des séismes historiques. Ceci peut alors se traduire par des évolutions à la baisse ou à la hausse des spectres SMHV et SMS d'un site et peut dans ce cas conduire à des renforcements.

Le 4ème RP 900 sur le thème séisme inclut la prise en compte :

- des évolutions des connaissances dans la définition des mouvements sismiques à considérer sur les sites en cohérence avec la RFS 2001-01,
- des évolutions de méthodologies de calcul et de modélisation,
- des enseignements du retour d'expérience sismique international (Kashiwazaki-Kariwa 2007).

A noter qu'EDF étudie également certains effets indirects du séisme (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 2 – § 0).

❖ **Synthèse des études**

➢ **<u>Réévaluation sismique conformément à la RFS 2001-01</u>**

La mise en œuvre de la RFS 2001-01 lors du 4ème RP 900 est basée sur :

- La mise à jour des connaissances sismologiques (zonage sismo-tectonique, caractérisation des failles,…);
- L'amélioration des connaissances de la sismicité historique prenant en compte une actualisation des données historiques issues de la base SisFrance 2012.

La mise en application de ces évolutions a conduit à la construction de nouveaux spectres sismiques de sol applicables lors du 4ème RP 900.

Les résultats de l'étude de ces réévaluations sismiques et les éventuelles modifications qui en découlent, ainsi que l'état des connaissances concernant l'identification des failles actives autour des CNPE et l'existence d'effets de site particuliers, ainsi que les éventuels programmes d'investigations complémentaires sont présentées dans la partie dédiée aux études spécifiques de tranche compte tenu de leur caractère site-dépendant.

➢ **<u>Prise en compte du retour d'expérience international</u>**

La prise en compte du retour d'expérience international se traduit pour le 4ème RP 900 par l'intégration du REX Kashiwasaki-Kariwa.

Dans la continuité des études du 3ème RP 1300, les enseignements du REX de cet événement ont conduit EDF à réaliser dans le cadre du 4ème RP 900 :

- Une analyse de sûreté de l'incendie d'un transformateur de taille significative, pour les sites 900 MWe, qui a conclu qu'un tel incendie pouvait avoir un impact sur le mur de la salle des machines et potentiellement sur les matériels localisés à l'intérieur. L'analyse fonctionnelle de la perte des EIPS localisées à l'intérieur des salles des machines consécutivement à un incendie a conclu à des conséquences acceptables sur la sûreté.
- Une estimation des volumes de la piscine combustible susceptibles de déborder sous séisme qui a conclu à des volumes débordés enveloppes très limités et acceptables pour les piscines combustible du Palier CPY.
- Une analyse de la prise en compte des effets de vague sur les matériels pour la piscine BR et la piscine combustible qui a démontré un bon dimensionnement de l'ensemble des matériels concernés :
  - les portes et batardeaux de la piscine BR et de la piscine combustible,
  - la machine de chargement située dans le BR,
  - les dispositifs transfert dans la piscine BR et la piscine combustible,
  - le descenseur situé dans la piscine combustible,
  - le pont passerelle situé dans le bâtiment BK.

L'analyse par EDF de l'événement sismique survenu le 16 juillet 2007, ayant affecté les tranches de l'exploitant japonais TEPCO sur le site de Kashiwasaki-Kariwa, montre le bon comportement des installations.

➢ **Sensibilité à l'aggravant et au délai opérateur (WENRA) :**

Ces sensibilités résultant des niveaux de référence WENRA (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 2 – § 2.2.1) sont sans impact sur ce thème, en effet :

- les systèmes actifs nécessaires à l'atteinte et au maintien en état sûr sont, par conception, redondants et dimensionnés au séisme (ce qui rend inutile toute analyse supplémentaire),
- le séisme en lui-même ne nécessite pas d'action opérateur pour garantir la tenue des Structures, Systèmes et Composants (SSC) nécessaires à la sûreté de l'installation.

➢ **Densification de certains chemins de câbles**

Suite à l'ajout de câbles dans certains chemins de câbles du fait de l'installation de nouveaux équipements, EDF entreprend lorsque nécessaire le renforcement au séisme des chemins de câbles concernés pour tenir compte du poids supplémentaire induit par ces câbles (PNPE1191). Ce renforcement n'est pas induit par la réévaluation du niveau d'aléa sismique.

➢ **Séisme évènement**

Suite à l'évolution des connaissances relatives au comportement mécanique de la cheminée du BAN du palier CPY (méthode de calcul et caractéristiques du matériau), EDF identifie le besoin de renforcer cet ouvrage au séisme pour éviter qu'il agresse des EIPS en cas de chute (PNPE1323). Ce renforcement n'est pas induit par la réévaluation du niveau d'aléa sismique.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

❖ **Réévaluation sismique conformément à la RFS 2001-01**

Le SMS 4ème RP de Blayais dépasse le SMS 3ème RP de Blayais au-delà de 1 Hz, mais il reste couvert par le spectre de dimensionnement EDF 0.2g (hors dépassement limité, sans impact pour les structures dimensionnées à ce niveau de séisme).

Le dépassement du SMS 3ème RP de Blayais par le SMS 4ème RP de Blayais implique l'engagement d'études d'impact sur les structures ayant étaient justifiées au niveau SMS VD3, notamment sur les SSC de la source froide ainsi que la salle des machines.

Les études réalisées indiquent l'absence d'impact des réévaluations sismique VD4 pour le site de Blayais sur les SSC dimensionnés au SDD, à l'exception des tuyauteries SEC (PNPE1220).

❖ **Caractérisation des failles autour du CNPE du Blayais et plan d'actions associé**

Le site de Blayais se situe dans la partie Nord-Ouest du Bassin aquitain. Celui-ci est un bassin côtier, péri-océanique, encadré au Nord et au Nord-Est par le Massif Armoricain et par le seuil du Poitou, à l'Est par le Massif Central, au Sud-Est par la Montagne Noire et au Sud par les Pyrénées.

Aucune faille d'ampleur importante et présentant des mouvements quaternaires (depuis 2 Ma) n'est cartographiée dans un rayon de 25 km autour du site. Sur les cartes géologiques au 1/50 000, seules sont à signaler des failles présentant de faibles extensions (quelques kilomètres), orientées N110° à N140° et N35° à N45°, avec des rejets maximaux compris entre 15 et 20 m au toit de l'Éocène (34 Ma), localisées en bordure du dôme de Couquèques (Nord-Ouest du site) et au Sud-Est du site, dans la région d'Eyrans.

Aucun indice néotectonique validé par le comité Néopal n'est répertorié dans un rayon de 25 km autour du site de Blayais et aucune faille n'est répertoriée dans la Base de Données des Failles potentiellement Actives.

Très peu de séismes ont été enregistrés au cours des 50 dernières années aux alentours du site de Blayais. Dans le catalogue FCAT17, six séismes sont répertoriés dans un rayon de 25 km autour du site, dont trois avec une magnitude Mw supérieure à 2.5, la valeur de Mw la plus élevée étant de 2.7.

L'activité sismique la plus notable se situe au SE de Bordeaux et concerne l'essaim de séismes historiques de la région de l'Entre-Deux-Mers. Parmi eux on notera le séisme de l'Entre-Deux-Mers de 1759 (Io= VII à VII-VIII MSK). Ces séismes historiques de l'Entre-Deux-Mers sont localisés dans le prolongement, vers le Sud, du tracé proposé pour la faille de la Dronne, à 45 km du site du Blayais.

La mise en œuvre d'une approche progressive d'analyse des failles, basée sur la bibliographie, la géophysique de subsurface, la géologie de terrain, des études morphostructurales et de datation, ainsi que sur la paléosismologie, a été développée par EDF afin de mieux caractériser les failles en termes de géométrie en profondeur et d'âge de dernier mouvement. La série d'investigations s'initie sur la base des données disponibles et s'arrête dès que les résultats d'une étude permettent de conclure quant à l'activité de la faille. Cette approche a été initiée (utilisation des données de sismique pétrolière) sur 6 sites pilotes. Elle est aujourd'hui pleinement déployée sur le site de Cruas à la suite du séisme du Teil du 11/11/2019.

L'état actuel des connaissances souligne une sismicité très faible et une absence de failles potentiellement actives (d'après la Base de Données des Failles potentiellement Actives – BDFA) et d'indices néotectoniques dans les 25 km autour du site du Blayais. Le site du Blayais n'est donc pas retenu par EDF parmi les installations nécessitant des investigations de failles complémentaires.

❖ **Synthèse de la connaissance des effets de site**

Le site du Blayais repose sur une série sédimentaire mésozoïque puis cénozoïque avec une couverture alluviale

quaternaire d'une épaisseur moyenne égale à 19 m. Les essais cross-hole, réalisés sur le site et arrêtés au milieu de l'Yprésien, révèlent des vitesses moyennes de propagation des ondes de cisaillement croissantes avec la profondeur (entre 300 m/s en tête et 500 m/s à -103 NGF), sauf ponctuellement des bancs plus raides présentant des vitesses élevées (492 m/s à -26,5 NGF et 900 m/s à -112 NGF). Selon la RFS 2001-01, cette configuration géologique peut être considérée comme pouvant générer un effet de site particulier et nécessite une étude spécifique.

Ainsi, EDF a réalisé une étude numérique de réponse de site en tenant en compte des incertitudes sur les données et les modèles de sol et en utilisant les accélérogrammes représentatifs des spectres déterministes des SMS retenus pour le quatrième réexamen du site (VD4). Dans ce réexamen, deux SMS sont pris en compte : celui du 10/08/1759 (I0=VII) et celui du 25/01/1799 (I0=VII-VIII). Dans cette étude, les résultats des modélisations numériques ont mis en évidence une absence d'effet de site particulier sous chargement SMS VD4 pour le site du Blayais.

Enfin, en plus du capteur accélérométrique existant depuis le 25 Juillet 2012, EDF a installé depuis le 26 juillet 2018, un vélocimètre sur le site du Blayais. Cette action s'inscrit dans le cadre de l'engagement d'EDF à équiper tous les sites du parc de capteurs d'instrumentation sismique, engagement soldé en 2020.

Ces stations sismiques, installées en champ libre, permettront à terme, en fonction de l'activité sismique, de confirmer la réponse du site.

❖ **Conclusion**

L'ensemble des analyses réalisées dans le cadre du 4ème RP 900 permet d'être conforme à la RFS 2001-01 et de garantir la robustesse du CNPE du Blayais vis à vis du séisme avec la prise en compte de l'évolution des connaissances dans ce domaine.

Bilan de l'état de la tranche

Les modifications :

- PNPE1220 « Renforts de supports sur systèmes de la source froide pour tenue au séisme »,
- PNPE1049 « Robustesse SMS des portes coupe-feu »,

ont été intégralement réalisées sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais. Les impacts documentaires de cette modification ont été pris en compte.

La modification PNPE1191 « Renforcement sismique des axes de câblages » est en cours de déploiement sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4ème RP 900.

La modification PNPE1323 « Renforcement de la cheminée du BAN au SMS, Grand Vent et Tornade EF2 » sera déployée sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais dans le cadre de la phase B des modifications du 4ème RP 900.

2.2.1.6 Collisions et chutes de charge

Partie générique Palier

❖ **Contexte et objet des études**

Ces événements sont définis comme suit :

- « *collision* » : heurt de la charge avec un matériel, une structure ou un bâtiment lors de ses déplacements au cours de sa manutention par un engin,
- « *chute de charge* » : perte de la capacité à contrôler la hauteur de la charge au cours de sa manutention

et selon un axe vertical.

La prise en compte de ce risque repose principalement sur la démarche suivante :

- l'identification des engins de manutention pouvant agresser des EIPS lors de la manutention de la charge, l'analyse des dispositions matérielles ou organisationnelles existantes sur les engins de manutention concernés permettant d'exclure ou de prévenir le risque,
- l'identification des cibles potentiellement impactées par une collision ou une chute de charge au cours d'une manutention,
- l'analyse fonctionnelle de la perte des cibles identifiées pour étudier les conséquences éventuelles sur les exigences de sûreté. Le cas échéant, une analyse des conséquences radiologiques peut être envisagée,
- une parade matérielle ou organisationnelle peut être mise en place si nécessaire (prévention du risque ou protection de la cible).

❖ **Synthèse des études**

La synthèse des études réalisées est présentée dans les tableaux qui suivent :

Ilot nucléaire du Palier CPY		
Bâtiments	***Type d'engins***	***Synthèses des études***
Bâtiment Réacteur (BR)	**Pont polaire**	Compte tenu des études de fiabilité sur le levage principal du pont polaire, des analyses fonctionnelles réalisées sur les cibles survolées par les levages 10t et 5t, et des dispositions particulières prévues sur ces levages notamment: • interdiction d'exploitation du survol cuve par le levage 10t, • interdiction d'exploitation du survol cuve par le levage 5t, le risque de chute de charge pouvant remettre en cause la sûreté de la tranche est écarté. De même, du fait de la conception du pont (vitesses des mouvements horizontaux limitées, non simultanéité des mouvements verticaux et horizontaux) et des mesures organisationnelles mises en place, le risque de collision de charge pouvant remettre en cause la sûreté de la tranche est écarté. En ce qui concerne le levage principal, les études de robustesse réalisées vis-à-vis des chutes de charges lourdes montrent l'absence de conséquences inacceptables sur l'installation.
	Machine de chargement	En fonctionnement normal, des moyens de prévention et des équipements actifs contre le risque de chute de charge et de collision sont valorisés afin de rester dans les limites de l'accident de 4ème catégorie « *accident de manutention du combustible* ». Les conséquences d'une éventuelle collision ou d'une chute de charge sont couvertes par cet accident de 4ème catégorie.
	Engins de levage	L'analyse fonctionnelle de la perte des EIPS potentiellement impactées par une collision ou une chute de charge démontre l'absence de risque vis-à-vis des critères de sûreté associés à cette agression.
Bâtiment combustible	**Pont auxiliaire**	Les résultats des analyses fonctionnelles réalisées sur les EIPS potentiellement impactés par une collision et une chute de charge ne remettent pas en cause la démonstration de sûreté.
	Pont lourd	Les résultats des analyses fonctionnelles réalisées sur les EIPS potentiellement impactées par une collision et les études de fiabilité liées à l'étude de la chute de charge ne remettent pas en cause de la démonstration de sûreté.
	Pont passerelle	En fonctionnement normal des moyens de prévention ainsi que des équipements actifs contre le risque de collision ou la chute de charge sont valorisés afin de rester inférieur à la fréquence d'occurrence relative à l'accident de 4ème catégorie « *accident de manutention du combustible* ». Les conséquences d'une éventuelle collision ou d'une chute de charge sont couvertes par cet accident de 4ème catégorie.
	Descenseur	Les conséquences éventuelles d'une chute de charge sont bornées par l'accident de chute du combustible de 4ème catégorie *« accident de manutention du combustible »*
	Dispositif de transfert	Les conséquences d'une éventuelle collision ou d'une chute de charge sont bornées par l'accident de chute du combustible de 4ème catégorie *« accident de manutention du combustible »*

Ilot nucléaire du Palier CPY		
Bâtiments	***Type d'engins***	***Synthèses des études***
(BK)	**Engins de levage**	L'analyse fonctionnelle de la perte des EIPS potentiellement impactés par une collision ou une chute de charge démontre l'absence de risque vis-à-vis des critères de sûreté associés à cette agression.
Bât. des auxiliaires nucléaires (BAN)	**Engins divers**	L'analyse fonctionnelle de la perte des EIPS potentiellement impactés par une collision ou une chute de charge démontre l'absence de risque vis-à-vis des critères associés à cette agression.
Bât. périphérique (BW)	**Engins divers**	L'analyse fonctionnelle de la perte des EIPS potentiellement impactés par une collision ou une chute de charge démontre l'absence de risque vis-à-vis des critères associés à cette agression, moyennant des dispositions organisationnelles.
Bâtiment Diesel	**Engins divers**	L'analyse fonctionnelle de la perte des EIPS potentiellement impactés par une collision ou une chute de charge démontre l'absence de risque vis-à-vis des critères associés à cette agression.

Nota : il n'existe aucun couple « engin de manutention » - « cible de sûreté dans la zone de collision ou de chute de la charge » dans le bâtiment électrique, celui-ci ne fait donc pas l'objet d'études dédiées.

Ilot conventionnel du Palier CPY		
Bâtiment	***Type d'engins***	***Synthèse des études***
Station de pompage / Ouvrage de rejet / galeries classées du SEC	**Engins divers**	L'analyse fonctionnelle démontre l'absence de risque vis-à-vis des critères associés à cette agression, moyennant des dispositions organisationnelles.

❖ **Etudes complémentaires**

Etude de fiabilité pour les engins de levage :
La démonstration de sûreté pour les opérations de manutention et de levage est basée sur une démarche essentiellement déterministe mise en œuvre pour chaque engin de levage. Elle inclut notamment une analyse d'accident de manutention du combustible (accident de catégorie 4) (hautement improbable) qui considère la chute hypothétique d'un assemblage de combustible se produisant dans la piscine du bâtiment réacteur ou du bâtiment combustible (assemblages neufs ou irradiés) ou au niveau où sont entreposés les assemblages neufs dans le bâtiment combustible pour la manutention du combustible. En complément, des études de fiabilité contribuent à justifier la conception de certains matériels de manutention (pont lourd BK, pont polaire BR...), face au risque de chute de charge pouvant conduire à des rejets radioactifs ou l'endommagement de matériels de sûreté.

Dans le cadre du 4ème RP 900, les études de fiabilité ont été reprises et démontrent la qualité de la conception, de la fabrication, des contrôles en service et de l'exploitation du pont polaire et du pont lourd.

Les résultats permettent de considérer le risque de chute de charge comme résiduel.

Chute d'un emballage de transport combustible dans la fosse de chargement du BK :

Des études liées à l'examen des conséquences d'un tel scénario ont été réalisées. L'objectif était de vérifier l'intégrité mécanique de la piscine combustible et des principaux éléments de l'emballage. Les résultats montrent que celle-ci reste assurée.

Immobilisation prolongée d'un emballage chargé en combustible usé :

En complément des études demandées dans le cadre du 3ème RP 1300 et des évaluations complémentaires de sûreté réalisées suite à l'accident de Fukushima, des études sur les risques d'un tel scénario lors du transfert de l'emballage entre la fosse de chargement et la fosse de préparation ont été menées. Ces études montrent l'absence de conséquence sur l'intégrité des assemblages de combustible.

Chute de charge « *lourde* » dans le Bâtiment Réacteur (BR) :

Le pont polaire est conçu avec un haut niveau de fiabilité vis-à-vis du risque de chute de charge. De plus, des procédures et des règles d'exploitation appropriées permettent de garantir ce haut niveau.

Toutefois, EDF a mené une étude de robustesse vis-à-vis des conséquences mécaniques et thermohydrauliques de chutes de charges jugées enveloppes (impact potentiel de la cuve, cœur chargé) et allant au-delà du Domaine de Dimensionnement (risque résiduel).

L'étude mécanique conclut au maintien de l'intégrité des composants impactés par la chute. L'étude thermohydraulique montre le maintien du refroidissement du cœur pour le cas pénalisant d'une brèche sur le couvercle à la suite d'une chute de la dalle anti-missile au cours de la mise à l'arrêt du réacteur.

❖ **Conclusion**

Les études menées montrent une bonne robustesse à cette agression sur le Palier CPY. En effet :

- des dispositions matérielles en termes de fiabilité mais aussi organisationnelles permettent de prévenir le risque de collision ou de chute de charge dans un certain nombre de situations,
- si l'événement de collision ou chute de charge ne pouvait être prévenu par les équipements actifs existants, les études montrent que les conséquences de l'événement seraient couvertes par celles de l'étude de l'accident de manutention du combustible qui respectent les critères radiologiques de la catégorie 4,
- aucune action opérateur n'est valorisée dans l'analyse des conséquences de l'agression collision et chute de charge.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

La tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Il n'y a pas de modification concernant ce thème sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais.

2.2.1.7 Interférences électromagnétiques (IEM) internes

Partie générique Palier

❖ **Contexte et objet des études**

Les interférences électromagnétiques sont dites « *internes* » lorsque les perturbations électromagnétiques sont générées dans le périmètre de l'INB. Les sources de perturbations électromagnétiques à considérer sur un site de production sont liées principalement à l'activité humaine ou industrielle. Il y a un risque d'interférence électromagnétique (IEM) lorsqu'un équipement est soumis à des perturbations électromagnétiques pour lesquelles il n'est pas dimensionné. La conséquence d'une interférence électromagnétique peut se traduire par une défaillance temporaire (ex : informations erronées, défauts fugitifs, etc.) ou permanente (ex : destruction de composants, déclenchement de protection, etc.) de l'équipement.

Les évolutions génériques à l'ensemble des agressions sont également prises en compte. La démarche proposée pour les installations existantes a consisté à :

- analyser le REX d'exploitation vis-à-vis des interférences électromagnétiques rencontrées sur les sites du Palier CPY,
- analyser les règles de conception et d'installation appliquées aux EIPS soumis à un risque d'IEM internes, notamment celles qui permettent de réduire les modes de couplages entre les équipements « *perturbateurs* » et « *sensibles* »,
- analyser les dispositions d'exploitation appliquées par les CNPE afin de limiter les sources de perturbations électromagnétiques, notamment celles générées par l'activité humaine.

Pour les installations neuves, la démonstration s'est appuyée sur une analyse de l'ensemble des exigences applicables en termes de conception, de qualification et d'installation.

❖ **Synthèse des études**

L'analyse menée dans le cadre du 4ème RP 900 permet de vérifier l'efficacité des dispositions appliquées sur le Palier CPY au regard du risque d'agression interne, elle conclut à :

- l'absence d'évènement de mode commun sur les systèmes nécessaires au repli et au maintien à l'état sûr,
- l'absence de sensibilité des EIPS du fait des règles de conception et d'installation appliquées (en cohérence avec leur environnement électromagnétique), garantissant ainsi une séparation physique et électrique adéquate entre les équipements « *perturbateurs* » et les équipements « *sensibles* »,
- la maitrise des risques liés aux activités humaines par l'application d'un prescriptif interne limitant l'usage des moyens de télécommunication sans fil au sein des CNPE.

Plus généralement, l'application des règles de conception, d'installation ainsi que des requis de validation CEM (Compatibilité ElectroMagnétique) en fonction des environnements électromagnétiques permettent de se prémunir des risques d'interférences électromagnétiques et de garantir le respect des exigences de sûreté.

➢ **Sensibilité à l'aggravant et au délai opérateur (WENRA)**

Ces sensibilités résultant des niveaux de référence WENRA (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 2 – § 2.2.1) sont sans impact sur cette agression :

- aucun équipement actif ne participe à la protection contre les IEM internes,
- aucune action opérateur n'est nécessaire à la protection contre les IEM internes.

❖ **Conclusion**

La protection contre les interférences électromagnétiques des équipements et systèmes nécessaires au retour et au maintien du réacteur en état sûr repose sur un ensemble de dispositions de conception qui permettent de :

- réduire les modes de couplages électromagnétiques entre les équipements « *perturbateurs* » et les équipements « *sensibles* »,
- limiter l'influence des sources de perturbations électromagnétiques conduites et rayonnées sur les EIPS soumis à un risque d'IEM internes.

La valorisation des dispositions existantes de conception, d'organisation et le REX d'exploitation permettent de s'assurer de la robustesse des équipements du Palier CPY vis-à-vis des perturbations électromagnétiques considérées.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

La tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Il n'y a pas de modification concernant ce thème sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais.

2.2.1.8 Grands Chauds

Partie générique Palier

❖ **Contexte et objet des études**

Dans le cadre du 4ème RP 900, EDF s'est engagée à réexaminer les exigences de protection vis-à-vis des « *Grands Chauds* » pour le Palier CPY, en prenant notamment en considération les derniers éléments de veille climatique et le REX du déploiement en cours des modifications sur la base des exigences applicables pour le 3ème RP 900.

Les exigences de protection vis-à-vis des « *Grands Chauds* » pour le Palier CPY ont été élaborées suite aux épisodes caniculaires des étés 2003 et 2006. Les études visent à démontrer la protection, pour des températures permanentes maximales de l'air et de l'eau réévaluées par rapport à celles utilisées pour le dimensionnement initial de l'installation (redimensionnement) et pour des situations temporaires de dépassement de ces températures (agression Canicule) :

- de l'ensemble des EIPS, en situation de fonctionnement normal,
- des matériels nécessaires, d'une part, pour ramener et maintenir la tranche dans un état d'arrêt sûr et, d'autre part, pour limiter les conséquences radiologiques dans les autres situations du Domaine de Dimensionnement.

Dans le cadre du 4ème RP 900, les objectifs d'améliorations de sûreté visés par EDF vis-à-vis des « *Grands Chauds* » sont :

- l'analyse des derniers éléments de veille climatique, vis-à-vis des niveaux de température retenus dans les études,
- l'intégration du retour d'expérience de l'instruction du Dossier d'Amendement *« Grands Chauds »* menée sur le Palier CPY.

Dans une démarche de vérification de la conformité des installations, EDF s'assure par ailleurs que les débits de ventilation mesurés sur les sites sont conformes aux hypothèses retenues dans les études thermiques (cf. Volet I — Chapitre 1 — Section 4). Les évolutions génériques à l'ensemble des agressions (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 2 – § 2.2.1) sont également prises en compte.

❖ **Démarche**

➢ **<u>Prise en compte des derniers éléments de veille climatique</u>**

Le deuxième exercice de veille climatique mis en œuvre par EDF en 2013 pour le démarrage des études liées au réexamen conclut que les réévaluations de températures d'air et d'eau, en tenant compte des évolutions méthodologiques et des éléments de veille climatique, intégrant la période 2009-2012, ne remettent pas en cause les températures prises en compte dans le référentiel « Grands Chauds ». Les épisodes de chaleur plus récents, notamment l'été 2019, ont fait l'objet d'une analyse d'impact sur les températures d'air retenues. Les évolutions nécessaires identifiées seront intégrées dans la mise à jour du référentiel « *Grands Chauds* ».

En application de la prescription [AGR-A] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900, EDF retiendra, dans son référentiel « *Grands Chauds* », des températures extrêmes TE et Tmin[3]

[3] TE signifie Température Exceptionnelle, c'est la température maximale de l'air prise en compte en agression canicule. Tmin est la température minimale quotidienne de l'air prise en compte en agression canicule.

associées à la canicule définies en considérant :

- une fréquence de dépassement annuelle inférieure ou égale à 10^{-2} (borne supérieure de l'intervalle de confiance à 70 %) intégrant l'évolution climatique jusqu'au réexamen périodique suivant. Cette évolution climatique tient compte des tendances climatiques correspondant à une région pertinente pour le site concerné ;
- les valeurs enveloppes du retour d'expérience pertinent pour le site.

➢ **Démarche de vérification des exigences**

Les études du volet « *air* » consistent à :

- déterminer les conditions d'ambiance dans les locaux par calculs en considérant la température extérieure réévaluée lors du 4ème RP 900,
- comparer les températures obtenues avec les températures maximales admissibles de chacun des EIPS,
- comparer les températures obtenues avec les températures maximales admissibles des matériels appartenant aux systèmes de ventilation et de production d'eau glacée valorisés dans les études thermiques,
- définir les moyens nécessaires en vue d'assurer la disponibilité des fonctions requises par Grands Chauds, si la température atteinte se révèle trop élevée.

Pour le cas particulier des matériels installés à l'extérieur ou en prise directe avec l'extérieur, la vérification consiste à comparer directement leurs températures admissibles avec les températures d'air extérieur, en tenant compte, lorsque nécessaire, de l'effet de l'ensoleillement.

En complément, en application de la prescription [AGR-B] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900, au plus tard le 31 décembre 2023, EDF justifiera la disponibilité des équipements nécessaires à la gestion des situations de perte totale des alimentations électriques (alimentations électriques externes et groupes électrogènes de secours principaux) affectant un réacteur et de celles affectant l'ensemble des réacteurs d'un site pour la température extérieure de « longue durée » (TLD) de son référentiel « *Grands Chauds* ». EDF mettra en œuvre les éventuelles modifications nécessaires au plus tard 5 ans après la remise du RCR.

Les études du volet « *eau* » consistent à réexaminer l'ensemble des exigences liées à la source froide, puis à identifier et vérifier les cas pénalisants pour la chaîne de refroidissement RRI/SEC.

Pour chaque scénario d'étude, un couplage entre la puissance évacuée par le système de refroidissement intermédiaire (RRI), les températures du système d'eau brute secourue (SEC) et la surface d'échange RRI/SEC, permet d'établir un critère sur la valeur minimale du coefficient d'échange RRI/SEC à respecter. La chaîne de refroidissement devant être en mesure d'évacuer la puissance en respectant les températures RRI admissibles, et ce coefficient d'échange se dégradant avec l'encrassement des échangeurs RRI/SEC, il en résulte un critère sur l'encrassement maximal des échangeurs RRI/SEC.

Le respect de ces domaines d'encrassement maximal admissibles autorise le fonctionnement normal des tranches en puissance pour des températures élevées de la source froide.

La réévaluation des températures maximales de la source froide a conduit EDF à définir de nouvelles températures maximales RRI en sortie des échangeurs RRI/SEC. Il a donc été vérifié la capacité des systèmes utilisateurs du RRI à assurer leur fonction avec ces nouvelles températures maximales de refroidissement (valeurs de découplage) pour les configurations du fonctionnement normal et accidentel.

❖ **Synthèse des études**

Les orientations retenues dans le cadre du 4ème RP 900 permettent de renforcer la démonstration de sûreté sur les aspects suivants :

- la modélisation des locaux,
- la prise en compte des performances minimales requises des ventilations,
- la prolongation des scénarios d'accidents au-delà de 24 heures jusqu' à 10 jours.

L'évolution des hypothèses d'études « *Grands Chauds* » ont conduit à la reprise des études thermiques pour le volet « *air* » et le volet « *eau* ».

Pour le volet air, les études « *Grands Chauds* » de l'îlot nucléaire du Palier CPY ont permis d'identifier, des dépassements en terme de tenue en température au niveau des moteurs des aéroréfrigérants LHP/Q du Bâtiment Diesel, des matériels ventilés par le système DVL-MT/BT dans le Bâtiment Electrique et des locaux des groupes froids DEG dans le bâtiment de liaison BW. Ces dépassements ont conduit à mettre en place trois modifications matérielles :

- PNRL1823 « Remplacement des moteurs des aéroréfrigérants LHP/Q » : les moteurs des aéroréfrigérants LHP/Q sont remplacés par des matériels dimensionnés pour les températures maximales atteintes en terrasse du Bâtiment Diesel en cas d'agression canicule.
- PNPE1070 « Amélioration du conditionnement des locaux DVL MT/BT »: le système de ventilation DVL-MT/BT est modifié pour augmenter sa capacité de conditionnement et permettre ainsi de garantir le respect des critères de températures de disponibilité des matériels requis dans les locaux MT/BT et relayage.
- PNPE1069 « Ajout d'un aérotherme dans le local des groupes frigorifiques DEG »: Un aérotherme est ajouté dans les locaux DEG afin de permettre le bon fonctionnement des groupes froids en cas de Grands Chauds.

Les performances requises des systèmes de ventilation ont été définies sur la base d'études présentant des conservatismes et des hypothèses de découplage importants vis-à-vis des résultats d'ambiance thermique.

A la suite du GP Agressions et Bilan du 4ème RP 900, EDF s'est engagée à consolider la robustesse des études « *Grands Chauds* », à l'échéance de fin 2022 en démontrant l'existence d'une marge suffisante entre les températures ambiantes des locaux et les températures de disponibilité des matériels, pour couvrir les incertitudes associées à la modélisation des phénomènes thermo-aérauliques dans les locaux.

Pour le volet air, les résultats des études thermiques Grands Chauds de l'îlot conventionnel du Palier CPY sont présentés dans la partie dédiée aux spécificités de site compte-tenu de leur caractère site-dépendant.

Pour le volet eau, l'analyse réalisée pour les échangeurs RRI/SEC montre que le respect des domaines d'encrassement maximal admissible autorise le fonctionnement normal des tranches en puissance pour des températures élevées de la source froide.

La définition de nouveaux cas de chargement dans le cadre du 4ème RP 900 a conduit à la modification des paramètres dans le logiciel SAPA (Station d'Accueil des Petites Applications) de suivi automatique d'encrassement des échangeurs RRI/SEC (PNRL1835 « Mise à jour des paramètres du suivi auto d'encrassement des échangeurs RRI/SEC »).

➢ **<u>Prise en compte de l'aggravant et sensibilité au délai opérateur (WENRA)</u>**

Pour chacun des scénarios, l'objectif est de vérifier la capacité de repli et de maintien à l'état sûr de la tranche en situation de Canicule avec aggravant.

Concernant la station de pompage, la prise en compte d'un aggravant sur un équipement actif nécessaire vis-à-vis de l'agression canicule conduirait au plus à la perte de la source froide sur une tranche. La réalimentation ASG par le SER en gravitaire étant disponible dans ces conditions, la capacité de repli et maintien à l'état sûr de la tranche est assurée et la situation est donc jugée acceptable.

Les équipements actifs nécessaires vis-à-vis des Grands Chauds sont les systèmes de ventilation et leurs fonctions supports. Pour les matériels en service en fonctionnement normal et ne subissant pas de discontinuité de service (continuité de service), l'application d'un aggravant à ces matériels peut être écartée. Pour les matériels pour lesquels la continuité de service ne peut être valorisée, les études menées démontrent la bonne robustesse des installations vis-à-vis de l'ambiance thermique. Aucune disposition n'est nécessaire.

Les études thermiques n'identifient pas d'action opérateur nécessaire à la protection des matériels en situation d'agression canicule.

❖ **Conclusion**

Les orientations retenues pour le 4ème RP 900 ont permis de renforcer la démonstration de la robustesse des tranches aux Grands Chauds, en particulier sur les aspects suivants :

- les scénarios incidentels / accidentels prolongés de 24 h jusqu'à 10 jours,
- la prise en compte des performances minimales des ventilations dans les études,
- la vérification du bon comportement des installations vis-à-vis des préconisations WENRA relatives à l'aggravant et aux délais opérateur.

Sur ces bases, les études Grands Chauds ont permis d'identifier les besoins de modifications nécessaires pour répondre aux exigences associées à cette agression qui seront déployées lors du 4ème RP 900.

Des compléments d'études sont en cours pour établir l'existence de marges suffisantes pour couvrir les incertitudes associée à la modélisation des phénomènes thermo-aérauliques dans les locaux.

Sur la base de ces compléments d'études, EDF se prononcera sur les besoins de modifications complémentaires éventuels pour répondre aux exigences associées à cette agression qui seront déployées lors du 4ème RP 900.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

Pour le volet air les résultats des études thermiques Grands Chauds de l'îlot conventionnel du CNPE du Blayais n'identifient aucun dépassement pour les matériels présents en salle des machines et dans les galeries SEC.

Pour les matériels de la station de pompage, les résultats des études thermiques Grands Chauds de l'îlot conventionnel du CNPE du Blayais identifient des dépassements qui seront traités via le déploiement de la modification PNPE1174 « Ajout d'une ventilation DVP en salles CFI / CRF ».

Pour le volet eau, la tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNRL1823 « Remplacement des moteurs des aéro-réfrigérants diesels LHP/LHQ » a été intégralement réalisée sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais. Les impacts documentaires de cette modification ont été pris en compte.

Les modifications :

- PNPE1070 « Amélioration du conditionnement du DVL MT-BT »,
- PNPE1069 « DVN amélioration du conditionnement d'air des locaux des groupes froids DEG »,
- PNRL1835 « Mise à jour des paramètres du suivi auto d'encrassement des échangeurs RRI/SEC »,

sont en cours de déploiement sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4ème RP 900.

La modification PNPE1174 « Ajout d'une ventilation DVP en salles CFI / CRF » est en cours de déploiement sur la tranche n°1 avec un solde d'intégration prévu au plus tard en mai 2023.

2.2.1.9 Grand Froid

Partie générique Palier

❖ **Contexte et objet des études**

Les exigences de protection contre le « *Grand Froid* » applicables à l'ensemble des tranches du parc en fonctionnement ont été élaborées suite au retour d'expérience des hivers les plus froids (notamment de 1984-1985, 1986-1987) et déployées sur les tranches CPY à l'occasion des deuxièmes Réexamens Périodiques.

La protection est ainsi assurée :

- pour l'ensemble des EIPS dans les conditions de Froid correspondant au froid de dimensionnement du Palier,
- au-delà du froid de dimensionnement pour les EIPS nécessaires d'une part au repli et au maintien de la tranche dans un état sûr et, d'autre part pour limiter les conséquences radiologiques (pour toutes les situations du Domaine de Dimensionnement).

Le référentiel ayant été instruit à l'occasion du 2ème RP 900. Il n'a pas fait l'objet d'une réévaluation à l'occasion du 3ème RP 900.

Dans le cadre du 4ème RP 900, EDF réexamine le référentiel « *Grand Froid* » en prenant notamment en considération les derniers éléments de veille climatique et les évolutions de la démarche générale de protection contre les agressions (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 2 – § 2.2.1) :

- compte tenu des tendances observées et réaffirmées par le Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Evolution du Climat (GIEC), EDF a retenu de conserver les valeurs de températures retenues lors des 2ème et 3ème RP 900. En effet, il ressort de ces rapports internationaux une tendance observée à la diminution du nombre de nuits et de jours froids,
- les objectifs d'améliorations de sûreté visés par EDF pour le référentiel « *Grand Froid* » sont relatifs à la prise en compte des niveaux de référence WENRA (aggravant et délais opérateur) (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 2 – § 2.2.1).

Dans une démarche de vérification de la conformité des installations, EDF s'assure par ailleurs que les débits de ventilation mesurés sur les sites sont conformes aux hypothèses retenues dans les études thermiques (cf. Volet I – Chapitre 1 – Section 4).

La méthodologie déployée dans le cadre des études Grand Froid, consiste à :

- déterminer les températures ambiantes résultantes dans les locaux ou groupes de locaux (zones thermiques) par modèles de calculs en supposant un couple [température extérieure ; vent] tel que défini dans le référentiel,
- comparer les températures ambiantes obtenues avec les températures minimales admissibles des EIPS

nécessaires à l'accomplissement des fonctions de sûreté requises en Grand Froid (y compris les systèmes de ventilation valorisés) et présents dans ces locaux (ou zones thermiques),

- mettre en œuvre des moyens nécessaires en vue d'assurer la disponibilité ou la non détérioration des EIPS requis par Grand Froid, si la température ambiante atteinte est trop basse.

Pour le cas particulier des EIPS à faible inertie thermique (sans protection tel que le calorifuge) installés à l'extérieur ou en prise directe avec l'extérieur, la vérification consiste à comparer directement leurs températures admissibles avec des températures basses de durée très limitée.

❖ **Synthèse des études**

Les orientations retenues dans le cadre du 4ème RP 900 permettent de justifier et de renforcer la sûreté vis-à-vis du risque d'agression Grand Froid, en particulier sur les aspects suivants :

- réévaluation des apports calorifiques et mise à jour des études thermiques, compte tenu des évolutions de l'installation intervenues au fil des réexamens périodiques,
- prise en compte des évolutions de la démarche générale de protection contre les agressions :
  - mise à jour de la liste des EIPS à protéger en Grand Froid,
  - utilisation des valeurs de débits garanties par les Essais Périodiques pour la ventilation (cf. Volet I – Chapitre 1 – Section 4),
  - utilisation d'un nouveau logiciel de calcul permettant une modélisation plus fine des effets physiques,
  - nouveau zonage avec un regroupement plus fin des locaux,
  - application des niveaux de référence WENRA (aggravant et délais opérateur) (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 2 – § 2.2.1).

EDF a vérifié que les hypothèses d'études retenues dans le cadre de la protection contre le Grand Froid lors du 3ème RP 900 ne sont pas remises en cause ni par le retour d'expérience (tant vis-à-vis des températures récentes mesurées, que de la concomitance du froid et du vent) ni par l'analyse du REX de l'hiver 2012.

Les études Grand Froid de l'îlot nucléaire du palier CPY incluant des études thermiques et des analyses fonctionnelles ont permis d'identifier des températures trop basses dans certains locaux du Bâtiment des Auxiliaires Nucléaires ventilés par le système DVN. Ceci conduit à faire évoluer le réglage du point de consigne de certaines aérothermes du système DVN (PNRL1955) et à mettre à jour la Règle Particulière de Conduire (RPC) Grand Froid.

Les résultats des études thermiques Grand Froid de l'îlot conventionnel avec les analyses fonctionnelles et les éventuelles modifications qui en découlent sont présentés dans la partie dédiée aux spécificités de site compte-tenu de leur caractère site-dépendant.

➢ **<u>Prise en compte de l'aggravant et sensibilité au délai opérateur (WENRA)</u>**

Pour chacun des scénarios, l'objectif est de vérifier la capacité de repli et de maintien à l'état sûr de la tranche en situation d'Agression Grand Froid cumulé avec aggravant.

Concernant la station de pompage, la prise en compte d'un aggravant sur un équipement actif nécessaire vis-à-vis de l'agression Grand Froid conduirait au plus à la perte de la source froide sur une tranche. La réalimentation ASG par le SER en gravitaire étant disponible dans ces conditions, la capacité de repli et maintien à l'état sûr de la tranche est assurée et la situation est donc jugée acceptable.

Les équipements actifs nécessaires vis-à-vis des Grand Froid sont les systèmes de ventilation et certains traçages électriques ainsi que leurs fonctions supports. Pour les matériels en service en fonctionnement normal et ne subissant pas de discontinuité de service (continuité de service), l'application d'un aggravant à ces matériel peut être écartée. Pour les matériels pour lesquels la continuité de service ne peut être valorisée, les études menées démontrent la bonne robustesse des installations. Aucune disposition n'est nécessaire vis-à-vis de l'ambiance thermique.

❖ **Conclusion**

EDF a réexaminé les températures à prendre en compte dans les études de sûreté pour l'agression « *Grand Froid* » lors du 4ème RP 900.

Les évolutions méthodologiques et la mise à jour de certaines hypothèses d'études ont débouché sur un besoin de modifications des installations ou de leur exploitation pour respecter les températures minimales admissibles des EIPS.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

Pour l'îlot conventionnel, les résultats des études thermiques Grand Froid et analyses fonctionnelles du site du Blayais identifient des risques de non-respect des températures de tenue des matériels dans les galeries SEC et au niveau du cheminement de la réalimentation gravitaire de la bâche ASG par SER.

Ces risques de non-respect sont traités dès la phase A par une modification de la Règle Particulière de Conduite (RPC) Grand Froid consistant notamment à protéger les tuyauteries SEC à partir de la phase vigilance Grand Froid par la mise en fonctionnement a minima 2h par jour (a minima 5h par jour en cas de température extérieure inférieure à -5°C) d'au moins une pompe SEC par voie (la circulation de l'eau dans les tuyauteries protège de la prise en glace).

En phase B, ces risques de non-respect sont traités par une modification matérielle de calorifugeage des tuyauteries de la réalimentation ASG par SER en galeries sous la Salle des Machines ainsi que de calorifugeage et traçage de ces tuyauteries en Salle des Machines (PNPP1722).

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNRL1955 « Modification du réglage de point de consigne d'aérothermes DVN » a été intégralement réalisée sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais. Les impacts documentaires de cette modification ont été pris en compte.

La modification PNPP1722 « Traçage et calorifugeage alimentation ASG par SER » est en cours de déploiement sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4ème RP 900.

Les modifications intellectuelles issues des études Grand Froid seront prises en compte dans la documentation d'exploitation lors de sa 4ème visite décennale.

2.2.1.10 Agressions de la source froide

Partie générique Palier

❖ **Contexte et objet des études**

Dans le cadre du 4ème RP 900, l'objectif d'amélioration de sûreté visé par EDF pour les agressions spécifiques à

la source froide est de vérifier la robustesse des installations vis-à-vis de ces agressions ou phénomènes, au travers de la déclinaison des requis de sûreté des stations de pompage.

Les agressions « *Frasil* » et « *Prise en glace* », « *Plus Basses Eaux de Sécurité (PBES)* » et « *Arrivée de nappes d'hydrocarbures* » ont été explicitement prises en compte pour la conception et/ou la vérification de la protection des tranches dès le 3ème RP 900.

Faisant suite aux événements marquants survenus en 2009 (colmatage par frasil actif des grilles avancées de Chooz, divers épisodes de colmatage par des débris végétaux à Blayais et à Cruas), EDF a fait évoluer les requis de sûreté des systèmes de la station de pompage pour :

- intégrer le système de « *préfiltration de l'eau brute* » comme support à la fonction de sûreté « *filtration de l'eau brute* »,
- prendre en compte l'ensemble des agressions externes ou phénomènes spécifiques à la source froide (y compris Arrivée Massive de Colmatant (AMC) et Ensablement / Envasement),
- prendre en compte les cumuls ou combinaisons plausibles pour ces agressions ou phénomènes.

Ces éléments ont fait l'objet d'une instruction dans le cadre du thème « *vulnérabilité des sources froides vis-à-vis des agressions externes* » du GP REX 2009-2011.

Le référentiel de sûreté des stations de pompage pour le 4ème RP 900 tient compte de ces différentes instructions et en particulier sur les points suivants :

- amélioration de la caractérisation du phénomène de prise en glace et de la couverture du cumul Grand Froid / Basses Eaux au travers du développement de la méthodologie « *Prise en glace* »,
- prise en compte du cumul « *frasil + étiage hivernal* »,
- modification du principe de protection contre le frasil des tranches réfrigérées en circuit ouvert,

❖ **Synthèse des études**

➢ **<u>Plus Basses Eaux de Sécurité (PBES), Frasil, Arrivée Massive de Colmatant (AMC), Arrivée d'une nappe d'hydrocarbures, Ensablement/Envasement :</u>**

Les résultats de ces études et les modifications qui en découlent, sont présentées dans la partie dédiée aux spécificités de tranche compte-tenu de leur caractère site-dépendant.

➢ **<u>Prise en glace</u>**

Les études montrent que les sites 900 du Palier CPY sont robustes en l'état. Aucune modification complémentaire n'est donc requise pour le 4ème RP 900.

➢ **<u>Aggravant et sensibilité au délai opérateur (WENRA)</u>**

Les études de sensibilité vis-à-vis d'un aggravant ou de délais opérateur plus importants montrent que :

- l'application d'un aggravant, selon les règles génériques définies pour les études agression, est sans impact pour les agressions spécifiques à la source froide,
- la prise en compte d'un délai opérateur de 35 minutes pour les actions en local ne remet pas en cause les conclusions des analyses de robustesse des stations de pompage aux agressions spécifiques à la source froide.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

- *Plus Basses Eaux de Sécurité (PBES)*

Le niveau des PBES du CNPE du Blayais a été réévalué. L'étude de vérification de l'alimentation des pompes de sûreté réalisée avec les nouvelles valeurs de PBES conclut à la robustesse des dispositions existantes sans modification additionnelle.

Les mesures de niveau en aval des tambours filtrants permettent de déclencher automatiquement les pompes CRF en cas d'atteinte d'un seuil de niveau exceptionnellement bas (PNPP1123). Le seuil de déclenchement de la pompe CRF est recalé à -3,75m NGFO (PNPP1760).

- *Frasil*

EDF met en œuvre sur le CNPE du Blayais la modification PNPP1723 « *Parade Frasil* » qui consiste à diffuser l'eau chaude des rejets SEC par paire de tranches devant les grilles de préfiltration, en déclinaison du référentiel Station de pompage.

- *Arrivée Massive de Colmatant (AMC)*

Le CNPE du Blayais est protégé contre l'agression « Arrivée Massive de Colmatants » par les dispositifs suivants :

- les grilles de pré-filtration qui assurent la protection des tambours filtrants CFI en empêchant l'entrée de débris de grande dimension dans les ouvrages de prise d'eau en Gironde, et qui sont misent en œuvre dans le cadre de la modification PNPP1917;
- les tambours filtrants CFI qui assurent une barrière physique vis-à-vis des colmatants ;
- le lavage haute pression et la rotation petite vitesse des tambours filtrants CFI permettant d'évacuer les débris accumulés sur les panneaux filtrants ;
- les mesures de perte de charge des tambours filtrants CFI associées à un automatisme permettant le déclenchement des pompes CRF en cas de colmatage élevé (PNRL1928) ;
- les mesures de niveau en aval des tambours filtrants CFI associées à un automatisme permettant le déclenchement des pompes CRF en cas d'atteinte d'un niveau bas ;
- le maintien en position fermée des vannes de banalisation inter-tranches et inter-files permettant de limiter la circulation des colmatants.

EDF met en œuvre sur le CNPE du Blayais la modification PNPP1917 *« Mise en place des grilles de préfiltration* » qui consiste à installer des grilles de pré-filtration CFI en station de pompage pour être robuste au cumul « Inondation externe + AMC »., en déclinaison du référentiel Station de pompage.

- *Arrivée d'une nappe d'hydrocarbures*

Le CNPE du Blayais est considéré comme sensible à l'agression « *Hydrocarbures* » du fait de la probabilité de voir une nappe d'hydrocarbures se présenter devant les prises d'eau.

Les études d'analyse de la capacité des systèmes de la station de pompage à faire face à l'arrivée d'une nappe d'hydrocarbures concluent à la robustesse du site du Blayais.

La protection des tranches du site du Blayais contre les hydrocarbures est assurée par l'existence :

- de conventions avec les Pouvoirs publics permettant au CNPE d'être alerté au plus tôt de la présence d'une nappe d'hydrocarbures et tenu informé de son évolution,
- de consignes d'exploitation spécifiques, demandant l'engagement du repli des tranches et le maintien en état sûr avant l'arrivée effective de la nappe d'hydrocarbures au droit du site.

Par ailleurs, les dispositions prises vis-à-vis de l'agression « Arrivée Massive de Colmatants », complétées par l'application de consignes de conduite demandant l'engagement du repli des tranches en cas de présence avérée d'hydrocarbures au niveau de la station de pompage, permettent d'assurer la protection des circuits de sûreté vis-à-vis de nappes d'hydrocarbures dont la présence pourrait ne pas être détectée en amont.

- *Ensablement/Envasement*

Les prises d'eau du CNPE du Blayais sont constituées de deux ouvrages communs à une paire de tranche, appelés « têtes de vipère ». Ces ouvrages étant situés dans le fond de la Gironde, le site est susceptible de subir l'agression ensablement/envasement.

La maîtrise du risque du phénomène d'ensablement/envasement de la prise d'eau repose sur la mise en œuvre d'un suivi bathymétrique régulier, le respect de critères de dragage et la réalisation d'opérations de dragage en cas d'atteinte de ces critères.

Pour les autres ouvrages de la station de pompage, le REX du site et la mise en place de dispositions organisationnelles adaptées (surveillances, mise en place de critères de curage en station de pompage et nettoyages/maintenance associées) qui reposent sur les Programme de Base de Maintenance Préventive (PBMP) déclinés sur le site et sur des gammes de maintenance propres au site, permettent de garantir la robustesse des ouvrages vis-à-vis du phénomène ensablement/envasement.

❖ **Conclusion**

Les principales modifications apportées vis-à-vis du référentiel de sûreté de la station de pompage sont déployées dans le cadre du 4ème RP 900.

L'ensemble de ces dispositions ainsi que la mise à jour des études relatives à la station de pompage en y intégrant les retombées des instructions intervenues depuis 2012, permet d'assurer la démonstration de la protection des sources froides de l'installation vis-à-vis des agressions ou phénomènes PBES, frasil, prise en glace, AMC, hydrocarbures et ensablement/envasement.

Bilan de l'état de la tranche

Les modifications :

- PNPP1123 « Mise en place de la mesure de niveau aval filtration avec déclenchement de pompes de production sur niveau aval filtration très bas »,
- PNPP1760 « Amélioration de la chaine de mesure filtration et de déclenchement des pompes de production associée, et création d'une image de suivi du transit de l'eau brute en salle de commande »,

ont été intégralement réalisées sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais. Les impacts documentaires de ces modifications ont été pris en compte,

La modification PNRL1928 « Réglage seuil de déclenchement des pompes de circulation » est en cours de déploiement sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4ème RP 900.

Les modifications :

- PNPP1723 « Mise en place de recirculation hivernale en situation de frasil »,
- PNPP1917 « Remplacement des grilles de préfiltration pour être robuste à l'agression "arrivée massive de colmatant" »,

seront déployées dans le cadre d'une programmation spécifique avec une intégration sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais prévue au plus tard en 2024.

2.2.1.11 Grands vents et projectiles générés par grand vent

Partie générique Palier

❖ **Contexte et objet des études**

L'objectif pour le 4ème RP 900 est de réévaluer le niveau de vent à prendre en compte, en suivant les règles Neige et Vent 65 modifiées en 2009. L'instruction de ce thème au 3ème RP 1300 amène d'ailleurs à chercher d'éventuelles faiblesses localisées présentes sur les ouvrages, pouvant remettre en cause la protection des équipements situés à l'intérieur des bâtiments (c'est-à-dire prendre en compte les cibles situées à l'intérieur des bâtiments, derrière les fragilités de type portes et trémies).

❖ **Synthèse des études**

Concernant la réévaluation des niveaux de vent, les études réalisées ont montré que la réactualisation des règles Neige et Vent n'avait pas entrainé une augmentation des niveaux de vent. La robustesse des cibles vis-à-vis des niveaux de vent réactualisés est donc justifiée.

Pour l'ilot nucléaire, les études réalisées vis-à-vis de l'agression Projectiles Générés par Grands Vents (PGGV) à l'état du 4ème RP 900 montrent que les installations sont robustes à l'agression, sans modification additionnelle.

Pour l'ilot conventionnel, les études réalisées vis-à-vis de l'agression Projectiles Générés par Grands Vents (PGGV) à l'état du 4ème RP 900 et les éventuelles modifications qui en découlent, sont présentées dans la partie dédiée aux spécificités de tranche compte-tenu de leur caractère site-dépendant.

EDF a également vérifié l'absence de risque de survitesse des ventilateurs induits par le grand vent.

Enfin, faisant suite à l'instruction du thème PGGV dans le cadre du 3ème RP 1300, EDF a prévu des dispositions d'exploitation demandant la réalisation d'inspections visuelles des EIP vulnérables aux vents forts en cas de grand vent. L'objectif de cette Règle Particulière de Conduite (RPC) est d'assurer l'absence de dégradation des installations après une tempête, pour assurer la poursuite de l'exploitation en toute sûreté.

➢ **Aggravant et sensibilité au délai opérateur (WENRA)**

La prise en compte d'un aggravant et la sensibilité au délai opérateur sont sans impact sur l'installation.

En effet :

- aucun équipement actif n'est nécessaire pour garantir la protection contre le grand vent,
- aucune action opérateur n'est nécessaire pour garantir la protection contre le grand vent.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

Ilot conventionnel

Les études réalisées vis-à-vis de l'agression PGGV, à l'état du 4ème RP 900, montrent que des cibles de sûreté situées à l'intérieur de la station de pompage de sauvegarde de la tranche ne peuvent plus être agressées en raison des protections apportées lors des précédentes modifications dédiées à stopper les projectiles générés par le grand vent ou à atténuer fortement l'effet direct du vent. Aucune autre modification n'est prévue dans le cadre des VD4 phase A et B sur la mise en œuvre de protection complémentaire aux risques grands vents et projectiles générés par grand vent.

Ilot nucléaire

La tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

❖ **Conclusion**

EDF a réalisé des études complémentaires PGGV visant à renforcer le niveau de protection des cibles de sûreté.

Pour l'îlot nucléaire ainsi que pour l'ilot conventionnel, les études réalisées vis-à-vis de l'agression Projectiles Générés par Grands Vents (PGGV) à l'état du 4ème RP 900 montrent que les installations sont robustes à l'agression, sans modification additionnelle.

A l'instar de ce qui a été décidé pour le 3ème RP 1300, EDF déploie une RPC consistant à faire une inspection des installations suite à une tempête pour s'assurer de l'absence de dégradation des installations et poursuivre l'exploitation en toute sûreté.

L'analyse de sensibilité à l'aggravant et au délai opérateur, au titre des niveaux de référence WENRA, conclut à l'absence d'impact sur l'installation ou son exploitation.

Bilan de l'état de la tranche

Il n'y a pas de modification concernant ce thème sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais.

2.2.1.12 Tornade

Partie générique Palier

❖ **Contexte et objet des études**

Dans le cadre du 4ème RP 900, EDF a défini un niveau de tornade de dimensionnement des installations.

❖ **Synthèse des études**

Le niveau de la tornade de référence vise à couvrir des aléas de fréquence supérieure à une valeur repère de 10^{-4} / an. Sur la base de l'évaluation de la probabilité d'occurrence des tornades, la fréquence annuelle de dépassement d'une vitesse maximale de vent de tornade de 29 m/s (vitesse qui correspond à une tornade de niveau EF0 - sur l'échelle Enhanced Fujita) est de l'ordre de 3.10^{-5} /an pour la zone Océanique, et de l'ordre de $1,1.10^{-5}$ /an pour la zone Reste de la France. Les vitesses de vent d'une tornade d'intensité EF0 sont donc enveloppes des vitesses de vent d'une tornade correspondant à la valeur repère de 10^{-4} / an, pour la zone Océanique comme pour la zone Reste de la France.

A ce titre, le niveau de la tornade de référence retenue par EDF pour le Domaine de Dimensionnement correspond à EF0, pour la zone océanique comme pour la zone Reste de la France. Les différents effets de la tornade sont :

- la pression dynamique du vent,
- les projectiles éventuellement mis en suspension et accélérés,
- la chute brutale de pression au centre du vortex.

Pour la tornade de référence :

- la pression dynamique exercée par le vent est couverte par la conception des bâtiments et structures qui impose des niveaux de vent supérieurs,
- les hypothétiques projectiles sont couverts par les projectiles étudiés au titre de l'agression de référence Projectiles Générés par le Grand Vent (PGGV) (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 2 – § 2.2.1.11),

- la dépression au centre du vortex n'est dimensionnante ni pour les bâtiments, ni pour les ventilateurs.

La robustesse du Palier CPY vis-à-vis des effets associés à la tornade de référence correspondant à une tornade de niveau EF0, est garantie par la prise en compte de phénomènes plus sévères à la conception.

De plus, dans le cadre des suites d'instruction de la phase générique du 4ème RP 900, au plus tard cinq ans après la remise du rapport de conclusion du réexamen, EDF retiendra comme niveau d'aléa de référence une tornade d'intensité EF2 sur l'échelle de Fujita, définie par la vitesse moyenne des vents caractérisant cette intensité, à savoir 55,5 m/s. A ce titre, EDF mettra en œuvre le renforcement de la cheminée du BAN du palier CPY (PNPE1323) et définira si nécessaire d'autres modifications à l'issue des études de déclinaison du référentiel EF2.

En complément, EDF a mené une étude sur les tornades et les conjonctions de phénomènes associés. Cette étude montre que les aléas induits par la cellule orageuse ne se produisent pas au même instant et au même endroit, à l'exception de la pluie mais dont les caractéristiques ne sont pas dimensionnantes. Il n'est donc pas nécessaire d'intégrer de nouveaux scénarios à aléas multiples dans le référentiel tornade.

La prise en compte de l'aggravant et la sensibilité au délai opérateur au titre des niveaux de référence WENRA sont sans impact sur l'installation ou son exploitation. En effet :

- aucun équipement actif n'est nécessaire pour garantir la protection contre les tornades;
- aucune action opérateur n'est nécessaire pour garantir la protection contre les tornades.

❖ **Conclusion**

Les études menées vis-à-vis de la tornade de référence (niveau d'intensité EF0 sur l'échelle de Fujita) montrent que les dispositions prises par ailleurs à la conception des réacteurs et au titre du référentiel Grand Vent et Projectiles Générés par le Grand Vent rendent l'installation robuste à cette agression.

Dans le cadre des suites de l'instruction du 4ème RP 900, le niveau de tornade de référence pris en compte dans la démonstration de sûreté sera augmenté au plus tard 5 ans après la remise du RCR (niveau d'intensité EF2 sur l'échelle de Fujita).

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

La tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNPE1323 « Renforcement de la cheminée du BAN au SMS, Grand Vent et Tornade EF2 » sera déployée sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais dans le cadre de la phase B des modifications du 4ème RP 900.

2.2.1.13 Foudre et interférences électromagnétiques (IEM) externes

Partie générique Palier

❖ **Contexte et objet des études**

EDF a défini, à l'occasion du 4ème RP 900, de nouvelles exigences de sûreté pour ces agressions visant à garantir, en cas de chocs de foudre, l'atteinte et le maintien en état sûr des tranches et à limiter les rejets radioactifs, en prenant en considération les éventuels effets induits par la foudre.

La méthodologie pour analyser la robustesse des installations vis-à-vis de l'agression foudre et IEM externes a été mise à jour.

Elle consiste en la réalisation d'études qui sont documentées pour chaque site dans :

- l' « *Analyse Impact Foudre* » (AIF) qui concerne les matériels extérieurs soumis au champ rayonné. Elle a pour objectif :
  - d'analyser l'impact de la foudre sur les équipements extérieurs, en toitures et en façades des bâtiments dits « *cibles* » (qui contiennent des EIP) du CNPE,
  - d'indiquer les préconisations afin de réduire les effets de la foudre à un niveau compatible avec les objectifs de sûreté à l'intérieur des bâtiments dits « *cibles* ».
- la « *Note de Calcul de Surtension* » concerne les liaisons électriques inter-bâtiments pouvant faire transiter des surtensions en cas de foudroiement de bâtiment. Elle a pour objectif :
  - d'analyser la vulnérabilité des liaisons inter-bâtiments en effectuant des calculs de surtensions sur les liaisons raccordées aux bâtiments dits « *cibles* »,
  - de dresser la liste des protections à mettre en place sur les liaisons à protéger.

Afin de déterminer les points d'impacts potentiels de la foudre (possibilité qu'une cible soit touchée par un coup de foudre), EDF s'appuie sur la norme NF-EN-62305-1.

❖ **Synthèse des études**

A l'issue des études « *Foudre et IEM externes* », EDF met en œuvre la modification « Protection contre la foudre » (PNPP1951) qui prévoit l'ajout de protections de types parafoudres, pointes captrices ou capotages pour assurer la conformité des tranches vis-à-vis des objectifs visés.

EDF estime qu'une tempête solaire qui pourrait engendrer des manques de tension externes de longue durée de façon simultanée sur plusieurs sites électronucléaires est un évènement extrêmement rare. Il n'apparait pas nécessaire de la prendre spécifiquement en compte, sachant que le référentiel de sûreté du Parc nucléaire d'EDF couvre déjà l'évènement manque de tension de longue durée jusqu'à 15 jours.

A la suite de l'instruction dans le cadre du GP Agressions du 4ème RP 900, EDF a analysé l'impact des champs rayonnés par un coup de foudre sur les Equipements de Disposition Agression (EDA) liés à l'incendie et à l'explosion interne. L'analyse conclut que les champs rayonnés n'impactent pas ces EDA du fait des caractéristiques de ces matériels et de leur emplacement dans les locaux.

Vis à vis de la sensibilité de ces études à l'aggravant et au délai opérateur (niveaux de références WENRA), aucun impact n'est identifié dans la mesure où :

- aucun équipement actif n'est nécessaire pour garantir la protection contre la foudre,
- aucune action opérateur n'est nécessaire pour garantir la protection contre la foudre.

❖ **Conclusion**

Les études réalisées dans le cadre de la protection contre l'agression « *Foudre et IEM externes* » ont permis de mettre en évidence sur tous les sites un besoin limité de modifications pour atteindre les objectifs de protection contre la foudre qui sont mises en œuvre lors du 4ème RP 900.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

La tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNPP1951 « Protection contre la foudre et les Interférences Electro-Magnétiques externes » est en cours de déploiement sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4ème RP 900.

2.2.1.14 Neige

Partie générique Palier

❖ **Contexte et objet des études**

L'objectif est d'assurer la robustesse des cibles de sûreté en situation d'agression Neige réévaluée suivant les règles « *Neige et Vent* » de 1965 édition 2009.

Les bâtiments et structures des tranches nucléaires du Palier CPY ont été dimensionnés selon les règles « *Neige et Vent* » de 1965 en vigueur au moment de leur conception. Ces règles ont fait l'objet de plusieurs mises à jour depuis l'édition initiale, les deux dernières datant de 2000 et 2009. Dans le cadre du 4ème RP 900, les EIPS requis en cas d'agression externe Neige sont vérifiés vis-à-vis des charges de neige à partir de la réactualisation des règles « *Neige et Vent* » édition 2009.

La démarche consiste à comparer les charges NV2000 et les charges NV2009 et à s'assurer que les cibles de sûreté à protéger sont correctement dimensionnées vis-à-vis des charges climatiques mises à jour en 2009.

❖ **Synthèse des études**

Pour l'ensemble des sites du Palier CPY, l'évolution des règles « *Neige et Vent* » 65 entre les règles modifiées 2000 et les règles modifiées 2009 n'a pas d'impact. Les charges climatiques restent inchangées ou diminuent par rapport aux « *Règles NV65* » édition 2000.

Ainsi pour l'ilot nucléaire et l'îlot conventionnel, les vérifications ont conclu à la tenue des ouvrages et équipements avec les « *règles NV65* » édition 2009. Aucune modification n'est donc nécessaire dans le cadre du 4ème RP 900.

Vis à vis de la sensibilité de ces études à l'aggravant et au délai opérateur (niveaux de références WENRA), aucun impact n'est identifié dans la mesure où :

- aucun équipement actif n'est nécessaire pour garantir la protection contre la neige,
- aucune action opérateur n'est nécessaire pour garantir la protection contre la neige.

❖ **Conclusion**

Les études réalisées pour les sites du Palier CPY ont conclu à la tenue des ouvrages et équipements avec les règles NV65 édition 2009. Les analyses de sensibilité à la prise en compte de l'aggravant et au délai opérateur (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 2 – § 2.2.1) concluent à l'absence d'impact sur l'installation ou son exploitation.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

La tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Il n'y a pas de modification concernant ce thème sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais.

2.2.1.15 Maitrise du risque industriel

Partie générique Palier

❖ **Contexte et objet des études**

➢ **Activités industrielles et transport de marchandises dangereuses extérieurs au CNPE**

La maîtrise des risques liés à l'environnement industriel et aux voies de communication passe par le suivi de l'environnement associé et l'évaluation des risques correspondant sur les installations nucléaires de base. L'analyse des risques repose sur l'application de la règle fondamentale de sûreté RFS I-2.d.

Les familles de sources d'agressions potentielles considérées sont :

- Les installations industrielles fixes telles que stockages et unités de production ;
- Les canalisations de transport (gazoducs, oléoducs) ;
- Les différents modes de transport de marchandises dangereuses (routier, ferroviaire, fluvial ou maritime).

Au-delà des objectifs généraux applicables à l'ensemble des agressions à considérer pour le 4ème RP 900, l'objectif d'amélioration des exigences de sûreté visé par EDF pour la maîtrise des risques liés à l'environnement industriel et aux voies de communication porte sur l'actualisation des paramètres d'accidentologie en tenant compte des dernières informations disponibles.

Dans le cadre du 4ème RP 900, EDF prend par ailleurs en compte les demandes formulées par l'ASN dans le cadre du 3ème RP 1300, qui ont notamment amené EDF à mettre à jour la méthodologie d'évaluation du terme d'accidentologie.

➢ **Transport de marchandises dangereuses interne au CNPE**

Dans le cadre du 4ème RP 900, EDF a transmis à l'ASN une note de cadrage de la « méthodologie pour le traitement des risques liés aux transports de marchandises dangereuses à l'intérieur des CNPE », applicable à tous les paliers, pour la déclinaison des études sites spécifiques pour chaque CNPE. Cette méthodologie prend en considération des demandes formulées par l'ASN, visant à compléter les études de risques liés au transport interne de marchandises dangereuses présentées par EDF dans le cadre du 3ème RP 1300.

❖ **Synthèse des études**

➢ **Activités industrielles et transport de marchandises dangereuses extérieurs au CNPE**

La RFS I-2.d définit entre autres la liste des installations industrielles et des voies de communication pouvant induire des risques sur les réacteurs nucléaires.

Les risques liés à l'environnement industriel ont été pris en compte de manière déterministe à la conception des installations par la protection standard. Le dimensionnement des structures a été réalisé vis-à-vis du phénomène d'explosion de type détonation.

La tenue à l'onde de surpression concerne les bâtiments et ouvrages de génie civil assurant ou contenant des installations répondant aux trois fonctions de sûreté de la RFS I-2.d et les orifices de ces bâtiments (portes d'accès et prise d'air de ventilation).

Conformément à la RFS I-2.d, l'ordre de grandeur de la probabilité limite pour accepter un dégagement inacceptable de substances radioactives à la limite du site pour l'ensemble des agressions d'origine extérieure liées aux activités humaines est de 10^{-6} / année.réacteur, pour chacune des fonctions suivantes :

- Arrêt du réacteur et évacuation de la puissance résiduelle ;
- Stockage du combustible usé ;
- Traitement des effluents radioactifs.
- Activités industrielles et transport de marchandises dangereuses extérieurs au CNPE

Pour tenir compte de la sommation des probabilités d'accidents d'origines différentes aux conséquences analogues, la RFS I-2.d fixe, pour chaque famille de sources d'agressions considérée un ordre de grandeur limite de la probabilité d'occurrence de l'événement de 10^{-7} / année.réacteur.

Faisant suite à l'instruction du thème « *risques industriels* » lors du 3ème RP 1300, EDF a fait évoluer la méthodologie d'évaluation des risques industriels dans le cadre du 4ème RP 900.

Le thème comporte deux axes de travail :

- Le suivi de l'environnement industriel et des voies de communication : EDF prévoit une mise à jour des données relatives à l'environnement industriel de chaque site ;
- L'évaluation des risques associés sur les installations. EDF a mis à jour sa méthodologie dans le cadre du programme de travail du 4ème RP 900. Les études s'appuient sur les paramètres d'accidentologie actualisés pour le 4ème RP 900 suite au GP agressions.

L'objectif de sûreté des études du 4ème RP du Palier 900 MWe est de réévaluer cette probabilité avec des données actualisées concernant l'accidentologie et les données propres à l'environnement de chaque site. Pour cela, les données suivantes sont mises à jour :

- Les valeurs des paramètres d'accidentologie ;
- Les données propres à l'environnement de chaque site : localisation des ICPE, canalisations, voies de communications avec le trafic des matières dangereuses associées.

Les résultats des études liées à la maîtrise du risque industriel et les éventuelles modifications qui en découlent, sont présentées dans la partie dédiée aux spécificités de tranche compte-tenu de leur caractère site-dépendant.

Vis à vis de la sensibilité de ces études à l'aggravant et au délai opérateur (niveaux de références WENRA), aucun impact n'est identifié dans la mesure où :

- La fréquence d'occurrence de l'agression étant très faible, un cumul avec une défaillance d'équipement actif relève du risque résiduel ;

- Aucune action opérateur n'est nécessaire à la protection contre les risques industriels.

➢ **Transport de marchandises dangereuses interne au CNPE**

Par découplage avec les études de risques liés à l'environnement industriel, l'objectif est de limiter le risque de mise en défaut des fonctions définies dans la RFS I-2.d.

Suite à l'instruction du thème dans le cadre du 3ème RP 1300, EDF a mis à jour la méthodologie « transport de marchandises dangereuses interne », prenant en compte les éléments complémentaires suivants de l'ASN :

- se fonder sur une analyse déterministe en étudiant l'ensemble des phénomènes dangereux pouvant résulter d'un accident de transport interne, y compris les incendies, explosions et les émissions de substances dangereuses, ainsi que leurs effets sur les cibles de sûreté avant d'évaluer la probabilité d'atteinte des niveaux d'agression maximaux admissibles pour ces cibles,
- approfondir l'évaluation des risques liés au feu de camion.

L'objet de l'étude est d'évaluer les risques de type explosion, incendie et toxique associés aux transports de marchandises dangereuses arrivant sur (ou quittant) le site.

Les résultats de cette étude et les éventuelles modifications qui en découlent, sont présentées dans la partie dédiée aux spécificités de tranche compte-tenu de leur caractère site-dépendant.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

➢ **Activités industrielles et transport de marchandises dangereuses extérieurs au CNPE**

Les spécificités de l'environnement du CNPE du Blayais conduisent à ne retenir que les risques aériens et les risques liés aux transports de marchandises dangereuses externes par voies de communication. Les ICPE et canalisations sont exclues du champ d'étude du fait de leur éloignement vis-à-vis du disque cible du CNPE et/ou de l'absence de source de danger.

Risque explosif

L'objectif de l'étude est d'évaluer le risque explosion d'un nuage de gaz explosif avec ou sans dérive lié aux installations industrielles et aux transports de marchandises dangereuses externes à proximité du CNPE du Blayais.

Les études déterministes et probabilistes réalisées, lorsque nécessaire, conduisent à un risque explosif négligeable (de l'ordre de 10^{-10} / année.réacteur) pour le trafic routier, ferroviaire et fluvial.

Risque toxique

L'objet de l'étude est d'évaluer le risque d'intoxication du personnel en salle de commande lié aux installations industrielles et aux transports de marchandises dangereuses externes sur les voies de communication à proximité du CNPE du Blayais et ainsi de quantifier la perte éventuelle, par intoxication, de la capacité des opérateurs en salle de commande à assurer le maintien de la tranche à l'état sûr.

Les phénomènes dangereux considérés, ainsi que les distances, au regard des différentes voies de communication, écartent d'une manière déterministe et probabiliste les différents scénarios. L'étude montre le caractère négligeable du risque d'effet (de l'ordre de 10^{-10} / année.réacteur) pour le trafic routier, ferroviaire et fluvial.

Risque incendie externe

L'objet de l'étude est d'évaluer pour les produits en cause, le risque d'engendrer un incendie impactant le CNPE mais aussi le risque d'intoxication dû aux fumées se dégageant de l'incendie, pour les opérateurs en salle de commande.

Les conséquences thermiques d'un incendie d'un navire transportant des hydrocarbures sur l'estuaire de la Gironde ont été analysées. Le scénario de feu de nappe est également susceptible de se produire sur les voies routières. Compte tenu de l'éloignement des voies de communication vis-à-vis du CNPE et des distances d'effet résultantes, l'occurrence d'un feu de nappe, quel que soit l'axe considéré et la forme de la nappe, n'a pas de conséquence sur la sûreté du CNPE.

Conclusion

La probabilité de dégagement inacceptable de substances radioactives en limite du CNPE du Blayais obtenue est de quelques 10^{-9} / année.réacteur pour l'ensemble des agressions d'origine extérieure liées aux activités humaines.

Ces résultats liés au CNPE du Blayais respectent les valeurs repères définies dans la RFS I-2.d.

- **Transport de marchandises dangereuses interne au CNPE**

L'étude des risques associés aux transports de marchandises dangereuses conclut que les exigences réglementaires concernant le transport de matières dangereuses et la conception des ouvrages génie civil permettent de limiter le risque d'explosion, incendie et émission de substances dangereuses d'un camion transportant des marchandises dangereuses à l'intérieur d'un site. Cette étude permet de démontrer qu'aucun phénomène dangereux associé aux transports de marchandises dangereuses n'a de conséquences sur la sûreté du CNPE du Blayais.

- **Conclusion**

Activités industrielles et transport de marchandises dangereuses extérieurs au CNPE

La mise à jour de la méthodologie a permis de prendre en compte les suites de l'instruction du thème lors du GP Orientations 4ème RP 900. L'évaluation des risques générés par l'environnement industriel, menée dans le cadre du 4ème RP 900 pour le CNPE du Blayais permet de justifier l'adéquation des dispositions de protection actuelles pour vérifier le respect des exigences de la RFS I-2.d.

Transport de marchandises dangereuses interne au CNPE

La méthodologie pour le traitement des risques liés au transports de marchandises dangereuses à l'intérieur des CNPE intégrant les suites d'instruction du 3ème RP 1300 et certaines demandes de l'ASN a été déclinée sur le CNPE du Blayais. Cette étude a permis de démontrer qu'aucun phénomène dangereux associé aux transports de marchandises dangereuses n'a de conséquences sur la sûreté du CNPE du Blayais.

Bilan de l'état de la tranche

Il n'y a pas de modification concernant ce thème sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais.

2.2.1.16 Maitrise du risque aérien

Partie générique Palier

❖ **Contexte et objet des études**

La maîtrise du risque aérien est basée sur le suivi de l'environnement aéronautique des sites puis sur l'évaluation des risques associés sur les installations nucléaires de base. L'analyse du risque aérien repose sur l'application de la Règle Fondamentale de Sûreté (RFS) I-2.a.

Au-delà des objectifs généraux applicables à l'ensemble des agressions à considérer au 4ème RP 900 (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 2 – § 2.2.1), l'objectif d'amélioration des exigences de sûreté visé par EDF pour la maîtrise du risque aérien porte sur la mise à jour des données d'entrée (trafics, cibles de sûreté) en tenant compte des dernières informations disponibles. Les évolutions génériques à l'ensemble des agressions (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 2 – § 2.2.1) sont également prises en compte.

❖ **Synthèse des études**

Cette agression a été prise en compte dès la conception par le dimensionnement du génie civil de certaines structures vis-à-vis de l'impact des projectiles issus de l'aviation générale.

A l'occasion des réexamens périodiques, les risques aériens sont réévalués selon la Règle Fondamentale de Sûreté I-2.a, qui s'appuie sur une approche probabiliste afin d'évaluer le risque de dégagement inacceptable de substances radioactives à la limite du site.

Conformément à cette RFS, l'ordre de grandeur de la probabilité limite pour accepter l'éventualité d'un dégagement inacceptable de substances radioactives à la limite du site est de 10^{-6} / année.réacteur pour chacune des fonctions suivantes :

- arrêt du réacteur et évacuation de la puissance résiduelle,
- stockage du combustible usé,
- traitement des effluents radioactifs.

Pour tenir compte de la sommation des probabilités d'accidents d'origines différentes aux conséquences analogues, la RFS I-2.a fixe, pour chaque famille de sources d'agressions considérée un ordre de grandeur limite de la probabilité d'occurrence de l'événement de 10^{-7} / année.réacteur.

L'objectif de sûreté des études du 4ème RP 900 est de réévaluer cette probabilité avec des données actualisées concernant l'accidentologie et les données propres à l'environnement de chaque site. Pour chaque site, une approche probabiliste des risques dus au trafic aérien est établie à partir des données spécifiques au site considéré et des surfaces des cibles.

Pour cela, les données suivantes sont mises à jour :

- les valeurs de paramètres d'accidentologie,
- les données propres à l'environnement de chaque site : localisation des aéroports/aérodromes, données de trafic aérien,
- les valeurs de surfaces virtuelles (surfaces des structures exposées au risque de chute d'aéronefs).

Les paramètres d'accidentologie, dont la validité est indépendante du site, ont été réactualisés à partir des dernières données disponibles.

Les surfaces virtuelles dépendent des cibles de sûreté à considérer vis-à-vis de l'agression « *chute d'avion* », qui correspondent à l'ensemble des structures et équipements nécessaires aux trois fonctions définies selon la

RFS I-2.a. La liste des cibles de sûreté ainsi que les surfaces virtuelles associées ont été mises à jour dans le cadre du 4ème RP 900 pour prendre en compte les suites d'instruction du 3ème RP 1300.

Les résultats des études liées au risque aérien sont présentées dans la partie dédiée aux spécificités de tranche compte-tenu de leur caractère site-dépendant.

Les évolutions des exigences relatives à la démarche générale agression (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 2 – § 2.2.1) sont sans impact sur ce thème :

- aucun équipement actif n'est nécessaire pour garantir la maitrise du risque aérien,
- aucune action opérateur n'est nécessaire pour garantir la maitrise du risque aérien.

En complément de l'approche probabiliste décrite ci-avant, EDF a démontré, sur l'ensemble des tranches du Palier CPY, que la chute d'un aéronef représentatif de l'aviation générale sur le voile le plus exposé du bâtiment combustible n'entraîne pas de risque de dégradation mécanique des assemblages de combustible, ni de perte de l'inventaire en eau de la piscine.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

Les résultats de l'étude montrent que la probabilité de dégagement inacceptable de substances radioactives à la limite du CNPE du Blayais dû au trafic aérien est :

- inférieures à 10^{-6} / année.réacteur pour chacune des 3 fonctions (arrêt du réacteur et maintien en arrêt à froid, stockage du combustible usé, traitement des effluents radioactifs),
- inférieures à 10^{-7} / année.réacteur pour chacune des 3 fonctions et par famille d'aviation (aviation générale, aviation commerciale et aviation militaire).

Ces résultats sont compatibles avec les valeurs repères définies dans la RFS I-2.a.

❖ **Conclusion**

Les études réalisées dans le cadre du 4ème RP 900 visent à démontrer l'acceptabilité du risque lié au trafic aérien, en prenant en compte les données d'accidentologie les plus récentes.

L'évaluation des risques générés par le trafic aérien menée dans le cadre du 4ème RP 900 pour le CNPE du Blayais permet de justifier de l'adéquation des dispositions de protection actuelles et garantir le respect des exigences de la RFS I-2.a.

Bilan de l'état de la tranche

Il n'y a pas de modification concernant ce thème sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais.

2.2.1.17 Etudes complémentaires

Partie générique Palier

➢ **Conséquences radiologiques liées aux agressions**

❖ **Contexte et objet des études**

L'évaluation des conséquences radiologiques des agressions constitue un élément à part entière de la démonstration de sûreté : elle permet de rendre compte de l'aptitude de l'installation à remplir sa fonction de confinement des substances radioactives.

Cette démarche a pour objectif de vérifier l'acceptabilité des conséquences radiologiques des agressions d'origine interne ou externe en complément de l'étude de l'agression elle-même et de l'étude des conséquences radiologiques des accidents de dimensionnement retenus dans la démonstration de sûreté.

Elle consiste à identifier, parmi les scénarios d'agression interne ou externe pouvant induire des conséquences radiologiques, des scénarios d'agression enveloppes puis à vérifier l'acceptabilité de leurs conséquences radiologiques vis-à-vis des limites de dose associées aux conditions de fonctionnement de dimensionnement correspondant à des fréquences d'occurrence équivalentes.

❖ **Synthèse des études**

La méthodologie mise en œuvre pour le 3ème RP 1300 est reconduite pour le 4ème RP 900. Les principales étapes de la méthodologie sont rappelées dans les paragraphes suivants.

- <u>Identification des scénarios enveloppes :</u>

Les règles et hypothèses d'étude applicables à l'identification des scénarios de mobilisation des termes sources sont les règles d'étude des agressions telles que définies dans les référentiels agressions.

Compte tenu du nombre important de situations susceptibles de faire l'objet d'une vérification (configurations de tranche, états initiaux, types d'agressions, localisation…), et afin de réaliser une vérification satisfaisante, la méthode privilégie une démonstration basée sur un nombre limité de scénarios retenus, pour leur caractère enveloppe.

Ces scénarios peuvent être directement issus des études d'agressions, ou être choisis comme des scénarios de « *découplage* » afin d'en simplifier l'analyse (scénarios découplés des études de l'agression d'une part, ainsi que des situations thermohydrauliques et des séquences fonctionnelles en résultant d'autre part).

La méthode de vérification permet d'exclure les agressions pour lesquelles il n'existe pas de risque de conséquences radiologiques du fait des dispositions prises au dimensionnement des bâtiments et/ou des systèmes (y compris sur critère probabiliste par application des Règles Fondamentales de Sûreté).

- <u>Evaluation des conséquences radiologiques des scénarios :</u>

La méthode de vérification des conséquences radiologiques des scénarios enveloppes s'appuie sur les principes suivants :

- la méthode privilégie les argumentaires qualitatifs, ou les calculs préexistants, elle a recours à des calculs dédiés uniquement si cela s'avère nécessaire ;
- les calculs dédiés peuvent être envisagés sur la base d'hypothèses réalistes tout en étant raisonnablement conservatives et cohérentes avec les règles d'analyse des agressions.

- <u>Appréciation de la probabilité d'occurrence des scénarios :</u>

L'appréciation de la fréquence d'occurrence des scénarios enveloppes peut s'appuyer sur des approches qualitatives ou quantitatives. Lorsqu'une évaluation de la fréquence d'occurrence n'est pas possible, compte tenu de l'état des connaissances disponibles, EDF privilégie l'encadrement de cette fréquence d'occurrence, et choisit de comparer, de manière pénalisante, les résultats des scénarios enveloppes avec les limites de doses associées à la catégorie correspondant à la fréquence la plus élevée de l'encadrement.

Quand un scénario enveloppe présente des conséquences radiologiques suffisamment faibles, la détermination de sa fréquence d'occurrence n'a plus d'enjeu. En pratique, EDF a défini un niveau de dose en deçà duquel la fréquence d'occurrence des scénarios d'agression n'est pas étudiée. Ce niveau de dose a été postulé à la valeur de découplage de 0,5 mSv, correspondant à la moitié de la valeur limite annuelle de dose efficace pour

l'exposition de la population à des rayonnements ionisants (article R1333-11 du code de la santé publique).

- Comparaison des conséquences radiologiques aux limites :

Lorsque la probabilité du scénario a été encadrée, la comparaison des conséquences radiologiques pourra être effectuée, de manière enveloppe, avec les limites de doses associées à la catégorie correspondant à la borne haute de l'encadrement (correspondant aux limites les plus pénalisantes en terme de doses).

Les scénarios enveloppes retenus sont les scénarios associés aux agressions suivantes :

- Les projectiles générés par le grand vent ;
- Le séisme ;
- Les défaillances de tuyauteries et l'inondation interne ;
- L'incendie.

Un scénario enveloppe pour l'agression Explosion Interne est également défini au titre de la robustesse.

Les agressions suivantes sont dédouanées par l'application des Règles Fondamentales de Sûreté dédiées :

- Risques liés à l'environnement industriel et aux voies de communication – explosions externes au site ;
- Risques liés à la chute d'avion.

Par application des Règles Fondamentales de Sûreté, il est vérifié pour ces agressions que la probabilité de dégagement inacceptable de substances radioactives à la limite du site est inférieure à 10^{-6} / année.réacteur.

Certaines agressions, pouvant conduire à des scénarios de mobilisation de terme source de très faible niveau d'activité, ou couverts, pour ce qui est des rejets, par d'autres scénarios, n'ont pas fait l'objet d'une évaluation des conséquences radiologiques dédiée.

Enfin, certaines agressions ne peuvent pas générer de scénarios conduisant à des conséquences radiologiques.

Les résultats de ces études ont permis de démontrer l'acceptabilité des conséquences radiologiques de l'ensemble des scénarios retenus pour leur caractère enveloppe.

❖ **Conclusion**

La vérification de l'acceptabilité des conséquences radiologiques des agressions d'origine interne ou externe a été réalisée conformément à la méthodologie mise en œuvre pour le 3ème RP 1300. Les conclusions des études permettent de démontrer l'acceptabilité des conséquences radiologiques des agressions au regard des objectifs visés pour le 4ème RP 900.

➢ **Accessibilité des locaux pour la réalisation des actions en situation d'agression**

L'analyse d'accessibilité consiste à s'assurer que les agressions ne génèrent pas d'évolution d'ambiance susceptible de compromettre la réalisation des actions en local nécessaires pour la gestion d'une situation d'agression. Les actions dont la réalisation est nécessaire à court terme sont analysées pour garantir le respect des objectifs de sûreté des scénarios d'agressions.

En situation d'agression, les conditions d'ambiance susceptibles d'évoluer de manière anormale sont de nature diverses et sont spécifiques à chacune des agressions considérées.

La démarche d'accessibilité des locaux en situations d'agressions consiste à retenir celles présentant un enjeu avéré à partir des critères suivants :

- nécessité de réalisation d'actions en local pour gérer l'agression en elle-même ou pour en gérer les conséquences fonctionnelles,
- et existence de conditions d'ambiance générées par l'agression et susceptibles de rendre inaccessibles les locaux où des actions sont nécessaires (la fumée et le feu pour l'agression incendie, ou le vent et les projectiles par exemple pour l'agression PGGV).

Les agressions ayant fait l'objet d'une vérification selon ces critères sont les suivantes :

- inondation interne et défaillances de tuyauteries,
- séisme,
- incendie,
- inondation externe,
- grand froid,
- canicule,
- PGGV.

Suite à l'ensemble des vérifications menées dans le cadre du 4ème RP 900 sur le Palier CPY, les ambiances générées dans les locaux où des actions seraient requises pour la gestion des situations d'agression ne remettent pas en cause la capacité des intervenants à réaliser les actions dans ces locaux pendant la durée nécessaire.

En complément, en application de la prescription [FOH-B] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900, EDF vérifiera la capacité effective des agents de terrain à accéder aux locaux et à y réaliser les actions de conduite requises dans la démonstration de sûreté nucléaire en cas d'agression (par exemple, accessibilité des organes de contrôle et de commande, capacité de réalisation des actions en cas de port d'équipements de protection individuels, disponibilité de l'outillage, délai nécessaire aux accès). EDF définira les éventuelles modifications à mettre en œuvre et le calendrier associé.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

La tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Il n'y a pas de modification concernant ce thème sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais.

2.2.2 Viser un Risque de Fusion du Cœur incluant les agressions de quelques 10^{-5} / année.réacteur

Partie générique Palier

En cohérence avec l'article 3.3 de l'arrêté du 7 février 2012 modifié, les Etudes Probabiliste de Sûreté (EPS) de niveaux 1 et 2 sont utilisées par EDF au fil des réexamens, en complément des analyses déterministes, pour évaluer le risque de fusion du cœur et le risque de rejets radioactifs afin d'apprécier le niveau de sûreté des installations. Après les événements internes, le périmètre couvert par les EPS s'étend progressivement au domaine des agressions internes et externes.

Une analyse de type 'Screening' de l'ensemble des agressions a été réalisée pour chaque site du Palier CPY afin de déterminer sur la base de critères explicites, les sites et les agressions pour lesquels une analyse probabiliste pourrait être appropriée. Cette analyse de sélection des agressions externes candidates à une évaluation probabiliste des risques radiologiques est réalisée suivant une méthodologie conforme à l'état de l'art international. Cette méthodologie identifie une cinquantaine de phénomènes plausibles devant être évalués pour chacun des sites du Parc en exploitation et explicite différents critères qualitatifs et quantitatifs permettant de sélectionner les agressions pour lesquelles une analyse probabiliste pourrait être nécessaire.

Ainsi, parmi les agressions retenues à l'issue de cette analyse de screening, la pertinence et la priorisation des analyses probabilistes sont appréciées en se basant notamment sur les éléments suivants :

- l'état des connaissances concernant la caractérisation (intensité, durée, fréquence…) des phénomènes externes considérés,
- l'état des connaissances concernant la caractérisation des conséquences sur l'installation,
- les enjeux associés aux agressions en fonction de leurs fréquences et de leurs conséquences potentielles,
- les modifications d'installation et de conduite prévues à échéance du 4ème RP 900, en particulier les modifications Post-Fukushima.

Les agressions retenues à l'issue de l'analyse de screening, mais pour lesquelles le développement d'analyses probabilistes dans le cadre du 4ème RP 900 n'est pas considéré pertinent, font en outre l'objet d'un argumentaire s'assurant que le niveau de risque induit est acceptable au regard de la conception de la centrale.

Pour l'ensemble des sites du Palier CPY, les conclusions de l'analyse de screening sont les suivantes :

- Les agressions inondation externe et séisme sont éligibles à une analyse probabiliste.
- Les études existantes de la démonstration de sûreté concernant la chute d'avion et l'onde de pression aérienne constituent des analyses probabilistes de référence (application des RFS).
- Concernant le risque de chute de météorites et le risque de tsunami induit, le développement d'une analyse probabiliste n'est pas jugé pertinent, au regard du risque résiduel.
- Concernant l'effacement d'ouvrage sismo-induit, une approche simplifiée et conservative via l'EPS Séisme a été développée.
- Concernant les Grands Chauds, le développement d'une analyse probabiliste en plus de l'approche déterministe n'a pas été retenu pour le 4ème RP 900 compte tenu des marges de conception, du caractère prédictible de l'agression et de sa cinétique suffisamment lente permettant la mise en place de moyens de résilience complémentaires.
- Concernant les vents extrêmes et la tornade, le développement d'une analyse probabiliste n'est pas retenu, compte tenu de la protection vis-à-vis des Projectiles Générés par Grands Vents (PGGV), et de la mise en œuvre des protections contre la tornade Noyau Dur, protégeant l'installation contre des

niveaux d'agressions hautement improbables (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 7).

Enfin, EDF a réalisé dans le cadre du 4ème RP 900 une analyse probabiliste du risque associé à l'inondation induite par la rupture d'une tuyauterie du circuit d'eau de circulation CRF en salle des machines. Les enseignements de cette analyse sont présentés dans la partie dédiée aux études spécifiques de tranche compte-tenu de leur caractère site-dépendant.

L'objectif de l'approche probabiliste est de vérifier la robustesse de l'installation vis-à-vis des agressions considérées en évaluant la probabilité des risques associés. Cette démarche permet d'identifier des enseignements complémentaires à ceux issus de l'approche déterministe.

Dans le cadre du 4ème RP 900, EDF a réalisé les études probabilistes suivantes (cf. les paragraphes ci-après) :

- EPS Incendie ,
- EPS Explosion interne,
- EPS Inondation interne,
- EPS Inondation externe,
- EPS Séisme.

Nota : ce paragraphe traite uniquement les EPS agressions de Niveau 1 liées au bâtiment réacteur. Les EPS agressions de Niveau 2 sont présentées à la Section 4 – Accidents avec fusion du cœur. Les EPS liées à l'étude du découvrement des assemblages de combustible en piscine combustible sont présentées à la Section 3 – Piscine Combustible.

2.2.2.1 EPS Incendie

Dans le cadre du 4ème RP 900, EDF réalise des EPS incendie de Niveau 1 pour évaluer les risques de fusion de cœur suite à un incendie.

❖ **Méthodologie**

La méthodologie retenue pour l'EPS incendie du Palier CPY s'inspire des pratiques et état de l'art international de référence (NUREG CR-6850) et se décline en plusieurs phases successives permettant de cibler les analyses détaillées sur les volumes de feu les plus sensibles. Elle est cohérente avec celle retenue et appliquée pour le 3ème RP 1300.

➢ **Compartimentage et domaine de couverture (Phase 0)**

Le CNPE de Tricastin, et plus particulièrement la paire de tranches 1 et 2, est retenu comme site de référence représentatif du Palier CPY pour l'étude EPS incendie.

L'EPS incendie CPY permet :

- d'évaluer le Risque de Fusion de Cœur (RFC) suite à un incendie (sur la base d'un modèle dit, « *modèle BR* ») pour les états du réacteur en puissance ou en état d'arrêt (EPS de Niveau 1),
- d'évaluer le risque de découvrement du combustible entreposé dans la piscine de désactivation (sur la base d'un modèle dit « *modèle BK* ») pour les états du réacteur en puissance ou en état d'arrêt (EPS de Niveau 1) en cas d'incendie dans le bâtiment BK. Les résultats de cette EPS sont présentés à la Section 3,
- d'évaluer le risque de rejets à l'atmosphère en cas d'entrée en Accident avec fusion du cœur suite à un incendie (EPS de Niveau 2). Les résultats de cette EPS sont présentés à la Section 4 – Accidents avec fusion du cœur.

Le périmètre de l'étude couvre l'îlot nucléaire et l'îlot conventionnel des tranches 1 et 2 du Tricastin.

- **Sélection qualitative des volumes de feu (Phase 1)**

L'impact fonctionnel d'un scénario d'incendie sur la tranche étudiée est déterminé en identifiant les initiateurs potentiellement induits ainsi que les matériels rendus indisponibles par l'agression.

La première phase consiste en la réalisation d'une analyse fonctionnelle de tous les matériels et de leurs fonctions support (électrique, air…) dont la perte par incendie peut mener (ou contribuer à mener), soit à un Evénement Initiateur, soit à la défaillance d'une mission de mitigation du modèle EPS Evènements Internes de Niveau 1. A l'issue de cette phase, seuls les volumes de feu dans lesquels l'occurrence d'un incendie est susceptible d'engendrer un transitoire accidentel sont retenus pour la suite de l'étude.

- **Sélection quantitative des volumes de feu (Phase 2)**

L'objectif de la deuxième phase est de réaliser une première estimation du risque de fusion du cœur et d'identifier les volumes de feu prépondérants et nécessitant une analyse approfondie.

Pour cela, une quantification enveloppe du risque de fusion du cœur induit par un incendie est réalisée pour chacun des volumes de feu issus de la phase 1. Il est supposé, à ce stade et de manière conservative, que quel que soit le départ de feu initié dans un volume de feu, tous les équipements qui y sont situés sont systématiquement perdus par l'incendie.

La fréquence de départ de feu du volume de feu est calculée à partir de la somme des fréquences de départ de feu unitaires de tous les matériels « *source de départ de feu* » présents dans le volume de feu.

A l'issue de cette phase, chaque scénario d'incendie engendrant un initiateur est modélisé de manière conservative et les transitoires associés sont évalués afin d'estimer le risque de fusion du cœur à la suite d'un incendie. A l'issue de cette quantification conservative, ne sont retenus, pour une quantification plus réaliste des scénarios incendie, que les Volumes de Feu présentant un risque prépondérant. La quantification du risque de phase 2 des volumes de feu non sélectionnés pour la phase 3 est prise en compte dans le calcul du risque global.

- **Analyse détaillée des scénarios d'incendie (Phase 3)**

L'objectif de cette phase est d'affiner la quantification du risque de fusion du cœur induit par un incendie pour les volumes de feu retenus comme prépondérants lors de la phase 2, en caractérisant la nature des sources de départ de feu, la propagation physique de l'incendie, ainsi que les dispositifs de détection et d'extinction (automatiques et manuels) d'un incendie.

Sur la base d'études physiques de propagation d'incendie, une évaluation réaliste du scénario d'incendie est menée afin d'évaluer, pour chaque source de départ de feu (d'origine matérielle et humaine), le délai de défaillance de chaque cible pouvant être atteinte.

A l'issue de cette phase, chaque scénario d'incendie impliquant un volume de feu retenu lors de la phase 2 et engendrant un initiateur est modélisé de manière réaliste et les transitoires associés sont évalués afin d'estimer le risque de fusion du cœur à la suite d'un incendie. L'évaluation du risque induit par un incendie en Salle de Commande est également traitée à ce stade de l'étude.

L'analyse est complétée par des scénarios multi-volumes qui prennent en compte la probabilité de défaillance de la sectorisation (clapets et portes coupe-feu) entre deux volumes de feu adjacents du Bâtiment Electrique.

Le Risque de Fusion du Cœur (RFC) global associé à l'EPS incendie est alors la somme des RFC estimés de manière pénalisante pour les volumes de feu quantifiés en phase 2 et des RFC plus réalistes des volumes de

feu quantifiés en phase 3.

➢ **Etude de sensibilité et d'incertitude, synthèse des résultats (Phase 4)**

Cette ultime phase de l'EPS incendie consiste à :

- Identifier les incertitudes affectant les mesures de contributions au risque incendie;
- Évaluer et analyser l'impact de ces incertitudes sur les quantifications de contributions au risque.

❖ **Enseignements des études**

L'EPS Incendie met en évidence la contribution prépondérante du Bâtiment Electrique au risque de fusion du cœur à la suite d'un incendie, lorsque le réacteur est en puissance. En effet, dans certaines situations, un incendie dans le Bâtiment Electrique pourrait engendrer la perte de la voie électrique A et des alimentations électriques externes. Toutefois, la redondance des voies électriques et de leurs alimentations électriques internes (diesels), la protection de portions de câbles (PNPE1258 et PNPE1277) ainsi que la mise en œuvre des dispositions Noyau Dur mises en place dans le cadre du 4ème réexamen périodique du Palier permettent de réduire ce risque.

La famille de scénarios prépondérants mise en évidence par l'EPS incendie 900 correspond à un départ de feu agressant le contrôle-commande des Soupapes de Décharge du Pressuriseur (SDP) générant une ouverture intempestive des tandems de soupapes SEBIM. Une modification matérielle déployée dans le cadre du 4ème RP 900 permet de parer à ce risque d'ouverture intempestive des SDP suite à un incendie dans les états RRA non connecté (PNPE1216).

Par ailleurs, les volumes de feu sensibles du Bâtiment Electrique ont fait l'objet d'un courrier managérial à destination des directeurs des CNPE. Ce courrier demande d'apporter une attention particulière aux enjeux sûreté portés par ces locaux.

L'EPS incendie multivolume a mis en évidence l'importance de la sectorisation et de la détection incendie pour la gestion de l'incendie et la maitrise de sa propagation.

Le risque de fusion du cœur estimé pour cette agression est de l'ordre de quelques 10^{-6} / année.réacteur.

❖ **Réponse à la prescription [AGR-E-I]**

EDF exploitera les enseignements de l'EPS incendie en application de la prescription [AGR-E-I] (partie relative au risque de fusion du cœur) émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900 :

« *L'exploitant définit et met en œuvre des dispositions d'exploitation adaptées, qui intègrent des actions de maîtrise des charges calorifiques et de maîtrise des travaux pouvant occasionner un départ de feu, dans les locaux suivants : les locaux pour lesquels un incendie contribue significativement au risque de fusion du cœur […]* ».

2.2.2.2 EPS Explosion interne

EDF a réalisé une analyse probabiliste du risque Explosion Interne basée sur l'évaluation de la fréquence de formation d'une atmosphère explosive (ATEX) consécutivement à une fuite au niveau des singularités démontables présentes sur les circuits hydrogénés de l'installation. Cette analyse est complétée par une évaluation des conséquences de l'explosion sur l'installation.

❖ **Méthodologie**

La démarche mise en œuvre par EDF est innovante, compte tenu de l'absence d'analyse probabiliste d'Explosion Interne et de guide méthodologique détaillé à l'international.

L'analyse couvre l'ensemble des zones présentant un risque de formation d'atmosphère explosive suite à un dégagement d'hydrogène dont l'explosion peut avoir des conséquences sur la sûreté de l'installation.

Ces zones sont les suivantes :

- les locaux du BAN et BW abritant des circuits hydrogénés avec des singularités démontables (vannes, clapets, trous d'homme, instrumentation de mesure, etc.),
- les locaux abritant des procédés générateurs d'hydrogène (locaux batteries),
- la salle des machines.

La méthodologie développée permet d'évaluer en cohérence avec la chronologie de l'agression, la fréquence de formation d'une Atmosphère Explosive (ATEX) et sa probabilité d'ignition, puis d'en déduire grâce à l'analyse des conséquences sur l'installation le risque de fusion du cœur induit.

➢ **Evaluation de la fréquence de formation d'une atmosphère explosive (ATEX)**

Pour chaque local, l'évaluation de la fréquence de formation d'une ATEX repose sur l'identification des scénarios susceptibles de conduire à une concentration d'hydrogène supérieure à la Limite Inférieure d'Explosivité (prise égale à 4 % d'hydrogène) en considérant :

- les événements de type erreur humaine ou défaillance matérielle pouvant être à l'origine de la formation d'une ATEX,
- les moyens de mitigation prévus pour prévenir la formation de l'ATEX : ventilation, vannes d'isolement, clapets anti-retour, actions humaines.

➢ **Calcul de la probabilité d'ignition de cette ATEX**

Pour les situations où la durée de persistance de l'ATEX est limitée dans le temps, la probabilité d'ignition de l'ATEX est évaluée en valorisant des calculs de dispersion 3D du nuage d'hydrogène dans le local.

➢ **Analyse des conséquences de l'explosion sur les installations**

Cette étape s'appuie sur l'identification préalable des locaux potentiellement impactés par la surpression induite par l'explosion en faisant l'hypothèse simplifiée et très conservative que l'ensemble des matériels contenus dans ces locaux est perdu. Une analyse fonctionnelle permet ensuite de faire le lien entre les matériels supposés perdus et :

- les scénarios accidentels induits par ces pertes (appelés initiateurs induits),
- les systèmes de sauvegarde rendus indisponibles suite à l'explosion.

Enfin, les actions opérateurs post-accidentelles (actions en local par exemple) sont analysées et leur probabilité de défaillance est quantifiée de façon pénalisante au regard du contexte dégradé suite à l'explosion. Pour chaque local pouvant être le siège d'une ATEX, le risque de fusion du cœur conditionnel à l'explosion est alors déterminé en retenant, pour chaque état de la chaudière, le scénario induit par l'explosion menant à la fréquence de fusion du cœur la plus élevée.

➢ **Remontage global du Risque de Fusion du Cœur**

Le remontage global du risque pour l'ensemble des locaux de l'installation est évalué en faisant la somme de la

contribution au risque de fusion du cœur de tous les scénarios retenus pour chaque local. Il permet d'évaluer le Risque Total de Fusion du cœur induit par l'agression Explosion Interne.

➢ **Approche proportionnée aux enjeux**

Conformément à la demande réglementaire (article 1.1 de l'arrêté du 7 février 2012 modifié) une approche proportionnée aux risques a été mise en œuvre. Par conséquent, la déclinaison complète ou partielle de cette démarche est adaptée suivant les cas. Ainsi, pour la salle des machines, la probabilité d'explosion est directement évaluée à partir du retour d'expérience. Pour les locaux avec batteries, aucune probabilité d'ignition de l'ATEX n'est valorisée : tout scénario d'ATEX est de manière conservative associé à une explosion de manière certaine.

❖ **Enseignements des études**

Les résultats obtenus montrent que le risque lié à l'Explosion Interne est maîtrisé, le risque de fusion du cœur est de l'ordre de quelques 10^{-6} / année.réacteur.

A la lumière du risque porté par les locaux batteries situés dans le BL, il a été décidé de déployer une modification visant à éviter l'accumulation d'hydrogène dans les locaux batteries (PNPE1330). En particulier pour le local L311, il est prévu l'installation d'un Recombineur Autocatalytique Passif (RAP).

2.2.2.3 EPS Inondation interne

Dans le cadre du 4ème RP 900, EDF a réalisé une EPS Inondation Interne de niveau 1 en adéquation avec les pratiques internationales.

❖ **Méthodologie**

La démarche adoptée pour l'EPS Inondation Interne pour le Palier CPY est fondée sur les préconisations du guide EPRI 1019194 « *Guidelines for Performance of Internal Flooding Probabilistic Risk Assessment* » de décembre 2009. Cette méthodologie est cohérente avec la pratique internationale. Elle se décline en deux phases :

➢ **Evaluation Qualitative (Phase 1)**

Dans un premier temps, le CNPE du Tricastin est sélectionné comme site de référence représentatif du Palier CPY pour l'étude d'inondation interne. Plus particulièrement, la tranche 1 est celle retenue pour l'évaluation. Des Zones d'Inondation Interne (ZII) sont définies en fonction des interfaces présentes entre les locaux. Chaque Zone d'Inondation Interne est séparée de ses voisines par des barrières physiques limitant la propagation de l'eau. Au sein de ces zones sont recensées les différentes sources potentielles d'inondation, les matériels cibles, ainsi que les différents moyens de propagation de l'inondation hors de cette zone. Une inspection détaillée sur site est également réalisée pour compléter les informations précédemment collectées.

A l'issue de cette phase, une sélection qualitative des zones et des sources d'inondation interne est finalement réalisée, afin d'exclure du périmètre de l'étude les sources n'ayant aucun impact sur la sûreté de la tranche.

➢ **Evaluation Quantitative (Phase 2)**

Lors de cette phase, les scénarios d'inondation interne sont caractérisés en fonction de la zone agresseur, de la source et du débit d'inondation.

L'impact fonctionnel d'un scénario d'inondation sur la tranche étudiée est déterminé en identifiant les initiateurs potentiellement induits ainsi que les matériels rendus indisponibles par l'agression. Pour cela, des calculs de

bilan massique entre le débit entrant dans une zone et les débits d'évacuation vers les autres zones permettent d'établir la hauteur d'eau atteinte par l'inondation et donc les matériels impactés.

Les fréquences d'inondation sont ensuite calculées pour chaque scénario précédemment caractérisé en considérant, d'une part, l'occurrence de brèches et, d'autre part, les erreurs humaines pré-accidentelles (maintenance, erreurs de lignage) comme causes potentielles d'inondation interne.

La pénalisation de la conduite post-accidentelle est également prise en compte lorsque nécessaire. De plus, des actions humaines d'isolement de l'inondation peuvent être valorisées au cas par cas, lorsque cela est pertinent.

A l'issue de cette phase, chaque scénario d'inondation interne engendrant un initiateur est modélisé et les transitoires associés sont évalués afin d'estimer le risque de fusion du cœur à la suite d'une inondation interne.

❖ **Enseignements des études**

L'EPS Inondation Interne met en évidence la contribution prépondérante du Bâtiment Electrique au risque de fusion du cœur à la suite d'une inondation interne, lorsque le réacteur est en puissance. En effet, dans certaines situations, une inondation dans le Bâtiment Electrique pourrait engendrer la perte de la voie A électrique et des alimentations électriques externes. La redondance des voies électriques et de leurs alimentations électriques internes (diesels) ainsi que la mise en œuvre des dispositions « Noyau Dur » mises en place dans le cadre du 4ème réexamen de sûreté du Palier 900 MWe permettent de réduire significativement ce risque.

En outre, les enseignements des EPS inondation interne du Palier CPY ont mené à la mise en place de la modification « Protection inondation interne des locaux voie B au plancher 4 du Bâtiment Electrique – siphon de sol » (PNPE1279). Cette modification vise à prévenir une accumulation de l'eau dans les locaux de la voie B au plancher 4 du Bâtiment Electrique, lorsque l'inondation provient des locaux voie A. De plus, l'étanchéité des trémies de plancher des casemates ARE-VVP a été vérifiée pour une hauteur d'eau de 50 cm, et permet de prévenir toute propagation vers les locaux inférieurs, pour une inondation prenant source dans ces locaux.

La mise en œuvre de cette modification, ainsi que le déploiement des dispositions Noyau Dur dans le cadre du 4ème RP 900, permettent de réduire significativement le risque de fusion du cœur, qui est alors de l'ordre de 10^{-6} /année.réacteur.

2.2.2.4 EPS Inondation externe

L'EPS inondation externe est développée et appliquée pour la première fois sur le parc en exploitation en 4ème RP 900, et constitue donc une innovation technique dans le domaine des EPS sur le parc français.

❖ **Méthodologie**

L'EPS inondation externe du Palier CPY est réalisée pour chacune des tranches sensibles à l'agression sauf à justifier du caractère représentatif de certaines tranches, pour tous les bâtiments et tous les états de fonctionnement, combustible en cuve. La démarche générale d'analyse envisagée pour l'étude de la crue fluviale comporte 3 étapes :

- Etape 1 « *caractérisation de l'aléa* » - Les échantillons de mesure de débit pour chaque CNPE sont disponibles sur une durée de l'ordre de 100 ans. La représentativité des extrapolations statistiques à partir de ces jeux de données jusqu'à des valeurs de crue millénale est utilisée en considérant un intervalle de confiance à 70% pour prendre en compte les incertitudes. Au-delà de ces niveaux de retour, les incertitudes sont trop importantes pour s'assurer de la pertinence des débits extrapolés et donc pour construire un spectre continu d'aléa. C'est pourquoi cette analyse probabiliste vise à fixer les ordres de grandeur du risque associé à la crue, en définissant l'aléa à l'aide des fréquences associées aux niveaux de crue retenus pour le dimensionnement des protections du site.

- Etape 2 « *modélisation des séquences* » - Pour chacun des scénarios d'inondation identifiés, les pertes d'équipements sont analysées afin d'identifier les initiateurs du modèle événements internes susceptibles d'être générés par l'arrivée d'eau ainsi que les pertes potentielles des parades nécessaires pour maîtriser les conséquences de ces initiateurs. Les actions humaines de prévention (mise en œuvre des dispositions de protections prévues au titre des Règles Particulières de Conduite) sont prises en compte et la fiabilité humaine est quantifiée avec un facteur de réussite de l'ordre de 1, au regard de la prédictibilité de l'événement. Enfin, les actions opérateurs post-accidentelles (actions en local par exemple) sont également analysées et la probabilité de défaillance est quantifiée au regard des niveaux d'eau sur le site et des conséquences matérielles in situ.
- Etape 3 « *quantification du risque* » - L'ordre de grandeur du risque de fusion du cœur est ensuite quantifié.

❖ **Enseignements des études**

Les résultats de l'EPS inondation externe, et les éventuelles modifications qui en découlent, sont présentées dans la partie dédiée aux études spécifiques de tranche compte tenu de leur caractère site-dépendant.

2.2.2.5 EPS Séisme

Dans le cadre de la poursuite du fonctionnement après 40 ans, EDF s'est engagé à compléter l'approche « *historique* » de la démonstration de sûreté vis-à-vis du séisme par une analyse de robustesse en considérant notamment des niveaux de séisme allant significativement au-delà du niveau de dimensionnement. Cette évaluation complémentaire de robustesse au séisme est établie au moyen d'Etudes Probabilistes de Sûreté (EPS) au séisme, déployées de façon adaptée et progressive sur l'ensemble du Palier CPY.

❖ **Méthodologie**

Le programme d'évaluation du risque sismique du Palier CPY s'appuie sur une démarche graduée à l'échelle du Palier, qui tient compte de la conception standardisée, et qui permet d'adapter le niveau de détail de l'étude de chaque site à l'importance du risque.

- Sur les installations du Tricastin et Chinon des études EPS séisme complètes, conformes aux pratiques internationales sont réalisées (étude de type 1), ces sites étant considérés les plus éligibles à l'analyse probabiliste détaillée. Les développements et les enseignements de ces études sont utilisés pour orienter les évaluations de risque sismique sur les autres installations du Palier CPY.

  La démarche adoptée pour l'EPS séisme de type 1 comprend les principales étapes suivantes :

  a) L'étude d'aléa sismique : il s'agit, pour le site considéré, de déterminer les fréquences d'occurrence d'évènements sismiques en fonction d'un paramètre représentatif de leur intensité (typiquement, en fonction de l'accélération maximale au sol appelée PGA) ;

  b) L'analyse système et l'analyse fonctionnelle : il s'agit d'identifier et de modéliser les défaillances, susceptibles d'initier une séquence accidentelle suite à un séisme, et les Structures, Systèmes et Composants (SSC) participant à la mitigation de ces séquences. Cette analyse se traduit par :

  - l'établissement de la Seismic Equipment List (SEL), liste des SSC qui contribuent de façon non négligeable au risque,
  - une phase de sélection des initiateurs,
  - une phase d'analyse fonctionnelle des séquences accidentelles, conduisant au développement du modèle EPS Séisme.

c) L'établissement des courbes de fragilités des items de la SEL : il s'agit d'établir, pour chaque SSC présent dans la SEL, la courbe de fragilité qui fournit la probabilité conditionnelle de sa défaillance en fonction du niveau sismique au sol. Les courbes de fragilité sismique sont évaluées selon la pratique internationale. Cette étape s'appuie notamment sur une inspection sismique des items de la SEL et une évaluation probabiliste du chargement sismique appliqué aux SSC ;

d) La quantification du risque : il s'agit de combiner les résultats de l'étude d'aléa sismique, de l'analyse système et de l'analyse fonctionnelle, ainsi que des courbes de fragilités pour estimer les fréquences de fusion du cœur, de découvrement du combustible en piscine combustible et de rejets induits par un séisme.

- Sur les autres sites du Palier CPY dont la couverture du risque sismique par celui d'un autre site ne peut être démontrée a priori (existence de spécificités de site), des études EPS séisme sont également réalisées à partir des éléments des EPS séisme du site du Tricastin et de Chinon. Ces études EPS séisme (études de type 2) sont réalisées en cohérence avec les pratiques internationales et avec le même niveau de détail qu'une étude de type 1, mais leur mise en œuvre bénéficie du retour d'expérience et des développements réalisés pour les études EPS séisme de Chinon et Tricastin (type 1) du Palier CPY.

Pour les sites du Palier CPY pour lesquels un risque sismique faible est attendu compte tenu de leur sismicité, la réalisation d'une EPS séisme complète, avec une identification spécifique des principaux contributeurs au risque, n'est pas justifiée par rapport aux enjeux. Une étude simplifiée permettant d'évaluer une valeur représentative du risque sismique de l'installation (étude de type 3) est déduite des enseignements des autres EPS séisme du Palier CPY, afin de démontrer le caractère acceptable de ce risque.

❖ **Enseignements des études**

Les résultats de l'EPS séisme, et les éventuelles modifications qui en découlent, sont présentées dans la partie dédiée aux études spécifiques de tranche compte tenu de leur caractère site-dépendant.

2.2.2.6 Remontage global EPS

Dans le cadre du quatrième réexamen périodique du Palier 900 MWe, EDF s'est fixée comme objectif de faire tendre le risque de fusion du cœur toutes causes confondues, c'est-à-dire en incluant l'ensemble des initiateurs (initiateurs internes chaudière, initiateurs engendrés par des agressions internes comme externes), vers l'objectif des réacteurs nucléaires de troisième génération. A ce titre, EDF s'est fixé de viser un risque de fusion du cœur toutes causes confondues de quelques 10^{-5} / année.réacteur.

Les modifications engagées lors de ce réexamen et la mise en place d'un Noyau Dur pour prévenir et contrôler des situations « *Noyau Dur* », telles que prescrites dans les décisions ASN émises en 2014 suite à l'accident de Fukushima, permettent de répondre à cet objectif.

Les évaluations probabilistes réalisées permettent par ailleurs de valider la pertinence des modifications proposées dans le cadre du réexamen périodique (ex : fiabilisation des soupapes du pressuriseur, PNPE1216) et d'optimiser leur impact dans certains cas (conduite H3, fiabilisation des ventilations).

Au terme de ce travail, les évaluations probabilistes réalisées du Palier CPY aboutissent à une estimation du risque de fusion du cœur à l'issue du quatrième réexamen périodique de l'ordre de quelques 10^{-5} / année.réacteur. Les contributeurs principaux à ce remontage sont les incendies survenant dans le Bâtiment Electrique.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

❖ **Enseignements EPS Inondation externe**

Une analyse de transposabilité des résultats et enseignements de l'analyse probabiliste surcote de Gravelines a été menée sur Blayais. L'ordre de grandeur du risque calculé de fusion du cœur suite à une surcote sur une tranche représentative de Blayais est globalement le même que pour le site de Gravelines, soit 6,9.10^{-6} / années.réacteur. Concernant les scénarios identifiés à partir des niveaux de surcote retenus pour le dimensionnement des protections du site, l'analyse conclut que la grande majorité du risque calculé est portée par le scénario de dépassement du niveau Post-Fukushima qui correspond au dépassement des protections périphériques.

L'intégration des dispositions Post-Fukushima (réhausse de la protection périphérique et dispositions Noyau Dur) dans le cadre du 4ème RP 900 permet de rendre très peu probables les scénarios de fusion du cœur pour des niveaux inférieurs au niveau Post-Fukushima, du fait de la protection du Noyau Dur pour assurer les fonctions de sûreté de la tranche jusqu'à ces niveaux. L'étude confirme l'efficacité des consignes mises en place vis-à-vis des niveaux marins extrêmes (notamment la Règle Particulière de Conduite).

Une analyse probabiliste du risque associé à l'inondation induite par la rupture d'une tuyauterie du circuit d'eau de circulation CRF en salle des machines a par ailleurs été réalisée pour le site de Blayais. Le risque de propagation d'une inondation externe vers les bâtiments contenant des équipements nécessaires à l'atteinte et au maintien de à l'état sûr des tranches est résiduel, mettant en évidence l'efficacité des dispositions mises en place.

❖ **Enseignements EPS Séisme**

L'EPS séisme Blayais VD4 900 de type 3 est réalisée à partir des développements et enseignements d'une EPS séisme de type 1 ou 2 du palier prise comme référence, et transposés au site de Blayais, en prenant en compte les principales différences entre ces deux sites (aléa sismique, ouvrages ou matériels spécifiques de site…).

Cette étude a permis d'établir que le risque de fusion du cœur après application de la fenêtre de scrutation est de l'ordre de 1,5 10-7 / années.réacteur : pour le site de Blayais, le risque sismique calculé est faible, confirmant ainsi la robustesse du dimensionnement de l'installation en regard de la sismicité du site et le bien-fondé des renforcements des bâches à fioul (PNPE1238).

Bilan de l'état de la tranche

Les modifications :

- PNPE1277 tome A « Protection incendie de câbles du coffret d'alimentation de secours LNE »,
- PNPE1277 tome B « Protection incendie de câbles SFS dans les locaux électriques »,
- PNPE1277 tome C « Protection incendie de câbles commande fermeture vanne d'admission de la TP ASG »,
- PNPE1279 « Protection inondation interne des locaux voie B au plancher 4 du Bâtiment Electrique – siphon de sol »,
- PNPE1216 « Fiabilisation de la commande des soupapes SEBIM en cas d'incendie »,

sont en cours de déploiement sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4ème RP 900.

Les modifications :

- PNPE1277 tome D « Protection incendie de câbles - Admission TPS ASG avec installation d'une

commande en salle de commande »,

- PNPE1258 (hors tome J) « Mise en place du dispositif ASG-ND et ligne fixe de réalimentation de la piscine BK par SEG »,
- PNPE1238 « Augmentation de la tenue au séisme des bâches à fioul pour les séismes supérieurs au SMS par ajout de butées longitudinales »,
- PNPE1330 tome B « Prévention du risque d'explosion dans les locaux batteries : fiabilisation de l'alimentation électrique de la ventilation »,

seront déployées sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais dans le cadre de la phase B des modifications du 4ème RP 900.

La modification PNPE1330 tome A « Prévention du risque d'explosion dans les locaux batteries : ajout d'un recombineur autocatalyptique passif (RAP) » sera déployée dans le cadre d'une programmation spécifique avec une intégration sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais prévue au plus tard en 2024.

2.3 CONCLUSION

La réponse aux objectifs relatifs aux agressions repose sur deux volets complémentaires, le volet déterministe et le volet probabiliste.

Les études déterministes permettent de réévaluer les exigences de dimensionnement des installations pour tenir compte notamment de l'état de l'installation, du REX d'exploitation, de l'évolution des connaissances et des règles applicables aux installations similaires. EDF a également pris en compte les niveaux de référence WENRA (aggravant, délai opérateur) et a mis en place une veille climatique.

Cette approche a permis de définir les éventuelles dispositions pour se protéger contre les agressions consistant à minimiser les risques de mode commun sur les systèmes nécessaires au retour et au maintien à l'état sûr et à assurer l'acceptabilité des conséquences radiologiques de ces agressions.

EDF répond ainsi à l'occasion du 4ème RP 900 aux exigences de sûreté pour les études des agressions au niveau des standards européens les plus avancés pour les réacteurs existants.

Les études probabilistes de sûreté, incluant les agressions, ont permis de vérifier la robustesse des installations en estimant un risque de fusion du cœur de l'ordre de quelques 10^{-5} / année.réacteur.

Des études complémentaires seront réalisées en réponse aux prescriptions émises par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900.

SECTION 3 : PISCINE COMBUSTIBLE

3. PISCINE COMBUSTIBLE 178
3.1 OBJECTIF 178
3.2 REPONSE A L'OBJECTIF 179
3.3 CONCLUSION 189

3. PISCINE COMBUSTIBLE

Le thème « *sûreté de l'entreposage des assemblages de combustible en piscine du bâtiment combustible (piscine combustible)* » du 4ème RP 900 porte sur le risque de découvrement des assemblages en piscine combustible pour les situations de perte de refroidissement ou de perte d'inventaire en eau par vidange accidentelle.

L'amélioration de la sûreté de l'entreposage en piscine combustible a fait l'objet de plusieurs Groupes Permanents (notamment les Groupes Permanents Réacteur de novembre 2002 et avril 2005), qui ont donné lieu à l'examen de ce thème sur les Paliers 900 MWe et 1300 MWe à l'occasion des 3ème RP, et sur le Palier N4 à l'occasion du 1er RP.

Plusieurs modifications issues de l'examen de ce thème sont déjà intégrées sur les tranches du Palier CPY :

- arrêt automatique des pompes PTR et isolement automatique de la ligne d'aspiration PTR sur atteinte du niveau très bas en piscine combustible (PNXX1752 et PNPP1402),
- création d'une mesure analogique du niveau d'eau de la piscine combustible (PNXX1752),
- motorisation de la vanne du tube de transfert (PNPP1403),
- mise en place d'un second joint statique sur le batardeau de la piscine du bâtiment réacteur (PNPP1401),
- ajout d'une nouvelle chaîne de mesure de pression des accumulateurs RIS (PNPP1474),
- redimensionnement du casse-siphon de la ligne de refoulement PTR pour interrompre une vidange par siphonage initiée par une rupture guillotine de cette ligne (PNPP1289).

Par ailleurs, faisant suite à l'accident de Fukushima, des moyens matériels et organisationnels complémentaires mis en œuvre dans le cadre du programme Post-Fukushima d'EDF (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 7) permettent de renforcer la prévention du découvrement des assemblages de combustible. Les principales modifications sont les suivantes :

- installation d'un Diesel d'Ultime Secours (DUS) (PNPP1666) permettant de réalimenter les mesures de niveau Tout Ou Rien (TOR) de la piscine combustible,
- mise en place d'un appoint permettant de réalimenter en eau la piscine combustible par la Source d'eau de l'appoint Noyau Dur (PNPP1714/PNPE1289 et PNPE1258),
- renforcement des chaînes des mesures de niveau Tout ou Rien (TOR) de la piscine combustible (selon les sites PNPP1679 et PNPP1907), ajout d'une chaîne de mesure de niveau analogique de la piscine combustible (PNPP1824) et de mesures de niveau Tout ou Rien de la piscine du bâtiment réacteur (PNPE1128),
- mise en place d'un automatisme de fermeture des vannes situées sur les lignes de filtration de la piscine du bâtiment réacteur sur atteinte d'un niveau bas en piscine du bâtiment réacteur (PNPP1780),
- mise en place de commandes de secours permettant la mise en position sûre des Assemblages de Combustible En cours de Manutention (ACEM) en situation de perte totale des alimentations électriques (PNPP1549).

3.1 OBJECTIF

Dans le cadre du 4ème RP 900, EDF s'est fixé comme objectif de sûreté de rendre extrêmement improbable le découvrement des assemblages de combustible lors de vidanges accidentelles et de perte de refroidissement.

3.2 REPONSE A L'OBJECTIF

Partie générique Palier

❖ **Initiateurs intrinsèques à la piscine combustible**

Les études relatives à la sûreté de l'entreposage en piscine combustible ont été introduites postérieurement à la conception, elles font ainsi partie des études du Domaine Complémentaire.

Les études de perte de refroidissement ont permis de vérifier le non-découvrement des assemblages de combustible en piscine combustible pour l'ensemble des initiateurs retenus dans le cadre de la démonstration de sûreté.

La disposition complémentaire valorisée est la mise en service manuelle du système de protection incendie de l'îlot nucléaire (JPI) en configuration d'appoint à la piscine combustible. L'atteinte d'un état final stable après la mise en service manuelle d'un appoint à la piscine combustible est démontrée. Cet état stable est défini comme étant l'état dans lequel l'appoint permet de compenser l'évaporation.

Les études de vidanges accidentelles de la piscine combustible ont permis de vérifier le non découvrement des assemblages de combustible en piscine combustible, pour l'ensemble des initiateurs retenus dans le cadre de la démonstration de sûreté, grâce aux dispositions complémentaire suivantes :

- la fermeture de la vanne d'aspiration de la piscine combustible après atteinte du seuil « *niveau très bas* », ce qui permet l'arrêt de la vidange (PNPP1402) ;
- la mise en service manuelle du système de protection incendie de l'îlot nucléaire (JPI) en configuration d'appoint à la piscine combustible, ce qui permet la compensation de la baisse de niveau par évaporation.

Par ailleurs, à l'issue des revues de conformité des systèmes (cf. Volet I – Chapitre 1 – Section 4), EDF a introduit au Domaine Complémentaire les scénarios de vidanges de la piscine combustible initiées côté BR. Pour traiter ces scénarios, la modification consistant à renforcer la vanne du tube de transfert pour garantir la fermeture de cette vanne sous débit est mise en œuvre (PNRL1895).

L'état stable est défini comme étant l'état où la vidange est interrompue et dans lequel l'appoint permet de compenser l'évaporation.

❖ **EPS Evènements Internes Niveau 1 BK**

EDF a réalisé des études probabilistes de sûreté évènements internes de niveau 1 (EPS EI N1) pour évaluer les risques de découvrement des assemblages de combustible sous eau en piscine combustible (pour tous les états de tranche) liés :

- aux scénarios de perte de refroidissement de la piscine combustible,
- aux vidanges rapides de la piscine combustible.

La présente étude probabiliste des risques associés aux scénarios de vidange rapide de la piscine combustible intègre les suites du GPR du 21 avril 2005 centré sur la fiabilité du système PTR et les retombées de l'instruction du 3ème RP 1300. Elle est ainsi complétée par :

- l'exhaustivité des initiateurs étudiés dans le modèle EPS qui s'est accrue en termes de trajet et de moteur de vidange pour les scénarios inhérents à des erreurs de lignage,
- de nouveaux scénarios de ruptures de tuyauteries.

Pour les pertes de refroidissement de la piscine combustible, la probabilité de découvrement des assemblages

de combustible est inférieure à 10^{-8} / année.réacteur. Le dispositif essentiel concourant à ce résultat est l'appoint en eau déminéralisée (SED) puis en eau incendie (JPI).

L'étude probabiliste de vidanges accidentelles de la piscine combustible conduit à une probabilité de découvrement des assemblages de combustible de quelques 10^{-9} / année.réacteur. La modification matérielle permettant la fermeture automatique de la vanne d'aspiration du circuit PTR de la piscine combustible sur le signal « *niveau très bas* » piscine combustible (PNPP1402), participe de façon significative à la réduction du risque de découvrement des assemblages de combustible.

Ces études probabilistes permettent de vérifier, en complément d'une approche déterministe, que le risque de découvrement des assemblages de combustible vis-à-vis des vidanges accidentelles et des pertes de refroidissement de la piscine combustible est extrêmement improbable, grâce aux moyens de protection existants.

❖ **Résistance aux agressions**

➢ **Volet déterministe**

En complément aux études d'initiateurs intrinsèques au Bâtiment Combustible, les vérifications réalisées dans le cadre du 4ème RP 900 sur la thématique « *sûreté de l'entreposage du combustible usé en piscine combustible* » concernent les volets suivants :

- vérification de non découvrement des assemblages de combustible vis-à-vis des agressions des systèmes permettant l'évacuation de la puissance résiduelle et le maintien de l'inventaire en eau de la piscine combustible,
- prise en compte du retour d'expérience post-sismique international par l'intégration du REX Kashiwasaki-Kariwa (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 2 - § 2.2.1.5),
- prise en compte de la chute d'aéronefs de l'aviation générale sur le bâtiment combustible (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 2),
- réalisation d'un éclairage probabiliste sur les agressions, ce qui constitue le meilleur niveau des standards internationaux sur ce domaine.

EDF a vérifié, sur le Palier CPY, la robustesse des systèmes permettant l'évacuation de la puissance résiduelle et le maintien de l'inventaire en eau de la piscine combustible aux agressions incendie, inondation interne, défaillances de tuyauteries, explosion interne, séisme et chute de charge lourde.

Pour le cas de l'incendie, EDF retient de séparer par un écran thermique les pompes PTR (séparation physique des voies de refroidissement PTR – PNPP1949) afin de s'affranchir du risque de propagation d'un incendie d'une pompe PTR à l'autre, mais également d'un risque d'agression des câbles d'alimentation des deux voies. En dehors du local des pompes, les câbles d'alimentation des deux pompes circulent systématiquement dans des volumes de feu différents, permettant ainsi de s'affranchir d'une situation de risque de mode commun.

Pour les scénarios d'explosion conduisant à une perte du refroidissement PTR et de l'appoint JPI, l'appoint à la piscine BK par la Source d'eau de l'appoint Noyau Dur (PNPP1714/PNPE1289 et PNPE1258, cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 7) est valorisé afin d'éviter le découvrement des assemblages de combustible présents en piscine.

Afin de protéger les tuyauteries d'appoint Noyau Dur et de refroidissement par PTR bis de la piscine BK, ainsi que les tuyauteries de refroidissement normal par PTR, EDF met en œuvre un renforcement d'une trémie dans le BK pour assurer sa robustesse à une chute de charge (PNPE1443).

➢ **Volet probabiliste**

Dans le cadre du 4ème RP 900, EDF a étendu le périmètre des EPS BK au domaine des agressions internes et externes, à enjeu, et quantifiables par l'approche de type EPS. La démarche générale d'analyse est présentée au Volet I - Chapitre 2 - Section 2 - § 2.2.2 relatif aux études probabilistes de sûreté « *agressions* » liées à la chaudière.

L'éclairage probabiliste du risque associé au découvrement des assemblages de combustible permet de conforter la démonstration de robustesse de l'installation vis-à-vis des agressions :

- Incendie : le risque de découvrement des assemblages de combustible en piscine combustible est évalué à quelques 10^{-8} / année.réacteur en cas d'incendie.
- Inondation interne : les études menées concluent à un risque de découvrement des assemblages de combustible de quelques 10^{-10} / année.réacteur en valorisant les appoints classiques ou ultimes voire les appoints complémentaires.
- Explosion interne : l'analyse couvre l'ensemble des zones présentant un risque de formation d'atmosphère explosive suite à un dégagement d'hydrogène dont l'explosion peut avoir des conséquences sur la sûreté de l'installation et notamment dans le bâtiment combustible (BK). La fréquence de découvrement des assemblages de combustible est de l'ordre de 10^{-8} / année.réacteur.
- Inondation externe et séisme : les résultats de ces EPS, et les éventuelles modifications qui en découlent, sont présentées dans la partie dédiée aux études spécifiques de tranche compte tenu de leur caractère site-dépendant.

➢ **Etudes complémentaires**

Par ailleurs, EDF réalisera des études complémentaires en application des prescriptions émises par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900 :

[AGR-E-I] (partie relative à la piscine d'entreposage du combustible) :

« *L'exploitant définit et met en œuvre des dispositions d'exploitation adaptées, qui intègrent des actions de maîtrise des charges calorifiques et de maîtrise des travaux pouvant occasionner un départ de feu, dans les locaux suivants :*

- *les locaux pour lesquels un incendie contribue significativement au risque [...] de découvrement des assemblages dans la piscine d'entreposage du combustible ;*
- *les locaux dont la sectorisation est assurée par, au moins, une porte dont la position ouverte lors d'un incendie conduit […] à la perte des moyens redondants d'appoint en eau ou des moyens de refroidissement de la piscine d'entreposage du combustible. »*

[AGR-E-II] (partie relative à la piscine d'entreposage du combustible) :

« *L'exploitant identifie, indépendamment de leur fiabilité, les dispositions de protection contre l'incendie dont la défaillance conduit […] à la perte des moyens redondants d'appoint en eau ou des moyens de refroidissement de la piscine d'entreposage du combustible. Il met en œuvre des moyens permettant de réduire le risque de défaillance de ces dispositions et définit les exigences d'exploitation associées à ces moyens.* »

Enfin, pour le cas de l'explosion interne, des compléments d'études relatifs à la piscine du bâtiment combustible seront également menés au titre de la prescription [AGR-G-II] (voir Volet I – Chapitre 2 – Section 2 - § 2.2.1.2).

❖ **Evaluation du comportement du Palier CPY aux transitoires retenus pour l'EPR Flamanville 3**

EDF a évalué l'impact des initiateurs retenus pour la conception de l'EPR Flamanville 3, mais absents à la conception du Parc en exploitation, sur le comportement des piscines combustible du Palier CPY.

Pour l'ensemble des conditions de fonctionnement de l'EPR Flamanville 3, les objectifs de sûreté sont atteints

(non découvrement des assemblages de combustible entreposés ou manutentionnés) soit avec des règles de type *« Domaine de Dimensionnement »,* soit avec des règles du Domaine Complémentaire.

Les transitoires :

- de perte d'un train de refroidissement PTR ou d'une fonction support, dans les états hors RCD et APR,
- de perte totale des alimentations électriques externes,

respectent les critères avec les règles de type *« Domaine de Dimensionnement »* : ces transitoires conduisent à la perte de refroidissement de la piscine combustible par le système PTR, mais la cinétique est suffisamment lente (l'autonomie de la piscine est supérieure à 72 heures) pour permettre la valorisation de l'ensemble des moyens d'intervention fixes ou mobiles, classés ou non classés, actuellement disponibles ou déployés dans le cadre du 4ème RP 900. Pour le transitoire de perte totale des alimentations électriques externes en état RCD et APR, l'appoint en eau à la piscine combustible est réalisé par le JP de la tranche voisine.

En complément, pour les transitoires justifiés par une approche de type « *Domaine Complémentaire* », EDF a analysé si d'éventuelles dispositions matérielles ou opératoires pouvaient être mises en œuvre pour respecter les critères de sûreté en appliquant des règles d'études de type « *Domaine de Dimensionnement* ».

Pour le transitoire de perte d'un train de refroidissement PTR ou d'une fonction support en état RCD et APR, avec le tube de transfert isolé, une disposition consiste à faire évoluer les pratiques d'exploitation, en modifiant les prescriptions des Spécifications Techniques d'Exploitation (matériels dont la disponibilité est requise) applicables en état RCD et APR avec le tube de transfert isolé, et leur valorisation dans la conduite. La valorisation d'un second appoint en eau par SEG alimenté par le DUS sera réalisée.

Par ailleurs, pour le transitoire de rupture guillotine isolable sur la ligne d'aspiration du circuit PTR, EDF met en œuvre une modification matérielle (PNPE1344) visant à automatiser l'isolement de la vanne PTR 301 VB, vanne installée dans le cadre de la modification PTR bis, de manière à assurer une redondance avec l'isolement automatique de la vanne PTR 001 VB existante.

En application de la prescription [PISC-B-I], émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900, EDF intègrera, dans un chapitre dédié du rapport de sûreté, les règles d'études associées à la démonstration de sûreté de la piscine d'entreposage du combustible ainsi que les situations d'incident ou d'accident retenues. Ce chapitre inclura les situations suivantes :

- les situations de perte de refroidissement partielle ou totale de l'eau de la piscine d'entreposage du combustible,
- les situations de rupture de tuyauterie sur un tronçon isolable connecté à la piscine d'entreposage du combustible.

À l'échéance de cette prescription, EDF mettra en œuvre les modifications nécessaires (PNPE1344 et l'appoint en eau Noyau Dur à la piscine d'entreposage du combustible (voir paragraphe « *Evolutions du design des piscines combustible : appoint Noyau Dur et disposition PTR bis* »).

En complément, en application de la prescription [PISC-B-II] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900, EDF a défini un calendrier pour la réalisation des études des situations affectant la piscine du bâtiment du combustible, pouvant être induites par la défaillance, en cas de séisme, d'un équipement non classé sismique, en retenant les règles mentionnées dans la prescription [PISC-B-I]. À l'issue de ces études, EDF définira les éventuelles modifications à mettre en œuvre au regard des enjeux pour la sûreté et le calendrier associé.

❖ **Etudes des situations accidentelles en état d'Arrêt Pour Rechargement (APR)**

Dans le cadre de l'instruction GP bilan RP4 900, en application de la prescription [PISC-B-II], EDF a défini un

calendrier pour la réalisation des études des situations de perte de refroidissement ou de vidange de la piscine du bâtiment du réacteur lorsque les deux piscines sont en communication via le tube de transfert, y compris lorsqu'un assemblage de combustible se trouve dans le tube de transfert, en retenant les règles mentionnées dans la prescription [PISC-B-I]. À l'issue de ces études, EDF définira les éventuelles modifications à mettre en œuvre au regard des enjeux pour la sûreté et le calendrier associé.

❖ **Evolutions du design des piscines combustible : appoint Noyau Dur et disposition PTR bis**

EDF met également en œuvre des dispositions matérielles qui augmentent ultérieurement la sûreté des piscines BK :

- L'appoint Noyau Dur à la piscine d'entreposage du combustible (PNPP1714/PNPE1289 et PNPE1258, cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 7) qui permet de disposer d'un moyen supplémentaire pour l'appoint en eau à la piscine BK :
    - Dans sa configuration post-Fukushima phase « *moyens pérennes* », le déploiement est porté par la modification PNPP1714/PNPE1289 : cette modification comporte la réalisation des liaisons Voirie Réseau Distribution (VRD) électriques jusqu'au DUS et VRD eau jusqu'à un ouvrage de piquage rapide. La liaison entre l'ouvrage de piquage rapide et la piscine d'entreposage du combustible s'effectue par des moyens locaux de crise.
    - Dans sa configuration « Noyau Dur », le déploiement est porté par la modification PNPE1258 (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 7) : la source d'eau ultime est raccordée par des moyens fixes jusqu'aux utilisateurs par des liaisons VRD Noyau Dur Eau.

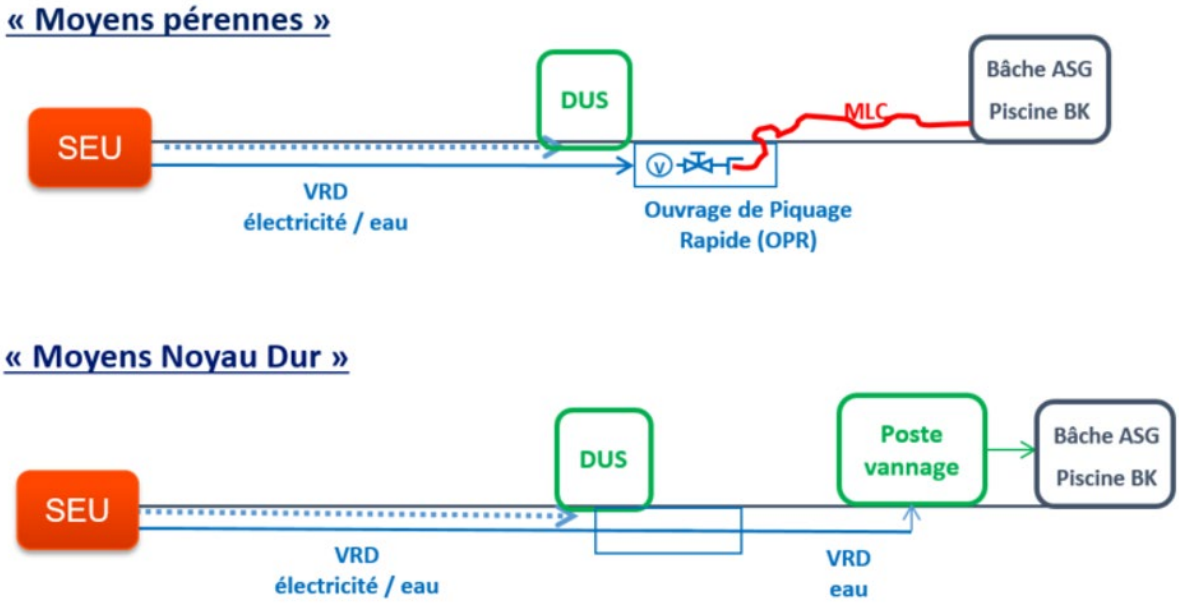


Schéma de principe de la disposition d'appoint Noyau Dur à la piscine d'entreposage du combustible

- Au-delà de l'objectif de sûreté de non découvrement des assemblages de combustible, EDF met en place un moyen supplémentaire et diversifié dit « PTR bis » (PNPP1907) pour améliorer la gestion des situations de perte de refroidissement de la piscine combustible.

En fonctionnement normal, le refroidissement de la piscine combustible est assuré par le système PTR. La conduite accidentelle des situations de perte de refroidissement de la piscine combustible consiste à évacuer la

puissance résiduelle des assemblages de combustible présents en piscine combustible par vaporisation de l'eau de la piscine. Les assemblages de combustible sont maintenus sous eau au moyen d'un appoint manuel à la piscine combustible assuré par le système de protection incendie de l'îlot nucléaire JPI, valorisé en tant que disposition complémentaire dans la démonstration de sûreté.

Le retour au refroidissement de la piscine combustible est réalisé par la remise en service d'une file de refroidissement PTR. La démonstration du bon fonctionnement et de la capacité du circuit PTR à démarrer avec une piscine en ébullition a été apportée dans le cadre du 3ème RP 900.

L'ajout du dispositif « PTR bis » permet de disposer, en supplément des deux voies de refroidissement PTR, d'un moyen de résilience pour le retour au refroidissement de la piscine combustible, s'appuyant sur une source froide diversifiée. Ce type de disposition permet de rapprocher le design des réacteurs du Palier CPY de celui des réacteurs de type EPR de Flamanville 3.

Ce circuit de refroidissement supplémentaire s'appuie principalement sur des matériels mobiles qui sont acheminés sur site, lignés et mis en service par la Force d'Action Rapide du Nucléaire (FARN).

Ces matériels sont connectés à la piscine combustible par des tuyauteries installées en fixe et débouchant en façade de BK. L'ajout d'une vanne motorisée à l'aspiration et d'un clapet au refoulement du circuit de refroidissement PTR permet de renforcer la robustesse du maintien de l'inventaire en eau vis-à-vis de la prévention du risque de vidange accidentelle.

L'ensemble des matériels mobiles et de la logistique associée sont conçus de manière à simplifier le transport, le déploiement sur site, et permettre une mise en service rapide du système.

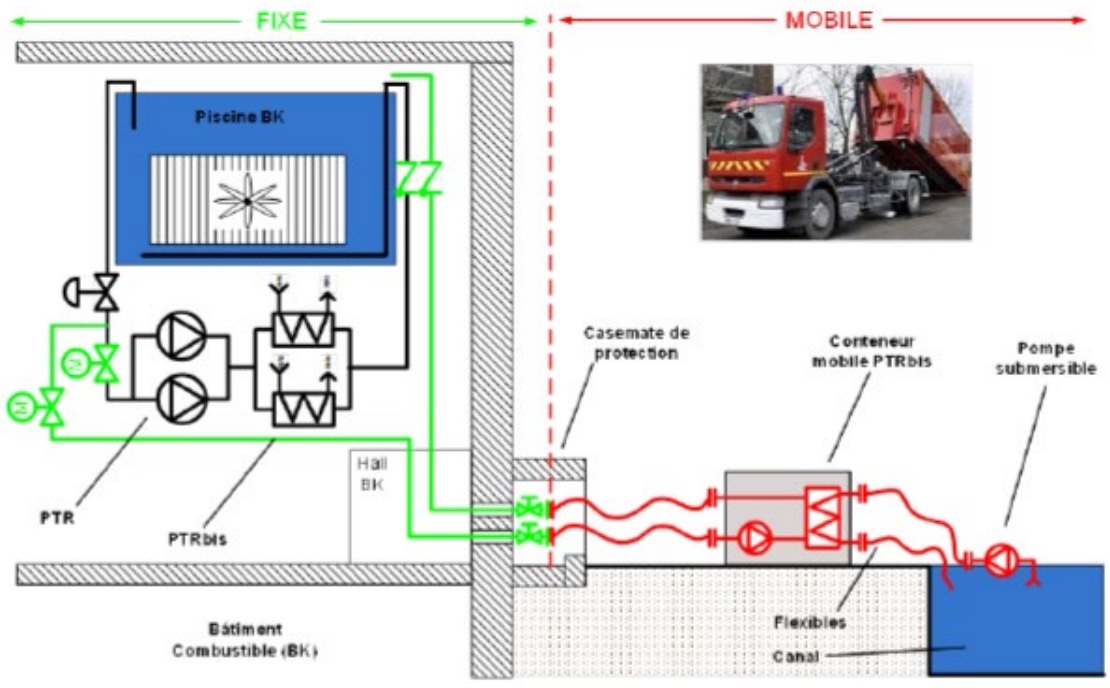


Schéma de principe du circuit de refroidissement mobile de la piscine combustible (PTR bis)

Les équipes FARN mettent en œuvre le dispositif PTR bis en 24h à compter de leur déclenchement, dans les situations de perte de refroidissement de la piscine combustible suivantes :

- perte de PTR résultant d'une perte totale de la source froide de tranche,
- perte de PTR résultant d'une perte totale des alimentations électriques de tranche,

- perte intrinsèque du système PTR.

En complément, en application de la prescription [PISC-C] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900, EDF vérifiera qu'en cas de situation d'agression, d'incident ou d'accident, un état sûr qui se caractérise par une absence d'ébullition de la piscine d'entreposage du combustible peut être atteint et maintenu. EDF identifiera les situations pour lesquelles un tel état ne peut être atteint avec les moyens valorisés dans la démonstration de sûreté. EDF définira et mettra en œuvre les dispositions nécessaires pour améliorer la prévention de ces situations et prévoit les dispositions de gestion post-accidentelle pour atteindre à terme cet état sûr sans ébullition.

Le dispositif PTR bis peut également être utilisé pour la gestion long terme (≈ t0 + 15 jours) des situations Noyau Dur (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 7) au cours desquelles l'accessibilité du site est supposée difficile suite à des conditions extrêmes ayant affecté l'ensemble des tranches d'un même site. Il permet ainsi de restaurer un refroidissement :

- de la piscine combustible et de la piscine du bâtiment réacteur dans les états APR avec les piscines en communication,
- de la piscine combustible dans les états hors APR.

Enfin, le dispositif PTR bis permet, par l'arrêt de l'ébullition de la piscine, de retrouver une ambiance dans le BK compatible avec le bon fonctionnement des matériels nécessaires à la gestion des situations Noyau Dur situés dans le BK (disposition EAS-ND notamment, cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 7).

Le déploiement du dispositif PTR bis et de l'appoint Noyau Dur en eau à la piscine combustible (PNPP1714/PNPE1289) ainsi que leur suivi en exploitation répond à la prescription [PISC-A-I] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900.

En complément, en application de la prescription [PISC-A-II], les parties fixes de ces dispositions seront des éléments importants pour la protection des intérêts pour lesquels EDF identifiera les exigences définies associées.

Enfin, le déploiement de ces dispositions pour répondre aux situations « Noyau Dur » est encadré par la prescription [PISC-A-III], cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 7.

❖ **Surveillance en exploitation des composants qui garantissent l'intégrité des piscines BR et combustible**

La surveillance en exploitation des composants qui garantissent l'intégrité des piscines combustible et BR contribue à la prévention des vidanges accidentelles des piscines : tuyauteries PTR, casse-siphon, peau métallique, batardeaux et organes de robinetterie PTR.

Les modalités de surveillance et de maintenance des matériels qui contribuent à garantir l'intégrité des piscines reposent, pour chaque élément contribuant à la fonction « *intégrité des piscines* », sur la vérification :

- des exigences de conception,
- des études, bilans, doctrines et programmes de maintenance des matériels,
- des affaires parc,
- de l'analyse du retour d'expérience parc.

En complément, EDF a engagé, dans le cadre d'une affaire parc, un programme visant à renforcer la surveillance et la stratégie de maintenance relatives à la peau métallique des piscines du bâtiment réacteur (BR) et d'entreposage du combustible (BK), à travers de nouveaux examens adaptés à la recherche d'éventuels défauts d'étanchéité et de corrosion sous contraintes, ainsi que des moyens de réparation en alternative à la pose de

patch soudé. Cette affaire parc est également en cohérence avec les actions prises par EDF suite à l'instruction par avis type C « *Sûreté des piscines* ».

Par ailleurs, EDF reconduit, lors des 4èmes RP 900, les différentes investigations du tube de transfert qui avaient été mis en œuvre lors des 3èmes RP 1300 :

- vérification du réglage des appuis de la vanne du tube de transfert,
- vérification du réglage des vis d'appui du tube de transfert,
- mesure de l'excentrement du tube de transfert dans son fourreau côté BK,
- examen des soudures du point fixe du tube de transfert,
- examen des soudures longitudinales et circonférentielles du tube de transfert.

Les résultats de ces contrôles sont présentés dans le paragraphe « Bilan de l'état de la tranche ».

De plus, un examen télévisuel interne du tube de transfert sur toute sa longueur est réalisé au titre du Programme d'Investigations Complémentaires (PIC) sur 4 tranches CPY et 2 tranches CP0 entre 2019 et 2021 (l'extension aux autres tranches sera décidée en fonction des constats observés). Les résultats de ces examens sont intégrés dans le RCR des tranches concernées (cf. Volet I – Chapitre 1 – Section 2).

❖ **Inventaire radioactif en BK et nouvelles modalités d'entreposage**

EDF pilote dans le cadre d'un projet les actions visant à limiter à une valeur aussi basse que raisonnablement possible le nombre d'assemblages de combustible en cours de désactivation dans chaque bâtiment combustible des réacteurs en exploitation.

Dans ce cadre, depuis 2015, EDF a renforcé le programme pluriannuel d'évacuation d'assemblages de combustible usés vers La Hague et met en œuvre lorsque cela est nécessaire des leviers de sécurisation pour en assurer la réalisation.

Pour les assemblages qui ne sont pas transportables, EDF met en place les dispositions nécessaires pour être en mesure de les évacuer en toute sûreté (caractérisation des particularités de ces assemblages, réparation, instruction spécifique et extension d'agrément si nécessaire).

En outre, EDF étudie la création de capacités supplémentaires d'entreposage qui renforceront la robustesse du cycle combustible.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

- *Inondation externe :*

Le risque associé au découvrement des assemblages de combustible en piscine est résiduel au regard des délais disponibles permettant la valorisation des appoints classiques ou ultimes voire d'appoints complémentaires pour des niveaux au-delà du Noyau Dur. Ce risque est de l'ordre de 7,7 10-9 / année.réacteur pour le CNPE du Blayais.

- *Séisme :*

Le risque de découvrement du combustible en piscine de désactivation après application de la fenêtre de scrutation est inférieur à 10-9/ années.réacteur, confirmant ainsi la robustesse du dimensionnement de l'installation en regard de la sismicité du site.

Bilan de l'état de la tranche

Les examens du tube de transfert de la tranche n°1 du CNPE du Blayais ont été réalisés conformément à l'attendu et leur bilan sera réalisé avant la divergence de la tranche n°1.

Pour la tranche n°1 du CNPE du Blayais, aucun examen télévisuel interne à 100% du tube de transfert n'est demandé au titre du Programme d'Investigations Complémentaires (cf. Volet I - Chapitre 1 - Section 2).

Les modifications :

- PNXX1752 « Mesure de niveau analogique piscine BK »,
- PNPP1289 « Redimensionnement du casse-siphon situé sur la ligne de refoulement du système de refroidissement de la piscine combustible »,
- PNPP1401 « Doublement du joint statique batardeau piscine BR »,
- PNPP1402 « Fermeture automatique vanne PTR 001 VB sur NTB piscine désactivation »,
- PNPP1403 « Fermeture motorisée vanne PTR 728 VB »,
- PNPP1474 « Mesure de pression accumulateurs RIS Gamme large »,
- PNPP1549 « Mise en position sûre d'un assemblage de combustible »,
- PNPP1679 « Renforcement sismique des mesures de niveau TOR de la piscine combustible »,
- PNPP1780 « Automatisation de vannes de vidange piscine BR »,
- PNRL1895 « Modification de la commande de la vanne du tube de transfert pour fermeture sous débit »,

ont été intégralement réalisées sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais. Les impacts documentaires de ces modifications ont été pris en compte.

La modification PNPP1666 « Diesel d'ultime secours » a été intégralement réalisée sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais. Les impacts documentaires de cette modification sont en cours de déclinaison, et seront achevés lors de sa 4ème visite décennale.

La modification PNPP1907 hors tome N « Création d'un système de refroidissement mobile diversifié PTRbis » est en cours de déploiement sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4ème RP 900.

Les modifications :

- PNPE1128 « Mesures de niveau « Tout ou Rien » en piscine réacteur »,
- PNPE1258 (hors tome J) « Mise en place du dispositif ASG-ND et ligne fixe de réalimentation de la piscine BK par SEG »,
- PNPP1824 « Ajout d'une chaîne de mesure de niveau analogique de la piscine combustible BK »,
- PNPP1949 « Installation d'un écran de protection contre l'incendie entre les pompes PTR pour la séparation physique des deux voies PTR »,

seront déployées sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais dans le cadre de la phase B des modifications du 4ème RP 900.

La modification PNPP1907 tome N « Résorption de la problématique d'injection de bulles en piscine BK » sera déployée dans le cadre d'une programmation spécifique avec une intégration sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais au plus tard en phase B du 4ème RP 900.

La modification PNPP1714 « Appoint Ultime en Eau » sera réalisée dans le cadre d'une programmation spécifique sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais au plus tard en 2023. Dans l'attente du déploiement de cette modification, la modification PNPE1348 « Source d'eau provisoire de l'appoint Noyau Dur » a été intégralement réalisée. Cette dernière permet de répondre à la prescription [PISC-A-I] dans l'attente du déploiement de la modification PNPP1714.

La modification PNPE1344 « Redondance de l'isolement automatique de la ligne d'aspiration PTR » sera déployée dans le cadre d'une programmation spécifique avec une intégration sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais prévue au plus tard en décembre 2027.

La modification PNPE1443 « Renforcement d'une trémie dans le BK » sera déployée dans le cadre d'une programmation spécifique avec une intégration sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais prévue au plus tard en 2025.

3.3 CONCLUSION

Dans le cadre du 4ème RP 900, EDF conforte le niveau de sûreté pour les situations accidentelles du bâtiment combustible sur les volets suivants :

- prévention du risque de vidange accidentelle de la piscine combustible, par la mise en place de moyens redondants de mitigation : vannes motorisées à l'aspiration et clapets au refoulement du circuit de refroidissement PTR,
- prévention du risque de découvrement des assemblages de combustible par ébullition, par l'ajout d'un dispositif pare-flamme permettant d'écarter le risque de propagation d'un incendie d'une pompe PTR à l'autre,
- prévention du risque de découvrement des assemblages par l'ajout d'un moyen diversifié supplémentaire d'appoint en eau à la piscine (faisant partie du Noyau Dur).

Les études déterministes ont permis de montrer que les critères d'acceptabilité sont respectés pour l'ensemble des initiateurs retenus dans le cadre de la démonstration de sûreté en considérant les dispositions existantes.

Les analyses menées ont permis par ailleurs de s'assurer de la robustesse de l'installation aux agressions et que l'évacuation de la puissance résiduelle et le maintien de l'inventaire en eau de la piscine combustible n'étaient pas remis en cause en cas d'agression interne.

En complément, l'évaluation du comportement des piscines combustible du Palier CPY vis-à-vis des conditions de fonctionnement retenues dans le référentiel de dimensionnement de l'EPR de Flamanville 3 a été effectuée. Les moyens de protection actuels ou prévus dans le cadre du 4ème RP 900 permettent aux réacteurs du Palier CPY de répondre aux enjeux de sûreté liés à la prise en compte des conditions de fonctionnement du référentiel déterministe de conception du réacteur EPR de Flamanville 3.

La mise en place d'un moyen de refroidissement mobile (PTR bis) permet de diversifier la source froide et de renforcer le volet restauration du refroidissement de la piscine combustible en situation d'ébullition. Ce moyen fait partie du Noyau Dur. Ce type de disposition permet de rapprocher le design des réacteurs du Palier CPY de celui des réacteurs de type EPR de Flamanville 3.

Les études probabilistes montrent que le risque de découvrement des assemblages de combustible lors de vidanges accidentelles et de perte de refroidissement de la piscine combustible, est extrêmement improbable, de l'ordre de quelques 10^{-8} / année.réacteur, vis-à-vis des évènements internes. Vis-à-vis des agressions, les EPS réalisées constituent un premier exercice sur le parc en exploitation, elles permettent d'apporter un éclairage complémentaire aux études déterministes et confirment l'intérêt des dispositions mises en œuvre dans le cadre du 4ème RP 900.

SECTION 4 : ACCIDENTS AVEC FUSION DU COEUR

4 ACCIDENTS AVEC FUSION DU CŒUR 192

4.1 OBJECTIFS 193

4.2 REPONSE AUX OBJECTIFS 193

4.2.1 DEMARCHE GENERALE APPLICABLE AUX SITUATIONS D'ACCIDENTS AVEC FUSION DU CŒUR 193

4.2.2 DISPOSITIONS MISES EN ŒUVRE VIS-A-VIS DES SITUATIONS AVEC RISQUE DE FUSION DU CŒUR 194

4.2.3 REDUCTION DES CONSEQUENCES RADIOLOGIQUES 202

4.2.4 EPS RELATIVES AUX SITUATIONS AVEC FUSION DU CŒUR (EPS N2) 203

4.3 CONCLUSION 209

4 ACCIDENTS AVEC FUSION DU CŒUR

Dans le cadre de la démonstration de sûreté de ses installations nucléaires de base, EDF applique le principe de défense en profondeur qui consiste à prendre en compte des défaillances techniques, matérielles, humaines ou organisationnelles et à s'en prémunir par la mise en place de lignes de défense successives, indépendantes et complémentaires.

Ainsi, des séquences accidentelles sont étudiées en postulant un cumul de défaillances menant généralement à la perte de la fonction de refroidissement du cœur et à terme à la fusion du combustible suite à la perte d'inventaire en eau du circuit primaire.

On peut distinguer quatre phases principales dans l'évolution de l'accident avec fusion du cœur si celui-ci ne peut pas être maitrisé :

- 1ère phase : vidange du circuit primaire,
- 2ème phase : dénoyage et dégradation initiale du cœur,
- 3ème phase : dégradation avancée du cœur,
- 4ème phase : rupture de la cuve et phase hors cuve.

Un accident avec fusion du cœur peut entraîner à court ou à plus long terme des rejets dans l'environnement si le confinement ne peut pas être maintenu dans la durée.

La prise en compte des situations d'accidents avec fusion du cœur a fait l'objet d'études approfondies à l'occasion des précédents réexamens périodiques des différents Paliers en intégrant le REX évènementiel international (Tchernobyl, Three Mile Island). A ce titre, des améliorations significatives ont été apportées par rapport à la conception initiale des installations, reposant sur des évolutions matérielles et documentaires.

Ainsi, sur le Palier CPY, les dispositions matérielles suivantes ont déjà été mises en œuvre :

- le dispositif de décompression-filtration de l'enceinte qui permet de préserver l'enceinte en cas de pressurisation accidentelle lente de celle-ci (dispositif U5),
- les recombineurs autocatalytiques passifs d'hydrogène (RAP) qui permettent d'éviter l'accumulation d'hydrogène dans l'enceinte et de réduire le risque de perte du confinement par combustion d'hydrogène,
- la fiabilisation de l'ouverture des lignes de décharge du pressuriseur afin de réduire les risques associés aux situations de fusion du cœur en pression et les phénomènes de Direct Containment Heating (DCH),
- le renforcement des boulons du Tampon d'Accès Matériel (TAM) ce qui permet d'augmenter la tenue ultime en pression de l'enceinte,
- l'amélioration de l'étanchéité des systèmes RIS et EAS (retarage des soupapes de protection RIS),
- une instrumentation permettant la conduite de l'installation et l'amélioration du suivi de l'accident : mesure de la pression enceinte gamme large, détection du percement éventuel de la cuve, et mesure de la température des recombineurs d'hydrogène.

Une documentation de conduite spécifique pour la gestion des situations d'accident avec fusion du cœur a aussi été élaborée.

4.1 OBJECTIFS

Dans le cadre du 4ème RP 900, les objectifs d'EDF vis-à-vis des situations d'accidents avec fusion du cœur sont :

- Rendre le risque de rejets précoces et importants extrêmement improbable ;
- Eviter les effets durables dans l'environnement.

EDF a notamment pour ambition d'améliorer la sûreté pour les situations d'accidents avec fusion du cœur au regard des objectifs de sûreté EPR de Flamanville 3, dont les dispositions de mitigation prises à la conception permettent d'avoir recours en cas d'accident avec fusion du cœur à des mesures de protection des populations très limitées dans l'espace et dans le temps. Les travaux d'EDF ont porté sur les volets suivants :

- L'évacuation de la puissance résiduelle sans ouverture du dispositif de décompression-filtration de l'enceinte ;
- La stabilisation du corium sur le radier du BR.

Les scénarios d'accidents avec fusion du cœur menant à des rejets potentiellement significatifs sont classés en cinq catégories :

- endommagement du combustible dans le BR avec perte précoce du confinement,
- percement du radier,
- perte tardive du confinement par défaillance de l'enceinte,
- maitrise du confinement avec ouverture du dispositif de décompression-filtration de l'enceinte,
- maitrise du confinement sans ouverture du dispositif de décompression-filtration de l'enceinte.

Dans le cadre du 4ème RP 900, l'effort est porté sur les scénarios des quatre premières catégories, la cinquième étant une situation où le confinement demeure maitrisé et intègre, il n'y a pas de rejets précoces ou importants.

Les scénarios font l'objet d'études déterministes de conséquences radiologiques, complétées par des évaluations probabilistes.

4.2 REPONSE AUX OBJECTIFS

4.2.1 Démarche générale applicable aux situations d'accidents avec fusion du cœur

Partie générique Palier

L'analyse des risques relatifs aux séquences d'accidents avec fusion du cœur s'appuie sur des études de scénarios avec des codes de calcul adaptés. Ces codes s'appuient sur des modèles physiques développés et validés sur la base d'expériences représentatives et sont maintenus au niveau de l'état de l'art international.

La conception des dispositions nécessaires en accidents avec fusion du cœur est déterministe, mais peut utiliser des bases probabilistes pour la sélection des scénarios retenus comme base de conception, afin d'être cohérent avec le risque contre lequel on souhaite se prémunir.

Ce dimensionnement repose également sur des hypothèses raisonnablement enveloppes, ayant recours autant que de besoin à des études de sensibilité pour détecter l'éventuelle existence d' « *effet falaise* ».

Les équipements identifiés comme nécessaires en accident avec fusion du cœur contribuent soit directement au confinement des produits de fission soit directement à la gestion de l'accident avec fusion du cœur. Ils constituent la ligne de défense pour la mitigation de l'accident avec fusion du cœur. A ces dispositions matérielles sont affectées des exigences (requis fonctionnel, chargement et durée de mission) de façon à garantir leur

performance et leur disponibilité en conditions d'accident avec fusion du cœur.

Ces équipements peuvent être soit installés au titre de modifications matérielles, soit valorisés parmi les matériels existants.

Pour les matériels existants identifiés comme nécessaires en accident avec fusion du cœur, une vérification de leur tenue aux conditions d'accident avec fusion du cœur est réalisée. Les matériels existants dont la démonstration de tenue à ces conditions ne peut pas être apportée sont remplacés par des matériels qualifiés, dans le cadre des affaires PNRL1896, PNPE1264 et PNPE1347. Pour les matériels nouveaux, nécessaires pour la mitigation des situations d'accidents avec fusion du cœur, ces conditions de fonctionnement sont prises en compte à la conception.

Suite à l'ensemble des vérifications menées dans le cadre du 4ème RP 900 sur le Palier CPY, les ambiances générées dans les locaux où des actions seraient requises pour la gestion des situations d'accident avec fusion du cœur ne remettent pas en cause la capacité des intervenants à réaliser les actions requises dans ces locaux pendant la durée nécessaire.

En complément, en application de la prescription [FOH-B] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900, EDF vérifiera la capacité effective des agents de terrain à accéder aux locaux et à y réaliser les actions de conduite requises dans la démonstration de sûreté nucléaire en cas d'accident avec fusion du cœur (par exemple, accessibilité des organes de contrôle et de commande, capacité de réalisation des actions en cas de port d'équipements de protection individuels, disponibilité de l'outillage, délai nécessaire aux accès). EDF définira les éventuelles modifications à mettre en œuvre et le calendrier associé.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

Certains robinets ou joints de robinets situés sur des tuyauteries auxiliaires du dispositif EAS-ND sont remplacés dans le cadre de l'affaire TCDI0170 pour assurer leur tenue aux conditions d'accident avec fusion du cœur.

Bilan de l'état de la tranche

La modification TCDI0170 « Remplacement de robinets ou de joints de robinets sur bras morts EAS ND » sera déployée dans le cadre d'une programmation spécifique avec une intégration sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais prévue au plus tard en phase B du 4ème RP 900.

La modification PNPE1264 « Remplacement d'un câble du système ETY » est en cours de déploiement sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4ème RP 900.

Les modifications :

- PNRL1896 « Remplacement des joints d'un clapet du système et stockage et distribution d'azote (RAZ) »
- PNPE1347 « Remplacement de certains servomoteurs électriques et coffrets des systèmes EAS et PTR »

seront déployées sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais dans le cadre de la phase B des modifications du 4ème RP 900.

4.2.2 Dispositions mises en œuvre vis-à-vis des situations avec risque de fusion du cœur

Partie générique Palier

Un accident avec fusion du cœur peut entraîner à court terme ou à plus long terme des rejets dans l'environnement si l'intégrité du confinement ne peut pas être maintenue dans la durée. Les différents risques associés aux situations d'accidents avec fusion du cœur sont analysés.

En fonction des risques, des dispositions sont mises en œuvre pour, soit réduire leur probabilité d'occurrence, soit en retarder et en atténuer les conséquences.

❖ **Dispositions vis-à-vis du risque de pressurisation lente de l'enceinte**

Sans évacuation de la puissance hors de l'enceinte, la vaporisation de l'eau sur le corium et la production de gaz incondensables pendant l'interaction corium béton conduisent à la pressurisation lente de l'enceinte. La pression dans l'enceinte peut atteindre la pression de dimensionnement des enceintes de confinement et nécessiter l'ouverture du dispositif de décompression-filtration de l'enceinte, conduisant à des rejets radiologiques dans l'environnement.

Dans le cadre du 4ème RP 900, la mise en œuvre de la disposition EAS-ND (PNPP1811) permet d'assurer les deux fonctions suivantes :

- le noyage et le refroidissement du corium en cuve ou hors cuve,
- l'évacuation de la puissance résiduelle hors de l'enceinte.

Son fonctionnement repose d'une part sur une pompe EAS-ND, pouvant fonctionner en injection directe depuis la bâche PTR ou en recirculation depuis les puisards BR, et, d'autre part, sur un échangeur EAS-ND assurant le refroidissement de l'eau réinjectée et lui-même refroidi par la Source Froide Noyau Dur (SF-ND). La Source Froide Noyau Dur est constituée d'un dispositif de pompage mobile acheminé et déployé par la FARN, ainsi que d'aménagements de génie civil pour certains sites (PNPP1972 et PNRL1844). Les dispositions EAS-ND et SF-ND répondent à la prescription [AG-B-I]. La disposition EAS-ND contribue à la réponse à la prescription [AG-D-I].

La disposition EAS-ND est dimensionnée de manière à éviter les situations avec fusion du cœur menant à l'ouverture du dispositif de décompression-filtration de l'enceinte de confinement. Elle contribue également à la diminution des conséquences radiologiques des situations avec confinement maîtrisé.

Pour limiter encore le risque de montée en pression de l'enceinte de confinement, en application de la prescription [AG-B-II-1], EDF définira, au plus tard le 31 décembre 2022, les moyens permettant d'injecter à court terme dans le bâtiment du réacteur un volume d'eau borée complémentaire à celui contenu dans la bâche du système de traitement et de refroidissement de l'eau des piscines (PTR) afin d'assurer l'évacuation de la puissance résiduelle de l'enceinte de confinement lors d'un accident avec fusion du combustible. Dans le même délai, EDF justifiera la faisabilité de l'injection de ce volume d'eau borée complémentaire, compte tenu des exigences associées aux moyens retenus et aux capacités d'eau borée disponibles. EDF mettra en œuvre les éventuelles modifications nécessaires selon les échéances définies par la prescription [AG-B-II-2].

Par ailleurs, le secours électrique de la mesure de pression enceinte gamme large par le DUS permet de s'assurer du non dépassement de la pression d'épreuve de l'enceinte, y compris en cas de perte totale des alimentations électriques.

En effet, le DUS (PNPP1666) est une source électrique additionnelle de secours introduite suite à l'accident de Fukushima (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 7) afin de renforcer les ressources électriques des réacteurs d'EDF. Le DUS permet notamment de réalimenter les matériels du Noyau Dur nécessaires en situations d'accident avec fusion du cœur, y compris en cas de perte totale des alimentations électriques sur le site.

Au titre des enseignements de l'accident de Fukushima, un premier renforcement du dispositif de décompression-filtration de l'enceinte est réalisé afin d'assurer sa tenue au séisme de niveau SMHV

(PNPP1870). En application de la prescription [AG-C-II], un renforcement supplémentaire du dispositif de décompression-filtration de l'enceinte est réalisé afin d'assurer sa tenue au séisme de niveau SMS (PNPE1377).

❖ **Dispositions vis-à-vis du risque de perte du confinement par érosion et/ou percement du radier**

En situation d'accident avec fusion du cœur, la fusion du cœur peut entraîner la formation d'un bain de corium pouvant à terme percer la cuve puis conduire à l'érosion du radier et donc remettre en cause le confinement.

Dans l'objectif de limiter le risque de perte du confinement en situation d'accident avec fusion du cœur par érosion du radier, un dispositif reposant sur la stabilisation du corium sous eau après étalement à sec est mis en œuvre (PNPP1976) : l'étalement du corium après percement de la cuve s'effectue dans le puits de cuve et dans le local RIC. Cette solution, dans son principe, est semblable à celle mise en œuvre sur les réacteurs de type EPR (core-catcher), elle intègre les programmes de R&D sur l'interaction corium béton et permet de préserver le radier structurel de l'enceinte. Cette disposition répond à la prescription [AG-A-I].

Les études visent à démontrer la préservation du radier structurel de l'enceinte. Ceci permet de maintenir une épaisseur significative de béton conservant l'essentiel de ses caractéristiques mécaniques. En application de la prescription [AG-A-II], EDF :

- transmettra, au plus tard le 31 décembre 2022, à l'Autorité de sûreté nucléaire un avant-projet détaillé permettant l'épaississement du radier des bâtiments du réacteur dont le béton est très siliceux à partir de 2025. Cet avant-projet comportera une étude d'optimisation de la radioprotection des intervenants ;
- transmettra, au plus tard le 30 juin 2023, à l'Autorité de sûreté nucléaire les conclusions de son programme d'études du comportement des radiers en situation d'accident avec fusion du cœur fondé sur des essais. À la même date, EDF prendra position sur la nécessité d'épaissir le radier des bâtiments du réacteur dont le béton est très siliceux ;
- épaissira les radiers le nécessitant.

En complément, et en application de la prescription [AG-A-III], EDF renforce les voiles entre le local d'instrumentation interne du cœur (RIC) et la zone des puisards du fond de l'enceinte de confinement du bâtiment du réacteur pour prévenir tout risque induit par leur percement par le corium (TCDI19067).

L'étalement à sec du corium est garanti par l'étanchéification préalable du puits de cuve et du local RIC adjacent. A ce titre, les RGE sont modifiées en phase B afin de valoriser les moyens de détection d'eau dans le puits de cuve et le local RIC en fonctionnement normal. Le renoyage du corium par le dessus est ensuite réalisé par gravité à partir de l'eau présente dans les puisards et dans le fond du BR, ceux-ci ayant été préalablement remplis par les circuits RIS, EAS ou par la ligne de débit nul de la pompe de la disposition EAS-ND, ou, de manière active, par l'injection d'eau en cuve après l'étalement du corium dans le cas où les puisards du BR n'auraient pas été remplis.

Le renoyage gravitaire du corium est assuré par des carottages redondants dans les voiles des locaux puits de cuve et local RIC, obturés par un dispositif de vannes (ou trappes) passives assurant l'étanchéité entre l'eau accumulée en fond de BR et la zone d'étalement. Ceci garantit un étalement à sec du corium. L'effacement du dispositif d'obturation est provoqué, après étalement du corium, par la rupture de câbles fusibles.

Le refroidissement du corium et l'évacuation de la puissance résiduelle hors de l'enceinte sur le long terme sont assurés par les dispositions EAS-ND et SF-ND.

La mesure de détection de percement de la cuve (PNXX1746, thermocouple situé dans le puits de cuve) permet d'assurer si nécessaire une injection d'eau sur le corium via la cuve au moment le plus efficace qui correspond au renoyage après étalement à sec du corium. Cette mesure est secourue par le DUS dans le cadre de l'affaire PNPE1387.

En complément, suite à l'instruction dans le cadre du Groupe Permanent d'experts pour les Réacteurs (GPR) sur les accidents avec fusion du cœur tenu les 27 et 28 mars 2019 :

- EDF met en œuvre une instrumentation spécifique permettant de détecter l'étalement du corium sur la surface totale du local RIC (PNPE1387), ainsi que la prise en compte de cette information au niveau de la stratégie de conduite AG.
- EDF met en œuvre une disposition supplémentaire permettant un appoint d'eau dans le fond de l'enceinte par des moyens mobiles pendant une durée suffisante pour limiter l'érosion du radier, en cas de défaillance de l'EAS-ND à moyen – long terme (PNPE1362). Cette disposition répond à la prescription [AG-B-III]. La gestion de cet appoint sera assurée grâce à une mesure de niveau d'eau dans le fond du BR (PNPE1386).

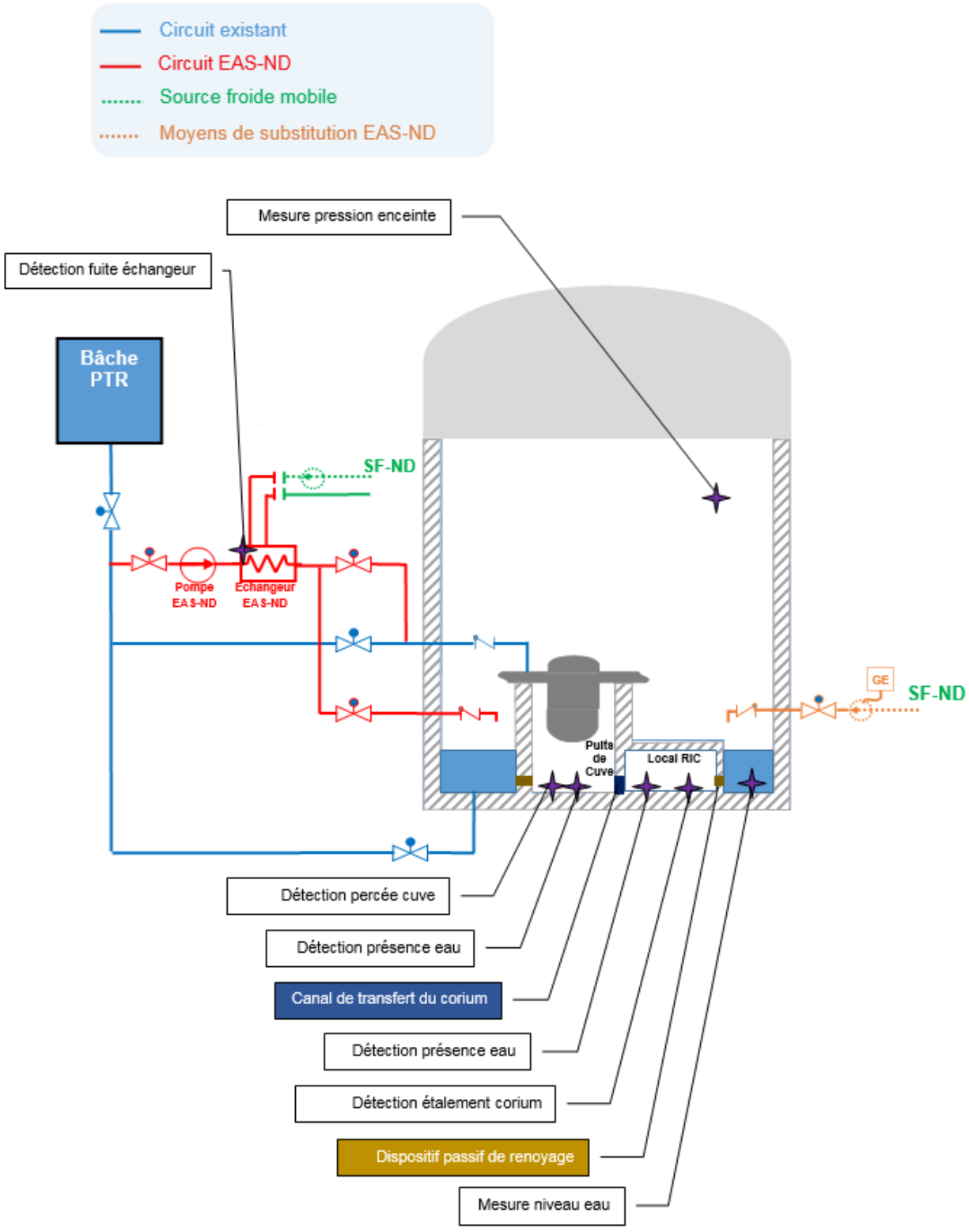


Schéma de principe des dispositions EAS-ND et stabilisation du corium

❖ **Dispositions vis-à-vis des fonctions et matériels participant au confinement**

Les traversées de l'enceinte, dont les vannes d'isolement soumises à des ordres d'isolement automatique, sont fermées avant l'entrée en accident avec fusion du cœur. Pour les traversées enceinte dont l'isolement est réalisé par un organe motorisé, le secours électrique par le DUS de ces organes (PNPE1073 et PNPE1068) permet de garantir leur opérabilité, y compris en situation de perte totale des alimentations électriques. Le DUS assure également le secours électrique d'une file de ventilation et de filtration de l'air de la salle de commande (via la modification PNPE1068), afin de permettre le maintien de ces fonctions en cas d'accident avec fusion du cœur résultant d'une situation (H3).

Vis-à-vis de l'amélioration de la tenue aux accidents avec fusion du cœur de certains matériels participant au confinement, EDF effectue le remplacement des hublots des sas du BR (« Renforcement des hublots du sas BR » PNPP1631).

❖ **Fonctionnement en recirculation de la disposition EAS-ND**

La gestion à long terme des situations d'accident avec fusion du cœur repose sur le fonctionnement en recirculation de la disposition EAS-ND pour maintenir le corium noyé et évacuer la puissance résiduelle hors du BR. Les exigences de conception de la disposition EAS-ND sont adaptées à la situation envisagée et permettent de garantir un niveau élevé de fiabilité des matériels pour un maintien en fonctionnement de la disposition visé d'un an. Vis-à-vis du fonctionnement long terme en recirculation en situation d'accident avec fusion du cœur et pour limiter les conséquences éventuelles d'une fuite sur le circuit EAS-ND, EDF met en place un dispositif pour gérer une fuite susceptible d'apparaitre sur le circuit EAS-ND (PNPP1541), à l'extérieur de l'enceinte de confinement. Ce dispositif consiste à collecter dans le BK les fuites des organes les plus sensibles du système EAS-ND sur la totalité de sa durée de mission afin d'en limiter les conséquences vis-à-vis des rejets vers l'environnement. En complément, EDF met en œuvre une disposition de réinjection dans le BR des effluents présents dans les puisards du BK (PNPE1362). Ces dispositions de collecte et de réinjection répondent aux prescriptions [AG-B-IV] et [AG-D-I].

De plus, au titre de la gestion des situations d'urgence, EDF met en œuvre un dispositif de détection des fuites internes éventuelles de l'échangeur EAS-ND pour surveiller l'absence de contamination de la source froide. Cette mesure sera réalisée sur la base d'un dispositif mobile déployé par la FARN.

❖ **Dispositions vis-à-vis du risque de perte du confinement par échauffement direct de l'enceinte**

L'ouverture et le maintien ouvert des soupapes du pressuriseur sont requis en situation d'accident avec fusion du cœur pour assurer la dépressurisation du circuit primaire et ainsi se prémunir des conséquences éventuelles d'une fusion du cœur en pression. En effet, si le circuit primaire est en pression lors du percement de la cuve, une fraction du corium peut être dispersée dans l'enceinte induisant une augmentation de température et de pression importante dans l'enceinte de confinement.

Vis-à-vis de ce risque, EDF a mis en œuvre, dans le cadre du 3ème RP 900, une modification visant à fiabiliser la commande des soupapes du pressuriseur (PNXX1721) de façon à garantir l'ouverture et le maintien ouvert de ces soupapes même en cas de perte d'alimentation électrique.

Dans le cadre du 4ème RP 900, EDF renforce les installations en changeant les têtes de soupapes du pressuriseur de façon à augmenter leur capacité de décharge en eau à basse pression primaire (PNPP1595). Cette modification consiste à augmenter la section de décharge à basse pression en ouverture commandée.

Enfin, le secours électrique des soupapes du pressuriseur par le DUS permet de garantir leur ouverture dans les situations d'accident avec fusion du cœur consécutives à une perte totale des alimentations électriques (H3).

❖ **Dispositions vis-à-vis du risque de perte du confinement par explosion vapeur hors cuve**

En cas de percement de la cuve, la disposition de stabilisation du corium hors cuve repose sur une stratégie d'étalement à sec du corium suivie d'un renoyage passif par l'eau des puisards. Celle-ci conduit à prévoir des dispositions matérielles (PNPP1976) visant à empêcher l'arrivée d'eau dans la zone d'étalement avant la percement de la cuve. Ces dispositions permettent d'éviter les situations de déversement du corium dans un puits de cuve préalablement noyé, ce qui exclut tout risque d'explosion vapeur hors cuve dans ces situations.

❖ **Dispositions vis-à-vis du risque de retour en criticité du corium**

Dans certaines configurations géométriques du corium lors d'un refroidissement par injection d'eau non borée, un retour en criticité pourrait se produire, occasionnant une augmentation de la puissance à évacuer. Afin d'éviter ce risque, les procédures de conduite définissent de manière conservative les modalités d'utilisation d'eau non borée pendant les phases court, moyen et long terme d'un accident avec fusion du cœur.

❖ **Gestion des eaux contaminées**

La limitation du risque de dissémination de substances radioactives liquides en dehors du site repose sur trois lignes de défense :

- Le système EAS-ND, dont les exigences de conception et de fabrication garantissent un faible niveau de fuite hors de l'enceinte de confinement, constitue une première ligne de défense ;
- La collecte des fuites des organes les plus sensibles du système EAS-ND (PNPP1541), et la réinjection dans le BR des effluents présents dans les puisards du BK (PNPE1362) constitue une seconde ligne de défense ;
- Une troisième ligne de défense au titre de la gestion de crise est conçue pour permettre le respect de valeurs repères de qualité des eaux destinées à la consommation humaine en phase court terme et long terme de l'accident avec fusion du cœur :
    - En application de la prescription [AG-D-II], EDF disposera des moyens nécessaires pour réduire la contamination de l'eau présente dans le bâtiment du réacteur après un accident ayant conduit à la fusion du cœur et s'assure de leur caractère opérationnel sur site (PNPE1362 et TCDI200135) ;
    - En application de la prescription [AG-D-III], au plus tard en février 2023, afin de limiter l'ampleur et la durée de la contamination des eaux dans le milieu en cas de fuite d'eau contaminée en dehors des bâtiments après un accident ayant conduit à la fusion du cœur, EDF étudiera les moyens de limiter la dissémination de substances radioactives, par le sol et les eaux souterraines, en dehors du site. EDF définira les éventuelles dispositions à mettre en œuvre au regard des enjeux pour la sûreté et le calendrier associé.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

La tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Les modifications :

- PNXX1746 « Détection de corium et de fonctionnement recombineur H^2 par température élevée »,

- PNXX1721 « Fiabilisation de la commande des soupapes du pressuriseur »,

ont été intégralement réalisées sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais. Les impacts documentaires de ces modifications ont été pris en compte.

Les modifications :

- PNPP1666 « Diesel d'ultime secours »,
- PNPP1870 « Renforcement de la tenue du dispositif d'éventage de l'enceinte U5 au séisme de niveau SMHV »,

ont été intégralement réalisées sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais. Les impacts documentaires de ces modifications sont en cours de déclinaison, et seront achevés lors de sa 4ème visite décennale.

Les modifications :

- PNPP1811 « Mise en place d'un système EAS-ND d'injection d'eau au primaire et d'évacuation de la puissance résiduelle »,
- PNPP1976 « Mise en place d'un dispositif d'étalement à sec et de stabilisation du corium sous eau »,
- PNPE1073 « Contrôle-Commande Noyau Dur Existant »,
- PNPE1068 tome A « Distribution électrique Noyau Dur »,
- PNPP1631 « Renforcement des hublots SAS BR »,
- PNPP1541 hors tome G « Gestion des effluents en AG »,
- PNPP1595 « Remplacement des têtes de soupape SEBIM »,
- PNRL1844 « Aménagement spécifique de site pour la source froide ultime : rampes d'accès à la source froide »,

sont en cours de déploiement sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4ème RP 900.

Le complément tome G sur EAS014VB de la modification PNPP1541 « Mise en place d'un système de collecte des effluents en Accident avec fusion du cœur (dont EAS014VB) » sera déployée dans le cadre d'une programmation spécifique avec une intégration sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais prévue au plus tard en phase B du 4ème RP 900.

Les modifications :

- PNPE1387 « Mise en place détection étalement corium dans le local RIC (instrumentation cœur) et Secours électrique par le DUS (Diesel Ultime Secours) du thermocouple de détection étalement corium local RIC »,
- PNPE1068 tome C « Remplacement du coffret LLJ001CR »,

seront déployées sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais dans le cadre de la phase B des modifications du 4ème RP 900.

La modification PNRL1976 « Modification d'exploitation - changement de valeur de seuils de niveau puisard BK pour la collecte des fuites EAS014VB » sera déployée dans le cadre d'une programmation spécifique avec une intégration sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais prévue au plus tard en 2023.

La modification PNPE1377 « Renforcement de la tenue du dispositif de compression – filtration de l'enceinte U5 au séisme de niveau SMS » sera déployée dans le cadre d'une programmation spécifique avec une intégration sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais prévue au plus tard en décembre 2027.

Les modifications :

- TCDI19067 « Renforcement des voiles entre le local d'instrumentation interne du cœur (RIC) et la zone des puisards du fond de l'enceinte de confinement du bâtiment du réacteur »,
- PNPE1386 « Mise en place d'un niveau de mesure puisard dans le bâtiment réacteur »,
- PNPE1362 « Mise en œuvre de lignes fixes d'injection et d'aspiration au Bâtiment Réacteur et dispositif mobile de substitution à l'EAS-ND, réinjection des effluents du bâtiment combustible vers le bâtiment réacteur »,
- TCDI200135 « Décontamination des effluents du BR »,

seront déployées sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais dans le cadre de la phase "Compléments" des modifications du 4ème RP 900.

4.2.3 Réduction des Conséquences Radiologiques

Partie générique Palier

❖ **Démarche**

En situation d'accident avec fusion du cœur, la priorité est le maintien du confinement afin de limiter les rejets dans l'environnement. Les scénarios sans perte incontrôlée du confinement font l'objet de calculs de conséquences radiologiques.

Les conséquences radiologiques des accidents avec fusion du cœur sont évaluées à partir d'un terme source de référence. Ce terme source de référence est un terme source de découplage, enveloppe des rejets dans l'environnement pour ces situations. Les hypothèses principales sont rappelées dans les paragraphes qui suivent.

Les hypothèses physiques retenues sont les mêmes entre la situation avant et après le 4ème RP 900 afin de pouvoir évaluer l'impact des dispositions retenues.

La cinétique de relâchement des radionucléides dans l'enceinte se déroule en trois phases distinctes : la phase de relâchement en cuve, la phase de relâchement par interaction corium-béton (ICB) et la phase de rejet tardif en cuve. A chacune de ces phases sont associés des taux de relâchement en fonction du produit de fission considéré. Le maintien d'un pH basique dans les puisards de l'enceinte de confinement permet de rendre négligeable les relâchements d'iodes volatils radioactifs. Suite à l'instruction dans le cadre du Groupe Permanent d'experts pour les Réacteurs (GPR) sur les accidents avec fusion du cœur tenu les 27 et 28 mars 2019 et en application de la prescription [CR-B] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900, EDF met en œuvre une disposition consistant à installer au fond des puisards des composés alcalins solubles dans l'eau (PNPE1410).

L'évaluation des activités relâchées vers l'atmosphère et des conséquences radiologiques associées est réalisée :

- à l'état pré-RP4 900 en considérant une mise en service du dispositif de décompression-filtration de l'enceinte, 24 heures après l'entrée en accident avec fusion du cœur. De façon pénalisante pour les calculs des conséquences radiologiques, le préfiltre métallique du dispositif de décompression-filtration de l'enceinte n'est pas valorisé.
- à l'état RP4 900 sans ouverture du dispositif de décompression-filtration de l'enceinte. La mise en œuvre

de la disposition EAS-ND (PNPP1811) avec un échangeur disposant d'une source froide indépendante (SF-ND) permet d'éviter l'ouverture du dispositif de décompression-filtration de l'enceinte.

❖ **Evaluations des doses à la population**

Les doses à la population sont calculées à partir des activités rejetées vers l'atmosphère. Les doses sont calculées pour une population localisée sous le vent de la tranche accidentée. La dose efficace par irradiation et inhalation dans le panache et la dose équivalente à la thyroïde par inhalation sont évaluées à partir de la dispersion de l'activité rejetée dans l'atmosphère et des facteurs de conversion en dose. La comparaison des doses à la population associées à l'état pré-RP4 900 et à l'état RP4 900 permet d'évaluer les gains apportés par les modifications mises en œuvre pour le 4ème RP 900.

Les doses à la population obtenues avec la mise en œuvre de la disposition EAS-ND montrent qu'il n'y a pas de nécessité à imposer des contre-mesures au-delà de 5 km pour l'évacuation et de 10 km pour la prise d'iode stable.

La comparaison avec l'état sans la mise en œuvre de la disposition EAS-ND montre que cette modification permet de limiter de façon importante les conséquences radiologiques d'un accident avec fusion du cœur.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

La tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNPP1811 « Mise en place d'un système EAS-ND d'injection d'eau au primaire et d'évacuation de la puissance résiduelle » est en cours de déploiement sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4ème RP 900.

La modification PNPE1410 « Mise en place de paniers de tétraborate de soude dans les puisards du bâtiment réacteur » sera déployée dans le cadre d'une programmation spécifique avec une intégration sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais prévue au plus tard en décembre 2027.

4.2.4 EPS relatives aux situations avec fusion du cœur (EPS N2)

Partie générique Palier

Dans le cadre du 4ème RP 900, EDF a mis en œuvre un ensemble d'études EPS dites de Niveau 2, intégrant les retombées d'instruction des EPS de Niveau 2 développées dans le cadre des 3èmes RP des Paliers 900 MWe puis 1300 MWe.

Ces études ont pour objectif d'évaluer le risque de rejets et de positionner le niveau de sûreté de l'installation. De plus, EDF s'est fixé un objectif de réduction de la fréquence des scénarios menant notamment à des rejets précoces et importants ou au percement du radier.

L'EPS de Niveau 2 est développée à partir du modèle EPS de Niveau 1. La méthodologie utilisée est reconduite du 3ème RP 1300, dont les données d'entrée sont rappelées ci-dessous :

- Evaluation de la tenue ultime de l'enceinte : l'étude du comportement de l'enceinte de confinement au-delà des conditions de dimensionnement est une étape importante dans le développement d'une EPS de niveau 2. Les études mécaniques de structure réalisées pour l'EPS de niveau 2 permettent de caractériser les différents modes de ruine de l'enceinte de confinement possibles afin d'établir une distribution probabiliste de la tenue ultime de l'enceinte (courbe de fragilité).

- Phénoménologie « *Accident avec fusion du cœur* » : compte tenu de son objectif d'évaluation du risque de rejets sous le double aspect fréquence / amplitude, l'EPS de niveau 2 modélise les différents modes possibles de perte de confinement. Parmi eux, l'occurrence des phénomènes physiques susceptibles de survenir en situation d'accident avec fusion du cœur joue un rôle important. Les études phénoménologiques sont alimentées par des données issues de l'état de l'art international identifiées dans les études déterministes, ainsi que par des résultats obtenus avec des codes de calcul dédiés.
- Facteur Humain : à l'exception de quelques actions prescrites en Conduite Incidentelle - Accidentelle, les missions modélisées sont principalement issues de la conduite en accident avec fusion du cœur. L'évaluation probabiliste du facteur humain est réalisée à l'aide d'une méthode de quantification permettant de tenir compte des spécificités des différents systèmes de conduite rencontrés en situation de crise (équipe de conduite, puis équipe locale de crise, et enfin équipe de crise nationale) et des délais disponibles pour réaliser l'action.
- Fiabilité des systèmes valorisés pour limiter les conséquences de l'accident avec fusion du cœur.

Chaque séquence fonctionnelle aboutit à une conséquence appelée « *catégorie de rejets* ». Ces catégories de rejets permettent de regrouper les scénarios accidentels qui sont considérés d'un niveau comparable sur le plan des rejets :

- rejets « *voie air* » :
    - R1 : rejets précoces et importants ; il s'agit de l'ensemble des séquences avec rupture franche ou bipasse de l'enceinte avant 24 h (mode β), rupture enceinte induite par des phénomènes d'accident avec fusion du cœur (dont les RTGV induites), dilutions hétérogènes avec transitoire de criticité prompte, fusions avec bipasse. Cette catégorie regroupe également les rejets en cas de découvrement d'un ou plusieurs assemblages de combustible dans le BK, qui est le critère de découplage retenu par EDF vis-à-vis du risque de rejets massifs pour le BK,
    - R2 : rejets tardifs non filtrés ; Il s'agit des séquences avec rupture de l'enceinte après 24 h suite à sa pressurisation lente (échec de l'ouverture ou défaillance du dispositif de décompression-filtration de l'enceinte),
    - R3 : rejets tardifs filtrés ; Il s'agit des séquences avec mise en œuvre du dispositif de décompression-filtration de l'enceinte,
    - R4 : rejets limités avec confinement intègre,
    - RD : rejets de type dimensionnement (rejets d'importance et de cinétique cohérentes avec des accidents de dimensionnement ou des accidents du Domaine Complémentaire).

  Il s'agit de rejets par voie aérienne via la partie courante de l'enceinte.
- rejets « *voie eau* » :
    - RP : radier percé ; il s'agit de l'ensemble des séquences avec relocalisation du cœur en cuve menant au percement de la cuve puis à celui du radier à terme,
    - RI : radier intègre ; il s'agit de l'ensemble des séquences sans percement du radier.

Pour répondre aux objectifs, une attention particulière est portée aux rejets R1 et RP.

Les suites de l'instruction du 3ème RP 1300 sont prises en compte et intégrées conformément aux actions prises par EDF. Les évolutions méthodologiques notables par rapport au 3ème RP du Palier 1300 MWe portent sur les thèmes suivants :

- combustion H2 (ou CO) : consolidation par des études de sensibilité sur le risque de combustion dans

l'enceinte de confinement, y compris lors de la phase cœur fondu hors cuve,

- risque de RTGV induite et Rupture Branche Chaude induite : amélioration de la méthodologie utilisée dans l'EPS 3ème RP 1300,
- soulèvement de la cuve : le risque de bipasse du confinement au niveau des traversées de l'enceinte suite à un éventuel soulèvement de la cuve a été pris en compte en cohérence avec les études de l'EPR de Flamanville 3,
- Interaction Corium-Béton (ICB) : évolution de la modélisation suite aux derniers essais,
- rejets des accidents de dimensionnement : un regroupement de catégories de rejet est introduit afin de traiter les scénarios des accidents de dimensionnement et du Domaine Complémentaire.

EPS N2 « *Evénements Internes* »

Cette EPS évalue la nature et le risque de rejets radioactifs des séquences réputées mener à l'endommagement du combustible dans l'EPS de niveau 1 « *Evénements Internes* », ainsi que les séquences de bipasse sans fusion.

Rejets précoces (R1)

La fréquence de rejets précoces a été divisée par un facteur 2. Cette amélioration est essentiellement liée à la réalimentation par le DUS des vannes électriques d'isolement enceinte (PNPE1073 et PNPE1068), ce qui renforce la maitrise du confinement en cas de perte totale des sources électriques. Le risque de rejets précoces est de l'ordre de quelques 10^{-7} / année.réacteur, ce qui représente moins de 10 % du risque de fusion du cœur de l'EPS événements internes N1 4ème RP 900, et ce qui rend le risque de rejets précoces et importants extrêmement improbable.

Radier Percé (RP)

La fréquence annuelle de percement du radier, évaluée à quelques 10^{-6} / année.réacteur à l'issue du 3ème RP 900, a été réduite lors du 4ème RP 900 grâce aux dispositions d'étalement à sec et de renoyage du corium (PNPP1976) associées à la mise en place du dispositif EAS-ND (PNPP1811) et de la Source Froide Noyau Dur, qui permet notamment le refroidissement à long terme du corium. Ces dispositions matérielles et, pour les transitoires les plus rapides, une conduite adaptée au renoyage du corium s'appuyant sur la mesure de détection de percement de la cuve (PNXX1746) permettent la stabilisation du corium sur le radier et l'évacuation de la puissance résiduelle hors de l'enceinte. La probabilité de percement du radier est ramenée à une fréquence de l'ordre de quelques 10^{-7} / année.réacteur, ce qui répond à l'objectif d'éviter des effets durables dans l'environnement.

EPS N2 « *Agressions* »

❖ **Démarche générale**

Les principales agressions ont été modélisées ce qui constitue une première sur le parc, et place EDF au meilleur état de l'art sur les agressions incendie, inondation interne et séisme.

En premier lieu, les séquences de fusion consécutives à une agression et présentant une typologie accidentelle similaire (état initial de la chaudière, initiateur, scénario menant à la fusion du cœur) sont regroupées en Etats Dégradés de l'Installation (EDI) auxquels est associé un scénario dit « *Accident avec fusion du cœur* ».

Chaque scénario « *Accident avec fusion du cœur* » prend en compte les moyens de mitigation, les différents phénomènes d'accident avec fusion du cœur pouvant être induits par l'état du cœur et les différents modes

potentiels de perte de confinement pouvant conduire à des rejets radioactifs.

Dans un second temps, les impacts fonctionnels des différents scénarios liés à l'agression étudiée (incendie, inondation interne, séisme) menant à la fusion du cœur sur les matériels cibles participant à la mitigation de l'accident avec fusion du cœur et à la limitation des rejets radioactifs, sont caractérisés et modélisés de la même manière que pour l'EPS agression N1 considérée (incendie, inondation interne, séisme).

Une quantification du risque de rejets radioactifs, suite à l'agression étudiée, est ensuite réalisée en regroupant par catégorie de rejets les conséquences des scénarios accidentels selon la même approche que celle utilisée pour l'EPS Evènements Internes N2.

❖ **EPS incendie N2**

Les résultats de l'EPS incendie N2, réalisée sur les volumes de feu concourant de manière prépondérante au risque de fusion de cœur, indiquent que l'agression incendie n'impacte pas au premier ordre les matériels valorisés dans la gestion d'un accident avec fusion du cœur puisque la répartition des différents risques de rejets étudiés est similaire aux ordres de grandeurs de l'EPS Evènements Internes N2.

A court terme, le confinement est assuré par l'intégrité de la troisième barrière et permet d'éviter les rejets R1 dans une grande majorité des cas. La dépressurisation de l'enceinte par le dispositif de décompression-filtration de l'enceinte permet de maintenir son intégrité sur le long terme, et un bon niveau de confinement des produits de fission. La possibilité de renoyer le corium par la mise en œuvre de la disposition EAS-ND en complément du refroidissement par l'EAS, permet de diminuer le risque de percement du radier par le corium.

Suite à l'instruction menée dans le cadre du GP EPS :

- En application de la prescription [AG-C-I] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900, EDF protège, à l'égard des agressions d'origine interne, les composants de la chaîne de mesure « gamme large » de la pression de l'enceinte de confinement situés dans les principaux locaux électriques de la voie de sûreté B (TCDI0083).
- Afin de renforcer la disponibilité de l'EAS-ND, une consigne de conduite APE demandant l'ouverture en local des vannes permettant la mise en service du dispositif EAS-ND en cas de perte de leur alimentation électrique est prévue. De plus, pour les cas où le local des vannes ne serait pas accessible et pour permettre une manœuvre depuis le bâtiment électrique (BL) dans une situation de perte de leur alimentation électrique, un coffret prise est installé dans le BL, alimenté directement depuis un tableau du DUS. Ce coffret permet d'alimenter et de commander les vannes nécessaires à la fonction d'injection Noyau Dur, grâce à une cellule auto-contrôle (TCDI19070).

<u>Rejets précoces (R1)</u>

Les principaux contributeurs au risque de rejets R1 font suite à des scénarios d'incendie dans le bâtiment électrique lorsque le réacteur est en puissance. En effet, dans certaines situations, un incendie dans le bâtiment électrique pourrait engendrer la perte de la voie électrique A et des alimentations électriques externes. Néanmoins, dans cette situation, la redondance des moyens d'isolement des traversées enceinte et la mission de fermeture en local des vannes d'isolement enceinte lorsqu'elle n'est pas affectée par l'incendie permettent d'obtenir un risque de rejets R1 résiduel de l'ordre de quelques 10^{-7}/ année.réacteur.

Radier Percé (RP)

Les principaux contributeurs au risque de rejets RP font suite à des scénarios d'incendie dans le bâtiment électrique, lorsque le réacteur est en puissance.

Les rejets RP sont principalement liés à une indisponibilité de l'EAS suite à la perte d'une voie EAS induite par l'incendie et la défaillance intrinsèque de l'autre voie. La ligne de mitigation des accidents avec fusion du cœur en cas d'agression interne survenant dans les locaux électriques de la voie A conduit à un risque de rejets RP de l'ordre de quelques 10^{-6} / année.réacteur.

- **EPS inondation interne N2**

Les résultats de l'EPS inondation interne N2 indiquent qu'à court terme, le confinement est assuré par l'intégrité de la troisième barrière et permet d'éviter les rejets R1 dans une grande majorité des cas. La dépressurisation de l'enceinte par le dispositif de décompression-filtration de l'enceinte permet de maintenir son intégrité sur le long terme et un bon niveau de confinement des produits de fission.

La possibilité de renoyer le corium par la mise en œuvre des dispositions de stabilisation du corium et EAS-ND en plus du refroidissement par l'EAS, permet de diminuer le risque de percement du radier par le corium.

Suite à l'instruction menée dans le cadre du GP EPS, en application de la prescription [AG-C-I] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900, EDF protège, à l'égard des agressions d'origine interne, les composants de la chaîne de mesure « gamme large » de la pression de l'enceinte de confinement situés dans les principaux locaux électriques de la voie de sûreté B (TCDI0083).

Rejets précoces (R1)

Pour les états réacteur en puissance, les principaux contributeurs au risque de rejets R1 font suite à des scénarios d'inondation interne dans le bâtiment électrique. En effet, dans certaines situations, une inondation dans le bâtiment électrique peut engendrer une Perte Totale des Alimentations Electriques (H3) de la tranche. Néanmoins, dans cette situation, la mission de fermeture en local des vannes d'isolement enceinte n'est pas affectée par l'inondation, et permet de réduire significativement le risque de rejets R1.

En états d'arrêts, la principale contribution au risque de rejets R1 est portée par l'échec de la refermeture du tampon d'accès matériel, qui est indépendante de l'agression de la tranche par l'inondation.

Le risque de rejets R1 est évalué de l'ordre de 10^{-7} / année.réacteur.

Radier Percé (RP)

Les principaux contributeurs au risque de rejets RP font suite à des scénarios d'inondation interne dans le Bâtiment Electrique, lorsque le réacteur est en puissance.

Les rejets RP sont principalement liés à une indisponibilité de l'EAS générée par l'inondation. Cependant, la mise en œuvre des dispositions de stabilisation du corium et l'EAS-ND ainsi que l'implantation de siphons de sol dans les locaux électriques sensibles (PNPE1279), permettent de réduire le risque de rejets RP.

Le risque de percement du radier RP est de l'ordre de quelques 10^{-7} / année.réacteur.

- **EPS Séisme N2**

Les résultats de l'EPS séisme, et les éventuelles modifications qui en découlent, sont présentées dans la partie dédiée aux études spécifiques de tranche compte tenu de leur caractère site-dépendant.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

❖ **Enseignements EPS séisme de niveau 2 :**

Le risque de fusion du cœur suite à séisme étant évalué faible sur le site du Blayais, il n'a pas été jugé nécessaire de quantifier le risque de rejets pour cette agression, estimé très faible sur le site du Blayais.

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNXX1746 « Détection de corium et de fonctionnement recombineur H^2 par température élevée » a été intégralement réalisée sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais. Les impacts documentaires de cette modification ont été pris en compte.

Les modifications :

- PNPE1073 « Contrôle-Commande Noyau Dur Existant »,
- PNPE1068 tome A « Distribution électrique Noyau Dur »,
- PNPP1811 « Mise en place d'un système EAS-ND d'injection d'eau au primaire et d'évacuation de la puissance résiduelle »,
- PNPP1976 « Mise en place d'un dispositif d'étalement à sec et de stabilisation du corium sous eau »,
- PNPE1279 « Protection inondation interne des locaux voie B au plancher 4 du Bâtiment Electrique – siphon de sol »,

sont en cours de déploiement sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4ème RP 900.

La modification PNPE1068 tome C « Remplacement du coffret LLJ001CR » sera déployée sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais dans le cadre de la phase B des modifications du 4ème RP 900.

Les modifications :

- TCDI0083 « Protection des composants de la chaîne de mesure « gamme large » de la pression de l'enceinte de confinement situés dans les principaux locaux électriques de la voie de sûreté B »,
- TCDI19070 « Mise en place d'un palliatif à la perte du tableau LUU pour la manœuvre des vannes EAS ND (coffret prise) »,

seront déployées sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais dans le cadre de la phase "Compléments" des modifications du 4ème RP 900.

4.3 CONCLUSION

Dans le domaine des situations d'accidents avec fusion du cœur, EDF met en œuvre une approche d'études déterministes (jusqu'au calcul des conséquences radiologiques) et probabilistes (évaluation des risques de rejets) pour se positionner sur les améliorations de sûreté à apporter pour répondre aux objectifs du réexamen.

Ainsi, dans le cadre du 4ème RP 900, les dispositions suivantes viennent compléter les dispositions existantes :

- la disposition EAS-ND qui permet d'assurer le refroidissement du corium en cuve ou hors cuve et d'évacuer la puissance résiduelle hors du BR sans recourir à l'ouverture du dispositif de décompression-filtration de l'enceinte,
- la disposition de stabilisation du corium basée sur un étalement à sec du corium sur le radier du BR puis son renoyage, qui permet de réduire le risque de perte du confinement par percement du radier,
- la collecte des fuites des organes les plus sensibles du circuit EAS-ND qui permet d'améliorer le confinement en situation d'accident avec fusion du cœur,
- le renforcement des hublots des sas du BR qui permet d'améliorer le confinement de l'enceinte en situation d'accident avec fusion du cœur.

De manière déterministe, ces modifications permettent ainsi la réduction significative des doses à la population.

En complément, en application de la prescription [AG-D] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900, EDF met en œuvre les dispositions suivantes :

- la réinjection dans le BR des effluents présents dans les puisards du BK, qui permet de réduire la dissémination d'éventuelles fuites liquides,
- la disposition de décontamination de l'eau du BR, qui permet de réduire l'impact d'éventuelles fuites liquides.

Sur le plan probabiliste, les dispositions mises en place dans le cadre du 4ème RP 900 permettent de rendre les rejets précoces et importants suite à la fusion du cœur pour l'EPS Evénements Internes extrêmement improbables.

Enfin, EDF a réalisé dans le cadre du 4ème RP 900 un ensemble d'études EPS dites de Niveau 2 pour les agressions, ce qui constitue le meilleur niveau des standards internationaux dans ce domaine.

SECTION 5 : RISQUES CONVENTIONNELS

5 MAITRISE DES RISQUES CONVENTIONNELS 212
5.1 OBJECTIF 212
5.2 REPONSE A L'OBJECTIF 212
5.3 CONCLUSION 215

5 MAITRISE DES RISQUES CONVENTIONNELS

5.1 OBJECTIF

Objectif : Maitriser les risques d'accidents conventionnels

L'arrêté du 7 février 2012 modifié dit « *Arrêté INB* » a élargi le champ de la démonstration de sûreté nucléaire aux risques d'accidents conventionnels sur les intérêts à protéger. Le terme « *accident conventionnel* » est utilisé pour qualifier un accident pouvant avoir des conséquences non radiologiques et/ou faiblement radiologiques[4]. Leur maîtrise doit être obtenue par la maîtrise des fonctions de sûreté suivantes :

- le confinement des substances dangereuses et radioactives,
- la protection des personnes et de l'environnement contre les effets toxiques, les effets de surpression, les effets thermiques et les effets liés à l'impact de projectiles.

5.2 REPONSE A L'OBJECTIF

Partie générique Palier

Dans le cadre d'une démarche proportionnée aux enjeux, l'analyse de risque est adaptée aux potentiels de dangers présents dans l'installation. Elle s'appuie essentiellement sur les méthodologies et pratiques issues des installations de type ICPE et se décline selon les principales étapes suivantes :

- une description et une caractérisation du site et de son environnement,
- une identification et une caractérisation des potentiels de dangers,
- une analyse du retour d'expérience,
- une évaluation des risques.

Cette évaluation des risques est menée suivant trois étapes :

❖ **Etape 1 : Analyse préliminaire des risques**

Préalablement, les potentiels de dangers ont été identifiés et caractérisés au travers des effets qu'ils peuvent générer sur les intérêts à protéger : effets thermiques, effets toxiques par voie air/eau, effets de surpression, effets faiblement radiologiques, effets liés à l'impact de projectiles, et au travers des effets dominos qu'ils peuvent engendrer.

Sur la base de cet inventaire des potentiels de dangers, l'analyse préliminaire des risques permet d'identifier les scénarios d'accidents enveloppes susceptibles de générer des effets sur les intérêts à protéger.

Outre l'identification des scénarios potentiels d'accidents, l'analyse préliminaire des risques permet d'identifier les différentes dispositions pour la maîtrise des risques conventionnels.

❖ **Etape 2 : Caractérisation de l'intensité des effets**

L'étape 2 est menée sur les scénarios d'accidents sélectionnés à l'issue de l'analyse préliminaire des risques.

Pour les effets par voie aérienne liés aux risques conventionnels :

Les effets des phénomènes dangereux sont étudiés de manière déterministe et réaliste. La caractérisation de

[4] Les accidents pouvant avoir des conséquences faiblement radiologiques concernent certaines installations conventionnelles.

l'intensité de ces effets permet de conclure à la nécessité ou non d'effectuer une analyse approfondie des risques telle que détaillée à l'étape 3.

Pour les effets non radiologiques par voie aérienne, l'intensité des effets est évaluée par rapport aux valeurs de référence figurant dans l'annexe II de l'arrêté du 29 septembre 2005 conformément aux dispositions du II de l'article 3.7 de l'arrêté du 7 février 2012.

Concernant les effets liés à l'impact d'un projectile, conformément à l'annexe II de l'arrêté du 29 septembre 2005 et à la circulaire du 10 mai 2010, ceux-ci ne sont considérés qu'au regard des éventuels effets dominos sur les installations du site situées dans le voisinage proche.

Concernant les effets faiblement radiologiques par voie air, leur acceptabilité vis-à-vis des intérêts à protéger est démontrée à travers l'analyse des conséquences radiologiques des incidents et accidents de dimensionnement.

En l'absence de dépassement des valeurs de référence pour les effets non radiologiques sur les intérêts à protéger, le scénario d'accident par voie aérienne étudié est considéré maîtrisé. Dans le cas contraire, une analyse approfondie des risques est réalisée.

Pour les effets par voie liquide liés aux risques conventionnels :

Pour les effets toxiques ou faiblement radiologiques sur l'environnement par voie eau, en l'absence de seuil quantitatif de référence, la gravité potentielle des conséquences sur l'environnement par voie eau est évaluée de manière qualitative. La maitrise des risques est, dans ce cas, démontrée à travers la mise en place de dispositifs de confinement adaptés. Les dispositifs constituant l'ultime barrière pour la protection de l'environnement sont définis comme Eléments Importants pour la Protection des intérêts (EIP). Les équipements actifs associés à ces dispositifs passifs ultimes EIP et contribuant au confinement liquide sont également définis comme EIP. Une démarche proportionnée aux enjeux basée sur la dangerosité des substances liquides et sur les quantités entreposées permet d'identifier des substances « *à enjeu environnemental méritant attention* ». Pour ces substances, les EIP sont étendus, au titre du principe de défense en profondeur, aux bâches de stockage associées aux dispositifs passifs ultimes EIP. D'autre part, en tant qu'ouvrages d'isolement ultimes avant rejet dans l'environnement, les ouvrages d'isolement ultimes sur le réseau d'eaux pluviales SEO et les dispositifs actifs associés constituent également des EIP.

- **Etape 3 : Analyse approfondie des risques**

Pour chaque scénario d'accident conventionnel ayant potentiellement des effets non radiologiques par voie aérienne sur les intérêts à protéger, une analyse approfondie des risques est menée. Celle-ci vise à déterminer la probabilité d'occurrence de l'accident et la gravité des conséquences. La gravité des conséquences est la combinaison de l'intensité des effets et de la vulnérabilité des cibles situées dans la zone exposée à ces effets, en tenant compte de la cinétique du phénomène.

En fonction de leur niveau de probabilité et de gravité, les scénarios d'accident sont ensuite positionnés dans la grille de hiérarchisation des risques utilisée pour les ICPE. Cette grille fait apparaître trois zones :

- une zone de risque élevé, zone rouge, où le risque est considéré comme inacceptable. Il est alors nécessaire de prendre des mesures de réduction du niveau de risque,
- une zone de risque intermédiaire, zone orange, où le risque est tolérable mais dans laquelle une démarche d'amélioration est à envisager, en vue d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que raisonnablement possible, compte tenu de l'état des connaissances, des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation,
- une zone de risque moindre, zone verte, où le risque est acceptable en l'état.

L'analyse est menée d'une manière itérative avec l'étape 2 selon un ou plusieurs des deux leviers suivants jusqu'à démontrer l'acceptabilité du risque :

- réduction du risque à la source,
- identification et valorisation de dispositions de maîtrise des risques (prévention, surveillance, mitigation) en vue de diminuer l'occurrence et/ou les conséquences du scénario d'accident. Ces dispositions de maîtrise des risques constituent les mesures de maîtrise des risques.

Le dernier levier fait intervenir l'ensemble des initiateurs plausibles. Ces derniers comprennent notamment les agressions internes, agressions externes et cumuls plausibles.

Les Eléments et Activités Importants pour la Protection des intérêts (EIP et AIP) sont définis comme étant :

- les mesures de maîtrise des risques permettant de réduire un risque inacceptable en un risque tolérable ou acceptable,
- les mesures de maîtrise des risques identifiées dans le cadre de la démarche d'amélioration entreprise afin de réduire les risques identifiés dans la zone tolérable.

Les fonctions portées par ces mesures ne doivent pas être remises en cause par les initiateurs et effets associés aux scénarios retenus.

Les résultats des études, et les éventuelles modifications qui en découlent, sont présentés dans la partie dédiée aux études spécifiques de tranche compte tenu de leur caractère site-dépendant.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

Par application de la démarche précédente, l'étude réalisée à ce jour pour le CNPE du blayais a permis d'aboutir aux conclusions suivantes :

Vis-à-vis des risques par voie aérienne :

- Un scénario de feu de nappe de GNR suite à l'incendie du camion au niveau de l'aire de dépotage du bâtiment de sécurité (BDS) présente un niveau de risque tolérable au regard de la grille de hiérarchisation des risques en considérant une démarche de réduction du risque. La Mesure de Maîtrise des Risques (MMR) identifiée consiste à autoriser le dépotage après s'être assuré du raccordement du flexible et de l'absence de fuite, afin d'éviter la formation d'une nappe de GNR sur l'aire de dépotage du BDS. Cette MMR permet de réduire la probabilité d'occurrence du scénario. Cette mesure est éligible en tant qu'AIP. L'AIP1 « Autoriser le dépotage » est donc identifiée. Ses exigences définies sont donc les suivantes :
    - s'assurer du bon raccordement du flexible / bras de chargement aux bouches de connexion et l'immobilisation de la capacité à dépoter,
    - s'assurer de l'autorisation de dépotage par une action physique.
- Un scénario de VCE (Vapor Cloud explosion) suite à la perte de confinement d'une tuyauterie d'acétylène dans l'atelier MEDOC (scénario A2) présente un niveau de risque acceptable au regard de la grille de hiérarchisation des risques.

Les situations accidentelles, à l'exception des cas précédents, n'ont pas d'effets non radiologiques au-delà des limites du site et les éventuelles conséquences faiblement radiologiques par voie aérienne sont acceptables pour les intérêts à protéger.

Concernant les situations accidentelles envisagées pour l'îlot nucléaire et la station de pompage, les dispositions prises au titre de la maîtrise du risque radiologique permettent de conclure à l'absence d'effet à l'extérieur du site.

Vis-à-vis des risques par voie liquide, pour se prémunir des déversements accidentels de substances dangereuses ou faiblement radioactives dans l'environnement, le confinement des liquides déversés est assuré par la mise en place de dispositifs adaptés, cela permet ainsi de garantir la maîtrise des risques. Les dispositifs assurant ce confinement constituent des EIPR « voie eau ».

Les risques conventionnels que présente le CNPE du Blayais vis-à-vis des intérêts à protéger sont maîtrisés. Le CNPE du Blayais respecte les objectifs de sûreté relatifs à la maîtrise des risques conventionnels

Bilan de l'état de la tranche

Il n'y a pas de modification concernant ce thème sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais.

5.3 CONCLUSION

Les réacteurs du Palier CPY font l'objet d'une démonstration au fur et à mesure des arrêts VD4 900. Les éléments concourant à la démonstration de la protection des intérêts vis-à-vis des risques conventionnels font l'objet du statut d'EIP à compter du 4ème RP 900.

SECTION 6 : ETUDES TRANSVERSES

6.1 ASPECTS SOCIO-ORGANISATIONNELS ET HUMAINS (SOH) 218
6.1.1 PRESENTATION DE LA DEMARCHE 218
6.1.2 MISE EN ŒUVRE DANS LE CADRE DU QUATRIEME REEXAMEN PERIODIQUE 218
6.1.3 CONCLUSION 220
6.2 ESSAIS DE L'INSTALLATION 221
6.2.1 GENERALITES 221
6.2.2 DEMARCHE RELATIVE AUX ESSAIS 221
6.2.2.1 Essais de requalification 221
6.2.2.2 Essais décennaux spécifiques 222
6.2.2.3 Essais périodiques décennaux 224
6.2.2.4 Essais réglementaires 226
6.2.2.5 Essais particuliers 226
6.2.3 CONCLUSION 227
6.3 DOSSIERS DE REFERENCE REGLEMENTAIRE 228

6.1 ASPECTS SOCIO-ORGANISATIONNELS ET HUMAINS (SOH)

6.1.1 PRESENTATION DE LA DEMARCHE

La démarche SOH a pour objectif d'intégrer la connaissance des pratiques de travail existantes dans les choix de conception afin de s'assurer que l'organisation et les personnes seront en mesure d'assimiler les évolutions de l'installation et de l'exploitation.

Ainsi, tout projet d'évolution fait l'objet d'une analyse des risques et d'une identification des changements. Celle-ci comprend une analyse des impacts SOH et des impacts Sûreté (selon les principes de l'INSAG 18). La cartographie des risques et parades associées est mise à jour et examinée périodiquement.

L'enjeu de la démarche SOH est de renforcer la performance, notamment en matière de sûreté, des évolutions (techniques, documentaires, réglementaires, organisationnelles, etc.) mises en œuvre sur le Parc nucléaire, en développant, pour les CNPE des solutions :

- exploitables (faciles d'appropriation et adaptées aux activités existantes),
- fiables (diminuant les risques),
- efficaces (garantissant l'obtention des résultats attendus sur le terrain).

Le principe de la démarche SOH consiste à prendre en compte, dès la conception et par les concepteurs eux-mêmes, les impacts sur les situations de travail individuelles et collectives provoqués par les évolutions réglementaires, techniques, documentaires (référentiels) ou organisationnelles. Cela permet d'agir sur l'ensemble des facteurs susceptibles d'influencer la qualité des résultats et des performances attendues.

6.1.2 MISE EN ŒUVRE DANS LE CADRE DU QUATRIEME REEXAMEN PERIODIQUE

Partie générique Palier

L'ampleur et la quantité de modifications envisagées et des impacts associés pour le quatrième réexamen périodique engendrent des évolutions significatives des activités de travail et plus généralement de métiers sur site, qui doivent être anticipées et organisées avec une vision globale de l'ensemble des lots de modifications et d'évolutions de la conduite.

La démarche SOH mise en œuvre pour le 4ème RP 900 prend en compte les problématiques cumulées des affaires réalisées lors de la TTS du 4ème RP 900.

Ainsi les actions menées portent sur l'organisation du projet, la compétence des acteurs impliqués et les modalités d'analyse des impacts SOH, unitaire et d'ensemble, des modifications apportées par les évolutions introduites lors du quatrième réexamen.

L'ensemble des concepteurs sont sensibilisés aux enjeux des Facteurs Organisationnels et Humains dans les systèmes complexes à risque, et formés à la déclinaison pratique de la démarche SOH. Les concepteurs sont également appuyés par des spécialistes internes (correspondants SOH des services, équipe SOH centrale avec un référent de la tranche) et externes (société de conseil/expertise en FOH).

Au-delà du processus SOH mis en œuvre dans chaque entité, le projet EDF en charge du quatrième réexamen périodique est organisé pour assurer un pilotage et un suivi renforcé de la prise en compte de la dimension SOH des affaires au cours de réunions mensuelles d'animation SOH.

Les impacts identifiés ont permis de focaliser les échanges avec l'exploitant au cours des 20 rencontres SOH organisées sur site dont l'objectif était :

- de s'assurer de la maitrise des impacts SOH identifiés auprès des métiers concernés,
- d'orienter la conception,
- de caractériser les mesures d'accompagnement à prévoir (définition des besoins de formation).

Sur la base des analyses SOH unitaires, une analyse d'ensemble a ensuite été réalisée, afin de s'assurer de la maitrise de l'impact global de toutes les modifications sur les différents métiers du CNPE. Elle a mis en évidence que les métiers de la conduite et de la maintenance (électricité et automatisme principalement) sont particulièrement concernés, compte tenu du périmètre technique des évolutions prévues. Les interfaces entre les différentes affaires ont été identifiées et les conceptions unitaires ont été coordonnées en conséquence. Ainsi, en complément de la démarche générale, trois domaines ont fait l'objet d'une étude transverse :

- La conduite Noyau Dur : la démarche Exploitabilité Noyau Dur s'attache à vérifier sur le terrain la faisabilité unitaire et globale des actions locales requises en situation Noyau Dur (au sens des PT-ASN) dans les premières 24 heures, avec un site isolé (ie. ressources locales uniquement).
- La salle de commande : l'ensemble des modifications ayant un impact fait l'objet d'un plan d'intégration global, qui permet de définir et de valider les choix de conception vis-à-vis de l'évolution des activités en salle de commande.
- L'élaboration du programme global de formation : des réunions régulières permettent la concertation entre l'ingénierie, l'organisme de formation, et l'animation métier, pour définir le type de réponse formative à prévoir et l'articulation d'ensemble par rapport aux programmes de formation existants.

A l'issue du premier déploiement sur la Tranche Tête de Série (Tricastin 1), un Retour d'Expérience (REX) a été organisé pour s'assurer de l'efficacité des mesures de conception adoptées et des dispositions d'accompagnement mises en œuvre. Ce REX porte sur la réalisation des travaux ainsi que sur les activités d'exploitation, au travers notamment d'observations in situ suite au redémarrage, afin de s'assurer de la maitrise par les équipes des installations modifiées.

En application de la prescription [FOH-A] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900, au plus tard le 31 décembre 2024, EDF évaluera la capacité des systèmes sociotechniques complexes que constituent ses centrales nucléaires à faire face à la diversité des situations réelles d'exploitation. Pour cela, EDF a transmis fin 2021 à l'Autorité de Sûreté Nucléaire le programme d'étude associé. Ce programme intègrera, parmi les activités d'exploitation étudiées, celles concourant à la maîtrise de la conformité et à son maintien dans le temps, notamment la détection et le traitement des écarts.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

La tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Il n'y a pas de modification concernant ce thème sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais.

6.1.3 CONCLUSION

L'ensemble des dispositions qui ont été engagées en conception, en concertation avec l'exploitant et portées tout au long du processus, ont permis aux organisations et aux personnes de se préparer à la réalisation de la Visite Décennale et d'intégrer les modifications de l'installation dans l'évolution des activités d'exploitation et de maintenance.

6.2 ESSAIS DE L'INSTALLATION

6.2.1 GENERALITES

Dans le cadre du 4ème RP 900 et suite à l'intégration des modifications et aux évolutions du référentiel, il est nécessaire de s'assurer de la sûreté et de la disponibilité de l'installation. Ces vérifications, réalisées lors des essais, contribuent à garantir la conformité au nouveau référentiel en vigueur.

La démarche se décompose en 2 volets :

- des **essais de requalification** des modifications sont définis pour valider la conception et la réalisation sur site de la modification et démontrer l'absence de régression sur le fonctionnement des systèmes en interface,
- au-delà de la démarche élémentaire, une analyse est menée pour s'assurer de l'adéquation des essais réalisés (requalification, EP, autres) au vu d'un nombre important de modifications et de définir, si nécessaire, des **essais décennaux** afin de garantir le comportement global de l'installation compte tenu des exigences et des performances attendues.

De plus, le panel **d'essais périodiques décennaux** (périodicité 10 ans - chapitre IX des RGE) ainsi que les **essais réglementaires**, associés à une visite décennale, sont programmés et réalisés sur toutes les tranches.

Dans le cadre de l'instruction relative aux Essais particuliers, EDF s'est engagée à réaliser un certain nombre d'essais sur les tranches du palier CPY :

- Des essais ponctuels visant à confirmer l'analyse d'exhaustivité des Essais Périodiques ;
- Des essais ponctuels visant à vérifier certaines dispositions mises en œuvre en situation accidentelle ;
- Des essais ponctuels visant à conforter les hypothèses de modélisation et la qualification des outils de calcul scientifique.

Certains de ces essais répondent à la prescription [CONF-B] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900.

6.2.2 DEMARCHE RELATIVE AUX ESSAIS

6.2.2.1 Essais de requalification

❖ **Définition et objectifs des essais de requalification**

Les essais de requalification des modifications permettent :

- de vérifier la bonne réalisation d'une modification matérielle sur toutes les tranches conformément à ses spécifications,
- de compléter la validation de la conception d'une modification matérielle par une réalisation sur une tranche tête de série,
- de vérifier la non-régression du fonctionnement de l'installation suite à l'intégration de la modification matérielle en particulier vis-à-vis des équipements non modifiés en interface.

Les essais de requalification sont déterminés à partir d'une analyse d'exhaustivité des essais dont les principes directeurs sont définis par un guide Méthodologique d'Essais dédié.

La démarche, menée sur tous les dossiers, consiste en un examen du périmètre de la modification comprenant :

- une analyse matérielle pour identifier les essais élémentaires des matériels modifiés ou ajoutés,

- une analyse fonctionnelle pour définir les essais fonctionnels sollicitant les matériels dans toutes les configurations requises,
- une analyse de l'impact de la modification sur l'installation en particulier sur les équipements en interface pour définir les essais de non-régression,
- une analyse du périmètre des travaux pour identifier des besoins d'essais complémentaires en cas de dépose ou de déconnexion d'équipements pour la réalisation de l'intervention.

La réussite de chaque essai, ainsi défini, est conditionnée au respect de critères associés à une catégorie selon leur importance vis-à-vis de la démonstration de la disponibilité d'une fonction de sûreté ou importante pour la sûreté.

Chaque modification fait l'objet d'un Programme de Principe de Requalification (PPR) et de Procédures d'Exécution d'Essais (PEE).

Les objectifs du programme de principe de requalification sont de fournir :

- la démonstration, à travers l'analyse d'exhaustivité, que le programme de requalification couvre l'ensemble des fonctions qui participent à la protection des intérêts impactées par la modification,
- la justification des essais et du classement des critères associés,
- une description sommaire de l'ensemble des procédures prévues avec leur enchainement,
- la traçabilité des évolutions des procédures d'essais et de leur applicabilité sur site.

Les procédures d'exécution d'essais sont des documents opératoires qui définissent, dans le détail, chacun des essais prévus dans le PPR et qui comportent notamment les critères d'acceptation des essais.

Les essais sont réalisés à la fin des travaux, après avoir obtenu la garantie que l'installation modifiée est bien conforme et prête à subir ces essais (récolement fonctionnel).

❖ **Mise en œuvre des essais de requalification**

Les essais de requalification sont définis et sont mis en œuvre lors de l'intégration de chaque modification. Les résultats des essais sont analysés à la suite de leur réalisation. L'essai est satisfaisant s'il s'est entièrement déroulé et si l'ensemble des critères participant à la démonstration de la disponibilité d'une fonction de sûreté ou importante pour la sûreté sont bien respectés. Le respect des critères en lien avec les fonctions de sûreté ou les fonctions importantes pour la sûreté impactées par les modifications permet de s'assurer de la disponibilité de l'installation pour son exploitation.

6.2.2.2 Essais décennaux spécifiques

❖ **Définition et objectifs des essais décennaux spécifiques**

La démarche de définition des essais décennaux est fondée sur une approche transverse aux dossiers de modifications permettant d'analyser les problématiques liées à l'intégration de plusieurs modifications relatives à de mêmes équipements, sur une analyse de la représentativité des essais réalisés au premier démarrage des tranches et sur la vérification de la complétude du programme d'essais périodiques.

Les essais décennaux sont appliqués sur une tranche, sauf si les résultats ne sont pas représentatifs des autres tranches ; auquel cas, ils peuvent être appliqués sur plusieurs tranches.

La méthodologie est menée suivant les axes d'analyse suivants :

- Axe 1 : analyse de l'exhaustivité des requalifications mises en œuvre sur les modifications intégrées à l'occasion du réexamen périodique, en considérant les cas d'équipements modifiés dans le cadre de

plusieurs dossiers,

- Axe 2 : vérification de l'adéquation des essais de requalification élaborés dossier par dossier vis-à-vis de la prise en compte des thèmes transverses (température extrême air, température extrême eau, gestion des départs électriques) ,
- Axe 3 : analyse de la représentativité des essais de premier démarrage après intégration des modifications depuis le précédent réexamen,
- Axe 4 : analyse de la complétude du programme d'essais périodiques,
- Axe 5 : analyse du REX des évènements significatifs de sûreté,
- Axe 6 : analyse des évolutions de stratégies de conduite.

❖ **Mise en œuvre des essais décennaux spécifiques**

La démarche, explicitée ci-dessus, a été appliquée en prenant en compte les modifications intégrées en phase A du 4ème RP 900. Celle-ci sera reconduite à l'échéance de la phase B du 4ème RP 900 et, en fonction des résultats obtenus, des essais décennaux seront potentiellement réalisés.

Les essais décennaux pour le 4ème RP 900 sont définis conformément à la méthodologie idoine qui s'appuie sur les données d'entrée suivantes : le REX des précédents exercices tout Paliers des essais décennaux, la nature des modifications mises en œuvre depuis le 3ème RP et celles envisagées au 4ème RP 900 (phase A), la liste des essais de premier démarrage du Palier CPY, les évolutions intellectuelles associées au 4ème RP 900 et la teneur du programme d'essais périodiques du Palier CPY.

Essais valides pour toutes les tranches du Palier

Ces essais ont été appliqués à un seul réacteur et ont pour vocation de valider l'ensemble des réacteurs du Palier CPY. Ces essais ont été réalisés sur la tranche 1 du CNPE de Tricastin qui constitue la Tranche Tête de Série (TTS) du 4ème RP 900.

Les analyses menées suivant les six axes explicités ci-avant se concluent par la réalisation de l'essai TTS spécifique suivant :

Essai du bon fonctionnement de la nouvelle distribution électrique issue du groupe électrogène d'ultime secours

L'objectif de cet essai est de valider la bonne conception de la nouvelle distribution électrique Noyau Dur par la mise sous tension de tous les tableaux électriques secourus par le groupe électrogène d'ultime secours.

Les résultats de l'essai sont conformes à l'attendu et valident ainsi l'ensemble des réacteurs du Palier CPY.

Essais réalisés sur la tranche 1 du CNPE du Blayais

Les analyses menées suivant les six axes explicités ci-avant se concluent par la réalisation des essais suivants :

Essai de refroidissement de la piscine combustible par le dispositif « PTR bis »

L'objectif de cet essai est de vérifier le bon refroidissement de la piscine combustible au travers du système mobile de refroidissement alimenté en eau brute au niveau de la source froide par une pompe immergée dans le canal d'amenée.

L'essai sera réalisé sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais lors de sa 4ème visite décennale.

Essai transposé de la pompe EAS-ND en recirculation sur puisard

L'objectif de cet essai est de vérifier le bon fonctionnement de la disposition EAS-ND dans une configuration

proche de la recirculation sur puisard, c'est-à-dire au travers d'une manchette reliant la bride de refoulement puisard à la ligne d'essai EAS voie B (retour bâche PTR).

L'essai sera réalisé sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais lors de sa 4ème visite décennale.

6.2.2.3 Essais périodiques décennaux

❖ **Définition et objectifs des essais périodiques décennaux**

Le rôle des essais périodiques est de s'assurer de la disponibilité des systèmes EIPS avec un degré de confiance conforme aux attendus. Ils sont requis au titre des Règles Générales d'Exploitation (RGE). Ce degré de confiance est bâti sur :

- L'exhaustivité du programme d'essais périodiques ;
- La bonne représentativité des modalités de l'essai ;
- La pertinence des critères d'acceptabilité des essais ;
- Une périodicité adaptée à la nature, aux modalités des essais et aux risques de défaillance des systèmes testés.

Certains essais sont réalisés à l'occasion de chaque Visite Décennale. Ils sont définis sur la base de la fiabilité intrinsèque des systèmes à tester ainsi que de la nature et des modalités des essais renforcées par le retour d'expérience.

Les essais réglementaires, tels que ceux requis au titre de la réglementation des appareils à pression, sont normalement exclus de cette typologie. Ils sont néanmoins présentés dans ce chapitre en tant que requis réglementaire (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 6 – § 6.2.2.4).

❖ **Mise en œuvre des essais périodiques décennaux sur la tranche 1 du CNPE du Blayais**

L'ensemble des essais périodiques de périodicité décennale qui seront réalisés à l'occasion de l'arrêt VD4 sont les suivants :

Epreuve de l'enceinte de confinement :

L'objectif de l'épreuve enceinte de confinement est de vérifier le respect du critère de taux de fuite global admissible de l'enceinte ainsi que la déformation de la structure linéaire mesurée à différents paliers de pression. Cet essai sera réalisé d'ici la fin de la Visite Décennale de la tranche n°1.

Essai de réalimentation des GV par CEX en situation H3 par DCC-LH en secours de l'ASG :

L'objectif est de vérifier la capacité fonctionnelle des pompes CEX à alimenter les GV. Cet essai sera réalisé d'ici la fin de la Visite Décennale de la tranche n°1.

Réalimentation de la bâche ASG par SER en gravitaire :

L'objectif est de contrôler le maintien des performances de la fonction d'appoint en gravitaire de la bâche ASG par la bâche SER. L'essai est satisfaisant.

Réalimentation de la bâche ASG par le système JPD :

L'objectif est de contrôler le maintien des performances de la fonction d'appoint de la bâche ASG par les pompes JP*. L'essai est satisfaisant.

Réalimentation manuelle des ventilateurs des locaux électriques (DVL) :

L'objectif est de contrôler la réalimentation électrique des ventilateurs DVL. L'essai est satisfaisant.

Ouverture sous plein delta de pression des vannes d'aspersion enceinte :

L'objectif est de contrôler le bon fonctionnement et le temps d'ouverture des vannes d'aspersion enceinte. Cet essai sera réalisé d'ici la fin de la Visite Décennale de la tranche n°1.

Essai de la pompe EAS-ND en injection primaire cuve ouverte :

L'objectif est de contrôler le bon fonctionnement de la pompe EAS-ND en injection dans le circuit primaire cuve ouverte. Cet essai sera réalisé d'ici la fin de la Visite Décennale de la tranche n°1.

Essai de la pompe EAS-ND en injection puisards BR :

L'objectif est de contrôler le bon fonctionnement de la pompe EAS-ND en injection dans les puisards du bâtiment réacteur. Cet essai sera réalisé d'ici la fin de la Visite Décennale de la tranche n°1.

Essai d'étanchéité des vannes de la ligne d'essai de la pompe EAS-ND :

L'objectif de l'essai est de s'assurer de l'étanchéité interne des vannes d'isolement de la ligne d'essai du circuit EAS-ND. Cet essai sera réalisé d'ici la fin de la Visite Décennale de la tranche n°1.

Circuit de décompression-filtration de l'atmosphère de l'enceinte :

L'objectif est de contrôler le débit du dispositif de décompression-filtration de l'enceinte de confinement. Cet essai sera réalisé d'ici la fin de la Visite Décennale de la tranche n°1.

Contrôle du fonctionnement des capteurs de pression de l'enceinte :

L'objectif est de contrôler le bon fonctionnement, lors de l'épreuve de l'enceinte de confinement, des capteurs qui mesurent la pression enceinte depuis la salle de commande. Cet essai sera réalisé d'ici la fin de la Visite Décennale de la tranche 1. Ces essais seront réalisés d'ici la fin de la Visite Décennale de la tranche n°1.

Vérification du débit d'aspersion pressuriseur :

L'objectif est de vérifier que l'efficacité de l'aspersion normale du pressuriseur est conforme à l'attendu. Cet essai sera réalisé d'ici la fin de la Visite Décennale de la tranche n°1.

Essai des pompes d'injection de sécurité haute pression en plein débit :

L'objectif de l'essai est de vérifier les caractéristiques de fonctionnement des pompes ISHP à plein débit ainsi que le bon comportement du circuit d'injection de sécurité. Cet essai sera réalisé d'ici la fin de la Visite Décennale de la tranche n°1.

Essai des pompes d'injection de sécurité haute pression à bas débit :

L'objectif de l'essai est de déterminer les caractéristiques de fonctionnement des pompes ISHP à bas débit lors de leur fonctionnement sur la ligne de débit nul. Cet essai sera réalisé d'ici la fin de la Visite Décennale de la tranche n°1.

Essai de manœuvrabilité au TPL de l'opercule des vannes RIS :

L'objectif de l'essai est de s'assurer de la manœuvrabilité de l'opercule des vannes d'isolement des accumulateurs RIS, de s'assurer de la non-obstruction des lignes de décharge, et de vérifier le coefficient de perte de charge des accumulateurs. Cet essai sera réalisé d'ici la fin de la Visite Décennale de la tranche n°1.

Essai de manœuvrabilité des clapets RIS :

L'objectif est de contrôler la manœuvrabilité clapets d'isolement des accumulateurs RIS participant à la décharge des accumulateurs RIS, ainsi que la non obstruction des lignes et le coefficient de décharge des accumulateurs.

Cet essai sera réalisé d'ici la fin de la Visite Décennale de la tranche n°1.

Contrôle du débit de réinjection lors de l'épreuve enceinte :

L'objectif est de vérifier le débit de réinjection des puisards vers le BR dans des conditions réelles. Cet essai sera réalisé d'ici la fin de la Visite Décennale de la tranche n°1.

Contrôle de l'efficacité des Recombineurs Autocatalytiques Passifs (RAP) :

L'objectif est de vérifier l'état de propreté et l'absence de défaut sur les plaques constitutives des RAP et de réaliser un essai de leur bon fonctionnement par échantillonnage (3 plaques par recombineur de chaque volume représentatif). Les essais sont satisfaisants.

Contrôle du débit SED de dilution :

L'objectif est de contrôler le débit maximum de dilution du système SED vers les déminéraliseurs des circuits RCV et TEP. L'essai est satisfaisant.

6.2.2.4 Essais réglementaires

- **Définition et objectifs des essais réglementaires**

Ces essais sont à réaliser au titre des divers Arrêtés Administratifs (épreuve des capacités du circuit primaire ou secondaire).

- **Mise en œuvre des essais réglementaires**

L'ensemble des essais réglementaires qui ont été réalisés à l'occasion du 4ème RP 900 sont les suivants :

Requalification périodique – Epreuve hydraulique du Circuit Primaire Principal :

L'objectif est de contrôler la tenue à la pression d'épreuve du Circuit Primaire Principal.

Cette épreuve sera réalisée d'ici la fin de la Visite Décennale de la tranche n°1.

Requalification périodique – Epreuve hydraulique des Circuits Secondaires Principaux :

L'objectif est de contrôler la tenue à la pression d'épreuve des Circuits Secondaires Principaux.

Les épreuves sont satisfaisantes.

6.2.2.5 Essais particuliers

Conformément à la prescription [CONF-B-I] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900, EDF a transmis à l'ASN fin 2021 un programme d'essais particuliers, détaillant la planification de ces essais

Conformément à la prescription [CONF-B-II], EDF réalisera au moins un essai de chaque type avant le 31/12/2024.

❖ **Périmètre des essais particuliers à réaliser sur les réacteurs du palier CPY**

Essais ponctuels visant à confirmer l'analyse d'exhaustivité des EP :

- Essai de fonctionnement d'un groupe électrogène de secours (LHP ou LHQ) pendant 48 heures. Cet essai fait l'objet de la prescription [CONF-B] ;
- Essai de performance sur un échangeur EAS ;
- Essai de performance sur une pompe EAS. Cet essai fait l'objet de la prescription [CONF-B] ;
- Essai d'autonomie des ballons SAR ;
- Essai de performance sur des batteries froides des systèmes de ventilation et de réfrigération ;
- Essai de performance des balises KRT du BK.

Essais ponctuels visant à conforter les hypothèses de modélisation et la qualification des outils de calcul scientifique :

- Essai de fonctionnement d'une TPS ASG sans ventilation de son local en situation de perte totale des alimentations électriques. Cet essai fait l'objet de la prescription [CONF-B] ;
- Essai de fonctionnement d'une TPS ASG avec un niveau bas de la bâche d'alimentation. Cet essai fait l'objet de la prescription [CONF-B] ;
- Essai de fermeture sous débit de robinets pneumatiques ;
- Essai de fonctionnement du dispositif H4 en parallèle de ISBP ;
- Essai de consolidation de la validation des codes de calcul neutronique et de l'interprétation des résultats des essais physiques du cœur.

Essais ponctuels visant à vérifier certaines dispositions mises en œuvre en situation accidentelles :

- Essai d'arrêt de la voie A de ventilation DVL [CONF-B].

6.2.3 CONCLUSION

La réalisation des essais de requalification des modifications 4ème RP 900 (phase A) permettront, tel que détaillé dans les paragraphes "Bilan de l'état de la tranche" du présent document, de valider la bonne intégration des modifications concernées avant la divergence de la tranche n°1 du CNPE du Blayais. Les résultats satisfaisants observés lors de la réalisation des essais décennaux spécifiques, des essais périodiques décennaux et des essais réglementaires concourront à la vérification de l'adéquation de l'état de l'installation avec les performances attendues pour la tranche n°1 du CNPE du Blayais pour son passage à l'état technique correspondant à la phase A du 4ème RP 900.

L'ASN a demandé à EDF de définir des essais complémentaires visant à vérifier, à l'issue de l'intégration des lots de modifications majeurs associés à la démonstration de sûreté du 4ème RP 900, le comportement fonctionnel d'ensemble des EIP vis-à-vis de leurs exigences définies et au regard des principales fonctions de sûreté. L'intégration de cette demande à la démarche d'identification des essais a d'ores et déjà conduit EDF à réaliser les essais présentés au paragraphe « *Essais décennaux spécifiques* ». En complément, à l'issue de l'instruction de ce thème dans le cadre du 4ème RP 900, EDF s'est engagée à réaliser un certain nombre d'essais particuliers sur les tranches du Palier CPY, certains de ces essais répondent à la prescription [CONF-B].

6.3 DOSSIERS DE RÉFÉRENCE RÉGLEMENTAIRE

Partie générique Palier

Conformément aux exigences des articles 4 et 5 de l'arrêté du 10 novembre 1999, relatif à la surveillance de l'exploitation du Circuit Primaire Principal (CPP) et des Circuits Secondaires Principaux (CSP) des Réacteurs à Eau Pressurisée (REP), les Dossiers de Référence Réglementaires (DRR), qui constituent le prolongement et la réactualisation de la démarche de démonstration d'intégrité initiée à la conception, doivent être mis à jour autant que nécessaire et en particulier à chaque visite décennale. Ces mises à jour doivent tenir compte, entre autres, du retour d'expérience, du suivi en exploitation et des modifications de l'installation.

Dans le cadre du 4ème RP 900, les Dossiers de Référence Réglementaires du Palier CPY ont été mis à jour. La sensibilité des zones du CPP/CSP vis-à-vis des différents dommages sera réévaluée sur la base de cette mise à jour, ce qui pourra conduire à mettre à jour les programmes de maintenance préventive.

Dans le cadre du 4ème RP 900, la mise à jour des Dossiers de Référence Réglementaires a pris en compte :

- des données matériaux pour couvrir 500 000 heures d'exploitation, soit au-delà du 5ème RP,
- l'amélioration des connaissances des chargements thermiques de certaines zones sensibles, qui a permis la mise à jour des Dossiers des Situations avec ces données complémentaires,
- les effets d'environnement REP dans les études en fatigue,
- le bilan des efforts apportés par les opérations de remplacement de GV, à la suite duquel EDF a fourni la liste des zones d'application de la méthode de relaxation des contraintes secondaires,
- l'impact des situations et délais opérateurs du référentiel EPR.

La révision des Dossiers d'Analyse du Comportement (DAC) des lignes auxiliaires du CPP et des lignes du CSP a conclu à la nécessité de modifier le supportage de certaines lignes (PNPE1333). Les lignes concernées par ces modifications sont des matériels EIPS classés mécaniquement I ou II avec un requis sismique. Les systèmes faisant potentiellement l'objet de renforcement de supportage sont les suivants : RCP, RIS, RRA, RCV, ARE/ASG et VVP.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

La tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNPE1333 « Renforcement au séisme Noyau Dur du Circuit Primaire Principal, du Circuit Secondaire Principal et supportage DRR » sera déployée dans le cadre d'une programmation spécifique avec une intégration sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais prévue au plus tard lors de la phase B du 4ème RP 900.

SECTION 7 : CONTRIBUTION DU NOYAU DUR AUX OBJECTIFS DU REEXAMEN

7 CONTRIBUTION DU NOYAU DUR AUX OBJECTIFS DU REEXAMEN 231
7.1 OBJECTIFS DU NOYAU DUR 232
7.2 ARCHITECTURE FONCTIONNELLE DU NOYAU DUR 233
7.2.1 VOLET PREVENTION DE LA FUSION DU REACTEUR 233
7.2.1.1 ASG-ND 233
7.2.1.2 Solution retenue pour l'intégrité des joints des GMPP 234
7.2.1.3 Chute des grappes 235
7.2.1.4 Secours de l'injection aux joints des motopompes primaires 236
7.2.1.5 Soupapes du Pressuriseur 236
7.2.2 VOLET PISCINE COMBUSTIBLE ET ETAT « *CUVE OUVERTE, PISCINE REACTEUR PLEINE* » 237
7.2.2.1 Objectifs et configurations étudiées 237
7.2.2.2 Appoint d'eau aux piscines 237
7.2.2.3 Surveillance du niveau piscine 238
7.2.2.4 Prévention des vidanges 238
7.2.2.5 Prévention d'agression de la piscine combustible par chute d'une charge 239
7.2.2.6 Retour au refroidissement à long terme 240
7.2.3 MITIGATION DE L'ACCIDENT AVEC FUSION DU CŒUR 241
7.2.3.1 Objectif et principes fonctionnels 241
7.2.3.2 Disposition associées 241
7.3 FONCTIONS SUPPORTS 242
7.3.1 DIESEL D'ULTIME SECOURS (DUS) 242
7.3.2 DISTRIBUTION ELECTRIQUE NOYAU DUR 243
7.3.3 VENTILATION DES LOCAUX ELECTRIQUES 244
7.3.4 CONTROLE COMMANDE NOYAU DUR 245
7.3.5 SOURCE D'EAU NOYAU DUR 246
7.4 LA FORCE D'ACTION RAPIDE NUCLEAIRE (FARN) 247
7.5 CENTRE DE CRISE LOCAL 249
7.6 DIMENSIONNEMENT DU NOYAU DUR AUX AGRESSIONS ET A LEURS EFFETS INDUITS 250
7.6.1 SEISME NOYAU DUR 250
7.6.2 INONDATION EXTERNE NOYAU DUR 252
7.6.3 TORNADE NOYAU DUR 255
7.6.4 EFFETS INDUITS SUR LE SITE PAR LES PHENOMENES NATURELS AU-DELA DU DIMENSIONNEMENT 256
7.7 CONCLUSION 257

7 CONTRIBUTION DU NOYAU DUR AUX OBJECTIFS DU REEXAMEN

Suite à l'accident de Fukushima du 11 mars 2011, EDF a montré dans ses Rapports d'Evaluation Complémentaire de Sûreté (« *RECS* »), en réponse à la décision ASN du 05/05/2011, la bonne robustesse de ses installations compte tenu :

- d'une conception initiale robuste, comportant des marges de dimensionnement,
- d'un processus de réexamen périodique qui permet l'intégration de l'amélioration des connaissances et du retour d'expérience tous les 10 ans, le retour d'expérience événementiel notable étant traité sans attendre les réexamens.

Les RECS indiquaient par ailleurs que *« le cahier des charges des ECS demandant cependant de faire abstraction [de la] plausibilité [des situations extrêmes], l'étude des principales parades supplémentaires suivantes […] est proposée pour faire face à ces situations* :

- *Mise en place d'un nouveau moyen de réalimentation des réserves en eau pour alimenter les générateurs de vapeur, le circuit primaire ou la piscine du bâtiment combustible […].*
- *Renforcement de la robustesse des turbopompes d'alimentation des GV et de leur contrôle - commande vis-à-vis des séismes et des inondations.*
- *Mise en place d'un Diesel supplémentaire d'Ultime Secours (DUS) par tranche, robuste aux inondations et séismes, permettant d'alimenter une motopompe d'injection aux GV, au circuit primaire ou dans la piscine de stockage.*
- *Mise en place au niveau national d'une Force d'Action Rapide Nucléaire (FARN) capable de projeter sur le site en difficulté des équipes compétentes en conduite, maintenance et logistique […]*
- *En ce qui concerne la maîtrise des accidents avec fusion du cœur, étude de renforcement de la robustesse au séisme des dispositifs de filtration des rejets lors de la dépressurisation de l'enceinte »*

Sur la base des RECS et après analyse, l'ASN a publié des décisions INB par INB prescrivant à EDF la mise en place d'un « *Noyau Dur de dispositions matérielles et organisationnelles […] Pour ce Noyau Dur, l'exploitant met en place des SSC indépendants et diversifiés par rapport aux SSC existants afin de limiter les risques de mode commun. L'exploitant justifie le cas échéant le recours à des SSC non diversifiés ou existants* ».

Pour répondre à ces prescriptions, EDF déploie un programme industriel de mise en place de moyens additionnels sur ses installations, en deux phases successives et complémentaires :

- une phase « *réactive* » court terme terminée en 2015,
- une phase de déploiement de « *moyens pérennes* » à moyen terme jusqu'à l'horizon « *10 ans après l'accident de Fukushima* ».

Un deuxième jeu de prescriptions ASN a été publié en janvier 2014 et spécifie que « *pour limiter les rejets radioactifs massifs en situations Noyau Dur, le Noyau Dur permet l'isolement de l'enceinte de confinement et la prévention des situations de bipasse de la troisième barrière. Le Noyau Dur vise à préserver l'intégrité de cette barrière sans ouverture du dispositif d'éventage de l'enceinte de confinement* ».

Ces prescriptions, privilégiant l'intégrité de la troisième barrière pour limiter les rejets radioactifs massifs, rejoignent l'ambition du 4ème réexamen périodique 900 de rendre le risque de rejets précoces et importants dans l'environnement extrêmement improbable.

A ce titre, les dispositions dites « *Noyau Dur* » déployées par EDF dans le cadre du programme industriel du

Grand Carénage, de façon concomitante avec le quatrième réexamen périodique, contribuent à l'atteinte des objectifs du réexamen.

7.1 OBJECTIFS DU NOYAU DUR

Les prescriptions techniques ASN de 2014 définissent les objectifs de sûreté du Noyau Dur. Les dispositions du Noyau Dur retenues ont pour objectifs de :

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

Les situations Noyau Dur, ainsi que les situations résultant de leurs cumuls, sont également définies dans les prescriptions ASN de 2014 :

- **la perte totale des alimentations électriques** n'appartenant pas au Noyau Dur. C'est-à-dire la perte des sources électriques externes du site cumulée à la perte des deux diesels de tranche (Situation dénommée « H3 ») ;
- **la perte totale de la source froide** n'appartenant pas au Noyau Dur (Situation dénommée « H1 ») ;
- les agressions naturelles externes retenues pour le Noyau Dur : l'inondation (dont pluies de forte intensité) et les phénomènes naturels pouvant être liés à l'inondation (vents extrêmes, foudre, grêle), le séisme et la tornade ;
- les situations résultant de l'état de l'installation, du site et de son environnement après une ou des agressions naturelles externes retenues pour le Noyau Dur.

Les situations Noyau Dur affectent l'ensemble des tranches d'un même site.

En réponse aux prescriptions technique de l'ASN, EDF propose un Noyau Dur qui est un ensemble de moyens fixes robustes aux situations Noyau Dur et aux agressions associées complété par des moyens mobiles et une organisation et des équipes pour leur mise en œuvre et qui permet de :

- prévenir la fusion du cœur du réacteur en assurant la fonction de refroidissement du cœur et d'évacuation de la puissance résiduelle hors de l'enceinte de confinement du bâtiment réacteur lorsque le circuit primaire est pressurisable,
- mettre en œuvre des stratégies de conduite privilégiant le refroidissement par le circuit secondaire en conservant l'intégrité du circuit primaire principal,
- assurer l'isolement de l'enceinte de confinement et la prévention des situations de bipasse de cette barrière. Le Noyau Dur permet la limitation de la pression à l'intérieur de l'enceinte sans ouverture du dispositif d'éventage,
- assurer le non-dénoyage des assemblages de combustible y compris en cours de manutention dans la piscine d'entreposage et les compartiments de manutention des assemblages de combustible,

Les dispositions du Noyau Dur retenues pour limiter les rejets radioactifs prennent en compte les en cas de fusion totale et de percement de la cuve sur un réacteur du site.

Ces dispositions Noyau Dur sont présentées aux paragraphes 7.2 « *Architecture fonctionnelle du Noyau Dur* » et 7.3 « *Fonctions support* ».

Le déploiement du Noyau Dur s'accompagne également de dispositions destinées à permettre à l'exploitant d'assurer les missions qui lui incombent dans la gestion d'une crise pour respecter l'objectif de sûreté associé au Noyau Dur, et notamment un centre de crise local (CCL) par site et des dispositifs de connexion (« plugs ») des

moyens mobiles de la Force d'Action Rapide Nucléaire (FARN) nécessaires au Noyau Dur. Ces dispositions sont présentées aux paragraphes 7.4 « *Force d'Action Rapide Nucléaire* » et 7.5 « *Centre de Crise Local* ».

Une complémentarité fonctionnelle est assurée entre les moyens de conception (dispositions matérielles du Noyau Dur) et les moyens de résilience (moyens mobiles à disposition sur le site ou transportés par la FARN). Cette complémentarité permet une bonne adaptabilité aux situations imprévues compte tenu de la dynamique lente des phénomènes redoutés dans ces situations notamment la montée en pression de l'enceinte et le découvrement des assemblages de combustible en piscine combustible.

Enfin, le Noyau Dur doit être robuste aux agressions naturelles externes retenues pour le Noyau Dur et à leurs effets induits. Ce principe est intégré dès la conception pour les SSC nouveaux ou est vérifié pour les SSC existants du Noyau Dur (qui peuvent faire l'objet de renforcements si nécessaire). L'analyse du dimensionnement du Noyau Dur aux agressions Noyau Dur et à leurs effets induits, ainsi que les protections associées, sont présentées au paragraphe 7.6.

Le déploiement des dispositions Noyau Dur est également encadré par les prescriptions ASN [ND-A], [ND-B], [ND-C] dans le cadre de l'instruction de la phase générique du 4ème RP 900. Les prescriptions [ND-A] et [ND-B] portent respectivement sur l'ASG-ND (voir § 7.2.1.1) et sur la pompe d'injection aux joints des GMPP Noyau Dur (voir § 7.2.1.4). Le déploiement des autres dispositions du Noyau Dur est encadré par la prescription [ND-C] qui fixe l'échéance de déploiement de ces dispositions au plus tard à la phase « Compléments ».

7.2 ARCHITECTURE FONCTIONNELLE DU NOYAU DUR

7.2.1 Volet prévention de la fusion du réacteur

7.2.1.1 ASG-ND

Partie générique Palier

La disposition ASG-ND (PNPE1258) assure le refroidissement du cœur et l'évacuation de la puissance résiduelle hors de l'enceinte de confinement du bâtiment réacteur par les circuits secondaires lorsque le circuit primaire est pressurisé ou pressurisable. Cette disposition répond à la prescription ASN [ND-A].

Les principales hypothèses sur les systèmes sont les suivantes :

- le circuit primaire principal et le circuit secondaire principal sont intègres après l'agression,
- les grappes chutent toutes lors de l'AAR ou du fait du Manque de Tension Externe (MDTE),
- l'arrêt des pompes primaires intervient à l'instant initial du fait des automatismes ou du MDTE,
- seules les fonctions chaudière et supports Noyau Dur sont considérées pour leur effet bénéfique.

La solution retenue par EDF valorise comme moyen d'injection aux GV, la motopompe ASG de la voie B en aspiration sur la bâche ASG.

Pour l'alimentation en eau des générateurs de vapeur, la solution valorise comme fonction de stockage la bâche ASG.

Un poste de vannage sera implanté dans l'ilot nucléaire (BW) afin d'alimenter la bâche ASG et les piscines BR et combustible, durablement via la Source d'Eau de l'appoint Noyau Dur (PNPP1714/PNPE1289 et PNPE1258, cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 7 - § 7.2.2.2).

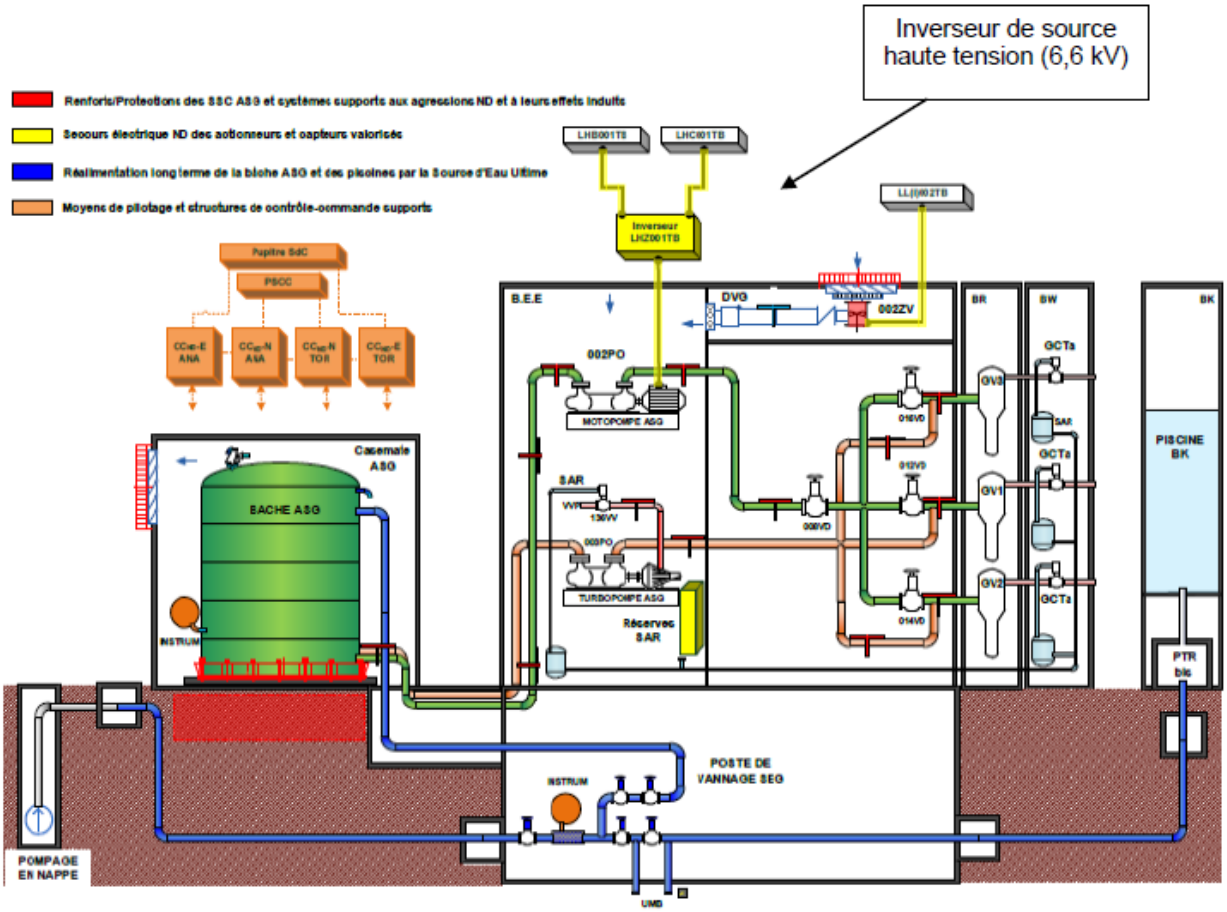


Schéma de principe de la disposition ASG-ND

L'aspect « *autonomie en air* » pour le pilotage des organes pneumatiques en conduite Noyau Dur est également traité par la modification ASG-ND (PNPE1258).

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

La tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas de spécificités vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNPP1714 « Source d'eau de l'appoint Noyau Dur » est traitée au Volet I - Chapitre 2 - Section 1 - § 1.2.1.3.

La modification PNPE1258 (hors tome J) « Mise en place du dispositif ASG-ND et ligne fixe de réalimentation de la piscine BK par SEG » sera déployée sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais dans le cadre de la phase B des modifications du 4ème RP 900.

7.2.1.2 Solution retenue pour l'intégrité des joints des GMPP

La stratégie de conduite Noyau Dur prévoit la dépressurisation et le refroidissement systématiques du Circuit Primaire Principal (CPP) par le circuit secondaire, notamment dans le but de limiter le chargement

thermohydraulique subi par les joints d'arbre des Groupes Motopompes Primaires (GMPP).

Les joints d'arbre de GMPP installés sur les réacteurs du parc en exploitation sont désormais tous équipés de joint n°1 avec des glaces en nitrure de silicium et de joints toriques dits « Haute Température.

Afin de montrer la tenue des joints d'arbre de GMPP dans les situations Noyau Dur, EDF s'appuie sur un programme de 7 essais réalisés de 2014 à 2020 sur la boucle d'essai Framatome de Karlstein. Ces essais ont permis de tester l'influence de différents paramètres (profil pression/température en amont, configuration de la ligne de fuite du joint n°1, état de l'usure et de vieillissement des joints…) sur le comportement des joints.

Cette campagne d'essais a mis en évidence la robustesse intrinsèque des joints d'arbre de GMPP malgré l'absence d'injection aux joints et de refroidissement de la barrière thermique. Les débits de fuite des joints, observés sur l'ensemble des essais réalisés, sont compatibles avec la conduite Noyau Dur.

Sur la base de ces enseignements, l'intégrité des joints a été valorisée dans la stratégie de conduite Noyau Dur.

7.2.1.3 Chute des grappes

Partie générique Palier

EDF met en œuvre une modification assurant un Arrêt Automatique du Réacteur (AAR) en cas de séisme (affaire PNPP1419). Cet AAR est activé par 4 capteurs en logique 2/4 installés sur le parement externe du bâtiment réacteur. Cette disposition est renforcée afin d'assurer sa robustesse vis-à-vis d'un séisme Noyau Dur et remonter certaines informations en salle de commande dans le cadre de l'affaire PNPE1115.

EDF a apporté la démonstration de la chute des grappes sous séisme SND, sur la base de calculs du comportement mécanique des différents composants constituant le canal de chute (Mécanismes de Commande de Grappes et leur dispositif de maintien antisismique, adaptateurs du couvercle de cuve, éléments des internes de cuve assurant le guidage des grappes, assemblages de combustibles), concluant en particulier à l'absence de déformation (flambage) des grilles d'assemblages.

En complément, EDF a justifié la chute des grappes en présence de grilles légèrement déformées, en s'appuyant notamment sur des résultats expérimentaux pleine échelle obtenus au Japon. De manière conservative, la conduite Noyau Dur de prévention de la fusion du cœur prend en compte une chute incomplète des grappes de commande en s'appuyant sur un moyen d'injection de bore à haute pression (§ 7.2.1.4).

Enfin, EDF a montré que, même en cas de chute incomplète de certaines grappes, la sous-criticité du réacteur est assurée.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

La tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas de spécificités vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNPP1419 « Mise en place d'un AAR sur séisme » a été intégralement réalisée sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais. Les impacts documentaires de cette modification sont en cours de déclinaison, et seront achevés lors de sa 4ème visite décennale.

La modification PNPE1115 « Ordre d'Arrêt Automatique Réacteur sur Séisme et information d'un séisme significatif, robustes au Séisme Noyau Dur » sera déployée sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais dans le cadre de la phase B des modifications du 4ème RP 900.

7.2.1.4 Secours de l'injection aux joints des groupes motopompes primaires

Partie générique Palier

EDF met en œuvre un moyen de secours de l'injection aux joints des groupes motopompes primaires (PNPE1427) afin de pouvoir injecter de l'eau borée lorsque le circuit primaire est à haute pression en situations noyau dur. Cette ligne de défense supplémentaire permet d'augmenter les marges vis-à-vis du risque de retour critique dans le cas pénalisant d'une chute incomplète des grappes. Ce moyen fait partie du Noyau Dur. Il répond à la prescription [ND-B].

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

La tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNPE1427 « « Déploiement d'une Pompe d'Injection aux Joints des Groupes MotoPompes Primaires « Noyau Dur » (PJ-ND) » sera déployée sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais dans le cadre de la phase "Compléments" des modifications du 4ème RP 900.

7.2.1.5 Soupapes du Pressuriseur

Partie générique Palier

La modification des soupapes du pressuriseur (PNPP1595), permet d'augmenter leur capacité de décharge à basse pression et améliorer leur fonctionnement général (robustesse, stabilité en vapeur et monophasique, compensation de la pression de l'enceinte, etc.).

Cette modification contribue principalement à la limitation du risque de fusion du cœur en pression en situation d'accident avec fusion du cœur. Dans le cadre de la conduite Noyau Dur en prévention d'accident avec fusion du cœur, elle améliore la pleine ouverture d'une ligne de décharge du pressuriseur (LDP) à basse pression du primaire, ce qui favorise la borication finale du primaire par la pompe EAS-ND.

La modification du tandem SEBIM du pressuriseur est une modification matérielle qui consiste à :

- sur le plan mécanique, remplacer la tête de chacune des soupapes de protection et d'isolement (le corps, la buse et la bague de protection des soupapes sont conservés),
- sur le plan électrique, remplacer les capteurs de position sur la tête de soupape et les cartes électroniques dans le rack des capteurs de position SEBIM dans les locaux électriques.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

La tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas de spécificités vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNPP1595 « Remplacement des têtes de soupape SEBIM » est en cours de déploiement sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4ème RP 900.

7.2.2 Volet Piscine Combustible et état « *cuve ouverte, piscine réacteur pleine* »

7.2.2.1 Objectifs et configurations étudiées

Le Noyau Dur permet de prévenir le dénoyage des assemblages de combustible en piscine de désactivation y compris en cours de manutention dans les piscines d'entreposage et compartiments de manutention en cas de perte des moyens de refroidissement (PTR, RRA, source froide RRI/SEC) consécutive à une agression Noyau Dur.

Les états initiaux de tranche qui ont servi de base à la définition des dispositions du Noyau Dur distinguent les cas des piscines BR/BK isolées ou en communication via le tube de transfert :

- l'état Réacteur Complètement Déchargé (RCD), dans lequel le combustible est dans la piscine combustible et le tube transfert fermé. Cet état vaut à la fois pour l'état RCD (cas dimensionnant, toute la puissance résiduelle étant dans le BK) mais aussi pour les états RP, AN/GV, AN/RRA, API pour lesquels la gestion des assemblages en BK se fait indépendamment de celle des assemblages en BR,
- l'état Arrêt à froid pour Rechargement (APR, cuve ouverte et piscine réacteur pleine), lorsque le tube transfert est ouvert et met en communication la piscine BR et la piscine combustible (sans batardeau).

7.2.2.2 Appoint d'eau aux piscines

Partie générique Palier

Le dispositif consiste en :

- un appoint Noyau Dur en eau à la piscine combustible (PNPP1714/PNPE1289 et PNPE1258) répondant à la prescription [PISC-A-III] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900, et son exutoire vapeur,
- un appoint Noyau Dur en eau à la piscine BR (PNPP1714/PNPE1289 et PNPE1258) et son exutoire vapeur (PNRL1803). L'appoint Noyau Dur en eau à la piscine BR est réalisé dans les états Arrêt Pour Rechargement (APR) de manière gravitaire à partir de la piscine combustible via le tube de transfert laissé ouvert. Les batardeaux entre le compartiment cuve de la piscine BR et le compartiment entreposage de la piscine combustible sont déposés ou ouverts. Les portes du sas 0m (exutoire de la vapeur produite en piscine BR) ne doivent pas pouvoir se refermer sous l'action du débit vapeur, pour cela, la modification PNRL1803 permet de garantir le maintien ouvert du sas BR en situation Noyau Dur.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

La tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas de spécificités vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Les modifications :

- PNPE1258 (hors tome J) « Mise en place du dispositif ASG-ND et ligne fixe de réalimentation de la

piscine BK par SEG »,

- PNRL1803 « Mise en place d'un appoint Noyau Dur en eau à la piscine BR et son exutoire vapeur »,

seront déployées sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais dans le cadre de la phase B des modifications du 4ème RP 900.

La modification PNPP1714 « Appoint Ultime en Eau » est traitée au Volet I - Chapitre 2 - Section 1 - §1.2.1.3.

7.2.2.3 Surveillance du niveau piscine

Partie générique Palier

Le niveau des piscines est surveillé par une instrumentation de niveau de la piscine d'entreposage du combustible et la piscine du bâtiment réacteur permettant le pilotage de l'appoint (mise en service, arrêt, réglage) : mesures de niveau Tout ou Rien des piscines du bâtiment réacteur (PNPE1128) et d'entreposage du combustible (PNPP1907) et de la mesure de niveau analogique de la piscine d'entreposage du combustible (PNPP1824).

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

La tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNPP1907 hors tome N « PTR bis » est en cours de déploiement sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4ème RP 900.

La modification PNPP1907 tome N « Résorption de la problématique d'injection de bulles en piscine BK » sera déployée dans le cadre d'une programmation spécifique avec une intégration sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais au plus tard en phase B du 4ème RP 900.

Les modifications :

- PNPE1128 « Mesures de niveau « Tout ou Rien » en piscine réacteur »,
- PNPP1824 « Ajout d'une chaîne de mesure de niveau analogique de la piscine combustible BK »,

seront déployées sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais dans le cadre de la phase B des modifications du 4ème RP 900.

7.2.2.4 Prévention des vidanges

Partie générique Palier

Deux grandes catégories de dispositions sont étudiées et mises en œuvre pour le Noyau Dur :

- des dispositions visant à prévenir une brèche sur le tube de transfert. Le tube de transfert a été justifié au séisme SND sur le Palier CPY.
- des dispositions visant à prévenir les vidanges via des circuits connectés aux piscines :
  - fermeture automatique de l'aspiration PTR de la piscine combustible sur le signal très bas niveau piscine combustible (PNPP1402),

- isolement automatique des lignes de filtration de la piscine BR (PNPP1780),
- redimensionnement du casse-siphon situé sur la ligne de refoulement du système de refroidissement de la piscine combustible permettant d'interrompre une éventuelle vidange initiée par une rupture guillotine de cette ligne (PNPP1289),
- ajout de dispositions organisationnelles de type condamnation administrative permettant de garantir l'isolement de certaines lignes de vidange des piscines BR et combustible lors des opérations de manutention de combustible.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

La tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas de spécificités vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Les modifications :

- PNPP1402 « Fermeture automatique vanne PTR 001 VB sur NTB piscine désactivation »,
- PNPP1780 « Automatisation de vannes de vidange piscine BR »,
- PNPP1289 « Redimensionnement du casse-siphon situé sur la ligne de refoulement du système de refroidissement de la piscine combustible »,

ont été intégralement réalisées sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais. Les impacts documentaires de ces modifications ont été pris en compte.

7.2.2.5 Prévention d'agression de la piscine combustible par chute d'une charge

Partie générique Palier

Les dispositions Noyau Dur s'appuient sur la robustesse des piscines et des structures soutenant les piscines ainsi que du tube de transfert et les circuits connectés jusqu'au premier organe d'isolement.

L'objectif est donc de s'affranchir d'un risque de fuite ou de brèche sur la structure de la piscine en cas de chute d'une charge venant agresser la piscine, soit par « *lâcher* » de l'assemblage de combustible en cours de manutention soit par la chute de l'emballage de transport du combustible usé.

❖ Chute de l'assemblage de combustible en cours de manutention

Les dispositions qui sont mises en œuvre pour le Noyau Dur consistent à prévenir la chute de l'assemblage en cours de manutention. Il s'agit de dispositions de maintien en charge de l'Assemblage Combustible en cours de manutention sur la machine de chargement coté piscine BR (PNPP1975), sur le pont passerelle et sur le pont auxiliaire du BK (PNPP1913), et sur le descenseur côté piscine BK (PNPP1620 pour les CNPE de Tricastin et de Cruas.

En complément à ces dispositions et hors Noyau Dur, EDF met en œuvre une procédure résiliente de mise en position sure des assemblages de combustible en cours de manutention en piscine combustible en cas de perte des alimentations électriques (PNPP1549 Commandes Manuelles de Secours).

❖ Chute d'un emballage de transport

La résistance des piscines en cas de chute d'un emballage de transport provoqué par un séisme noyau dur a été démontrée :

- après un séisme de niveau Noyau Dur, le comportement de la piscine combustible reste dans le domaine élastique linéaire du béton armé,
- avec les matériaux dans leur domaine d'élasticité linéaire, l'intégrité de la piscine combustible est démontrée en cas de chute d'emballage de transport provoquée par un séisme de niveau Noyau Dur.

Un dispositif de maintien en charge de l'emballage de combustible usé en cours de manutention au pont lourd DMK est mis en œuvre (PNPP1913) pour prévenir le risque de chute de l'emballage.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

La tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas de spécificités vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNPP1549 « Mise en position sûre d'un assemblage de combustible » a été intégralement réalisée sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais. Les impacts documentaires de cette modification ont été pris en compte.

Les modifications :

- PNPP1975 « Renforcement sismique de la machine de chargement »,
- PNPP1913 « Robustesse au Séisme Noyau Dur des ponts du bâtiment combustible »,

seront déployées sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais dans le cadre de la phase B des modifications du 4ème RP 900.

7.2.2.6 Retour au refroidissement à long terme

Partie générique Palier

La conduite Noyau Dur des situations de perte de refroidissement de la piscine combustible consiste à évacuer la puissance résiduelle des assemblages de combustible présents en piscine combustible y compris en cours de manutention par vaporisation en les maintenant sous eau au moyen de l'appoint Noyau Dur.

Le retour au refroidissement de la piscine combustible est ensuite assuré, pour les situations Noyau Dur, par la mise en service, au plus tard à 15 jours après le début de la situation Noyau Dur, du dispositif « PTR bis » La modification « PTR bis » (PNPP1907) est décrite à la Section 3. La disposition « PTR bis » répond à la prescription [PISC-A-III] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900.

En état APR, la mise en service du retour au refroidissement par le dispositif « PTR bis » entraine un débit de circulation de la piscine combustible vers la piscine BR par le tube de transfert bien plus élevé que celui créé par l'appoint en eau à partir de l'appoint Noyau Dur (PNPP1714/PNPE1289 et PNPE1258, cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 7 - § 7.2.2.2). Dans ce cas, un appoint en bore est nécessaire pour prévenir un potentiel risque de retour critique du cœur en cuve par dilution hétérogène. Pour cela, un moyen de borication (Unité Mobile de Borication) est mis en œuvre par la FARN avant le démarrage du PTRbis. Ce moyen permet d'injecter à une concentration en bore supérieure à la concentration en bore critique du cœur en cuve et ainsi de remonter la concentration en bore de la piscine combustible, ce qui permet d'éliminer le risque de dilution hétérogène avant la mise en service du PTR bis.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

La tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas de spécificités vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNPP1907 hors tome N « PTR bis » est en cours de déploiement sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4ème RP 900.

La modification PNPP1907 tome N « Résorption de la problématique d'injection de bulles en piscine BK » sera déployée dans le cadre d'une programmation spécifique avec une intégration sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais au plus tard en phase B du 4ème RP 900.

7.2.3 MITIGATION DE L'ACCIDENT AVEC FUSION DU CŒUR

7.2.3.1 Objectif et principes fonctionnels

Le Noyau Dur assure la fonction d'isolement de l'enceinte de confinement et la prévention des situations de bipasse de cette barrière. Le Noyau Dur assure la limitation de la pression à l'intérieur de l'enceinte sans ouverture du dispositif de décompression-filtration de l'enceinte.

Les dispositions du Noyau Dur retenues pour limiter les rejets radioactifs et les effets durables dans l'environnement prennent en compte les cas de fusion totale du cœur et de percement de la cuve sur l'un des réacteurs du site.

La maîtrise du confinement et la limitation des rejets en cas d'accident avec fusion du cœur est notamment assurée par :

- l'isolement de l'enceinte de confinement,
- l'évacuation de la puissance résiduelle hors de l'enceinte et la limitation de sa pression par un moyen de refroidissement Noyau Dur (EAS-ND),
- la maitrise du risque hydrogène par des recombineurs autocatalytiques passifs (RAP),
- le refroidissement du corium en cas de percement de la cuve pour éviter le percement du radier, avec renoyage du puits de cuve et du local RIC adjacent, après étalement à sec du corium.

Les dispositions fonctionnelles associées sont présentées dans le paragraphe qui suit. En complément, certaines modifications de robustesse du Noyau Dur citées aux paragraphes 7.3 « Fonctions Supports » et 7.6 « Dimensionnement du Noyau Dur aux agressions et à leurs effets induits » participent à la mitigation des accidents avec fusion du cœur.

7.2.3.2 Dispositions associées

Partie générique Palier

Les dispositions Noyau Dur valorisées pour la mitigation de l'accident avec fusion du cœur sont les suivantes :

- EAS-ND (PNPP1811) ;
- Gestion des effluents en accident avec fusion du cœur (PNPP1541) ;
- Mise en place d'un dispositif d'étalement à sec et de stabilisation du corium sous eau (PNPP1976) ;
- Renforcement des voiles entre le local d'instrumentation interne du cœur (RIC) et la zone des puisards

du fond de l'enceinte de confinement du bâtiment du réacteur (TCDI19067) ;

- Isolement de l'enceinte de confinement (un organe valorisé pour le Noyau Dur par traversée) ;
- Recombineurs Autocatalytiques Passifs (modification déjà déployée) ;
- Secours électrique d'une file de ventilation et de filtration de l'air de la salle de commande par le DUS via la distribution électrique du Noyau Dur ;
- Fiabilisation de la commande des soupapes du pressuriseur (PNXX1721) ;
- Remplacement des têtes de soupape SEBIM (PNPP1595) ;
- Secours électrique de la commande des soupapes du pressuriseur par le DUS ;
- Renforcement des hublots SAS BR (PNPP1631) ;
- Détection des fuites internes éventuelles de l'échangeur EAS-ND pour surveiller l'absence de contamination de la source froide (mesure réalisée sur la base d'un dispositif mobile déployé par la FARN) ;
- Mise en place détection étalement corium dans le local RIC (instrumentation cœur) et Secours électrique par le DUS (Diesel Ultime Secours) du thermocouple de détection étalement corium local RIC (PNPE1387) ;
- EAS ND - Source Froide Mobile - Réalisation de poteaux d'arrimage des groupes de pompage de la source froide Noyau Dur (PNPP1972) ;
- Mise en place d'un niveau de mesure puisard dans le bâtiment réacteur (PNPE1386) ;
- Mise en place de paniers de tétraborate de soude dans les puisards du bâtiment réacteur (PNPE1410).

Ces dispositions sont décrites au Volet I - Chapitre 2 - Section 4 : Accidents avec fusion du cœur.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

La tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas de spécificités vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Les modifications sont traitées au Volet I - Chapitre 2 - Section 4 : Accidents avec fusion du cœur.EAS-ND

7.3 FONCTIONS SUPPORTS

7.3.1 Diesel d'Ultime Secours (DUS)

Partie générique Palier

Le Diesel d'Ultime Secours fait partie des SSC nouveaux du Noyau Dur. Son rôle est d'alimenter électriquement les fonctions le nécessitant. Le DUS est abrité dans un nouveau bâtiment en béton (HDU). L'ensemble est conçu robuste au séisme Noyau Dur (SND) et protégé des agresseurs du Noyau Dur (tornade, inondation, foudre). Sa puissance est de 3050 kWe nets et EDF en installe un par réacteur sur son parc en fonctionnement.

La disposition DUS est composée de l'ensemble des équipements de production et de distribution d'électricité du bâtiment qui le contient :

- groupe Electrogène Diesel avec auxiliaires,
- distribution électrique HT et BT, sources, et batteries de secours du contrôle-commande du Groupe Electrogène et de ses auxiliaires,
- contrôle-commande de l'installation et communication avec la tranche.

Une liaison électrique vers un tableau commun de tranche permet son conditionnement permanent. Le DUS démarre automatiquement sur perte de son alimentation permanente pour assurer son propre conditionnement en s'autoalimentant et ainsi maintenir sa disponibilité. Il dispose également d'un système de ventilation et de conditionnement des locaux du bâtiment.

Des dispositifs de raccordement sont également prévus pour permettre la connexion de moyens mobiles :

- une tuyauterie de dépotage spécifique protégée des agressions climatiques pour les appoints en carburant,
- un coffret de raccordement électrique pour la distribution d'une alimentation 6,6 kV,
- un dispositif de connexion au circuit d'air de démarrage du groupe électrogène, afin de pouvoir le secourir le cas échéant par un compresseur mobile.

L'autonomie en fuel du DUS est de 3 jours à pleine charge. Il est conçu pour fonctionner a minima 15 jours sans maintenance.

Cette disposition permet sur chacun des réacteurs d'un site d'assurer en cas de perte de l'ensemble des sources électriques externes et internes une alimentation électrique de l'ensemble des matériels du Noyau Dur en cas de situation « *Noyau Dur* ».

La mise en place de ce DUS est associée à la modification PNPP1666.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

La tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas de spécificités vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNPP1666 « Diesel d'ultime secours » a été intégralement réalisée sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais. Les impacts documentaires de cette modification sont en cours de déclinaison, et seront achevés lors de sa 4ème visite décennale.

7.3.2 Distribution Electrique Noyau Dur

Partie générique Palier

La conception de la Distribution Electrique Noyau Dur des matériels du Noyau Dur (PNPE1068) retenue par EDF permet de répondre à la fois :

- au principe énoncé dans les prescriptions techniques ASN,
- aux contraintes d'exploitation, notamment en termes de limitation de l'impact SOH, sans remettre en cause la fiabilité de la distribution électrique existante.

L'architecture électrique associée au DUS constitue une des fonctions support aux SSC du Noyau Dur, et répond à ce titre aux objectifs de sûreté du Noyau Dur. Dans ce cadre, la fonction de sûreté assurée par l'architecture

électrique est la transformation et la distribution, via une architecture électrique robuste, de l'énergie fournie par le DUS ou par les moyens de réalimentation mis en œuvre par la Force d'Action Rapide Nucléaire (FARN), à l'ensemble des SSC du Noyau Dur, incluant notamment le Contrôle-Commande Noyau Dur (CC ND).

La Distribution Electrique Noyau Dur alimente l'ensemble des actionneurs du Noyau Dur :

- les nouveaux matériels (ex : pompe Noyau Dur EAS-ND),
- les matériels existants appartenant au Noyau Dur.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

La tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas de spécificités vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNPE1068 tome A « Distribution électrique Noyau Dur » est en cours de déploiement sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4ème RP 900.

La modification PNPE1068 tome C « Remplacement du coffret LLJ001CR » sera déployée sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais dans le cadre de la phase B des modifications du 4ème RP 900.

7.3.3 Ventilation des locaux électriques

Partie générique Palier

La ventilation des locaux électriques est nécessaire pour garantir une température acceptable pour le fonctionnement des matériels électriques du Noyau Dur localisés dans les locaux existants. La position de sécurité « *recyclage* » des vannes d'arrivée d'air neuf est valorisée ainsi qu'une action opérateur en local afin de les repositionner en tout air neuf en cas de température extérieure élevée.

Les batteries existantes étant valorisées au titre du Noyau Dur, une ventilation des locaux batteries (système DVE sur le Palier CPY) est nécessaire pour prévenir l'accumulation d'hydrogène après leur réalimentation par le DUS. L'extraction voie B est adéquate pour assurer cette fonction ainsi que le maintien en position ouverte des Clapets coupe-feu au soufflage voie B.

Des modifications sont engagées pour améliorer l'efficacité du conditionnement des locaux électriques au titre des études « *Grands Chauds* » et des études thermiques associées au Noyau Dur. Par exemple, pour améliorer l'extraction des calories dégagées par les matériels électriques (notamment les transformateurs BT), des hottes connectées au réseau DVL sont installées au-dessus des cabines de transformateurs (PNPE1070).

Par ailleurs, des moyens dédiés d'évacuation des calories sont à l'étude afin de garantir, si besoin, des conditions de température satisfaisantes à moyen et long terme dans certains locaux du bâtiment électrique, dont l'îlot de survie, dans les situations Noyau Dur avec perte de la réfrigération normale (perte de la source froide) de longue durée (TCDI17037).

La ventilation DVE des locaux des batteries est renforcée au séisme SND (PNPE1118).

L'îlot de survie permet de stocker et de charger du matériel de gestion de crise, qui peut être utile en situation noyau dur. Afin de garantir la possibilité de procéder au rechargement électrique de certains matériels de crise, des prises dédiées 220 V sont ajoutées dans l'îlot de survie, secourue par le DUS (PNPE1412).

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

La tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas de spécificités vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNPE1118 « Renforcement sismique du système DVE locaux « batteries » » a été intégralement réalisée sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais. Les impacts documentaires de cette modification sont en cours de déclinaison, et seront achevés lors de sa 4ème visite décennale.

La modification PNPE1070 « Amélioration du conditionnement du DVL MT-BT » est en cours de déploiement sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4ème RP 900.

La modification PNPE1412 « Ajout de prises électriques 220V dans l'îlot de survie, secourues par le DUS » sera déployée sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais dans le cadre de la phase B des modifications du 4ème RP 900.

La modification TCDI17037 « Amélioration de la réfrigération long terme de certains locaux du bâtiment électrique, dont l'îlot de survie, en cas de perte de la source froide » sera déployée sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais dans le cadre de la phase "Compléments" des modifications du 4ème RP 900.

7.3.4Contrôle commande Noyau Dur

Partie générique Palier

La conception du contrôle commande destiné à la conduite des matériels du Noyau Dur (PNPP1688 et PNPE1073) retenue par EDF permet de répondre à la fois :

- au principe énoncé dans les prescriptions techniques ASN,
- aux contraintes d'exploitation, notamment en terme de limitation de l'impact SOH, sans remettre en cause la fiabilité du contrôle commande existant.

Les dispositions qui concourent au contrôle-commande des moyens du Noyau Dur satisferont aux exigences de robustesse aux situations Noyau Dur et leurs effets induits lorsque concernés.

Le contrôle commande nécessaire aux moyens du Noyau Dur est composé de deux sous-ensembles :

- une partie qui s'appuie sur le contrôle commande existant,
- une partie composée d'un contrôle commande nouveau, respectant les exigences du Noyau Dur, associé aux nouveaux matériels implantés.

En cas de perte de l'alimentation des tableaux (tableaux sources de la tranche), l'alimentation du Contrôle-Commande Noyau Dur (CC ND) se fera à partir de tensions issues des tableaux de l'architecture électrique ND associée au DUS.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

La tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas de spécificités vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Les modifications :

- PNPP1688 tome A « Contrôle-Commande Noyau Dur Nouveau phase A »
- PNPE1073 « Contrôle-Commande Noyau Dur Existant »

sont en cours de déploiement sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4ème RP 900.

La modification PNPP1688 tome B « Contrôle-Commande Noyau Dur Nouveau phase B » sera déployée sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais dans le cadre de la phase B des modifications du 4ème RP 900.

7.3.5 Source d'eau Noyau Dur

Partie générique Palier

La source d'eau Noyau Dur permet l'alimentation en eau de la bâche ASG du Refroidissement secondaire Noyau Dur ainsi que l'appoint aux piscines combustible. Cette source d'eau Noyau Dur est conçue robuste aux agresseurs du Noyau Dur (cf. § 7.6).

L'architecture de la Source d'Eau Noyau Dur (PNPP1714/PNPE1289 et PNPE1258) s'inscrit dans l'architecture globale de l'appoint Noyau Dur qui comprend :

- une source d'eau venant d'un captage en nappe, ou d'un stockage, équipée d'un dispositif de pompage si nécessaire selon les sites,
- un poste de vannage par tranche, intégré dans l'Ilot Nucléaire, regroupant les vannes à manœuvrer pour assurer l'alimentation des différents utilisateurs,
- une alimentation ainsi qu'un dispositif de filtration (si nécessaire),
- une alimentation électrique du système de pompage secourue par le DUS (si nécessaire selon les sites).
- des réseaux enterrés robustes véhiculant l'eau et l'alimentation électriques des dispositifs de pompage (si nécessaire).

La Source d'Eau de l'appoint Noyau Dur doit permettre d'alimenter en eau brute la bâche ASG ainsi que la piscine combustible selon les exigences suivantes :

- durée de mission retenue : 15 jours sans maintenance nécessitant son interruption,
- autonomie sur site : 3 jours sans recourir à l'intervention de la FARN,
- qualité de l'eau : eau brute compatible (éventuellement filtrée) avec les caractéristiques de fonctionnement de la MPS ASG valorisée pendant 15 jours de fonctionnement.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

La tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas de spécificités vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNPE1258 (hors tome J) « Mise en place du dispositif ASG-ND et ligne fixe de réalimentation de la piscine BK par SEG » sera déployée sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais dans le cadre de la phase B des modifications du 4ème RP 900.

La modification PNPP1714 « Appoint Ultime en Eau » est traitée au Volet I - Chapitre 2 - Section 1 - §1.2.1.3.

7.4 LA FORCE D'ACTION RAPIDE NUCLEAIRE (FARN)

La Force d'Action Rapide Nucléaire (FARN) est en charge d'acheminer les moyens en matériels et en personnels pour appuyer les équipes d'une centrale nucléaire dans la gestion d'une crise avec menace de rejet dans l'environnement.

La mobilisation de la FARN est décidée par le Directeur de Crise National (PCD-N) dans le cadre du déclenchement d'un Plan d'Urgence Interne (PUI). La FARN intervient sous couvert de l'Organisation Nationale de Crise EDF. Le responsable des opérations sur le terrain (FARN-D) pilote l'intervention de la FARN, en liaison avec la cellule de crise locale (Poste de Commandement Décision) et sous l'autorité du Directeur de la centrale, dépositaire de la responsabilité d'exploitant nucléaire.

Ce renfort national d'EDF prend la forme de 4 convois FARN, au départ des centrales de Bugey, Civaux, Dampierre et Paluel. Ce déploiement est complété par une équipe de reconnaissance provenant de l'Etat-major FARN basé en région parisienne. Des moyens spécifiques peuvent également être acheminés depuis une base d'entreposage nationale située dans l'Oise.

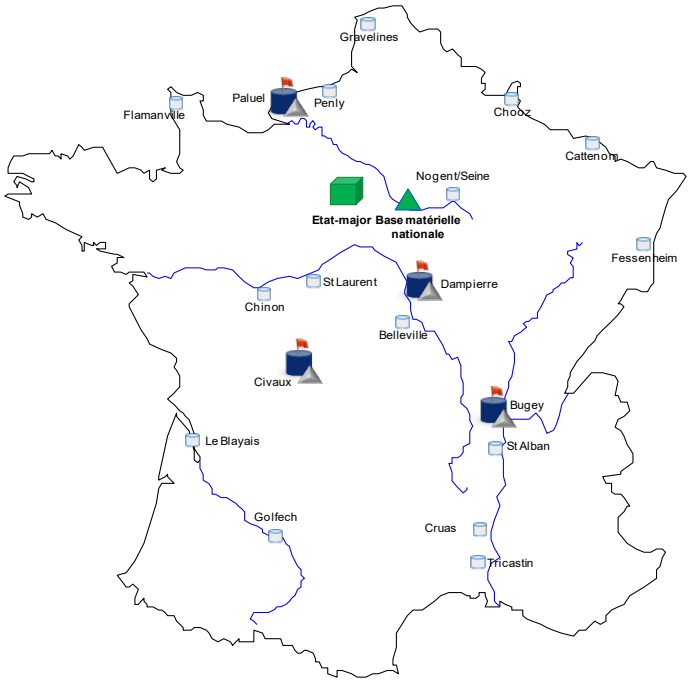
A compter de leur déclenchement, les équipes FARN accèdent au site en moins de 12 heures et les moyens d'appoint sont mis en service au plus tard à 24 heures après leur déclenchement.

La FARN est dimensionnée pour pouvoir prendre en charge les missions d'appoint à 6 réacteurs simultanément. Une partie des équipes FARN est également capable d'assister l'équipe de quart et de la relever en situation stabilisée, en attente de la solidarité Palier (renfort de personnels de conduite d'une autre centrale du même Palier). La FARN peut également mettre en œuvre des balises de surveillance de l'environnement avec retransmission par satellite.

Les missions de soutien au Noyau Dur portent sur :

- l'appoint en carburant et en huile pour les Diesels Ultimes Secours (DUS) et le groupe électrogène du Centre de Crise Local (CCL) à partir de 3 jours,
- l'appoint en eau de la réserve de source d'eau de l'appoint Noyau Dur (PNPP1714/PNPE1289 et PNPE1258, cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 7 – § 7.2.2.2) :
  - à partir de 3 jours lorsque celle-ci est constituée d'un stockage neuf ou en cas de substitution de tout ou partie de l'appoint Noyau Dur (PNPP1714/PNPE1289 et PNPE1258, cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 7 – § 7.2.2.2),
  - au plus tôt 3 jours après le début du transitoire lorsque la source d'eau de l'appoint Noyau Dur est formée d'un puits de captage en nappe phréatique,
- l'appoint en air comprimé pour le circuit SAR avant 36 heures,
- l'acheminement et la mise en service de la Source Froide Noyau Dur (SF-ND) pour le refroidissement des dispositifs EAS-ND ou PTR bis,
- l'acheminement des équipes locales sur la centrale en situation d'isolement,
- l'appui aux équipes du site pour mettre en place et surveiller les MLC (Moyens Locaux de Crise).

Les moyens FARN sont répartis sur 4 bases régionales (Bugey, Civaux, Dampierre, Paluel), une base nationale d'entreposage de matériels (à St Leu d'Esserent dans l'Oise) et un état-major en région parisienne.



Répartition de la FARN

Un Service Régional FARN compte environ 70 équipiers dont 14 équipiers d'astreinte chaque semaine. Chaque service régional dispose d'une dotation identique en matériel.

La FARN est dimensionnée pour pouvoir agir en complète autonomie pendant les premières 72 heures.

Dans son schéma d'intervention, la FARN prévoit un regroupement des moyens sur une base arrière (désignée dès les premières heures de la crise) située dans un rayon de 20 à 30 km autour de la centrale.

La fiabilité de la réponse opérationnelle de la FARN repose sur 4 piliers :

- des matériels opérationnels, robustes et simples d'utilisation,
- des compétences adaptées aux interventions en situation dégradée,
- des méthodes résilientes, permettant de s'adapter aux situations rencontrées,
- des entrainements réguliers pour maitriser les méthodes et les outils.

Les méthodes d'intervention de la FARN mettent l'accent sur la capacité d'adaptation des équipes à diverses hypothèses d'intervention : destruction des infrastructures et isolement du site, indisponibilité partielle ou totale des équipes locales, risques radiologiques et chimiques.

Afin de répondre à ces contraintes, le choix des matériels mobiles privilégie des équipements robustes, endurants, et intègre toute la logistique associée (transport, ravitaillement). Les équipements doivent être les plus standards possibles, facilement interchangeables, faciles à mettre en œuvre. Ils doivent être adaptés à un transport par route, par air et par barge. L'interopérabilité avec d'autres acteurs de la crise est également recherchée (pompiers, sécurité civile, militaires).

La majorité des équipiers FARN exercent également un autre métier (conduite, maintenance, logistique, radioprotection…) sur leur centrale d'origine. Après une formation initiale de 6 semaines, ils consacrent 20

semaines par an à leur activité FARN. Cette activité combine le maintien en condition opérationnelle des équipements, l'entrainement régulier et plusieurs exercices complets de mise en situation chaque année.

L'organisation de la FARN ainsi définie et constituée est totalement opérationnelle à EDF depuis fin 2015.

7.5 CENTRE DE CRISE LOCAL

Partie générique Palier

L'objectif du Centre de Crise Local (CCL) est de permettre à l'exploitant du CNPE de gérer dans la durée une crise importante (notamment une gestion de crise sur plusieurs réacteurs). Il permet une accessibilité, une autonomie et une habitabilité adéquates en cas de crise et est dimensionné pour résister à des agressions externes retenues pour le Noyau Dur.

Le CCL protège ses utilisateurs d'une ambiance radioactive extérieure et intérieure (contamination). A cet effet, le CCL dispose d'une protection passive constructive dimensionnée sur la base des éléments maximum de radiation à l'extérieur du site et d'un dispositif de filtration réduisant la teneur en sources de contamination/irradiation dans le cas d'un rejet consécutif à un accident de fusion totale du cœur sur une tranche du site. Le CCL dispose d'une zone de décontamination. Les modalités de traitement des effluents et des déchets (contaminés ou non) permettent de s'adapter à la situation extérieure, particulièrement afin de ne pas dégrader les conditions dosimétriques intérieures dans le cas où l'environnement externe serait particulièrement contaminé.

Le CCL est également dimensionné pour protéger ses occupants des risques chimiques.

Le CCL dispose d'une supervision de l'ensemble des informations nécessaires à la gestion de la crise issues de l'ensemble des tranches du site. La retransmission des informations issue des tranches est automatique. Des dispositions organisationnelles permettent de retransmettre les données utiles à la gestion de crise si la remontée des informations venait à ne plus être assurée (notamment des moyens de télécommunication filaires ou satellitaires diversifiés, voire par des moyens de télécommunication autonomes via téléphone satellitaire).

Le CCL dispose d'une alimentation électrique autonome assurée par un Groupe Electrogène de Secours (GES) et des batteries. Sans aucune intervention locale, l'autonomie du groupe est fixée à 72h à pleine charge (carburant, lubrifiant). Au-delà, les appoints sont réalisés par la FARN si nécessaire.

Par conception, la durée de mission du GES, sans obligation de maintenance nécessitant un arrêt du groupe, est fixée à 15 jours. Le CCL dispose d'une connexion (« *plug* ») permettant à la FARN de connecter le matériel nécessaire à l'alimentation du CCL depuis l'extérieur.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

La tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas de spécificités vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Les travaux de construction du CCL de Blayais font l'objet des modifications :

- PNPP1770 « Centre de crise local de Blayais »,
- PNPP1683 « Retransmission des informations de tranches au Centre de crise local ».

Elles seront déployées dans le cadre d'une programmation spécifique au plus tard lors de la phase B des modifications du 4ème RP 900 de la tranche n°1 du CNPE du Blayais.

7.6 DIMENSIONNEMENT DU NOYAU DUR AUX AGRESSIONS ET A LEURS EFFETS INDUITS

Le Noyau Dur doit être dimensionné aux agressions extrêmes (i.e. dont le niveau de sévérité dépasse significativement celui considéré dans le référentiel de sûreté des installations) dites agressions du Noyau Dur. Les paragraphes qui suivent, listent les agressions prises en compte à la conception, ainsi que leurs caractéristiques, et les protections associées mises en œuvre.

Les agressions naturelles externes extrêmes prises en compte sont le séisme, l'inondation et les tornades.

7.6.1 Séisme Noyau Dur

Partie générique Palier

❖ **L'aléa**

Le niveau de séisme extrême à prendre en compte pour le Noyau Dur est défini par les prescriptions techniques ECS-ND7 des décisions n°2014-DC-0395, 0398, 0401, 0402, 0406, 0411 et 0412 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 21 janvier 2014 applicables respectivement aux sites de Blayais, Chinon, Cruas, Dampierre, Gravelines, St Laurent et Tricastin :

« L'aléa sismique, à prendre en compte pour les SSC du Noyau Dur, défini par un spectre de réponse, doit :

- *être enveloppe du séisme majoré de sécurité (SMS) de site, majoré de 50%,*
- *être enveloppe des spectres de site définis de manière probabiliste avec une période de retour de 20 000 ans,*
- *prendre en compte pour sa définition, les effets de site particuliers et notamment la nature des sols. »*

Les spectres ainsi définis sont appelés « SND » (Séisme Noyau Dur). Ces spectres sismiques ont pour objectif de procurer des marges significatives par rapport au Séisme Majoré de Sécurité (SMS).

❖ **Méthode de vérification et renforcements mis en œuvre**

Lorsque le SND est supérieur au niveau sismique de dimensionnement, les SSC existants sont vérifiés robustes au séisme Noyau Dur (SND) du site considéré à l'aide de guides de capacité sismique selon les familles de matériels et sont renforcés si besoin.

L'identification des SSC nécessitant des renforcements pour assurer la robustesse au niveau d'aléa sismique défini par EDF en application de la prescription [ECS-ND7] répond à la prescription technique [AGR-F-I], émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900.

En cas de nécessité de renforcements des SSC existants, les modifications sont intégrées dans le cadre de la prescription [AGR-F-II]. Ces modifications sont listées dans le paragraphe *« spécificités de la tranche ».*

EDF réalisera les compléments d'études en réponse à la prescription [AGR-F-III] :

« *Pour les réacteurs des centrales nucléaires du Blayais, du Bugey, de Chinon, de Cruas et du Tricastin, l'exploitant étudie les possibilités de renforcement permettant de faire face à des niveaux d'aléa sismique plus élevés que ceux mentionnés au I pour tenir compte des incertitudes sur la détermination de l'aléa extrême et les éventuels effets de site particuliers. Il définit les éventuelles modifications à mettre en œuvre au regard des enjeux pour la sûreté et le calendrier associé.*»

Pour les SSC nouveaux du Noyau Dur, qui font l'objet d'affaires dédiées, un spectre majoré par rapport au spectre *« SND »* est retenu.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

Le niveau sismique de Blayais a été défini selon la prescription technique ECS-ND7 de la décision n°2014-DC-00395. Des études de robustesses sont donc produites pour démontrer la tenue au séisme SND pour les SSC du Noyau Dur.

A l'issue des études de robustesse sismique au niveau SND, EDF met en œuvre les renforcements suivants sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais :

- Robustesse au SND et à la tornade des systèmes de ventilation Noyau Dur (PNPE1358),
- Robustesse au SND des tuyauteries (PNPE1332),
- Robustesse au SND des matériels électriques et contrôle commande (PNPE1357),
- Robustesse au SND de l'instrumentation (TCDI0020),
- Robustesse au SND des chemins de câbles (PNPE1285),
- Renforcement au SND du Circuit Primaire Principal et du Circuit Secondaire Principal (PNPE1333),
- Robustesse au SND de plusieurs chaînes de mesures nécessaires ou utiles à la conduite en situation noyau dur, avec retransmission en Salle de commande, telles que les mesures de niveaux piscines (PNPE1128, PNPP1824, PNPP1907), les mesures représentatives de l'efficacité de la boration haute pression (PNPE1298), une mesure spécifique de niveau puisards BR (PNPE1386), les mesures représentatives d'une perte de la source froide de sûreté (PNPE1305) ainsi que les mesures permettant la détection d'un séisme significatif et l'Arrêt Automatique du Réacteur sur séisme significatif (PNPE1115),
- Traçage RRB et remplacement mesures de niveau de la bâche PTR (PNPE1336),
- Amélioration de l'isolation électrique entre Unité de Polarité et entrées TOR du KIT (PNPP1925),

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNPP1907 hors tome N « PTR bis » est en cours de déploiement sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4ème RP 900.

Les modifications :

- PNPE1115 « Ordre d'Arrêt Automatique Réacteur sur Séisme et information d'un séisme significatif, robustes au Séisme Noyau Dur »,
- PNPE1128 « Mesures de niveau « Tout ou Rien » en piscine réacteur »,
- PNPE1285 « Robustesse au séisme ND des chemins de câbles »,
- PNPE1298 « Robustesse Noyau Dur de l'information représentative de l'efficacité de la boration haute pression »,
- PNPE1305 « Mise en place d'une détection d'une situation H1 robuste au séisme Noyau Dur »,
- PNPE1332 « Robustesse au séisme ND des tuyauteries »,
- PNPP1824 « Ajout d'une chaîne de mesure de niveau analogique de la piscine combustible BK »,
- TCDI0020 « Robustesse au SND de l'instrumentation »,
- PNPE1357 « Robustesse au séisme ND des matériels électriques et contrôle commande »,

- PNPE1358 « Robustesse au SND et à la tornade des systèmes de ventilation Noyau Dur »,
- PNPP1925 « Amélioration de l'isolation électrique entre Unité de Polarité et entrées TOR du KIT (traitement centralisé de l'information) »,
- PNPE1336 « Traçage RRB et remplacement mesures de niveau de la bâche PTR »,

seront déployées sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais dans le cadre de la phase B des modifications du 4ème RP 900.

Les modifications :

- PNPE1333 « Renforcement au séisme Noyau Dur du Circuit Primaire Principal, du Circuit Secondaire Principal et supportage DRR »,
- PNPP1907 tome N « Résorption de la problématique d'injection de bulles en piscine BK »,

seront déployées dans le cadre d'une programmation spécifique avec une intégration sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais au plus tard en phase B du 4ème RP 900.

La modification PNPE1386 « Mise en place d'un niveau de mesure puisard dans le bâtiment réacteur » sera déployée sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais dans le cadre de la phase "Compléments" des modifications du 4ème RP 900.

7.6.2 Inondation externe Noyau Dur

Partie générique Palier

❖ **L'aléa**

Deux phénomènes d'inondations externes sont considérés :

- les inondations externes associées à la montée du niveau de la source froide,
- les inondations par déversement direct sur la plateforme liées à des pluies de forte intensité ou consécutives à la ruine d'ouvrages d'eau sur la plateforme (au titre des effets induits par le séisme).

Inondations externes associées à la montée de niveau de la source froide

Pour les inondations externes associées à la montée de la source froide, les situations suivantes sont prises en compte pour le dimensionnement des protections des SSC du Noyau Dur :

- crue fluviale dont le débit serait supérieur de 30% à celui de la Crue Millénale Majorée,
- niveau marin extrême, pour les sites en bord de mer, résultant d'une majoration forfaitaire du niveau de référence déterminé en application du guide ASN n°13, avec prise en compte des effets d'une houle centennale propagée sur le niveau statique ainsi obtenu,
- effets induits par un séisme de niveau SND sur les digues de canaux jouxtant le site (cas particulier du CNPE de Tricastin),
- ruptures multiples de barrages en amont du site sous l'effet d'un séisme pour les sites fluviaux concernés.

Inondations par déversement direct sur la plateforme

Pour les inondations par déversement direct sur la plateforme, les situations suivantes sont prises en compte pour le dimensionnement des protections des SSC du Noyau Dur :

- pluies de Forte Intensité (PFI) dont l'intensité est doublée vis-à-vis des PFI d'occurrence centennale considérées du référentiel,
- pluies de Forte Intensité associées à l'obstruction totale des avaloirs du réseau d'évacuation d'eaux pluviales,
- inondation induite par un séisme au-delà du référentiel conduisant à la ruine d'ouvrages d'eau situés sur la plateforme.

❖ **Phénomènes naturels liés à l'inondation**

Vent extrême

Les vents correspondants aux situations d'inondations externes Noyau Dur par montée du niveau de la source froide (hors crues fluviales) ou par déversement direct sur la plateforme sont considérés de type laminaire en régime établi. Ils présentent un caractère régional et s'inscrivent dans une durée de quelques heures, avec des vitesses pouvant atteindre au paroxysme une valeur de 200 km/h.

En pratique, par découplage, la vérification des SSC du Noyau Dur vis-à-vis des vents extrêmes peut s'appuyer sur la vérification effectuée pour le risque tornade.

Foudre

Pour l'ensemble des sites, les fonctions du Noyau Dur sont vérifiées en considérant un risque de foudre extrême de caractéristiques suivantes :

Ces valeurs intègrent des marges significatives par rapport aux référentiels actuels.

Le courant maximal choisi de 300 kA comprend une marge significative de 50 % par rapport au niveau le plus haut pour lequel les normes NF EN 62305-3 et 62305-4 dimensionnent les protections (200 kA).

Grêle

Pour l'ensemble des sites, les fonctions du Noyau Dur sont vérifiées en considérant un risque de grêle de caractéristiques suivantes et des modifications sont mises en œuvre si nécessaire :

- diamètre : 50 mm ;
- vitesse : 32 m/s ;
- densité : de l'ordre de 0,9 g/cm³.

❖ **Protections mises en œuvre**

Les bâtiments contenant des SSC du Noyau Dur sont protégés :

- de l'inondation par déversement sur la plateforme par les protection rapprochée basse,
- de l'inondation par montée de la source froide :
  - soit par la protection rapprochée haute qui protège les bâtiments,
  - soit par des protections périphériques (digues par exemple) qui protègent les sites.

Protection rapprochée basse

La protection rapprochée basse (PNPP1675) consiste à protéger les ouvertures en superstructure de l'ilot nucléaire et des stations de pompage situées en deçà des niveaux de découplage fixés par le calfeutrement des traversées et la mise en place de seuils et batardeaux au droit des portes.

Les phénomènes entraînant un déversement sur la plateforme sont non prévisibles et les protections destinées à empêcher la venue massive d'eau par déversement depuis la plateforme dans les bâtiments contenant des SCC Noyau Dur, les locaux diesels et la station de pompage pour prévenir le risque de perte de la source froide et des sources électriques (« H1/H3 ») sont donc présentes en permanence.

Protection rapprochée haute

La protection rapprochée haute s'appuie en infrastructure sur la protection volumétrique (PV) hors station de pompage et bâtiments diesels. Elle consiste à étancher en superstructure la périphérie de l'ilot nucléaire sur le périmètre de la PV hors diesels d'une part et à étancher les nouvelles interfaces en infrastructure, entre la périphérie de l'ilot nucléaire sur le périmètre de la PV hors diesels et les autres bâtiments et galeries de la protection volumétrique par la mise en place de batardeaux et portes étanches.

Les phénomènes entraînant une montée de la source froide sont prédictibles. Les protections destinées à empêcher la venue massive d'eau dans le volume de la PV limité au périmètre Noyau Dur de l'ilot nucléaire sont disponibles au plus près des zones d'installation et conçues pour être mises en place rapidement sans moyens de manutention lourds.

La mise en place de cette protection est présentée dans la partie dédiée aux études spécifiques de tranche compte tenu de son caractère site-dépendant.

Protection périphérique

L'analyse relative à la protection périphérique et les éventuelles modifications qui en découlent, sont présentés dans la partie dédiée aux études spécifiques de tranche compte tenu de leur caractère site-dépendant.

Digues des sites en bord de rivière

De façon à couvrir les débordements de la source froide qui seraient provoqués par un séisme au-delà du dimensionnement, les sites « *bord de rivière* » ont fait l'objet d'études complémentaires :

- afin de déterminer le niveau de robustesse au séisme des digues des sites en bordure de canaux dont le niveau est supérieur au niveau de la plateforme (cas du site de Tricastin).
- afin d'analyser l'impact des ruptures multiples de barrages (soit situés dans une même vallée, soit situés dans des vallées parallèles en amont du site).

Les résultats des études, et les éventuelles modifications qui en découlent, sont présentés dans la partie dédiée aux études spécifiques de tranche compte tenu de leur caractère site-dépendant.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

Protection périphérique

Pour le CNPE du Blayais, la Protection Périphérique côté marais réhaussée par la modification PNPP1944 tome A, la réhausse en station de pompage PNPP1944 tome B et l'étanchéité des arbres des tambours filtrants

PNPE1213 ainsi que le futur renforcement du mur pare houle côté front de Gironde PNPE1280, répondent à l'objectif de protection des bâtiments abritant des SSC Noyau Dur contre le débordement de la source froide.

Protection Rapprochée Basse

Pour le CNPE du Blayais, la Protection Volumétrique complétée par la Protection Rapprochée Basse (PNPP1675), en superstructure, permettent de répondre aux situations considérées du Noyau Dur (déversement sur la plateforme).

Protection rapprochée haute :

Le site du Blayais n'est pas concerné par la PRH du fait du dimensionnement de la Protection Périphérique.

Bilan de l'état de la tranche

Les modifications :

- PNPP1675 « Protections contre les inondations extrêmes par déversement direct sur la plateforme »,
- PNPE1213 « Etanchéité arbre de transmission tambour filtrant »,

ont été intégralement réalisées sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais. Les impacts documentaires de ces modifications ont été pris en compte.

La modification PNPP1944 « Réhausse de la Protection Périphérique contre les inondations externes au Blayais » est en cours de déploiement dans le cadre d'une programmation spécifique avec un solde d'intégration sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais prévue au plus tard fin 2022.

La modification PNPE1280 « Réhausse du Mur Pare houle » sera déployée dans le cadre d'une programmation spécifique avec une intégration sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais prévue au plus tard en décembre 2027.

7.6.3 Tornade Noyau Dur

Partie générique Palier

❖ **L'aléa**

L'évaluation de l'aléa s'appuie sur une approche fondée sur le retour d'expérience des tornades observées en France. Cette approche conduit à retenir :

- Une tornade d'intensité EF3 sur l'échelle Enhanced Fujita (EF) sur les sites de Blayais, Chinon, Saint-Laurent, Dampierre, Tricastin, Cruas ;
- Une tornade d'intensité EF4 pour les sites situés dans des zones marquées par un REX présentant une tornade d'intensité EF5 ou plusieurs tornades d'intensité EF4 observées dans un rayon de 50 km. Le seul site du Palier 900 Mwe concerné est celui de Gravelines.

❖ **Protections mises en œuvre**

Les modifications sont spécifiques à chacun des équipements à protéger ou des structures à renforcer (bâches PTR, certains matériels nécessaires à l'alimentation de la bâche ASG, certaines ouvertures du génie civil, etc).

Les protections envisagées (liste non limitative) par EDF vis-à-vis de la tornade Noyau Dur sont des tôles métalliques, des caillebotis, des filets, des charpentes métalliques (PNPE1119). EDF déploie également une modification assurant la robustesse des gaines de ventilation à la tornade (PNPE1358).

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

La tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas de spécificités vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Les modifications :

- PNPE1119 « Protections passives de l'Ilot Nucléaire à la tornade et Remplacement des échappements VVP dit de groupe 1 »,
- PNPE1358 « Robustesse au SND et à la tornade des systèmes de ventilation Noyau Dur »,

seront déployées sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais dans le cadre de la phase B des modifications du 4ème RP 900.

7.6.4 Effets induits sur le site par les phénomènes naturels au-delà du dimensionnement

Partie générique Palier

Le Noyau Dur doit être robuste aux effets potentiellement induits à la suite des agressions Noyau Dur considérées : les effets potentiellement induits par la défaillance de matériels non Noyau Dur à la suite d'un des phénomènes naturels considérés ne doivent pas compromettre les fonctions du Noyau Dur.

Les effets induits considérés sont les phénomènes suivants :

- chute de charge,
- choc provenant d'autres composants et structures,
- fouettement direct de tuyauteries haute énergie,
- inondation,
- explosion,
- incendie.

La démarche appliquée pour la vérification de la robustesse du Noyau Dur aux effets induits est une démarche pragmatique, reposant sur des méthodes et des hypothèses réalistes adaptées à l'enjeu, et qui vise à concentrer les efforts d'analyse sur les principaux risques.

L'objectif poursuivi en priorité est la prévention des effets induits susceptibles de remettre en cause l'accomplissement des fonctions Noyau Dur. Le périmètre de la démarche est défini par un ensemble d'hypothèses structurantes conduisant à orienter la vérification :

- sur l'intégrité des systèmes ou des composants non Noyau Dur contenant un fluide,
- sur la stabilité des matériels non Noyau Dur pouvant en cas de défaillance à la suite d'une agression Noyau Dur (séisme, inondation ou tornade) avoir un impact direct sur la capacité d'une cible Noyau Dur à assurer sa fonction.

Si un risque d'endommagement des SSC du Noyau Dur de nature à remettre en cause la réponse aux objectifs du Noyau Dur est mis en évidence, des dispositions sont mises en œuvre pour supprimer ce risque (renforcement ou déplacement des sources d'effets induits, voire déplacement de l'équipement du Noyau Dur menacé) ou protéger le Noyau Dur contre les phénomènes physiques redoutés. Des analyses, notamment probabilistes peuvent être utilisées pour justifier les dispositions.

Suite à l'analyse des effets potentiellement induits à la suite des agressions Noyau Dur, EDF déploie une modification de robustesse au SND du pont polaire du bâtiment réacteur (PNPP1898). EDF renforce également la protection de certains matériels mécaniques contre les effets induits (PNRL1917 et PNPE1395).

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

La tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas de spécificités vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNPP1898 « Robustesse SND - Ponts polaires BR » est en cours de déploiement sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4ème RP 900.

Les modifications :

- PNPE1395 « Modifications pour prise en compte des effets induits sur matériels mécaniques »,
- PNRL1917 « Modifications pour prise en compte des effets induits sur matériels mécaniques »,

seront déployées sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais dans le cadre de la phase B des modifications du 4ème RP 900.

7.7 CONCLUSION

La mise en place suite à l'accident de la centrale Fukushima, d'un Noyau Dur de dispositions matérielles et organisationnelles, vient renforcer la robustesse des installations du Palier CPY à l'égard des situations extrêmes potentiellement consécutives à une agression externe Noyau Dur.

Les niveaux d'aléas naturels retenus pour dimensionner ces dispositions tiennent compte du REX d'exploitation national et international, de l'évolution des connaissances et de l'exploitation des meilleures pratiques disponibles.

Les dispositions Noyau Dur pérennes prises par EDF répondent aux prescriptions techniques ASN de 2014 et aux prescriptions émises par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900. Elles permettent de prévenir ou limiter les rejets radioactifs massifs et les effets durables dans l'environnement dans les situations considérées. Elles permettent à l'exploitant d'assurer les missions qui lui incombent dans la gestion d'une crise.

Les dispositions matérielles du Noyau Dur sont des éléments importants pour la protection des intérêts. Elles font l'objet d'exigences de conception, fabrication, installation, aptitude au suivi en exploitation, exploitation pendant toute la durée de vie de l'installation.

Les dispositions Noyau Dur sont déployées par EDF de manière concomitante au quatrième réexamen périodique. Ces dispositions sont valorisées dans le cadre de la réévaluation (cf. Volet I - Chapitre 2 – Sections 1 à 4) et contribuent ainsi à la réponse aux objectifs du réexamen.

VOLET II – INCONVENIENTS

SOMMAIRE DU VOLET II

CHAPITRE 1 : CONFORMITE

CHAPITRE 2 : REEVALUATION

CHAPITRE 1 : CONFORMITE

1 APPRECIATION DE LA SITUATION DE L'INSTALLATION AU REGARD DES REGLES QUI LUI SONT APPLICABLES 262

1.1 SITUATION ET ORGANISATION DE L'INSTALLATION 262

1.1.1 L'INSTALLATION ET LA MAITRISE DES INCONVENIENTS 262

1.1.2 LE RESPECT DE LA REGLEMENTATION 269

1.2 BILAN DE L'EXPERIENCE ACQUISE AU COURS DE L'EXPLOITATION 274

1.2.1 ANALYSE DES EVENEMENTS SIGNIFICATIFS 274

1.2.2 CONFORMITE DES EIPI A LEURS EXIGENCES DEFINIES 279

1.2.3 MAITRISE DES INCONVENIENTS POUR LA PROTECTION DES INTERETS 281

1.2.3.2 Bilan des rejets d'effluents 283

1.2.3.3 Bilan des rejets thermique 296

1.2.3.4 Bilan des déchets 298

1.2.3.5 Nuisances 309

1.3 CONCLUSION 310

1 APPRECIATION DE LA SITUATION DE L'INSTALLATION AU REGARD DES REGLES QUI LUI SONT APPLICABLES

1.1 SITUATION ET ORGANISATION DE L'INSTALLATION

1.1.1 L'installation et la maîtrise des inconvénients

1.1.1.1 Présentation de l'installation

Le Centre Nucléaire de Production d'Électricité (CNPE) du Blayais se situe à mi-chemin entre Bordeaux et Royan, sur le territoire de la commune de Braud-et-Saint-Louis, dans le département de la Gironde (33), en région Nouvelle-Aquitaine (Cf. Figure 1).

Implanté au cœur d'un marais de 6 000 hectares, il occupe une superficie de 78 hectares sur la rive droite de la Gironde.

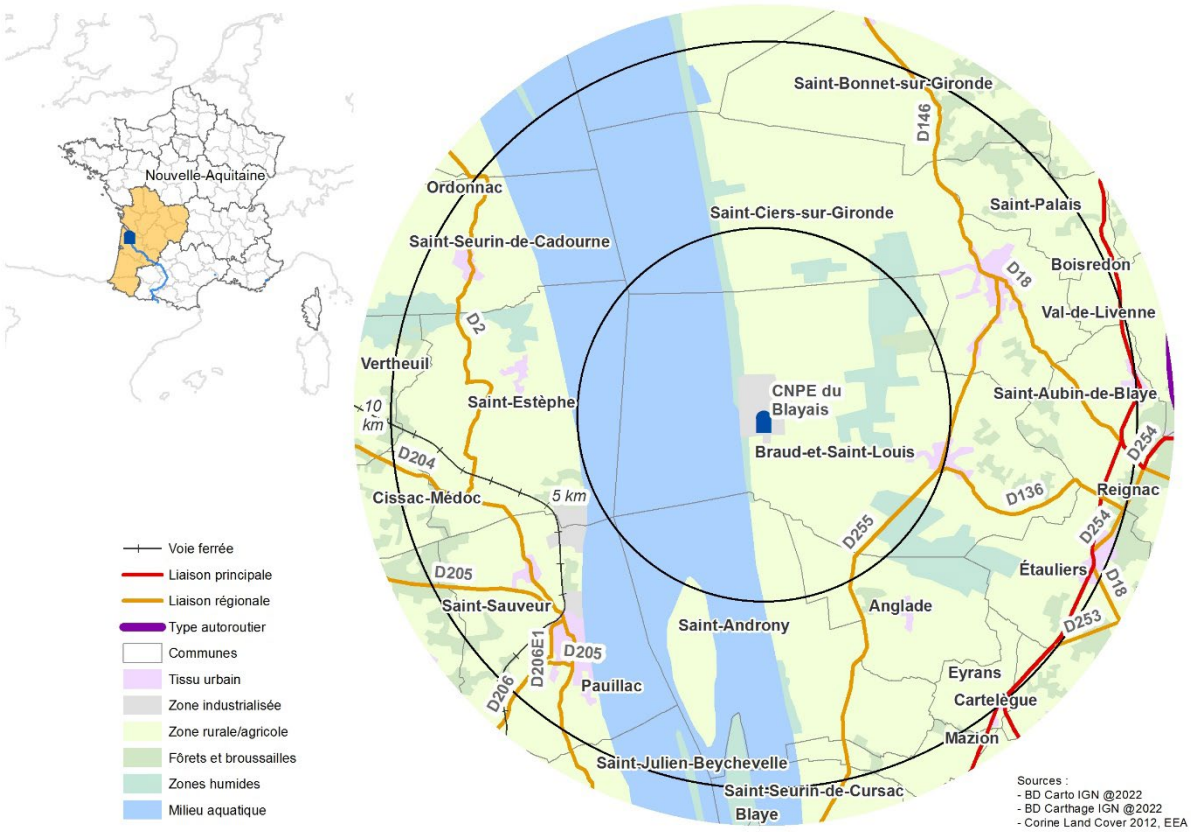


Figure 1 : Localisation du CNPE du Blayais

Le CNPE du Blayais comporte deux Installations Nucléaires de Base (INB) :

- l'INB n° 86, constituée de deux Réacteurs à Eau Pressurisée (REP) jumelés (réacteurs n° 1 et n° 2) d'une puissance électrique unitaire de 900 MWe ;
- l'INB n° 110, constituée de deux Réacteurs à Eau Pressurisée (REP) jumelés (réacteurs n° 3 et n° 4) d'une puissance électrique unitaire de 900 MWe.

Les quatre réacteurs sont refroidis en circuit ouvert par l'eau de la Gironde.

1.1.1.2 Présentation des inconvénients que l'installation présente pour les intérêts protégés

Selon l'article 4.1.I. de l'arrêté du 7 février 2012 modifié fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base, dit arrêté INB *« Les inconvénients […] incluent, d'une part, les impacts occasionnés par l'installation sur la santé et l'environnement du fait des prélèvements d'eau et rejets, et, d'autre part, les nuisances qu'elle peut engendrer, notamment par la dispersion de micro-organismes pathogènes, les bruits et vibrations, les odeurs ou l'envol de poussières. »*. La gestion des déchets est également retenue par EDF comme relevant du volet inconvénients, car elle est liée au fonctionnement normal des installations.

Les inconvénients retenus en application du principe de proportionnalité aux enjeux tel que décrit à l'article 1.1 de ce même arrêté et que le CNPE du Blayais présente pour les intérêts protégés sont liés aux :

- prélèvements et consommation d'eau ;
- rejets d'effluents radioactifs et chimiques ;
- rejets thermiques ;
- déchets radioactifs et conventionnels ;
- nuisances liées aux émissions sonores.

1.1.1.3 Présentation de l'organisation pour la maîtrise des inconvénients pour la protection des intérêts

1.1.1.3.1 Management de l'environnement

Tous les CNPE disposent d'un Système de Management Intégré (SMI) qui inclut le domaine environnement certifié « ISO 14001 » depuis 2002. La dernière certification de l'ensemble des CNPE selon la norme ISO 14001 (version 2015), intégrant le CNPE du Blayais, a eu lieu en mai 2021.
Le management de l'environnement des CNPE relève du processus « Améliorer et contrôler les performances environnementales » du SMI du CNPE. Les finalités de ce processus sont d'identifier, prévenir et maîtriser l'impact sur l'environnement et de contribuer à l'amélioration continue des performances dans le respect de la réglementation environnementale. La direction de chaque CNPE assure le pilotage stratégique du management de l'environnement et chaque métier contribue à son niveau à la maîtrise des inconvénients, notamment au travers des analyses environnementales qui couvrent toutes les activités du CNPE.
Les revues annuelles du processus environnement analysent les résultats et définissent les actions à mener pour l'année suivante, en assurant si nécessaire une vision pluriannuelle. Ces actions sont prises en compte par les services du CNPE.
L'organisation intégrée mise en place permet d'assurer la prise en compte des enjeux environnementaux dans l'ensemble des activités du CNPE.

Les missions Ressources Humaines des CNPE sont responsables du pilotage du processus de management des compétences. Le personnel suit une sensibilisation aux enjeux environnementaux, à la réglementation

applicable et à la démarche d'amélioration continue. Les prestataires sont formés par leur entreprise sur la base des exigences d'exploitation définies dans les contrats.

Dans le cadre de la démarche d'amélioration continue, les actions suivantes sur l'amélioration du management de l'environnement sont engagées :

- Les activités environnementales des CNPE sont gérées par des applications du système d'information d'EDF. Afin d'anticiper les volumes croissants des données collectées et de traiter les besoins d'évolution liés à l'intégration des nouvelles exigences réglementaires et normatives, il a été décidé de remplacer progressivement ces applications par un nouveau Système d'Information pour les Rejets et l'Environnement du Nucléaire d'EDF (SIRENe).

  Le déploiement de ce système d'information sur l'ensemble des CNPE est planifié de 2019 à 2022 et a débuté en mai 2019 pour le CNPE du Blayais.

- D'autre part, EDF a engagé, pour ses activités nucléaires, une refonte de son référentiel environnement afin d'harmoniser les pratiques d'exploitation sur les centrales nucléaires, d'améliorer la professionnalisation des intervenants et de développer leur sensibilité aux enjeux environnementaux. La finalisation de la refonte s'est achevée en fin d'année 2021. Ce référentiel sera mis à jour au fur et à mesure, en fonction des évolutions réglementaires et normatives, des prescriptions internes et du retour d'expérience.

1.1.1.3.2 Optimisation des rejets d'effluents et des déchets

Afin de respecter les dispositions réglementaires qui lui sont applicables, le CNPE du Blayais est organisé pour assurer une gestion optimisée des rejets d'effluents et des déchets.

Cette gestion optimisée consiste à :

- réduire à la source la production d'effluents et de déchets ;
- collecter de façon sélective les effluents et les déchets pour traiter chacun d'eux le plus efficacement possible, voire, dans certains cas, les réutiliser ;
- optimiser les conditionnements des circuits afin de limiter les rejets de substances chimiques, tout en préservant l'efficacité de ces conditionnements ;
- maintenir l'implication des acteurs ;
- garantir la performance des installations de traitement des effluents.

Concernant ce dernier point, il est à noter qu'EDF a engagé en 2012, au niveau de l'ensemble du Parc nucléaire français, des actions afin d'optimiser la maintenance et l'exploitation des évaporateurs du système de Traitement des Effluents Usés (TEU). Ces actions se traduisent en termes de :

- Optimisation de la maintenance

Les évaporateurs TEU du palier 900 MWe doivent satisfaire aux exigences réglementaires de la réglementation applicable aux Équipements Sous Pression Nucléaires (ESPN), qui sont déclinés notamment dans un Programme de Base des opérations d'Entretien et de Surveillance (PBES). Le PBES mis à jour en 2018 pour les évaporateurs TEU du palier 900 MWe, recueille les opérations d'entretien et de surveillance, réparties en deux catégories :

  - Les inspections préventives, qui consistent en une vérification extérieure et intérieure des évaporateurs ainsi qu'une vérification extérieure des accessoires de sécurité (exemple : soupapes) ;
  - Les opérations d'entretien et de surveillance, qui sont des actes de maintenance courants, dont la nature et la périodicité sont établies par l'exploitant en vue de maintenir le niveau de sécurité de l'équipement sous pression nucléaire au niveau requis à sa conception.

- Optimisation des pratiques d'exploitation

Les conditions d'exploitation et l'attention portée par l'exploitant sur l'ensemble de la chaîne de traitement, y compris la partie aval au système TEU, sont des facteurs importants dans le maintien opérationnel des matériels. Ainsi, les pratiques d'exploitation préconisées, comme la filtration en amont des évaporateurs, le suivi de l'état des réservoirs d'entreposage ou le rinçage de l'installation après utilisation, permettent d'éviter les risques d'endommagement et la prise en masse dans les évaporateurs.

La mutualisation des pratiques d'exploitation fait l'objet d'un « Guide d'exploitation du système TEU » dont la mise à jour a été faite en janvier 2017. Ce guide a pour objectif, en s'appuyant sur les études d'optimisation du traitement du système TEU et sur l'analyse des pratiques de site, de proposer des recommandations permettant d'améliorer le fonctionnement et la disponibilité des évaporateurs et des déminéraliseurs TEU.

1.1.1.3.3 Surveillance de l'environnement

EDF met en place, depuis la mise en service des CNPE, un programme de surveillance de l'environnement.

La surveillance de l'environnement remplit trois fonctions principales :

- une fonction de suivi et d'étude visant à s'assurer de l'absence d'impact à court et long terme des prélèvements et des rejets sur les écosystèmes terrestre et aquatique. C'est l'objet des campagnes de mesures saisonnières de radioécologie et d'hydroécologie ;
- une fonction de contrôle du bon fonctionnement global des installations au travers des paramètres que la réglementation demande de suivre à différentes fréquences. Les résultats des mesures sont comparés soit aux limites autorisées, soit à des valeurs repères : seuils de décision de la mesure (précision des appareils de mesures), limites de quantification des mesures et bruit de fond naturel ;
- une fonction d'alerte assurée au moyen de mesures en continu. Elle permet la détection précoce de toute évolution atypique d'un ou plusieurs paramètres liés aux rejets ou à l'environnement afin de déclencher des investigations et, si nécessaire, des actions de prévention (arrêt du rejet, par exemple).

EDF met en œuvre régulièrement des actions d'amélioration des matériels liés à la surveillance de l'environnement. Ainsi, des affaires menées à l'échelle du Parc nucléaire français d'EDF ont permis d'apporter des améliorations sur le système de surveillance de l'environnement (système KRS).

- Une première affaire ouverte en 2009 a permis de fiabiliser le système KRS : il s'agissait d'accompagner les CNPE dans leurs actions de sécurisation des installations, d'assurer la maintenance des équipements et le suivi du déploiement d'une modification relative à la surveillance radiamétrique de l'environnement des CNPE (remplacement des balises des réseaux clôture, 5 et 10 km). Un guide d'exploitation du système KRS en fonctionnement normal et dégradé a également été rédigé.
- Une seconde affaire ouverte en 2015 a pour objectifs de définir la politique industrielle du système KRS, de répondre aux problématiques de sécurité informatique industrielle du système KRS, d'assurer la qualité et la fiabilité de transmission de données afin de répondre aux besoins des utilisateurs. Elle vise également à traiter certaines obsolescences matérielles et logicielles, à assurer la maintenance du système KRS, à améliorer les délais de traitement des pannes et de retour en fonction, et à renforcer la culture cybersécurité des personnels utilisant et maintenant les composants du système KRS.

EDF a également optimisé la surveillance de la qualité des eaux souterraines des CNPE, en :

- créant de nouveaux ouvrages piézométriques et réalisant la réfection d'ouvrages existants, afin de disposer d'un réseau de surveillance en adéquation avec les zones à risques potentiels identifiées ;
- mettant en place un programme de surveillance périodique renforcé (augmentation du nombre d'ouvrages suivis, et du nombre de paramètres chimiques et radiologiques analysés) ;
- améliorant et homogénéisant les modalités d'exploitation du réseau de surveillance piézométrique sur l'ensemble du Parc nucléaire d'EDF ;
- créant un guide de maintenance des piézomètres.

Des contrôles quotidiens, hebdomadaires et mensuels sont réalisés dans l'écosystème terrestre, l'air ambiant, les eaux de surface et les eaux souterraines.

Les prélèvements et analyses sont réalisés dans le respect de la réglementation en vigueur.

Chaque CNPE dispose pour cela d'un laboratoire de contrôle des effluents et d'un laboratoire de mesures de la radioactivité dans l'environnement, qui réalisent la plupart des mesures, même si certaines mesures particulières peuvent être confiées à des laboratoires extérieurs.

Ainsi, chaque CNPE réalise annuellement, sous le contrôle de l'ASN, plus de 20 000 mesures dont les résultats sont transmis à l'administration et utilisés dans les documents ou supports destinés au public. Les résultats de la surveillance de l'environnement autour des CNPE sont publiés par EDF sur son site internet et dans un rapport annuel de l'environnement pour chaque CNPE.

L'article 4.2.4 de l'arrêté INB, et l'article R. 1333-26 du code de la santé publique disposent que les mesures de radioactivité dans l'environnement, effectuées pour le compte des exploitants d'INB, soient réalisées par des laboratoires agréés par l'ASN (pour chaque type de mesure). Ces agréments sont délivrés par une commission présidée par l'ASN, sur la base de deux prérequis :

- la conformité des pratiques de prélèvement (depuis 2010) et de mesure aux exigences de la norme NF EN ISO/CEI 17025 ;
- la réussite à un Essai Inter-Laboratoires, organisé par l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN) sur commandite de l'ASN.

Les laboratoires des CNPE possèdent les agréments requis à la réalisation des mesures mises en œuvre en interne et sous-traitent les autres analyses à des laboratoires agréés.
En plus de l'obtention et du renouvellement de ces agréments, EDF s'est inscrit, depuis 2009, dans une démarche d'accréditation de ses activités d'analyses par le COmité FRançais d'ACcréditation (COFRAC). À ce jour, toutes les demandes d'accréditation et de renouvellement ont été obtenues.

L'article 4.2.4 de l'arrêté INB et l'article R. 1333-25 du code de la santé publique disposent également que les résultats des mesures de radioactivité réalisées dans l'environnement par les exploitants d'INB soient transmis au Réseau National de Mesures (RNM) de la radioactivité de l'environnement.
Ce réseau a pour objectif d'informer le public sur la radioactivité de l'environnement. Depuis 2010, son site internet rend accessible au public les résultats des mesures de radioactivité réalisées par des laboratoires publics ou privés agréés par l'ASN, dans différents milieux (air, eau, sol, flore et faune) et dans des produits alimentaires. Aux mesures et contrôles pratiqués au quotidien, s'ajoutent des mesures saisonnières dont la finalité est d'évaluer, dans la durée, l'impact du fonctionnement du CNPE sur l'environnement. Ce suivi porte sur la biologie du milieu aquatique (hydroécologie) et sur la radioactivité présente dans les écosystèmes terrestre et aquatique (radioécologie). Ces campagnes de mesures sont mises en œuvre, sous la responsabilité de l'exploitant, par des organismes ou laboratoires externes.

1.1.1.3.4 Préservation de la biodiversité

En tant qu'usager des espaces naturels terrestre et aquatique et en tant que propriétaire foncier, EDF est directement concerné par des enjeux liés à la biodiversité.

Conscient de sa responsabilité et de son rôle au regard de ces enjeux, EDF se mobilise pour limiter l'impact de ses activités sur la biodiversité, tout en conciliant la sécurité de l'approvisionnement énergétique, la sécurité des installations et l'offre d'une énergie accessible et compétitive.

De la conception à la déconstruction, en passant par les phases de construction et de fonctionnement des INB, EDF met en œuvre de nombreuses actions afin de préserver la biodiversité :

- mise en œuvre au quotidien d'une surveillance continue des milieux et d'optimisation des rejets d'effluents ;
- réalisation de diagnostics préalables détaillés, en amont de la réalisation de chaque projet ;
- mise en place de mesures pour éviter, réduire ou compenser les impacts des projets.

EDF s'engage aux côtés de la société civile, des associations et des collectivités à préserver la biodiversité locale dans le cadre d'une politique volontaire d'amélioration des connaissances, de préservation de la faune et de la flore, et de communication interne et externe.
Le CNPE du Blayais a signé plusieurs partenariats en matière de biodiversité :

- Depuis 1984, la réserve ornithologique du Blayais est gérée par la Fédération de Chasse de la Gironde (FDC 33). Plusieurs partenaires sont impliqués dans cette gestion : l'Office Français de la Biodiversité (OFB), l'Association pour la Gestion Écologique des Ressources de l'Agriculture et ses Dérivés (AGERAD), l'Association de Recherche Ornithologique par le Baguage en Aquitaine (AROBA) ainsi qu'un agriculteur local (éco-pâturage). De nombreuses actions ont pu être mises en place pour développer une mosaïque d'habitats humides, gérer l'hydraulique du site et ainsi atteindre le plein potentiel d'accueil des oiseaux d'eau en hivernage. Des nids de cigognes ont également été installés au sein et hors de la réserve en 2009 afin de favoriser l'installation de l'espèce déjà bien présente dans le nord de la Gironde. Un plan de gestion est mis en place depuis 2019, permettant de développer les connaissances sur les autres cortèges d'espèces (amphibiens, papillons, libellules par exemple).

- Depuis 2019, le CNPE du Blayais développe l'utilisation de semences locales (marque Végétal Local) en partenariat avec le Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique (CBNSA) et des professionnels locaux (Semence Nature – Pépinière Naudet). Dans ce cadre, sur l'année 2020, environ 2 000 m² de jachères fleuries ont été ensemencés et 100 plants ont été plantés dans la réserve.

La préservation de la biodiversité a également fait l'objet d'une attention particulière lors des travaux effectués par le CNPE du Blayais en 2021 sur quatre portions des conduites de rejets implantées dans le lit de l'estuaire. Sous l'effet des courants et des marées, le lit de sable sur lequel ces quatre portions reposaient, s'est déplacé. Près d'un an de préparation a été nécessaire pour intervenir sur ces équipements ; un plan de protection de l'écosystème a été présenté à la Direction Départementale des Territoires et de la Mer (DDTM) pour préserver le milieu marin et terrestre de l'estuaire pendant les travaux : sondage des fonds, choix des matériaux compatibles avec l'univers marin, étude d'emplacement des moyens maritimes, préservation de la faune avec limitation du bruit vis-à-vis des oiseaux et planification des activités en dehors de la période de migration des poissons, par exemple.

Par ailleurs, la filière nucléaire s'est pourvue depuis 2006 d'une « feuille de route Biodiversité » spécifique qui s'appuie sur la politique Biodiversité du Groupe EDF et qui structure l'ensemble des actions liées à la biodiversité dans les activités d'exploitation des sites nucléaires.

Dans ce contexte, pour le CNPE du Blayais, un pré-diagnostic a été établi sur la base d'une étude réalisée par un bureau d'études naturalistes en 2020. Le domaine foncier du site du Blayais comprend la zone occupée par le CNPE du Blayais et des zones appartenant à EDF mais situées en dehors des limites du CNPE.

Cette étude, réalisée à partir de données bibliographiques et d'inventaires de terrain menés en 2020, a permis d'identifier les espaces naturels remarquables, les habitats naturels, la faune et la flore remarquables.

Lors des différents passages des experts naturalistes du bureau d'études, la flore, les habitats naturels ainsi que les oiseaux, les amphibiens, les reptiles, les mammifères et les insectes ont été inventoriés. Ces inventaires se sont déroulés sur les périodes favorables à l'observation des différents compartiments floristiques et faunistiques (juillet et septembre 2020) avec des méthodologies adaptées à chacun des compartiments étudiés.
Une recherche plus spécifique des espèces remarquables (espèces protégées et/ou espèces patrimoniales) ainsi que des espèces exotiques envahissantes a été réalisée.

Le diagnostic écologique réalisé au niveau de l'aire d'étude met en évidence que les principaux enjeux écologiques sont localisés en dehors de l'enceinte du site nucléaire, sur des espaces ayant une vocation naturelle (front de Gironde, réserve) dont l'intérêt écologique est d'ores-et-déjà reconnu au travers de l'inventaire des ZNIEFF (Zone Naturelle d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique) de la région Aquitaine.

D'une manière générale, les principaux enjeux écologiques de l'aire d'étude se répartissent de la manière suivante :

- au niveau du front de Gironde, avec des enjeux liés à la présence de végétations humides se développant en bordure des eaux ainsi que sur d'anciennes prairies ;

- au niveau de la réserve présente au nord de l'aire d'étude, avec des enjeux liés à la présence de grands étangs et de leurs ceintures de végétations humides associées (accueillant en particulier de nombreuses espèces d'oiseaux protégées, aussi bien en période de reproduction qu'en halte migratoire ou en hivernage).

Par ailleurs, dans les limites du CNPE, les enjeux écologiques sont globalement faibles dans la mesure où les milieux sont majoritairement anthropisés.

1.1.2 Le respect de la réglementation

1.1.2.1 Textes réglementaires applicables

En 2006, une refonte du régime juridique encadrant les INB a été engagée avec la loi « TSN » du 13 juin 2006, codifiée depuis dans le code de l'environnement. Cette loi a été précisée par plusieurs décrets d'application et arrêtés selon la hiérarchie présentée sur la Figure 2.

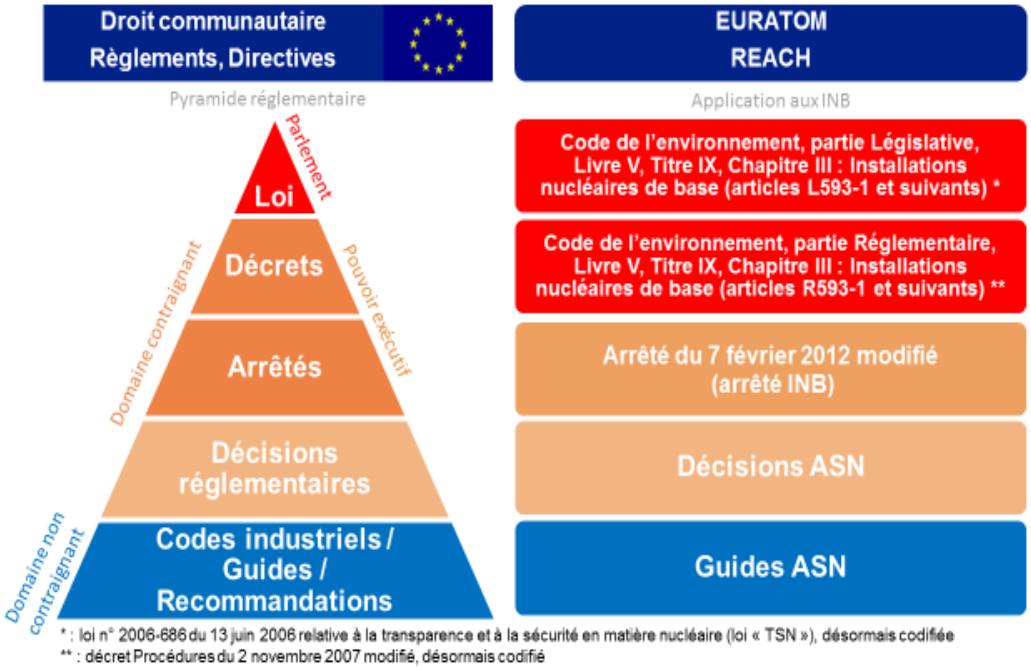


Figure 2 : Hiérarchisation des textes réglementaires et application aux INB

L'étude d'impact, régulièrement révisée, constitue un document support aux dossiers d'autorisations réglementaires.

En application de la prescription [INC-B] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du quatrième réexamen périodique du palier 900 MWe (4ème RP 900) :

- EDF consolidera au plus tard le 31 décembre 2022, les mises à jour de l'étude d'impact réalisées jusqu'à cette date, sous la forme prévue par les articles R. 122-5 et R. 593-17 du code de l'environnement, en tenant compte de l'évolution des connaissances, notamment en matière d'évaluation des impacts des rejets des installations et de l'évolution de l'environnement du site, en décrivant l'incidence des installations sur le climat et la vulnérabilité des installations au changement climatique, notamment en ce qui concerne les rejets thermiques, la gestion des rejets liquides et l'utilisation de la ressource en eau ;
- EDF précisera au plus tard le 31 décembre 2022, les améliorations contribuant à la réduction des impacts de ses installations sur l'environnement qu'il prévoit au regard des conclusions de l'étude d'impact et des meilleures techniques disponibles, ainsi que le calendrier de mise en œuvre associé ;

- EDF transmettra au plus tard le 31 décembre 2023, une étude présentant le cumul des incidences sur le Rhône et sur la Loire des centrales nucléaires situées sur ces fleuves[5].

Au 14 octobre 2021, les principaux textes réglementaires applicables au CNPE du Blayais, relatifs aux inconvénients, sont cités ci-dessous :

- Titre IX du livre V du code de l'environnement, relatif à la sécurité nucléaire et les Installations Nucléaires de Base, partie législative et notamment les articles L. 593-18 et L. 593-19.
- Titre IX du livre V du code de l'environnement, relatif à la sécurité nucléaire et les installations nucléaires de base, partie réglementaire et notamment les articles R. 593-62 et suivants.
- Arrêté du 7 février 2012 modifié fixant les règles générales relatives aux Installations Nucléaires de Base (arrêté INB).
- Décision n° 2013-DC-0360 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 16 juillet 2013 relative à la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement des installations nucléaires de base, homologuée par l'arrêté du 9 août 2013 et modifiée par la décision n° 2016-DC-0569, homologuée par l'arrêté du 5 décembre 2016 (dite décision environnement par la suite).
- Décision n° 2015-DC-0508 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 21 avril 2015 relative à l'étude sur la gestion des déchets et au bilan des déchets produits dans les installations nucléaires de base, homologuée par l'arrêté du 1er juillet 2015 (dite décision déchets par la suite).
- Décision n° 2017-DC-0587 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 23 mars 2017 relative au conditionnement des déchets radioactifs et aux conditions d'acceptation des colis de déchets radioactifs dans les installations nucléaires de base de stockage, homologuée par l'arrêté du 13 juin 2017 (dite décision conditionnement déchets par la suite).
- Arrêté du 18 septembre 2003 autorisant Électricité de France à poursuivre les prélèvements d'eau et les rejets d'effluents liquides et gazeux pour l'exploitation du site nucléaire du Blayais.

En application de la prescription [INC-A] émise par l'ASN dans la décision n° 2021-DC-0706 du 23 février 2021 au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900, EDF présente l'examen de conformité aux textes suivants :

- Règlement (CE) n° 1907/2006 du 18 décembre 2006 modifié concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances (dit règlement REACH).
- Règlement (CE) n° 1272/2008 du 16 décembre 2008 modifié relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges (dit règlement CLP).
- Règlement (UE) n° 528/2012 du 22 mai 2012 modifié concernant la mise à disposition sur le marché et l'utilisation des produits biocides (dit règlement biocides).

1.1.2.2 Maîtrise de la conformité réglementaire

Le CNPE du Blayais est organisé afin d'assurer en permanence la maîtrise de sa conformité réglementaire, par une succession d'étapes clés :

[5] Le CNPE du Blayais n'est pas concerné par cet alinéa de la prescription technique INC-B.

- **Identification** : la conformité réglementaire du domaine environnement des CNPE s'appuie sur la détection et l'analyse, au niveau national, des textes et exigences réglementaires environnementales applicables aux CNPE. Chaque CNPE recense également les textes et exigences de niveau local qui lui sont applicables.

- **Évaluation** : le CNPE évalue et trace l'état de conformité aux exigences nationales et locales qui lui sont applicables. Cette évaluation des exigences réglementaires aboutit au classement suivant :

    - « exigences en cours d'analyse » : les nouvelles exigences applicables sont en cours d'analyse par le CNPE ;

    - « exigences conformes » : le CNPE respecte les exigences réglementaires et dispose des modes de preuve associés ;

    - « exigences en gestion de conformité » : le CNPE réalise des actions complémentaires selon un échéancier proportionné aux enjeux vis-à-vis des intérêts protégés.

- **Traitement** : lorsqu'une exigence est partiellement ou non respectée, elle fait l'objet d'un plan d'actions dans le cadre des exigences en gestion de conformité.
- **Surveillance** : le CNPE réévalue périodiquement son état de conformité à chaque exigence réglementaire environnementale.
- **Revue** : chaque année, à l'occasion des revues périodiques prévues dans le cadre du système de management de l'environnement, le CNPE s'assure de la prise en compte des nouvelles exigences environnementales et fait le point sur l'avancement des actions sur les exigences en gestion de conformité.

Dans le cadre de l'évaluation de la conformité réglementaire, au 14 octobre 2021, le CNPE du Blayais a identifié 243 textes applicables dans le domaine de l'environnement. Parmi ces textes, 3 287 exigences ont été identifiées, dont :

- 2 945 exigences conformes (89,6 %) ;
- 329 exigences en cours d'analyse (10 %) ;
- 13 exigences en gestion de conformité (0,4 %).

Sur le périmètre des textes à enjeux cités au § I-1.2.2.1, il est recensé 641 exigences applicables dans le domaine de l'environnement dont :

- 637 exigences conformes (99,4 %) ;
- aucune exigence en cours d'analyse (0 %) ;
- 4 exigences en gestion de conformité (0,6 %).

Le détail de ce bilan des exigences applicables pour les textes cités au § I-1.2.2.1 est présenté dans le Tableau 1. Ceci répond au contrôle de la conformité aux textes réglementaires demandé à la prescription [INC-A] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900.

Tableau 1 : Bilan de la conformité réglementaire des textes cités au § I-1.1.2.1 au 14 octobre 2021

Titre du texte	Conforme	En cours d'analyse	En gestion de conformité
Arrêté du 7 février 2012 (arrêté INB)	68	0	1
Décision n° 2013-DC-0360 modifiée (décision environnement)	266	0	2
Décision n° 2015-DC-0508 (décision déchets)	86	0	0
Décision n° 2017-DC-0587 (décision reconditionnement déchets)	29	0	1
Arrêté du 18 septembre 2003	114	0	0
Règlement (CE) n° 1907/2006 (règlement REACH)	5	0	0
Règlement (CE) n° 1272/2008 (règlement CLP)	54	0	0
Règlement (UE) n° 528/2012 (règlement biocides)	15	0	0

Dans le cadre du processus de traitement de la conformité, le CNPE du Blayais a mis en place des actions sur l'ensemble des exigences identifiées en gestion de conformité et suit leur mise en œuvre. Par ailleurs, il poursuit l'analyse des exigences dont l'état de conformité est à définir.

Les exigences en gestion de conformité identifiées parmi ces textes ne présentent pas d'impact sur les intérêts protégés ou ne relèvent pas du domaine des inconvénients.
Les exigences en lien avec le domaine des risques sont présentées dans le volet risques du présent rapport (Volet 1 - chapitre 1 – Section 1 § 1.2.2).
Point particulier sur les exigences vis-à-vis des Équipements Nécessaires (EN) concernés par l'annexe II de l'arrêté INB.
L'article R. 593-26 du code de l'environnement définit le contenu minimal du périmètre INB, qui doit non seulement comprendre l'INB, mais aussi les Équipements Nécessaires (EN) à son exploitation, mentionnés à l'article L. 593-3 du code de l'environnement.
Ces équipements peuvent, selon leur nature, être assimilables à des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) ou des Installations, Ouvrages, Travaux et Activités (IOTA) visés par la loi sur l'eau, mais en tant que partie de l'INB et nécessaires à son exploitation, sa maintenance et sa surveillance, ils sont soumis au régime et à la réglementation applicables aux INB.
Du fait de leur impact potentiel pour la sécurité, la santé et la salubrité publiques et l'environnement, l'article 4.3.1 de l'arrêté INB rend applicable aux équipements nécessaires dépassant un seuil de la nomenclature ICPE ou IOTA du CNPE du Blayais les arrêtés de prescriptions ICPE ou IOTA listés en annexe II de l'arrêté INB et figés à la date du 8 février 2012 depuis le 24 février 2016.
Dans le cadre de l'évaluation de la conformité, au 14 octobre 2021, le CNPE du Blayais a identifié 10 arrêtés applicables, soit 759 exigences, vis-à-vis des 55 Equipements Nécessaires (EN) concernés par l'annexe II de l'arrêté INB.
Sur ce périmètre, il est recensé :

- 757 exigences conformes (99,7%) ;

- aucune exigence en cours d'analyse (0 %) ;
- 2 exigences en gestion de conformité (0,3%).

Le détail de ce bilan des exigences applicables par arrêté est indiqué dans le tableau 2 ci-dessous :

Tableau 2 : Bilan de la conformité réglementaire vis-à-vis des Équipements Nécessaires (EN) concernés par l'annexe II de l'arrêté INB au 13 juillet 2021

Arrêté de prescription ICPE ou IOTA	Nombre d'EN concernés	Nombre d'exigences applicables		
		Conforme	En cours d'analyse	En gestion de conformité
Arrêté du 30 octobre 2007 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées soumises à déclaration sous la rubrique ICPE 1150 : Fabrication industrielle, emploi ou stockage de ou à base de substances toxiques particulières - Version en vigueur au 8 février 2012	3	115	0	0
Arrêté du 2 avril 2002 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées soumises à déclaration sous la rubrique ICPE 1185 : Fabrication, emploi, stockage de chlorofluorocarbures, halons et autres carbures et hydrocarbures halogénés - Version en vigueur au 8 février 2012	9	105	0	0
Arrêté du 12 février 1998 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées pour la protection de l'environnement soumises à déclaration sous la rubrique 1416 : Stockage ou emploi de l'hydrogène - Version en vigueur au 8 février 2012	2	60	0	0
Arrêté du 22 décembre 2008 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées soumises à déclaration sous la rubrique ICPE 1432 : Stockage en réservoirs manufacturés de liquides inflammables - Version en vigueur au 8 février 2012	4	133	0	2
Arrêté du 14 janvier 2011 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations relevant du régime de l'enregistrement au titre de la rubrique ICPE 2340 : Blanchisserie, laverie de linge - Version en vigueur au 8 février 2012	1	55	0	0
Arrêté du 25 juillet 1997 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées pour la protection de l'environnement soumises à déclaration sous la rubrique ICPE 2910 : Installations de combustion - Version en vigueur au 8 février 2012	13	112	0	0
Arrêté du 29 mai 2000 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées pour la protection de l'environnement soumises à déclaration au titre de la rubrique ICPE 2925 : Ateliers de charge d'accumulateurs - Version en vigueur au 8 février 2012	5	73	0	0
Arrêté du 11 septembre 2003 portant application du décret n° 96-102 du 2 février 1996 et fixant les prescriptions générales applicables aux sondages, forage, création de puits ou d'ouvrage souterrain soumis à déclaration en application des articles L. 214-1 à L. 214-3 du code de l'environnement et	13	37	0	0

Arrêté de prescription ICPE ou IOTA	Nombre d'EN concernés	Nombre d'exigences applicables		
		Conforme	En cours d'analyse	En gestion de conformité
relevant de la rubrique 1.1.1.0 de la nomenclature annexée au décret n° 93-743 du 29 mars 1993 - Version en vigueur au 8 février 2012				
Arrêté du 11 septembre 2003 portant application du décret n° 96-102 du 2 février 1996 et fixant les prescriptions générales applicables aux prélèvements soumis à autorisation en application des articles L. 214-1 à L. 214-3 du code de l'environnement et relevant des rubriques 1.1.2.0, 1.2.1.0, 1.2.2.0 ou 1.3.1.0 de la nomenclature annexée au décret n° 93-743 du 29 mars 1993 modifié – Version en vigueur au 8 février 2010	4	38	0	0
Arrêté du 11 septembre 2003 portant application du décret n° 96-102 du 2 février 1996 et fixant les prescriptions générales applicables aux prélèvements soumis à déclaration en application des articles L. 214-1 à L. 214-3 du code de l'environnement et relevant des rubriques 1.1.2.0, 1.2.1.0, 1.2.2.0 ou 1.3.1.0 de la nomenclature annexée au décret n° 93-743 du 29 mars 1993 – Version en vigueur au 8 février 2010	1	29	0	0

Dans le cadre du processus de traitement de conformité, le CNPE du Blayais a mis en place des actions sur toutes les exigences identifiées en gestion de conformité et suit leur mise en œuvre.
Les exigences identifiées en gestion de conformité parmi ces textes ne présentent pas d'impact sur les intérêts protégés ou ne relèvent pas du domaine des inconvénients.
Ainsi, le CNPE du Blayais est organisé afin d'assurer en permanence la maîtrise de sa conformité à la réglementation qui lui est applicable.

1.2 BILAN DE L'EXPERIENCE ACQUISE AU COURS DE L'EXPLOITATION

1.2.1 Analyse des évènements significatifs

Les évènements sont dits significatifs selon les critères de déclaration définis dans le guide ASN du 21 octobre 2005, relatif aux modalités de déclaration et à la codification des critères relatifs aux évènements significatifs impliquant la sûreté, la radioprotection ou l'environnement applicables aux installations nucléaires de base et au transport de matières radioactives.
Entre 2011 et 2020, le CNPE du Blayais a déclaré :

- 42 Évènements Significatifs Environnement (ESE) ;
- 10 Évènements Significatifs Sûreté (ESS) en lien avec les inconvénients ;
- 5 Évènements Significatifs Radioprotection (ESR) du domaine déchets en lien avec les intérêts protégés ;
- 2 Évènements Significatifs Transport (EST) du domaine déchets en lien avec les intérêts protégés.

Ces évènements sont tous sans impact significatif avéré[6]. Ils concernent :

[6] Par impact significatif avéré, il faut entendre, selon le guide ASN du 21 octobre 2005 (puis par le guide ASN n° 31 depuis le 1er juillet 2017 pour la partie transport sur la voie publique), relatif aux modalités de déclaration et à la codification des critères relatifs

- **Les rejets d'effluents liquides chimiques :** 3 évènements (2016, 2019 et 2020) concernent le dépassement de la concentration maximale en Matières En Suspension (MES) avant dilution, autorisée par l'arrêté de rejet du CNPE du Blayais.
    - 1 évènement (2016) fait suite à une opération de nettoyage d'une fosse du réseau d'eau pluviale. Le chantier est considéré terminé alors que des boues résiduelles n'ont pas été aspirées. Plusieurs actions ont été mises en œuvre, permettant d'éviter que l'évènement ne se reproduise.
    - 2 évènements (2019 et 2020) de causes similaires. Lors de l'événement de 2019, la saturation précoce du décanteur de la fosse de réseau d'eau pluviale a été favorisée par la saturation du dessableur situé en aval de la station de production d'eau déminéralisée qui ne retient plus suffisamment les MES, un apport en MES par l'exploitation de la tour à béton et par une prise en compte insuffisante du risque MES dans l'analyse de risques des chantiers.

      En 2020, la cause principale de saturation identifiée est l'ampleur des chantiers Post Fukushima sur l'ensemble du CNPE. L'ensemble des actions correctives ont été menées.

- **Les rejets atmosphériques radioactifs :** 6 évènements sont concernés. Des actions correctives ont été mises en œuvre et soldées pour chacun de ces évènements. Les évènements ne se sont pas reproduits.
    - 1 évènement (2015) est lié à une indisponibilité des chaînes de surveillance des rejets de la cheminée du Bâtiment des Auxiliaires Nucléaires (BAN) lors d'une consignation pour une opération de changement d'un fusible. Aucun rejet concerté n'a été réalisé pendant la période d'indisponibilité.
    - 1 évènement (2017) est lié à une condamnation non conforme des vannes de rejet du système de ventilation de l'enceinte du bâtiment réacteur, qui disposent d'un système de condamnation spécifique. Lors de cet évènement, les vannes étaient bien fermées mais pas condamnées avec ce système spécifique.
    - 1 évènement (2017) est relatif à une mesure de débit du système de ventilation (DVN) à la cheminée du BAN, inférieure à la valeur prescrite. Aucun rejet concerté n'a été réalisé pendant ce laps de temps de 22 secondes.
    - 1 évènement (2018) est associé à l'indisponibilité partielle de la fonction d'extraction iode du système de ventilation du bâtiment combustible (DVK) à la suite d'une pose inappropriée d'un shunt lors d'une opération de maintenance préventive des tableaux électriques. Pendant cette période, il n'y a pas eu d'évènement nécessitant la mise en service automatique ou manuelle de la fonction d'extraction iode dans le bâtiment combustible.
    - 1 évènement (2020) est lié au non-respect de la conduite à tenir suite à l'indisponibilité programmée de la chaîne de mesure de radioactivité de la cheminée du BAN en tranche[7] 4. Suite à des aléas, les travaux de maintenance ont duré plus longtemps que prévu.

aux évènements significatifs impliquant la sûreté, la radioprotection ou l'environnement applicables aux Installations Nucléaires de Base et au transport de matières radioactives :

- la dégradation perceptible de la qualité du milieu récepteur (caractéristiques physico-chimique, radiologique, atteinte aux biotopes, etc.) ;
- la création d'un détriment pour un autre usage du milieu.

[7] Tranche = unité de production (réacteur).

- 1 évènement (2020) concerne un défaut d'assurance qualité ayant conduit à l'utilisation d'analyses de prélèvement des rejets atmosphériques du bâtiment réacteur n° 3 pour déterminer les conditions de rejets atmosphériques du bâtiment réacteur n° 4. Des actions correctives ont été mises en place et l'évènement ne s'est pas reproduit.

- **Les rejets atmosphériques diffus :**
  - 5 évènements concernent les rejets atmosphériques diffus de gaz SF6. Des actions correctives ont été mises en œuvre et soldées pour chacun de ces évènements. Les évènements ne se sont pas reproduits.
    - 3 évènements (2011, 2013 et 2018) sont liés à une indisponibilité de la source externe auxiliaire 225 kV et ont des causes différentes (2011 origine humaine, 2013 erreur lors d'une opération d'appoint en gaz SF6 sur un sectionneur et 2018 origine matérielle).
    - 1 évènement (2017) est lié à une erreur de re-branchement lors de la remise sous tension de l'alimentation électrique sur le réacteur n° 2, dans le cadre de travaux de maintenance préventive. L'évènement ne s'est pas reproduit, grâce à la mise en place d'actions correctives.
    - 1 évènement (2019) concerne un dépassement de la limite réglementaire de perte de gaz SF6 en cumul annuel. Des solutions ont été trouvées pour pouvoir intervenir de manière réactive sans avoir besoin de consigner l'ouvrage.
  - 19 évènements concernent les rejets atmosphériques diffus de fluides frigorigènes :
    - 1 évènement (2012) concerne une défaillance du suivi des quantités de fluides frigorigènes perdues par un groupe froid. Des actions ont été déployées et l'évènement ne s'est pas reproduit.
    - 3 évènements (2013 (2), 2014) liés à la perte de fluides frigorigènes sur des groupes de climatisation en raison d'avaries sur le piquage des soupapes des groupes froids. Suite à l'événement initial, une adaptation locale a été réalisée visant à modifier l'orientation du train de soupapes pour qu'il subisse le moins possible les contraintes dues à l'appui des flexibles sur la tuyauterie adjacente. Elle n'a pas permis d'éviter le mode de dégradation par les vibrations du groupe. Une seconde modification a été déployée sur l'ensemble des groupes de climatisation des quatre tranches du site au cours de l'année 2014 et a permis d'éradiquer l'anomalie rencontrée.
    - 1 évènement (2013) fait suite à un désaxage de flexible dans le cadre d'une opération de transfert de fluide sur un groupe froid inétanche. L'évènement ne s'est pas reproduit.
    - 1 évènement (2013) concerne un écart de pesées de fluides frigorigènes à la suite de démantèlements de groupes froids. L'évènement ne s'est pas reproduit.
    - 4 évènements (2013, 2014 (2) et 2015) concernent la perte de fluides frigorigènes dus à des phénomènes vibratoires liés au fonctionnement des équipements, sur des groupes froids différents.
    - 1 évènement (2014) est lié à une défaillance au niveau d'une vanne d'aspiration sur le compresseur du groupe de climatisation du pont roulant en salle des machines. Des actions ont été mises en œuvre et l'évènement ne s'est pas reproduit.

- 2 évènements (2014 et 2016) sont liés à des défaillances de pressostats[8] sur des groupes froids différents, entrainant des pertes de fluide frigorigène. Ces deux évènements ont des causes différentes. Des actions ont été mises en œuvre et les évènements ne se sont pas reproduits.
- 1 évènement (2016) concerne la perte de fluide frigorigène sur trois climatisations suite à une défaillance du processus de gestion des climatisations.
- 1 évènement (2017) lié à une perte de fluide frigorigène sur un groupe froid d'un bâtiment tertiaire. L'évènement ne s'est pas reproduit.
- 1 évènement (2017) lié à des causes intrinsèques comme la dissolution dans l'huile et la perte de fluide frigorigène lors des opérations de transfert.
- 2 évènements (2018 et 2019) concernent un dépassement de la limite réglementaire de perte de fluide frigorigène en cumul annuel. Ces pertes sont dues entre autres à certaines opérations de transfert, à de faibles fuites technologiques, ou au percement d'un circuit de groupe froid tertiaire. Des actions ont été mises en place.
- 1 évènement (2020) lié au dépassement de la limite réglementaire de perte de fluide frigorigène en cumul annuel. Les pertes sont dues entre autres à certains matériels défaillants, à des défauts de serrage suite à des vibrations sur certains groupes et à de faibles fuites technologiques.

- **Le non-respect d'une exigence administrative :** 6 évènements sont concernés. Des actions ont été menées suite à chaque évènement présenté ci-dessous, permettant d'éviter qu'ils ne se reproduisent.
  - 2 évènements (2011 et 2018) sont liés au dépassement de périodicité réglementaire pour le contrôle des groupes froids : contrôles d'étanchéité (2011), contrôle d'étalonnage des pressostats (2018).
  - 1 évènement (2014) concerne un dépassement du tonnage autorisé pour les déchets amiantifères sur l'aire d'entreposage des déchets Très Faiblement Actifs (TFA). Les actions correctives ont été menées.
  - 1 évènement (2017) est associé au non-respect du cahier des charges relatif à la maintenance et aux contrôles réglementaires des groupes de climatisation, par l'entité en charge de la maintenance de ces équipements. Des actions correctives ont été menées.
  - 1 évènement (2018) concerne le dépassement de seuils d'investigation (S1) relatifs au marquage chimique de six piézomètres (marquages en phosphate pour 4 piézomètres et NTK pour 2 piézomètres) en raison d'un défaut de surveillance. Les actions correctives ont été mises en œuvre.
  - 1 évènement (2018) lié à l'entreposage de déchets non répertoriés dans une aire extérieure, attenante au Bâtiment des Auxiliaires de Conditionnement (BAC) et ne disposant pas des autorisations requises pour accueillir ces déchets. Des actions correctives ont été déployées.

- **Les déchets :** 9 évènements sont concernés. Des actions ont été menées suite à chaque évènement présenté ci-dessous, permettant d'éviter qu'ils ne se reproduisent.

[8] Un pressostat est un dispositif détectant le dépassement d'une valeur prédéterminée de la pression d'un fluide.

- 2 évènements sont liés à la détection de déchets présentant des traces de radioactivité dans un conteneur à déchets conventionnels, lors du passage au portique C3 véhicules :
  - 1 évènement (2013) est relatif à la présence d'un déchet contaminé dans un conteneur à déchets conventionnels. Le sac contenant le déchet provient d'un chantier proche du bâtiment réacteur n° 4 qui présente des points de contamination non fixés. L'évènement ne s'est pas reproduit.
  - 1 évènement (2015) lié à la présence d'une sangle d'arrimage présentant des traces de radioéléments dans une benne de déchets conventionnels. Des actions correctives ont été déployées et l'évènement ne s'est pas reproduit.
- 5 évènements concernent un défaut de gestion de source radioactive retirée d'exploitation :
  - 4 évènements (2013 (2), 2015 et 2017) concernent l'entreposage inapproprié de sources radioactives (détecteurs incendie). Ces évènements ont des causes différentes (défaut de formation de l'intervenant, défaut d'organisation) et ne concernent pas les mêmes détecteurs.
  - 1 évènement (2015) associé à la perte d'une source radioactive contenue dans un détecteur incendie suite à un chantier de démolition.
- 2 évènements concernent le transport de déchets radioactifs :

  Ces évènements (survenus à quelques jours d'écart en 2018) concernent un écart de déclaration du contenu des colis expédié par le CNPE. Des actions ont été mises en œuvre, évitant que ces évènements ne se reproduisent.

La gestion des évènements significatifs est intégrée dans le système de management du CNPE du Blayais.

Deux récurrences (la perte de fluide frigorigène sur un groupe froid en 2013 et 2014 et le dépassement de la concentration maximale en Matières En Suspension avant dilution lors du rejet d'une fosse du réseau d'eau pluviale en 2019 et 2020) ont été identifiées et corrigées efficacement, ce qui a conduit à ne pas reproduire ces événements.

En conclusion, les évènements significatifs sont traités et les actions mises en œuvre sont efficaces.

Les 11 Évènements Significatifs Environnement en lien avec le confinement liquide sont présentés au Volet 1 - Chapitre 1 – Section 3 - § 0.2.3 du présent rapport.

Analyse et traitement des écarts à l'arrêté INB

Afin d'appréhender la notion d'écart à l'arrêté INB, il est nécessaire de présenter les définitions suivantes, issues de l'article 1.3 de l'arrêté INB :

- Élément Important pour la Protection (EIP) : *« Élément important pour la protection des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement (sécurité, santé et salubrité publiques, protection de la nature et de l'environnement), c'est-à-dire structure, équipement, système (programmé ou non), matériel, composant, ou logiciel présent dans une installation nucléaire de base ou placé sous la responsabilité de l'exploitant, assurant une fonction nécessaire à la démonstration mentionnée au deuxième alinéa de l'article L. 593-7 du code de l'environnement ou contrôlant que cette fonction est assurée.* »
- Activité Importante pour la Protection (AIP) : *« Activité importante pour la protection des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement (sécurité, santé et salubrité publiques, protection de la nature et de l'environnement), c'est-à-dire activité participant aux dispositions techniques*

ou d'organisation mentionnées au deuxième alinéa de l'article L. 593-7 du code de l'environnement ou susceptible de les affecter. »

- Exigence définie : *« Exigence assignée à un élément important pour la protection, afin qu'il remplisse avec les caractéristiques attendues la fonction prévue dans la démonstration mentionnée au deuxième alinéa de l'article L. 593-7 du code de l'environnement, ou à une activité importante pour la protection afin qu'elle réponde à ses objectifs vis-à-vis de cette démonstration. »*
- Écart : *« Non-respect d'une exigence définie, ou non-respect d'une exigence fixée par le Système de management [gestion][9] intégré de l'exploitant susceptible d'affecter les dispositions mentionnées au deuxième alinéa de l'article L. 593-7 du code de l'environnement. »*

Le CNPE du Blayais, en tant qu'exploitant d'une INB, dispose d'un Système de Gestion Intégré[10] (SGI) permettant d'assurer la prise en compte des exigences relatives à la protection des intérêts visés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement, ainsi que des listes d'EIP et d'AIP.

Les écarts qui présentent une importance significative selon les critères précisés par l'ASN font l'objet d'une déclaration d'évènement significatif.

Les événements significatifs déclarés par le CNPE du Blayais depuis l'entrée en vigueur de l'arrêté INB au 1er juillet 2013, ont fait l'objet d'une analyse afin d'identifier ceux qui relèvent d'un écart lié au non-respect d'une exigence définie pour une AIP ou un EIP et ceux relevant d'un écart lié au non-respect d'une exigence fixée par le SGI.

Ainsi, parmi les évènements significatifs analysés, aucun évènement ne relève :

- du non-respect d'une exigence définie pour un EIP ;
- du non-respect d'une exigence définie pour une AIP ;
- du non-respect d'une exigence fixée par le SGI.

En conclusion, aucun évènement ne relève d'un écart tel que défini par l'arrêté INB.

1.2.2 Conformité des EIPi à leurs exigences définies

Les Éléments Importants pour la Protection des intérêts vis-à-vis des inconvénients (EIPi) et les exigences définies afférentes sont précisés et référencés sur le CNPE du Blayais depuis le 1er juillet 2013, date d'entrée en vigueur de l'arrêté INB.

Dans le cadre de l'amélioration continue, EDF entretient un dispositif proportionné aux enjeux afin de maîtriser les inconvénients que ses installations présentent pour les intérêts protégés.

Ainsi, EDF a identifié, depuis 2016, des éléments qui concourent à la performance environnementale. Il s'agit de dispositions techniques permettant la gestion optimisée des inconvénients (exemples : dispositifs de recyclage, de traitement).

Parmi ces éléments, EDF a identifié de nouveaux EIPi au sens de la réglementation. Ces nouveaux éléments sont intégrés au niveau du CNPE depuis 2016.
Les EIPi du CNPE du Blayais sont :

- Pour les rejets d'effluents liquides radioactifs et chimiques :

[9] L'ordonnance évènement 2016 -128 du 10 février 2016 portant diverses dispositions en matière nucléaire précise, à l'article 26, le changement de vocabulaire : le système de management intégré devient le système de gestion intégré.
[10] Anciennement Système de Management Intégré (SMI).

- Des dispositifs de maitrise des rejets :
  - Vannes ou pompe de rejet ;
  - Capteurs de surveillance en continu ;
- Dispositifs de mesure de la température et du débit du milieu récepteur

- Pour les rejets d'effluents atmosphériques :
  - des vannes pour effectuer les rejets concertés ;
  - des éléments permettant d'assurer l'efficacité du traitement des effluents ;
  - des capteurs associés à la surveillance en continu des rejets.
- Pour la sortie des déchets conventionnels du CNPE : les portiques C3 de contrôle des véhicules.

Pour un EIPi, une exigence définie est une exigence assignée à cet EIPi afin qu'il remplisse, avec les caractéristiques attendues, la fonction prévue dans la démonstration de protection des intérêts. Son bon fonctionnement est vérifié a minima à chaque utilisation ou rejet réalisé en plus des vérifications lors des essais périodiques. En cas d'indisponibilité d'un EIPi, l'application de la conduite à tenir qui a été définie permet d'assurer la continuité de la fonction de l'EIPi ou de faire cesser les impacts ou les nuisances. La démonstration de protection des intérêts n'est donc pas affectée et ne conduit pas à un écart à l'arrêté INB. A contrario, le non-respect d'une conduite à tenir pour un EIPi est considéré comme un écart à l'arrêté INB.

Il est à noter que l'indisponibilité de l'EIPi constitue un fonctionnement en mode dégradé dont l'acceptabilité est à durée limitée en fonction des enjeux vis-à-vis des intérêts protégés. A ce titre, l'indisponibilité de l'EIPi est tracée via un outil de collecte des demandes d'intervention et les délais de réparation sont compatibles et proportionnés aux enjeux.

Comme décrit au § I-1.2.1, les événements significatifs déclarés depuis l'entrée en vigueur de l'arrêté INB ont fait l'objet d'une analyse afin d'identifier ceux qui relèvent d'un écart à ce dernier.

Ainsi, parmi les événements significatifs analysés, il n'y a eu aucun écart lié au non-respect d'une exigence définie pour un EIPi.

La conformité aux exigences définies s'appuie également sur des dispositions préventives de surveillance et de maintenance des EIPi (exemples : programmes de maintenance, de contrôle, d'essai périodique).

Le contrôle de la conformité de ces dispositions aux exigences définies, pour les EIPi du réacteur n° 1 et les EIPi communs du CNPE du Blayais, a consisté à vérifier que :

- les dispositions de maintenance, contrôles et essais sont bien programmées dans les délais prévus ;
- ces dispositions ont bien été réalisées in situ ;
- les résultats de ces dernières sont satisfaisants.

Il est à noter que ces équipements étant sollicités en fonctionnement normal de manière récurrente, et bénéficiant de dispositions préventives de surveillance et de maintenance, il n'apparait donc pas nécessaire de réaliser de vérifications supplémentaires à l'occasion du réexamen. Néanmoins, en fonction des résultats des analyses réalisées dans le cadre du réexamen, une vérification plus poussée peut être réalisée si nécessaire.

Le résultat du programme de contrôle réalisé sur les ouvrages de génie-civil est présenté dans le Volet risques (cf. Volet 1 - Chapitre 1 - Section 1). Ceci répond en partie à la prescription [INC-A] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900.

Les contrôles réalisés dans le cadre du réexamen périodique, menés au 1er semestre 2022, montrent que toutes les dispositions de maintenance, contrôles et essais prévues ont été programmées et effectuées in situ.

Les résultats sont tous satisfaisants et il n'est pas nécessaire de réaliser des vérifications supplémentaires.

L'organisation du CNPE lui permet de respecter les exigences définies afférentes aux EIPi ainsi que les dispositions de maintenance et surveillance in situ associées.

1.2.3 Contrôles complémentaires sur les équipements de traitement des effluents et conditionnement des déchets

En application de la prescription [INC-A] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4ème RP 900, ce paragraphe présente le résultat des contrôles effectués sur les équipements de traitement des effluents et de conditionnement des déchets du CNPE du Blayais. Ce contrôle comprend le réexamen de la pertinence des opérations courantes de contrôle et de maintenance au regard de leurs objectifs et des meilleures techniques disponibles correspondantes.

L'ensemble des 33 équipements identifiés ont été examinées afin de vérifier les opérations de maintenance ou de contrôle. Parmi ces opérations, la répartition de la conformité se présente comme suit :

- Dans 79% des cas, les résultats des dernières opérations de contrôle ou de maintenance réalisées sur les équipements sont satisfaisants.
- Dans 3% des cas (un équipement concerné), il y a nécessité de procéder à une remise en état qui relève d'une anomalie. Aucun écart n'a été identifié.
- Dans 18% des cas, il n'a pas été identifié d'opération de contrôle ou de maintenance encore réalisée, soit parce que l'échéance de la première occurrence de contrôle est fixée au plus tard à la divergence de la tranche n°1 (2 équipements concernés) et le contrôle n'a pas encore été réalisé, soit parce qu'il n'y a pas de maintenance préventive prévue (4 équipements concernés).

Les résultats des contrôles et des opérations de maintenance, ainsi que l'examen des anomalies matérielles des 10 dernières années (demandes de travaux), nous amènent à considérer que les programmes de contrôle et de maintenance auxquels sont soumis les équipements sont actuellement suffisants.

1.2.4 Maîtrise des inconvénients pour la protection des intérêts

Ce paragraphe présente le bilan, sur dix ans, de la maîtrise des inconvénients par le CNPE du Blayais, les améliorations apportées sur la maîtrise des impacts environnementaux et sanitaires, et les actions engagées dans le cadre de la démarche d'amélioration continue.

1.2.4.1 Bilan des prélèvements et consommations d'eau

Pour le fonctionnement de ses installations, le CNPE du Blayais est autorisé à prélever de l'eau dans les milieux suivants :

- l'estuaire de la Gironde (eau saumâtre), utilisée en boucle ouverte pour le refroidissement des condenseurs des turbines à vapeur de chaque réacteur, le circuit d'eau brute secourue (SEC), les équipements de lavage des tambours filtrants ;
- l'Isle (eau douce), pour la production d'eau industrielle et d'eau déminéralisée nécessaires au fonctionnement des circuits primaires et secondaires, aux appoints des circuits de refroidissement du process industriel et à l'alimentation des réseaux des canalisations de lutte contre l'incendie ;
- l'eau de nappe du crétacé supérieur (eau douce) uniquement lorsque l'approvisionnement par l'eau de l'Isle est indisponible ou pour des raisons de sûreté.

En complément, la Société d'aménagement urbain et rural (Saur) fournit en eau potable le CNPE pour les besoins ordinaires (restauration, fontaines à eau, sanitaires, nettoyage).

Le Tableau 3 ci-dessous présente les évolutions des prélèvements et consommations d'eau du CNPE du Blayais de 2011 à 2020.

Tableau 3 : Prélèvements et consommations d'eau du CNPE du Blayais de 2011 à 2020 d'eau saumâtre, d'eau douce et d'eau potable

Année	Estuaire de la Gironde	L'Isle	Nappe du crétacé supérieur	Eau potable
	Volumes prélevés et restitués (en milliers de m³)	Volumes consommés (en milliers de m³)	Volumes consommés (en m³)	Volumes consommés (en m³)
2011	4 720 000	718	11 000	48 000
2012	4 787 000	729	6 624	47 886
2013	4 650 000	706	5 240	47 117
2014	4 720 309	687	4 400	43 141
2015	4 341 758	664	21 600	42 091
2016	5 112 815	729	4 300	35 134
2017	4 935 716	727	2 500	44 919
2018	4 915 040	672	18 900	32 633
2019	5 037 873	751	4 013	31 931
2020	4 697 718	756	17 239	29 662
Moyenne	**4 791 823**	**714**	**9 582**	**40 163**

Entre 2011 et 2020, le CNPE, pour le fonctionnement des quatre réacteurs d'une puissance unitaire de type 900 MW, a prélevé et restitué en moyenne au point de rejet 4 791 823 milliers de m³ d'eau par an dans l'estuaire de la Gironde. Les valeurs sont stables sur la période et les légères fluctuations observées sont liées essentiellement au nombre de jours en puissance des réacteurs. Par exemple en 2016, l'augmentation des volumes prélevés s'explique par le fait d'une durée de fonctionnement plus longue sur l'année 2016 par rapport aux années précédentes (arrêts pour maintenance du fait de visites décennales en 2014 et 2015).

Le prélèvement en eau douce de surface (eau de l'Isle) est en moyenne de 714 milliers de m³ d'eau par an entre 2011 et 2020. Les prélèvements restent stables sur cette période.

Le prélèvement dans la nappe du Crétacé supérieur est en moyenne de 9 582 m³ d'eau par an entre 2011 et 2020.

Les années où les prélèvements furent plus importants sont :

- En 2011 : à la suite de la sécheresse d'été, un arrêté préfectoral de restriction de prélèvement d'eaux superficielles a conduit le CNPE à prélever 4 358 m³ d'eau douce dans la nappe souterraine.
- En 2015 et 2018 : réalisation d'essais de pompages pour les besoins en eau requis par les travaux post-Fukushima ainsi qu'à des pompages en période d'étiage sur l'Isle.
- En 2020 : prélèvement pour la réalisation de tests d'utilisation de forages sur plusieurs jours en prévision de travaux sur le décanteur de la station de production d'eau déminéralisée qui nécessite une coupure de l'eau de l'Isle.

Il est également à noter une faible consommation en 2017 à la suite d'une diminution de réalisation d'essais sur les forages.

La consommation en eau potable est en moyenne de 40 163 m^3 par an sur la période d'étude. Une diminution de la consommation en eau potable sur cette période a été observée à partir de 2013. Ces réductions soulignent la volonté du CNPE à préserver la ressource en eau à travers la mise en œuvre d'une politique de réduction de la consommation en eau potable et la mise en place d'un suivi mensuel. Il est également à noter que les variations de volumes d'eau consommés sont liées au nombre de personnes présentes sur le CNPE et aux opérations de nettoyage de locaux industriels.

Action engagée

La mise en œuvre de stations mobiles d'épuration sur le Parc contribue à réduire les appoints et rejets d'eau déminéralisée du circuit secondaire, et donc à réduire le volume d'eau prélevé pour la consommation industrielle.

Une station mobile d'épuration est constituée d'une filtration de tête, d'un bidon de résine de type « lit mélangé » et d'une filtration aval (piège à résine). Elle est raccordée au circuit secondaire via un dispositif pérenne.

L'usage des stations mobiles d'épuration permet d'améliorer la qualité d'eau du circuit secondaire lors des redémarrages de réacteur et la durée de vie de ce circuit. Il permet également une réduction significative des volumes d'eau SER (déminéralisée et conditionnée) consommés lors des redémarrages. Avec un temps de redémarrage plus court, il accroît la disponibilité des installations.

Les stations mobiles d'épuration sont déployées depuis 2003 sur le CNPE du Blayais.

1.2.4.2 Bilan des rejets d'effluents

1.2.4.2.1 Bilan des rejets d'effluents radioactifs

L'énergie produite par un réacteur nucléaire provient de la fission nucléaire. Le réacteur est le siège de la formation de substances radioactives (radionucléides) dont seule une infime partie se retrouve dans les effluents. Les effluents font ensuite l'objet d'un traitement et/ou d'un entreposage avant d'être rejetés par voie liquide ou atmosphérique, dans le respect des exigences réglementaires.

Les cinq catégories de radionucléides rejetés sont : le carbone 14, le tritium, les gaz rares, les iodes et les autres Produits de Fission ou d'Activation émetteurs bêta ou gamma (« autres PF/PA »).
Les rejets d'effluents radioactifs par voie atmosphérique s'effectuent par les cheminées situées sur les Bâtiments des Auxiliaires Nucléaires (BAN). Les rejets d'effluents radioactifs liquides se font dans la Gironde, après pré-dilution dans l'ouvrage de rejet du CNPE.
Quelle que soit la voie de rejet, les effluents atmosphériques ou liquides produits sont collectés de façon sélective, avant d'être orientés vers les systèmes de traitement appropriés.

Carbone 14

Le carbone 14 est produit essentiellement par activation neutronique de l'oxygène 17 et de l'azote 14 dissous dans l'eau du circuit primaire et de l'oxygène 17 présent dans le combustible.
Le carbone 14 sous forme liquide est retenu principalement via des filtres et résines ou dans les concentrats du système de traitement par évaporation des effluents usés. En conséquence, seule une faible partie du carbone 14 initialement présent dans les circuits sous forme liquide se retrouve dans les rejets par voie liquide.
Le carbone 14 sous forme gazeuse provient principalement du dégazage des effluents liquides issus du circuit primaire. Les rejets en carbone 14 par voie atmosphérique constituent la voie prépondérante par rapport à la voie liquide.

L'activité annuelle rejetée en carbone 14 par le CNPE du Blayais sur la période 2011 – 2020 est, en moyenne, de 656 GBq/an par voie atmosphérique et de 46,8 GBq/an par voie liquide.
Ces valeurs de rejets en carbone 14 sont calculées pour la période de 2011 – 2015, puis mesurées à partir de 2016. En effet, EDF a mené des actions permettant de démontrer la fiabilité du prélèvement et de la mesure du carbone 14 dans les rejets d'effluents liquides et atmosphériques. Ainsi, le bilan des rejets de carbone 14 est établi à partir des activités mesurées dans les effluents liquides et atmosphériques depuis le 1er janvier 2016.

Tritium

Le tritium est produit par fission dans les crayons du combustible et par activation neutronique du bore 10 et du lithium 6 via les substances chimiques ajoutées pour le conditionnement de l'eau du circuit primaire.

La production de tritium, caractéristique intrinsèque des réacteurs à eau pressurisée, est maîtrisée par :

- le gainage en alliage de zirconium qui permet de confiner la quasi-totalité du tritium produit par fission dans les crayons du combustible ;
- l'utilisation de lithium enrichi en lithium 7 afin de réduire la production de tritium dans l'eau du circuit primaire par activation neutronique du lithium 6.

À l'heure actuelle, il n'existe pas de moyen industriel techniquement et économiquement viable permettant d'éliminer le tritium contenu dans les effluents, aux concentrations rencontrées dans les installations. En raison de l'absence de traitement industriel et de sa faible radio toxicité (émetteur bêta à faible énergie), le tritium est rejeté en totalité dans l'environnement, en privilégiant la voie liquide, de moindre impact dosimétrique.

Les variations observées dans les rejets liquides reflètent la puissance électrique produite par les quatre réacteurs et les déconcentrations en tritium réalisées en fonction des quantités présentes dans les circuits. En moyenne sur la période considérée, l'activité en tritium rejetée dans les effluents liquides par le CNPE du Blayais est de l'ordre de 10 825 GBq par an et par réacteur.

Les rejets de tritium par voie atmosphérique ont pour origine principale l'évaporation de l'eau tritiée des piscines des bâtiments combustible et des bâtiments réacteur, lors des arrêts de réacteurs. Afin de limiter ces rejets par voie atmosphérique, les CNPE réalisent des « déconcentrations » du tritium de l'eau du circuit primaire avant l'ouverture de la cuve.

L'extraction, par la ventilation des ciels des capacités contenant des effluents tritiés, notamment les réservoirs de Traitement des Effluents Primaires (TEP) intermédiaires, contribue aux rejets de tritium par voie atmosphérique, mais dans une faible proportion. En effet, sur le palier 900 MWe, une « soupape de respiration » sur la ligne d'évent évite le renouvellement de l'atmosphère des réservoirs en dehors des phases de vidange et de remplissage.

Différentes actions d'optimisation relatives à la gestion des effluents tritiés ont été menées par le CNPE du Blayais :

- Amélioration de la mesure des rejets de tritium à l'atmosphère par la mise en place de nouveaux systèmes de prélèvement du tritium (barboteurs réfrigérés) sur les cheminées des BAN : cette amélioration de la mesure de tritium gazeux permet une meilleure connaissance des rejets. Ces nouveaux systèmes de prélèvement du tritium ont été mis en place en 2009 sur le CNPE du Blayais.
- Application de la doctrine tritium depuis 2008, établie afin de définir des règles générales pour une bonne gestion du tritium. Cette doctrine présente les dispositions permettant de limiter les rejets de vapeur d'eau tritiée et de privilégier les rejets de tritium par voie liquide, de moindre impact dosimétrique.

L'ensemble de ces actions explique la tendance à la baisse de l'activité en tritium rejetée à l'atmosphère par les 4 réacteurs du CNPE du Blayais, représentée en Figure 3 sur la période 2011 – 2020.

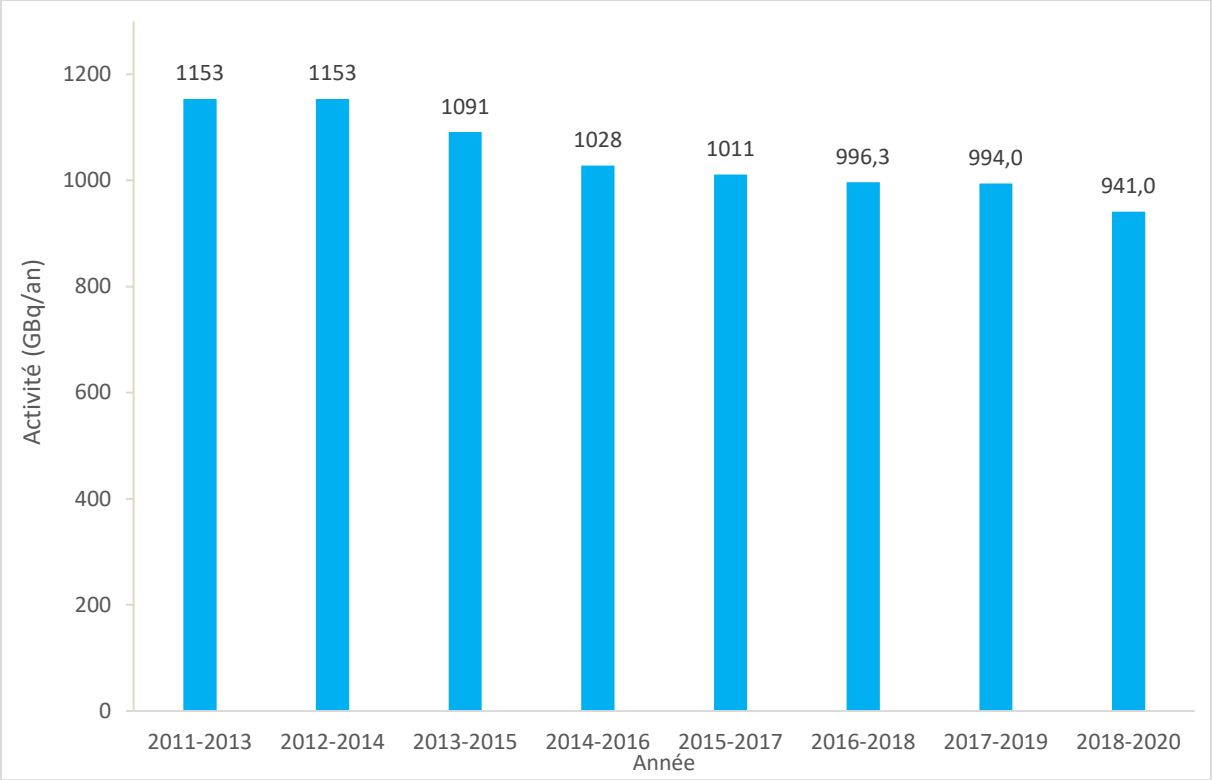


Figure 3 : Activité en tritium rejetée à l'atmosphère, moyenne sur 3 années glissantes sur la période 2011 – 2020, du CNPE du Blayais (GBq/an)

Action engagée

L'impact dosimétrique associé aux rejets de tritium des CNPE dépend de la forme physico-chimique sous laquelle il est rejeté : eau ou vapeur d'eau tritiée, dihydrogène tritié ou tritium lié à des molécules organiques.

En France comme à l'échelle internationale, il est démontré que le tritium rejeté dans les effluents atmosphériques des réacteurs de type REP, est très majoritairement sous forme de vapeur d'eau tritiée[11] [12]. Dans les effluents liquides de ces réacteurs, le tritium est majoritairement sous forme d'eau tritiée.

EDF, en collaboration avec un laboratoire universitaire, a développé une méthode de mesure permettant de séparer les différentes formes organiques présentes dans les effluents liquides, de faire des mesures du tritium par scintillation bas bruit de fond, et ainsi d'identifier les formes organiques potentiellement tritiées. Les résultats obtenus ne mettent pas en évidence la présence de formes organiques tritiées dans les effluents rejetés.

Gaz rares

Les gaz rares présents dans les effluents radioactifs rejetés à l'atmosphère sont majoritairement des produits de fission. Les principaux gaz rares générés lors de la réaction de fission sont le xénon 133, le xénon 135, le krypton 85 et le xénon 131m. Ils restent majoritairement confinés dans la gaine du combustible. Une faible quantité peut toutefois migrer dans l'eau du circuit primaire, en cas d'inétanchéité de gainage combustible et se retrouver ainsi dans les effluents. Il est également possible de retrouver des produits d'activation comme l'argon 41. Les

[11] Le tritium dans l'environnement – Synthèse des connaissances, Rapport IRSN DEI 2009-05.
[12] Livre Blanc du Tritium – Groupes de réflexion menés de mai 2008 à avril 2010 sous l'égide de l'ASN.

effluents collectés dans les réservoirs d'entreposage sont traités par décroissance radioactive pendant au moins 30 jours, durée réglementaire pour permettre à la radioactivité de décroître suffisamment avant rejet.
La Figure 4 présente l'activité annuelle en gaz rares rejetée à l'atmosphère par le CNPE du Blayais sur la période 2011 – 2020.

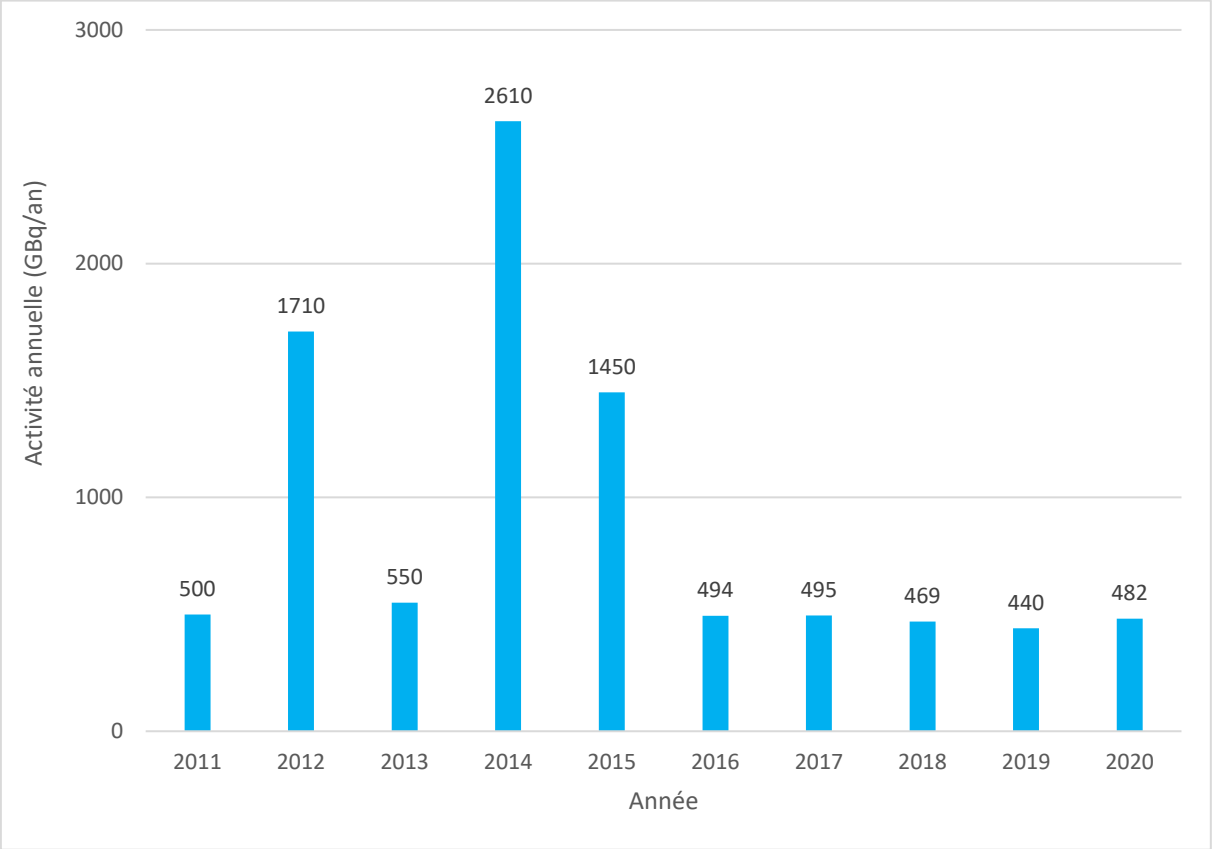


Figure 4 : Activité en gaz rares rejetée à l'atmosphère du CNPE du Blayais sur la période 2011 – 2020 (GBq/an)

Les activités rejetées en gaz rares sont globalement stables sur la période 2011 – 2020.
Les variations d'une année sur l'autre de l'activité en gaz rares rejetée dépendent principalement de l'état d'étanchéité des gaines combustible. Lors des rechargements de combustible, les assemblages de combustible défectueux sont remplacés systématiquement.
Les activités en gaz rares en 2012, 2014 et 2015 sont liées à l'état d'étanchéité des gaines du combustible du réacteur n° 2. Les éléments combustibles concernés ont été remplacés lors du rechargement suivant.

Les faibles niveaux d'émissions observés ont été obtenus grâce à un ensemble d'actions mises en œuvre, notamment :

- aux mesures prises pour améliorer l'étanchéité des gaines du combustible ;
- aux mesures prises pour améliorer l'étanchéité des circuits véhiculant des gaz radioactifs ;
- à la possibilité de laisser décroître plus longtemps l'activité des radionucléides à période courte en différant le rejet des capacités ;
- aux améliorations portant sur la surveillance et le remplacement des assemblages de combustible défectueux.

Iodes

Les iodes présents dans les rejets d'effluents radioactifs du CNPE (principalement l'iode 131 et l'iode 133) sont des produits de fission, obtenus dans le combustible par fission des atomes d'uranium ou de plutonium. Ils restent, en grande majorité, confinés dans la gaine du combustible. Une faible quantité peut toutefois migrer dans l'eau du circuit primaire, en cas d'inétanchéité du gainage combustible, puis se retrouver dans les effluents.
Les iodes présents dans les effluents radioactifs liquides sont piégés efficacement par les systèmes de traitement des effluents (filtration, déminéralisation sur résines, séparation par évaporation). Les iodes 131 et 133 ont des périodes radioactives courtes (respectivement 8 jours et 21 heures) et disparaissent ainsi rapidement.
Les iodes présents dans les effluents radioactifs atmosphériques sont traités par décroissance radioactive dans les réservoirs d'entreposage et/ou retenus par passage sur des pièges à iodes (charbon actif).
Les variations des rejets en iodes d'une année à l'autre dépendent principalement de l'état d'étanchéité du gainage combustible du cycle en cours ou d'un cycle précédent (niveau résiduel) et de l'efficacité des systèmes de traitement.
La Figure 6 présente l'activité annuelle en iodes rejetées à l'atmosphère par le CNPE du Blayais sur la période 2011 – 2020. Les activités rejetées en iodes sur cette période sont faibles et en moyenne de 0,038 Gbq/an.

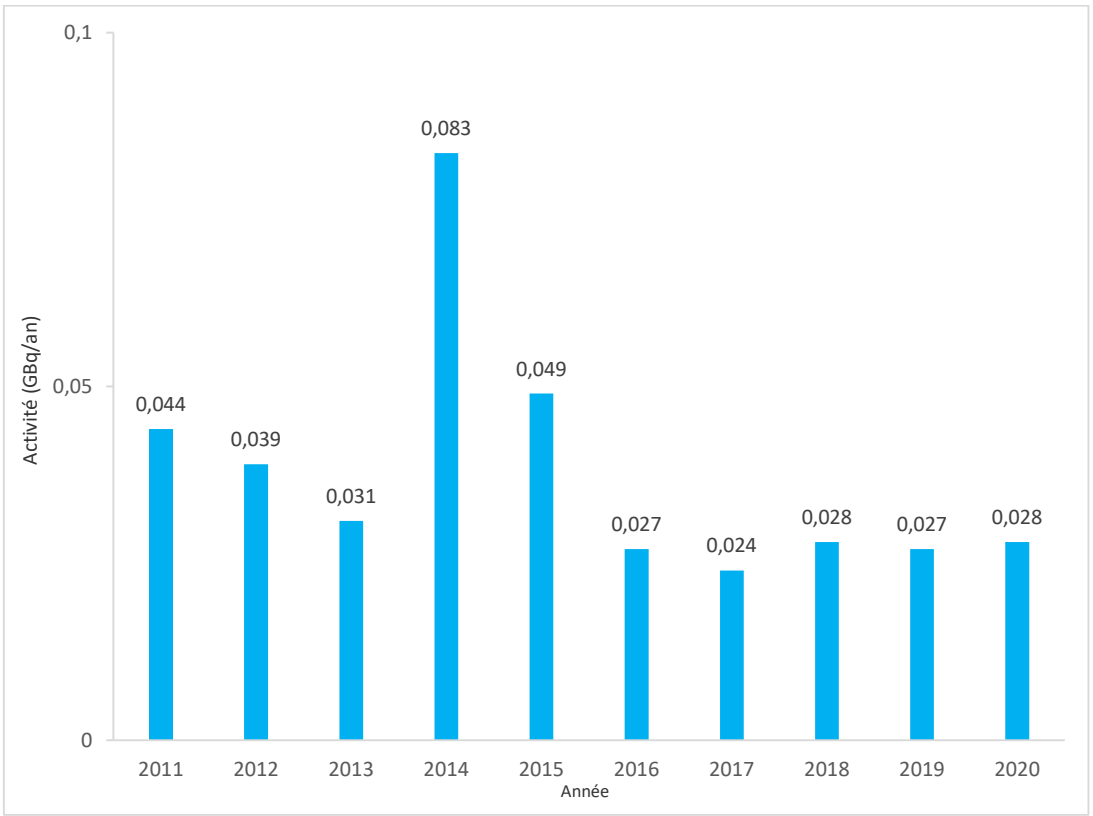


Figure 5 : Activité en iodes rejetée à l'atmosphère par le CNPE du Blayais sur la période 2011 – 2020 (GBq/an)

L'activité constatée en 2014 est liée à l'état d'étanchéité des gaines du combustible du réacteur n° 2. Les éléments concernés ont été remplacés lors du rechargement suivant.

Les rejets en iode par voie liquide sont présentés sur la Figure 6 ci-dessous :

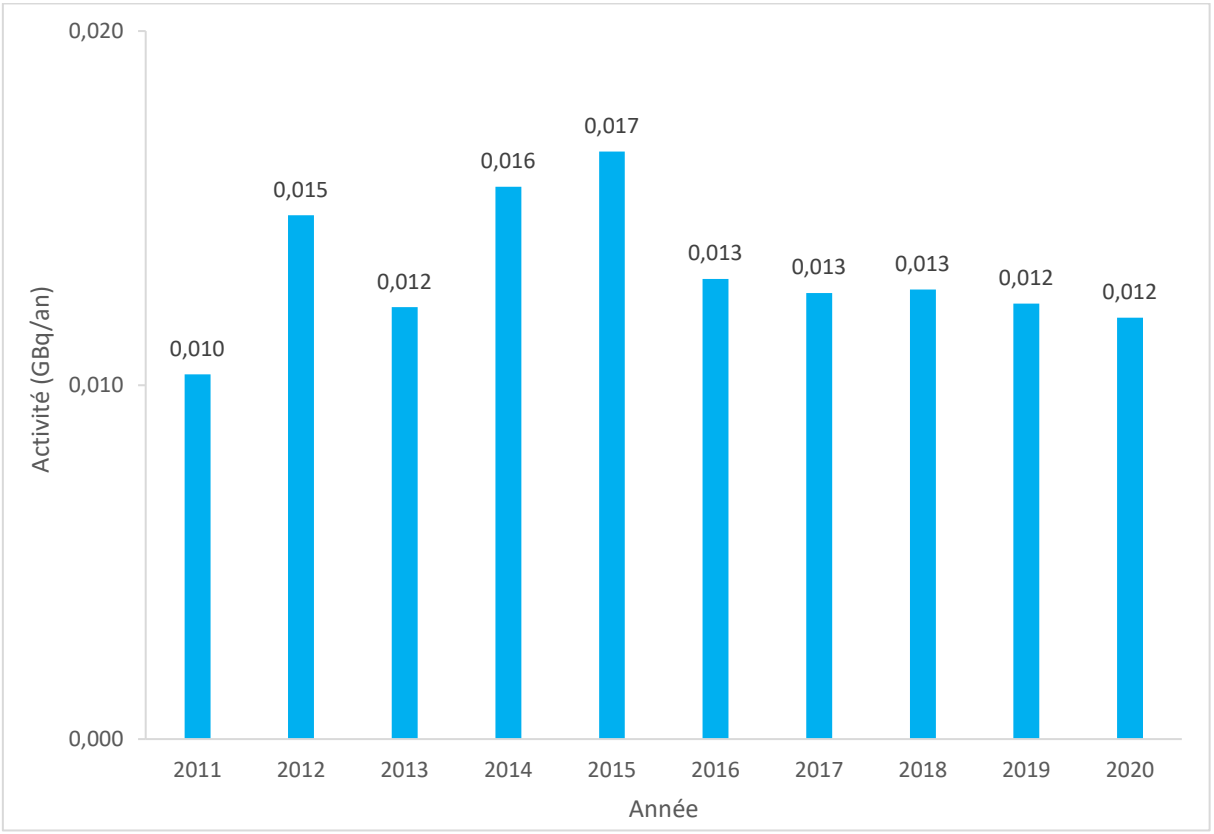


Figure 6 : Activité en iodes rejetée dans les effluents liquides du CNPE du Blayais sur la période 2011 – 2020 (GBq/an)

L'activité en iodes rejetée par la voie liquide sur la période de référence est globalement stable et faible.

Action engagée

En complément, afin de garantir la conformité des systèmes de ventilation en termes de respect des critères de sûreté par rapport au référentiel de la 4ème Visite Décennale (VD4) pour les rejets en iodes, EDF met en œuvre la modification PNPP1945 « Ventilation locaux iode », qui consiste à raccorder à une extraction avec piège à iode les locaux identifiés. Cette modification fait partie du périmètre de la phase B de la VD4 900 et sera intégrée sur le réacteur n° 1 du CNPE du Blayais en cohérence avec le planning de déploiement de cette dernière.

Autres produits de fission ou d'activation émetteurs bêta ou gamma (« autres PF/PA »)

Outre les radionucléides déjà mentionnés précédemment, les substances radioactives présentes dans le process appartiennent à deux catégories :

- les produits de fission (PF), créés dans le combustible par fission des atomes d'uranium ou de plutonium. Ces produits de fission sont des radionucléides tels que les césiums 134 et 137 qui restent en quasi-totalité confinés dans le combustible. Une faible quantité peut, toutefois, migrer dans l'eau du circuit primaire, en cas d'inétanchéité du gainage combustible, puis se retrouver dans les effluents ;
- les produits d'activation (PA), créés à l'extérieur du combustible par l'action des neutrons de fission sur les composants sous flux (cuve, tuyauteries, grappes de commande) ainsi que sur les éléments chimiques contenus dans l'eau du circuit primaire, tels que le bore, le lithium et les produits de corrosion relâchés par les surfaces en contact avec le fluide primaire. Les produits d'activation incluent notamment les cobalts 58 et 60, le manganèse 54, l'antimoine 124 et l'argent 110 m.

Les autres produits de fission et d'activation (émetteurs bêta ou gamma autres que le tritium, le carbone 14, les iodes et les gaz rares) présents sous forme d'aérosols dans les effluents gazeux sont traités par décroissance radioactive dans les réservoirs d'entreposage et/ou retenus par passage sur des filtres à très haute efficacité.

Dans les effluents liquides, les autres produits de fission et d'activation (émetteurs bêta ou gamma autres que le tritium, le carbone 14, les iodes) sont retenus en grande partie par les systèmes de traitement (filtres ou résines) du circuit de purification en continu de l'eau du circuit primaire (circuit RCV) et des systèmes de traitement des effluents (circuits TEP et TEU). Sur l'ensemble du Parc, les activités de ces radionucléides rejetées par réacteur en fonctionnement ont diminué d'un facteur 100 depuis 1985.

Les améliorations apportées aux circuits de collecte et de traitement et les efforts réalisés par l'exploitant pour réduire à la source la production d'effluents expliquent ce résultat. Le niveau de rejets atteint sur les PF et PA est considéré comme optimal.

L'activité annuelle en autres produits de fission ou d'activation, émetteurs bêta ou gamma (« autres PF/FA ») rejetée à l'atmosphère par le CNPE du Blayais sur la période 2011 – 2020 est présentée en Figure 7 et est en moyenne de l'ordre de 0,005 GBq.

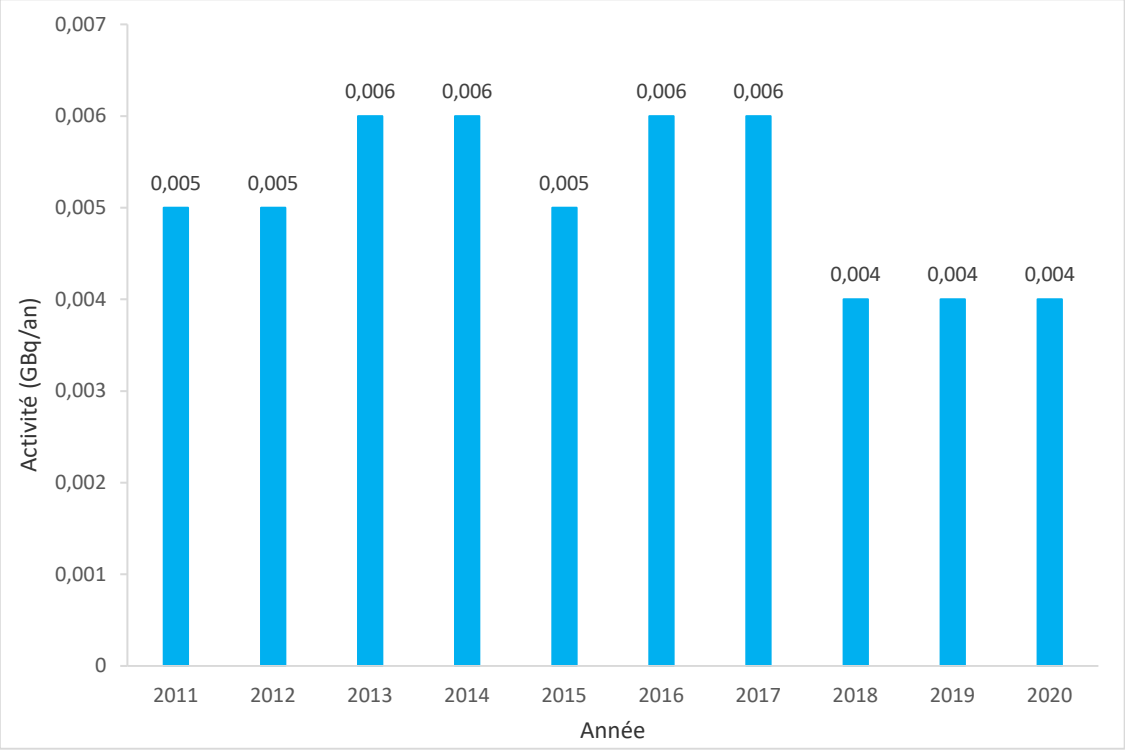


Figure 7 : Activité en autres PF/PA rejetée à l'atmosphère par le CNPE du Blayais sur la période 2011–2020 (GBq/an)

L'activité en autres PF-PA rejetée à l'atmosphère sur la période de référence est globalement faible et stable avec une tendance à la baisse depuis 2018.

La Figure 8 représente l'activité annuelle en « autres PF/PA », rejetée dans les effluents liquides par le CNPE du Blayais sur la période 2011 – 2020. Elle est en moyenne de l'ordre de 0,583 GBq/an.

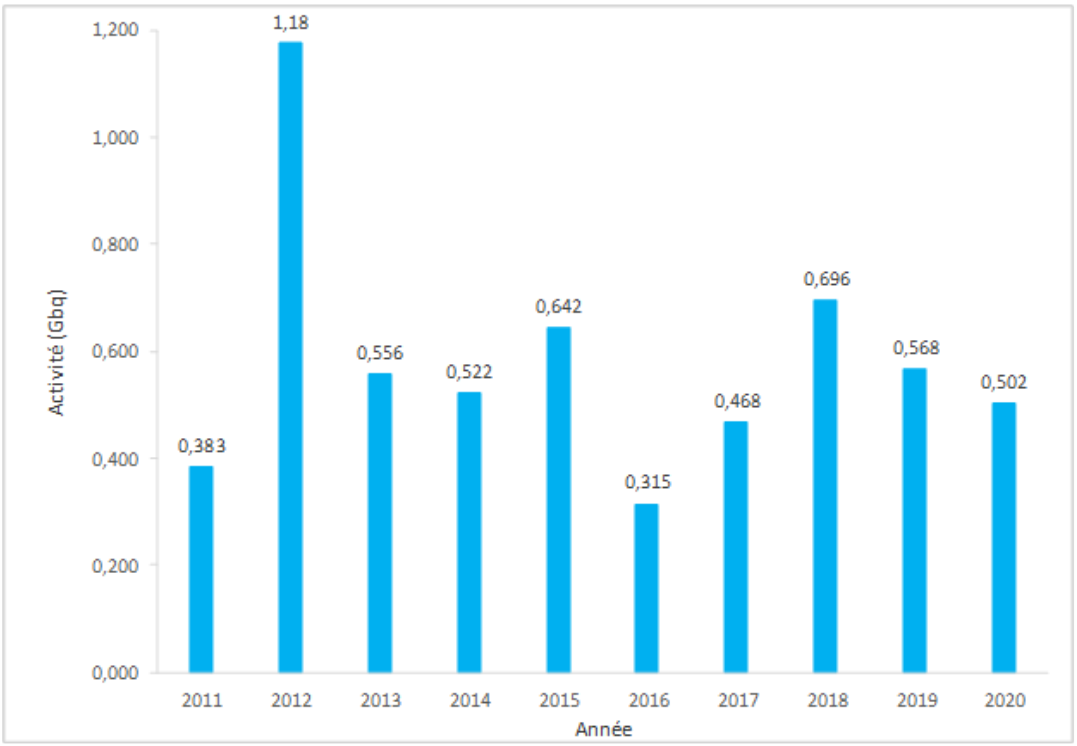


Figure 8 : Activité en autres PF/PA rejetée dans les effluents liquides du CNPE du Blayais sur la période 2011-2020 (GBq/an)

L'activité observée en 2012 est due à un mélange des effluents de l'ilot nucléaire avec ceux du circuit d'eau brute secourue (SEC).

1.2.4.2.2 Bilan des rejets d'effluents chimiques

Le fonctionnement d'un CNPE nécessite l'utilisation de substances chimiques qui produisent des rejets d'effluents par voie liquide ou atmosphérique dans l'environnement. Les principaux paramètres représentatifs des rejets d'effluents chimiques du CNPE du Blayais proviennent de la voie liquide.

Les substances dont les rejets dans l'environnement présentent un enjeu sont :

- l'acide borique, l'hydrazine, la morpholine, l'éthanolamine et l'azote total issus du conditionnement des circuits primaires et secondaires ;
- les phosphates, issus du conditionnement de certains circuits auxiliaires nucléaires et conventionnels, principalement pour les circuits de réfrigération intermédiaire et d'eau surchauffée.

Les paragraphes suivants présentent le bilan décennal de ces principaux paramètres et les optimisations effectuées ou engagées par l'exploitant.

Rejets d'acide borique

En solution dans l'eau du circuit primaire, l'acide borique (H_3BO_3) participe, avec les grappes de commande, au contrôle de la réaction nucléaire. Le bore 10, isotope présent à hauteur de 20 % environ dans le bore naturel, absorbe les neutrons en formant du tritium (radioactif) ou du lithium 7 (stable). La concentration en bore dans l'eau du circuit primaire varie au cours du cycle de fonctionnement du réacteur. La teneur en bore en début de cycle est déterminée en fonction de paramètres neutroniques et de la durée de cycle souhaitée. Sa concentration

baisse progressivement au cours du cycle. Pour cela, il est évacué du circuit primaire et se retrouve dans les effluents radioactifs. Dans le circuit primaire, la concentration évolue de 2 000 ppm en début de cycle à une valeur presque nulle en fin de cycle.
Les effluents radioactifs contenant du bore issus du circuit primaire peuvent être, après passage dans le système de traitement des effluents primaires (TEP), réutilisés comme eau d'appoint au circuit primaire. Ce recyclage, prévu de conception, permet de limiter les volumes rejetés en acide borique.
L'acide borique non recyclé au circuit primaire (déconcentration), ainsi que les effluents radioactifs contenant du bore produits principalement lors des opérations d'échantillonnage, de maintenance (vidange) et d'évacuation combustible ou en cas d'inétanchéité d'organe, sont dirigés vers le système de traitement des effluents usés (TEU). L'acide borique se retrouve après traitement par évaporation soit sous forme de déchet solide (concentrat), soit sous forme d'effluent liquide dans les réservoirs d'entreposage et de contrôle avant rejet.
La Figure 9 présente les rejets annuels d'acide borique du CNPE du Blayais par voie liquide sur la période 2011 – 2020.

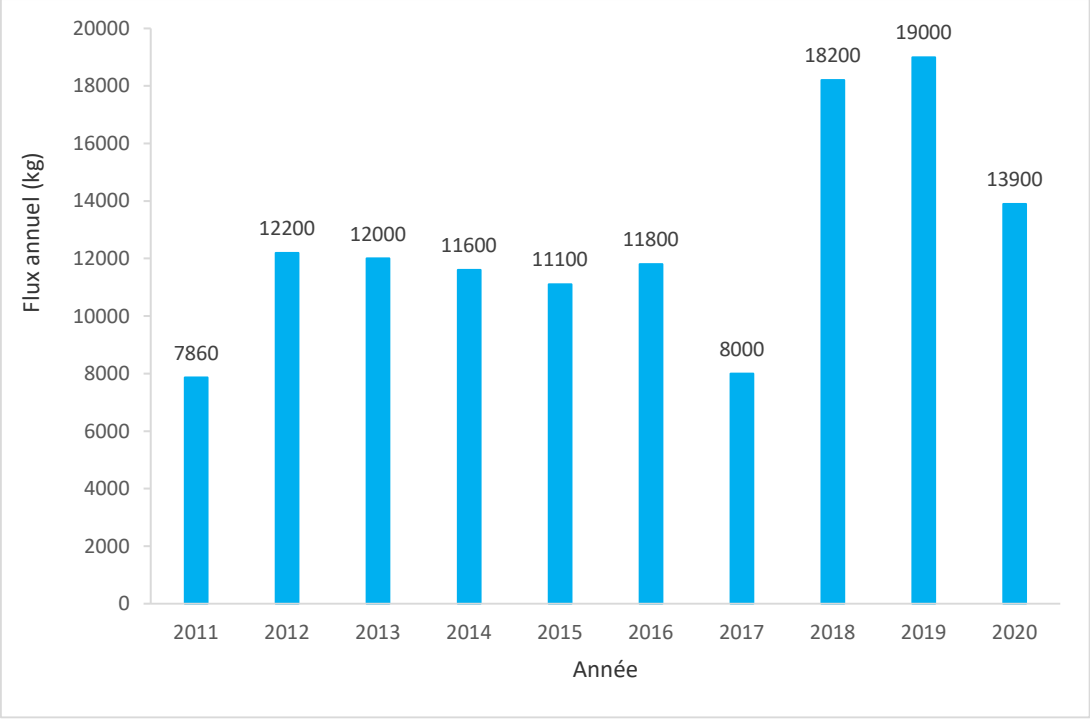


Figure 9 : Rejets annuels d'acide borique sur la période 2011 – 2020 du CNPE du Blayais

Sur la période de référence, la quantité d'acide borique rejetée est globalement stable.
Les quantités constatées sur les années 2018 et 2019 s'expliquent, entre autres, par de nombreuses opérations de désiliciage pour respecter les prescriptions des spécifications chimiques d'exploitation du circuit primaire et par un arrêt automatique du réacteur n° 4.

Rejets d'hydrazine

L'hydrazine (N_2H_4) est utilisée principalement dans le circuit secondaire pour réduire l'oxygène résiduel dissous, maintenir un milieu réducteur, et ainsi minimiser la corrosion des matériaux présents dans le circuit. Injectée sous forme d'hydrate d'hydrazine ($N_2H_4.H_2O$), l'hydrazine se décompose à chaud en ammoniaque qui contribue au maintien du pH. Le taux de décomposition de l'hydrate d'hydrazine en ammoniaque est important, une tranche conditionnée à haut pH consomme plusieurs tonnes d'hydrazine par an pour des rejets inférieurs à 1 kg. Avant

rejet, les effluents du circuit secondaire transitent par les réservoirs de recueil des effluents des eaux d'exhaure de la salle des machines (réservoirs Ex).

L'hydrate d'hydrazine est également utilisé, de manière très limitée, dans le circuit primaire pour effectuer le « palier chimique » entre 60°C et 120°C (élimination de l'oxygène du circuit primaire) en phase de redémarrage. L'excès d'hydrate d'hydrazine est décomposé thermiquement en ammoniaque lors de la montée en température (« cracking thermique »).
L'hydrate d'hydrazine est enfin utilisé pour le conditionnement humide des générateurs de vapeur (GV) en arrêt de réacteur. Dans le cadre de cette utilisation, les éventuels rejets liquides sont principalement orientés vers les réservoirs T destinés à recevoir les effluents liquides de l'îlot nucléaire.

Dans les réservoirs T et Ex, l'hydrazine se transforme par oxydation en diazote (N_2) et en eau. Cette réaction est favorisée par la mise en brassage de l'effluent, et pour les réservoirs équipés, par bullage à l'air accompagné de l'injection de sulfate de cuivre (catalyseur de la réaction).

Sur le CNPE du Blayais, la dégradation de l'hydrazine est effectuée dans les réservoirs T depuis 2009 et dans les réservoirs Ex depuis 2011, par bullage à l'air et par injection de sulfate de cuivre ($CuSO_4$).

La Figure 10 présente les rejets annuels d'hydrazine issus des réservoirs T, S et Ex du CNPE du Blayais sur la période 2011 – 2020.

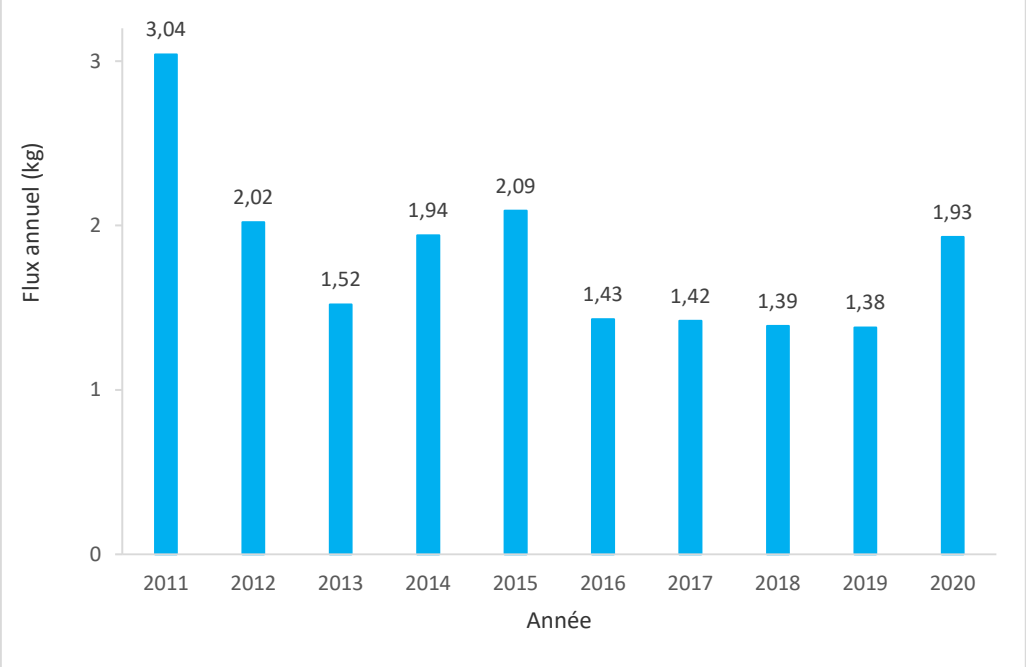


Figure 10 : Rejets annuels d'hydrazine sur la période 2011 – 2020 du CNPE du Blayais

À partir de 2012, les rejets d'hydrazine diminuent avec la mise en place sur le CNPE du Blayais de la dégradation de l'hydrazine par bullage à l'air par injection du sulfate de cuivre dans les réservoirs.

Action engagée

Une veille technique est réalisée afin d'identifier un éventuel produit de substitution à l'hydrazine. Aujourd'hui, ces travaux de veille montrent qu'il n'existe pas d'autre substance présentant les mêmes caractéristiques chimiques permettant le conditionnement des circuits dans tous les états de fonctionnement du réacteur rencontrés.

Par ailleurs, des optimisations sur le système d'injection d'hydrate d'hydrazine (SIR) sont actuellement engagées sur l'ensemble des CNPE du Parc. Ainsi, les pompes doseuses à piston doivent progressivement être remplacées par des pompes à double membrane, qui présentent une meilleure étanchéité. Cette modification est prévue d'être déployée sur les 4 réacteurs du CNPE du Blayais.

Rejets de morpholine et d'éthanolamine

La morpholine (C_4H_9NO) et l'éthanolamine (C_2H_7NO) sont des amines volatiles employées pour le conditionnement du circuit secondaire afin de maintenir un pH optimal vis-à-vis de la corrosion dans l'ensemble du circuit. Son action sur le pH est complétée par l'ammoniaque provenant de la décomposition thermique de l'hydrazine. Le conditionnement du circuit secondaire fait l'objet de spécifications chimiques, établies en tenant compte notamment de la nature des matériaux à protéger contre la corrosion et des contraintes environnementales. La morpholine et l'éthanolamine sont également utilisées pour le conditionnement humide des générateurs de vapeur.

Les effluents contenant l'amine de conditionnement sont issus des purges de déconcentration en vue de respecter les spécifications chimiques du circuit secondaire, des pertes d'eau (échantillonnages, inétanchéités) et des vidanges des générateurs de vapeur et du poste d'eau lors des opérations d'arrêt et de maintenance. Les effluents sont orientés vers les réservoirs d'entreposage et de contrôle avant rejet.

Action engagée

Dans une démarche d'amélioration continue, parmi les trois substances utilisées (ammoniaque, morpholine, éthanolamine) pour maintenir un pH optimal dans le circuit secondaire, le conditionnement à l'éthanolamine (C_2H_7NO) est actuellement le conditionnement cible, car il permet le meilleur compromis entre la protection des matériels et les rejets. En effet, l'éthanolamine présente des avantages par rapport à la morpholine :

- grâce à sa plus forte basicité, les quantités d'éthanolamine nécessaires pour maintenir le pH spécifié sont plus faibles que les quantités de morpholine nécessaires pour maintenir ce même pH ; le conditionnement à l'éthanolamine génère donc moins de rejets ;
- grâce à sa faible volatilité, l'éthanolamine offre, à pH équivalent, une meilleure protection que la morpholine contre la corrosion-érosion des aciers non ou faiblement alliés dans les parties liquides des zones diphasiques, et contribue ainsi à augmenter la durée de fonctionnement des tuyauteries et des appareils sous pression du poste d'eau ;
- l'éthanolamine est plus stable thermiquement que la morpholine et engendre moins de produits de décomposition dans le circuit secondaire ;
- l'éthanolamine est plus biodégradable que la morpholine.

Sur le CNPE du Blayais, la morpholine a été utilisée jusqu'en 2017 où elle a été remplacée par l'éthanolamine sur les 4 réacteurs.

La Figure 11 présente le flux annuel de morpholine, globalement stable jusqu'à 2018 :

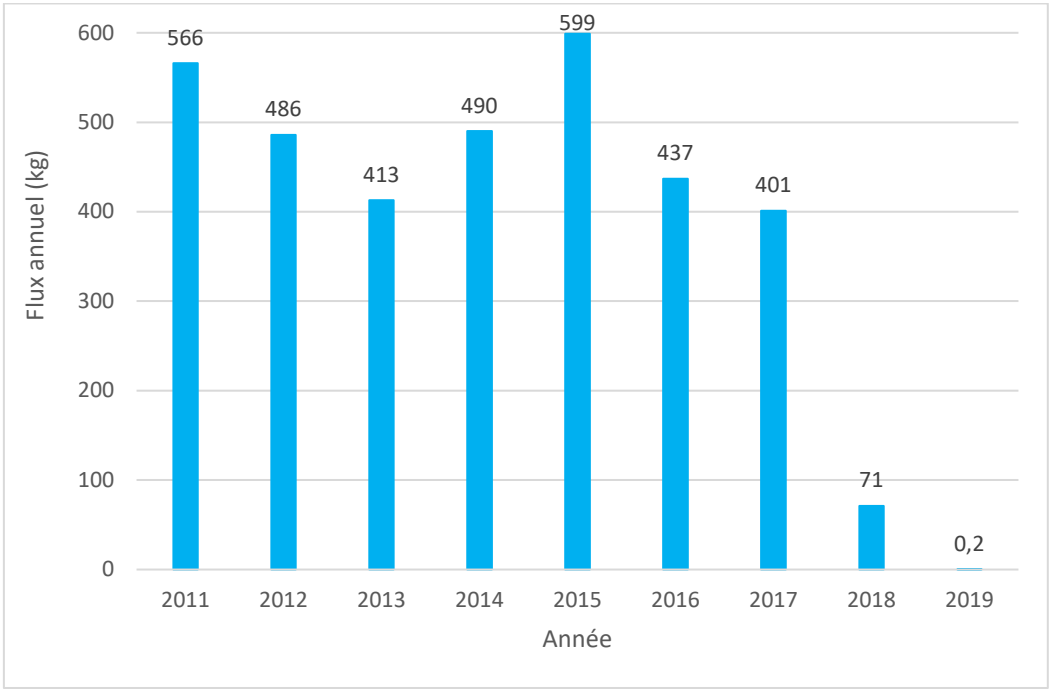


Figure 11 : Rejets annuels de morpholine sur la période 2011 – 2019 du CNPE du Blayais

La Figure 12 présente le flux annuel des rejets d'éthanolamine.

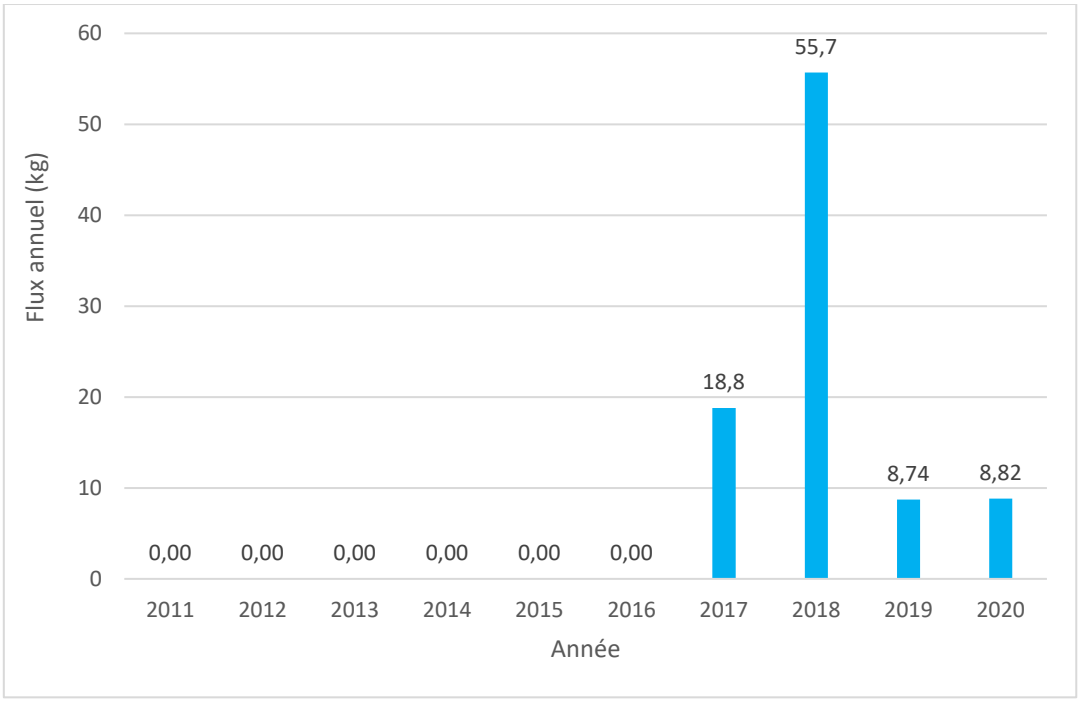


Figure 12 : Rejets annuels d'éthanolamine du CNPE du Blayais sur la période 2011– 2020

Fin 2018, le CNPE du Blayais a retenu une méthode de mesure bénéficiant d'une limite de quantification plus basse et donc mieux adaptée au flux d'éthanolamine à mesurer. Par conséquent, la comptabilisation des rejets a été surestimée en 2017 et 2018.

Rejets d'azote

L'azote, sous la forme prépondérante d'ammoniaque, provient de la dégradation thermique de l'hydrate d'hydrazine qui participe au conditionnement du circuit secondaire afin de réduire la corrosion de ce circuit. Lors des arrêts de réacteur, l'ammoniaque peut être utilisée pour le conditionnement humide des générateurs de vapeur.
La Figure 13 présente les rejets annuels d'azote total (ammonium, nitrites, nitrates) issus des réservoirs T, S et Ex pour la période 2011 – 2020. Les rejets annuels d'azote sont en moyenne de 1 920 kg pour le CNPE du Blayais.

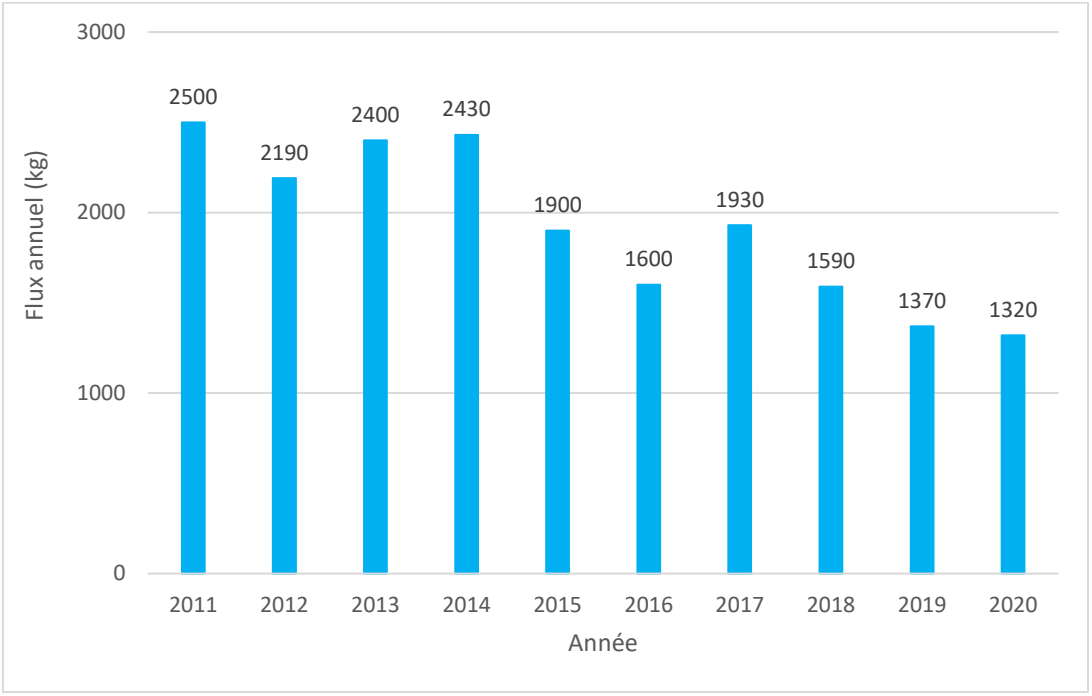


Figure 13 : Rejets annuels d'azote total sur la période 2011 – 2020 du CNPE du Blayais

Une tendance à la baisse des rejets en azote total est observée sur la période 2011 – 2020.

Rejets de phosphates

Le phosphate trisodique (Na_3PO_4) est utilisé pour le conditionnement des circuits de refroidissement intermédiaires de l'ilot nucléaire (circuits RRI et DEG) et des circuits de l'ilot non nucléaire comprenant le refroidissement intermédiaire (circuit SRI) et la distribution d'eau surchauffée (SES). Les effluents phosphatés sont produits lors des appoints/rejets ou vidanges nécessaires sur ces circuits en vue de respecter les spécifications chimiques et radiochimiques.
La Figure 14 présente les rejets annuels de phosphates issus des réservoirs T, S et Ex du CNPE du Blayais sur la période 2011 – 2020. Le rejet annuel moyen en phosphates sur la période de référence est de 224 kg.

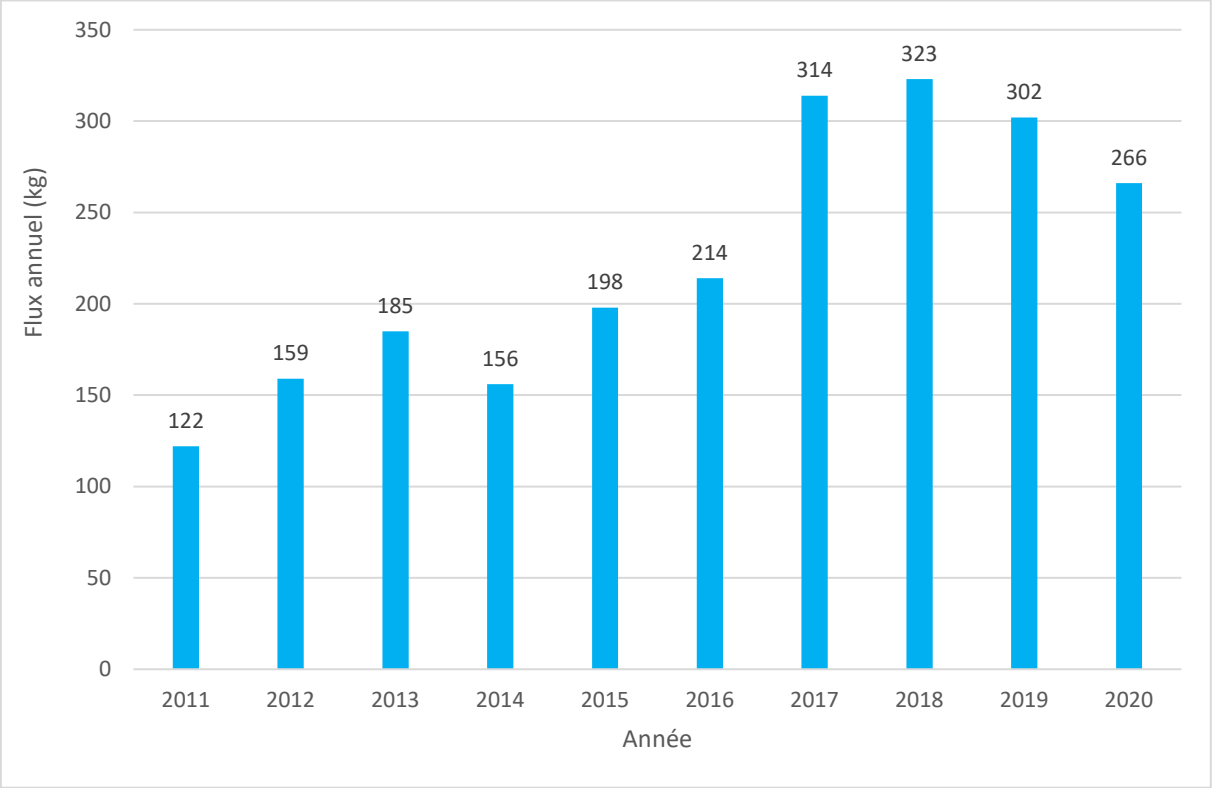


Figure 14 : Rejets annuels en phosphates du CNPE du Blayais sur la période 2011 - 2020

Les rejets de phosphates sont globalement faibles sur la période considérée.
Les rejets observés sur les années 2017 à 2019 sont liés à un fortuit matériel sur la barrière thermique d'une pompe, ainsi qu'à deux inétanchéités sur des échangeurs de la partie non nucléaire de l'installation.

1.2.4.3 Bilan des rejets thermique

Dans un CNPE, environ un tiers de l'énergie thermique produite par le réacteur est converti en électricité, en vertu du principe thermodynamique de Carnot. Le reste, soit environ les deux tiers, est transféré sous forme de chaleur via le condenseur à une source froide, laquelle peut être soit le milieu aquatique (source froide dite en « circuit ouvert »), soit l'atmosphère (via des tours aéroréfrigérantes, source froide dite en circuit dit « fermé »). Il y a donc des rejets thermiques dans le milieu naturel.
Le circuit de refroidissement du CNPE du Blayais est un circuit ouvert. L'eau prélevée dans la Gironde est intégralement restituée au milieu après son passage dans le condenseur.
Pour le CNPE du Blayais, les trois paramètres réglementés sont :

- la température de rejet mesurée à chaque déversoir ;
- l'échauffement entre la prise d'eau et le rejet à chaque déversoir ;
- la température dans l'estuaire en champ proche des ouvrages de rejets (thermographes n° 2 et n° 5).

Le bilan des rejets thermiques du CNPE du Blayais a été réalisé sur la période d'analyse retenue pour le réexamen (2011-2020) et suivant les limites et modalités de l'arrêté de rejets du 18 septembre 2003 en vigueur sur les 10 années analysées.

Le Tableau 4 ci-dessous indique les valeurs maximales et moyennes de la température et de l'échauffement au rejet mesurés aux 4 déversoirs et de la température mesurée dans l'estuaire en champ proche des rejets (thermographes n° 2 et n° 5). Ce bilan a été réalisé sur la base des valeurs maximales journalières.

Tableau 4 : Valeurs caractéristiques des paramètres de suivi des rejets thermiques [2011-2020]

Valeurs maximales journalières	Température mesurée aux déversoirs (°C) – du 16 octobre au 14 mai				Température mesurée aux déversoirs (°C) – du 15 mai au 15 octobre			
	D1	D2	D3	D4	D1	D2	D3	D4
Moyenne	20,9	21,1	21,1	21,1	30,4	30,5	30,1	30,3
Maximum	29,5	29,8	29,8	29,8	36,3	36,4	36,4	36,4
Limites réglementaires	30°C				36,5°C			

Valeurs maximales journalières	Echauffement mesuré aux déversoirs (°C)				Température mesurée en champ proche aux thermographes n°2 et n°5 (°C) sur 3 heures consécutives
	D1	D2	D3	D4	Max (T2, T5)
Moyenne	8,7	8,9	8,7	8,8	18,1
Maximum	11,0	11,2	11,3	11,1	29,0
Limites réglementaires	11°C				30°C

Sur les dix années analysées, l'échauffement au rejet a dépassé ponctuellement la valeur limite de 11°C. Les dépassements sont de l'ordre de 0,1°C à 0,3°C sur des durées de 1 à 3 heures par jour, pour une durée cumulée de 23 heures. Ces faibles dépassements, de durée très courte, sont considérés sans incidence sur l'environnement.
La température au rejet et la température en champ proche dans l'estuaire sont restées inférieures aux limites réglementaires pendant l'ensemble de la période analysée.
Le bilan des rejets thermiques sur la période 2011-2020 montre que le CNPE du Blayais a respecté les limites applicables aux rejets thermiques, à l'exception de quelques dépassements très ponctuels de l'échauffement au rejet.

Action engagée

Dans le cadre de la mise à jour des études de caractérisation du panache thermique du CNPE du Blayais et de l'application réglementaire des autorisations de rejet, des thermographies aériennes par infra-rouge ont été réalisées tous les quatre ans. Trois campagnes ont été réalisées depuis 2011 : en février-mars 2013, en septembre-octobre 2017 et en août 2021. Ces mesures permettent de connaître la température de l'eau en surface sur la zone couverte par la thermographie, puis de vérifier la validité du modèle numérique 3D réalisé par EDF R&D.

Les thermographies aériennes permettent de caractériser les évolutions du panache en surface en fonction de la marée. Celles-ci ont été réalisées pour des marées moyennes (de morte eau à vive eau moyenne) :

- Les courants ont pour effet de transporter le panache, tout en le mélangeant avec les eaux de l'estuaire ;

- La position du panache thermique varie suivant les mouvements des masses d'eau au cours de la marée : à marée basse, le panache thermique s'étend vers l'aval, puis lors de la renverse à marée montante, la direction des courants bascule vers l'amont et le panache remonte alors l'estuaire sur une étendue plus faible qu'en aval, du fait de la dissymétrie entre flot et jusant dans l'estuaire ;
- L'échauffement maximal visible en surface proche des rejets est de l'ordre de + 3°C à + 6°C par rapport à la température dans l'estuaire en dehors du panache (en fonction de l'instant et du coefficient de marée) ;
- L'emprise du panache est plus étendue à marée basse, avec un panache visible sur une longueur variant entre 3 et 9 km (en fonction des marées).

Le modèle numérique TELEMAC-3D a été mis à jour par EDF R&D en 2021, sur la base des données bathymétriques les plus récentes issues du CEREMA et des dernières thermographies aériennes réalisées sur l'estuaire. Le modèle a pour objectif de simuler l'évolution du panache thermique du CNPE du Blayais en fonctionnement normal à pleine puissance et pour différents coefficients de marée.

Les mesures réalisées périodiquement ainsi que les résultats du modèle numérique, associés au retour d'expérience du suivi des rejets thermiques, permettent aujourd'hui de bien connaître l'incidence thermique des rejets dans l'estuaire du CNPE du Blayais.

1.2.4.4 Bilan des déchets

Le CNPE du Blayais optimise la gestion des déchets en appliquant les principes suivants :

- réduire à la source la production et la nocivité des déchets radioactifs et conventionnels ;
- collecter et trier de façon sélective les déchets en fonction de leur nature et de leurs caractéristiques, afin de les traiter le plus efficacement possible ;
- optimiser le conditionnement afin de confiner les déchets autant que de besoin et de répondre aux exigences définies par les filières de traitement et/ou de stockage ;
- entreposer et contrôler les déchets de façon à pouvoir garantir en toutes circonstances le respect des dispositions réglementaires applicables ;
- favoriser la valorisation et/ou le recours à des filières de proximité lorsque c'est possible.

Ces différentes étapes ont pour objectif de garantir l'acceptabilité des déchets par la ou les filières auxquelles ils sont destinés et d'en limiter l'impact, en particulier pour les déchets radioactifs destinés aux centres de stockage de l'Agence Nationale pour la gestion des Déchets RAdioactifs (ANDRA).

Cette gestion optimisée repose essentiellement sur le zonage déchets qui permet :

- de gérer les déchets (radioactifs et conventionnels) de façon fiable, sûre, opérationnelle et pérenne ;
- de limiter les quantités de déchets radioactifs produits en proposant un plan de zonage adapté aux risques radiologiques et à la nature des objets et locaux considérés ;
- de couvrir l'ensemble des phases de vie de l'installation : conception, exploitation, démantèlement et assainissement.

1.2.4.4.1 Bilan des déchets radioactifs

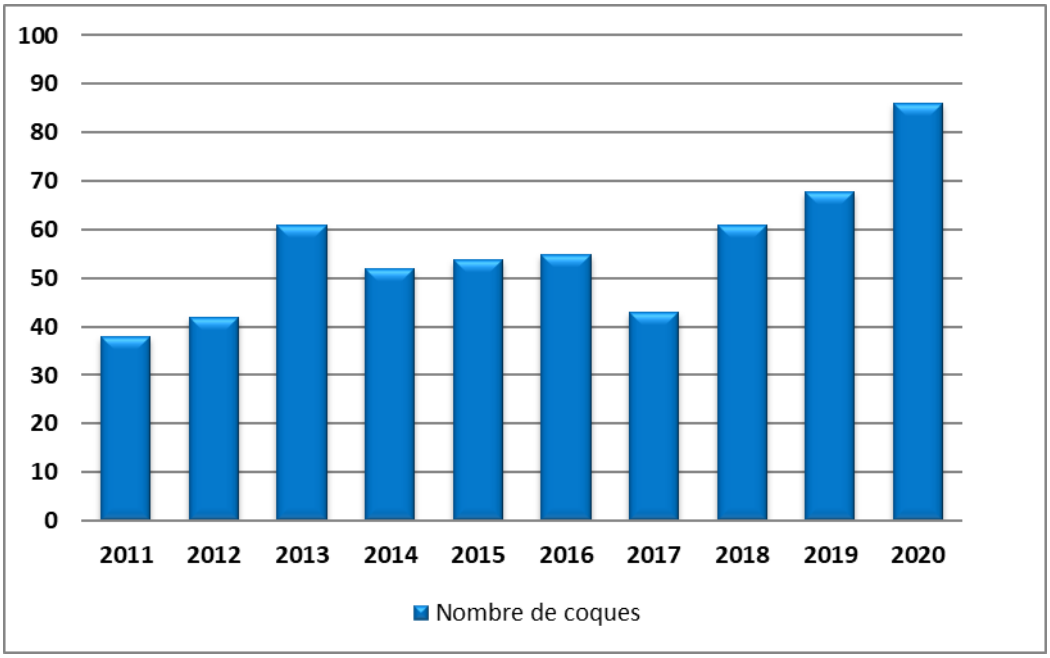
Les progrès continus réalisés dans la conception des centrales nucléaires, la gestion du combustible et l'exploitation des installations ont permis une réduction à la source des déchets radioactifs. Entre 1985 et 1995,

cette réduction à la source, complétée par l'optimisation des modes de traitement et de conditionnement des déchets, a permis de diviser par trois le volume de déchets de faible et moyenne activité à vie courte conditionnés et produits annuellement par les sites.
La production annuelle de déchets technologiques et de procédé conditionnés du Parc est ainsi passée de 360 m^3 à 110 m^3 en moyenne par réacteur.
Ce niveau de production de l'ordre de 100 m^3 par réacteur constitue un plancher technique susceptible d'augmenter dans les années à venir, au regard du programme prévisionnel de maintenance lié au Grand Carénage[13].

Entreposage des déchets radioactifs

Des actions d'amélioration ont été engagées afin d'atteindre un niveau satisfaisant de maîtrise des entreposages des déchets conditionnés ou en cours de conditionnement. Les actions découlant des suites du Groupe Permanent d'experts de 2002 notamment ont été menées à bien (création de l'aire TFA, mise en œuvre de règles d'exploitation des BAN/BAC – Bâtiments des Auxiliaires Nucléaires et Bâtiments des Auxiliaires de Conditionnement du CNPE du Blayais).
Entreposages des coques et fûts de déchets Faible et Moyenne Activité à Vie Courte (FA/MA-VC)

La maîtrise des entreposages a porté prioritairement sur les coques béton de déchets de moyenne activité vie courte et sur les fûts (métal et plastique) de déchets de faible activité à vie courte, disposant d'approbations (CSA[14]) et/ou d'acceptations (installations Centraco). Ces colis sont généralement entreposés dans les locaux TES de l'îlot nucléaire et dans le BAC.
Les Figure 15 et Figure 16 présentent l'évolution de l'entreposage de coques et de fûts équivalents 200L (métal et plastique) entreposés sur la période 2011 – 2020 sur le CNPE du Blayais.



13 Le Grand Carénage du Parc nucléaire d'EDF vise à procéder aux investissements/modernisations en vue de la poursuite de fonctionnement des installations actuelles et à intégrer les mesures post-Fukushima tout en garantissant le maintien des performances du Parc en termes de sûreté et de compétitivité.
14 Centre de Stockage de l'Aube.

Figure 15 : Évolution du nombre de coques entreposées sur la période 2011 – 2020

Les niveaux d'entreposage de coques ont légèrement augmenté depuis 2018 mais restent bien inférieurs aux limites de capacité industrielle du bâtiment permettant leur entreposage.

Cette augmentation est liée principalement :

- à l'évolution du mode de comptabilisation (depuis 2018, l'inventaire intègre également les coques dont le conditionnement n'est pas engagé, dès lors qu'un déchet y a été déposé) ;
- à la temporisation de l'évacuation de certains colis tels que :
  - des colis pour lesquels l'instruction de l'autorisation de prise en charge reste à finaliser. Ces coques béton de collecte sont équipées d'un couvercle confinant ou d'un bouchon biologique afin de se prémunir du risque de dispersion de contamination atmosphérique dans les locaux au sein desquels elles sont entreposées,
  - les coques contenant des filtres d'eau issus des réacteurs n° 3 et 4 qui requièrent une caractérisation radiologique spécifique, réalisée par campagne. Ces coques ne peuvent ainsi pas être évacuées au fil de la production[15].

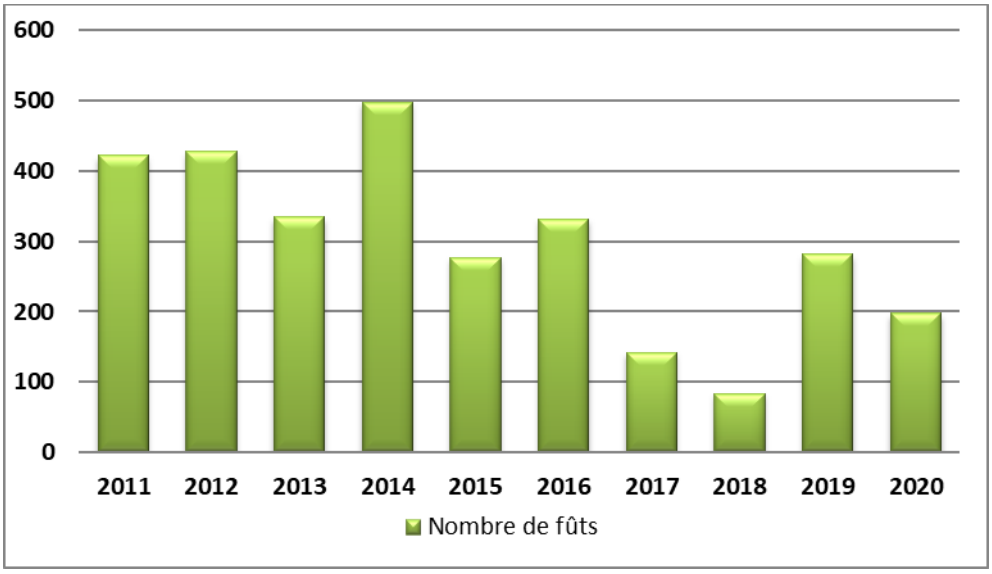


Figure 16 : Évolution des entreposages de fûts équivalents métal 200L (métal et plastique) sur la période 2011 - 2020

Les niveaux d'entreposage de fûts varient davantage que ceux des coques car la production de ces déchets est corrélée aux activités de maintenance et également liée aux créneaux d'évacuation vers les filières de traitement et de stockage qui sont octroyés au CNPE dans le cadre du pilotage global parc.

Entreposage des déchets de Très Faible Activité (TFA)

L'évolution des quantités globales de déchets de très faible activité entreposés sur l'aire TFA du CNPE du Blayais (exprimées en taux d'occupation de l'aire) sur la période 2011 – 2020 est présentée en Figure 17.

[15] Pour les colis de filtres d'eau : une caractérisation par spectrométrie gamma a été systématiquement réalisée à la suite de l'injection de zinc dans le RCP (cette opération étant susceptible d'influer le spectre-type radiologique utilisé habituellement pour la déclaration d'activité de ces colis).

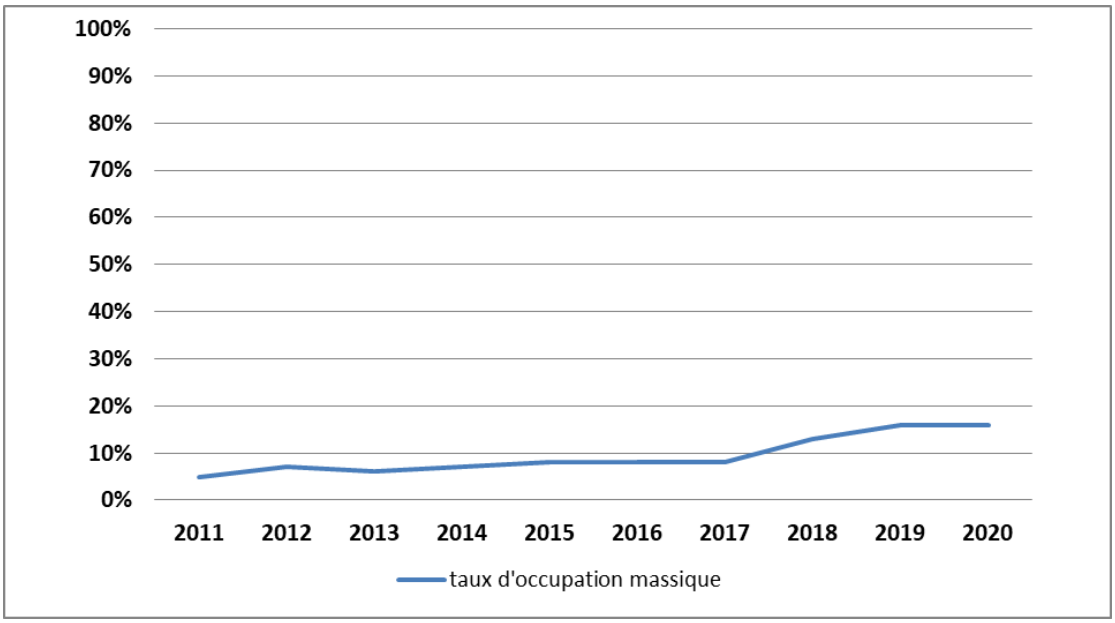


Figure 17 : Évolution du taux d'occupation de l'aire TFA sur la période 2011 – 2020

Entre 2011 et 2017, le taux d'occupation de l'aire TFA reste bas et relativement stable. Les déchets produits ne nécessitant pas d'entreposage temporaire, le taux d'occupation moyen est de 7 % entre 2012 et 2017.
En 2018, la programmation nationale de projets patrimoniaux a conduit au remplacement à neuf d'un pont verrue (pont Mouty) du CNPE. Les modalités de prise en charge par la filière TFA nécessitant une instruction particulière préalable, un entreposage sur l'aire TFA a été nécessaire. Ce déchet métallique massif, d'un poids équivalent à 41 tonnes explique l'augmentation du taux d'occupation massique observé en 2018.

Actions engagées

De nouveaux types de déchets TFA ont été produits depuis la mise en œuvre du dossier générique national « aire TFA ». Une révision de ce dossier a donc été enclenchée en 2016, pour permettre d'entreposer un plus grand nombre de types de déchets grâce à la simplification du mode d'exploitation de cette installation. Ce dossier a été décliné en 2020 et approuvé par l'ASN en juin 2021.
Par ailleurs, afin d'optimiser la gestion des déchets et d'en limiter la production, une action de désentreposage des déchets des aires TFA et outillages obsolètes des aires AOC été engagée par EDF au niveau national.
Les enjeux associés aux aires d'entreposage du Parc EDF en exploitation sont d'ordre :

- réglementaire : l'arrêté INB demandant à l'exploitant de définir des durées d'entreposage adaptées à la nature des déchets et aux caractéristiques des installations d'entreposage. Des durées d'entreposage de référence ont donc été établies, pour l'ensemble des installations et aires d'entreposage des déchets, y compris pour l'aire TFA. Il était donc nécessaire de procéder à un état des lieux des déchets présents sur les aires, car sur certains CNPE, des déchets sont entreposés depuis plusieurs années ou la date exacte de mise en entreposage sur l'aire TFA ;

- opérationnel : la volumétrie supplémentaire de déchets et de matériels liée à certaines opérations de maintenance, en particulier celles réalisées dans le cadre des programmes Grand Carénage et Post-Fukushima, nécessite de libérer les aires et/ou des capacités d'entreposage, le taux d'encombrement actuel de ces aires étant important pour certaines.

Afin de répondre à ces enjeux, une affaire a été mise en place par EDF, en 2014, sur l'ensemble du Parc. Son objectif est de désentreposer 1 000 conteneurs de déchets anciens et d'outillages à rebuter des aires TFA et AOC sur 10 ans, via la mise en place d'une prestation de démantèlement et de conditionnement spécifique [16].
Pour ce faire, les conteneurs sont transportés vers des bases chaudes externes [17] où leur contenu est démantelé, conditionné ou reconditionné conformément aux spécifications d'acceptation des filières de traitement (Centraco) et de stockage (Andra). Les conteneurs eux-mêmes seront, en fonction de leur état et des besoins du Parc, démantelés ou remis en conformité vis-à-vis de la réglementation transport.
Le premier conteneur a été désentreposé en décembre 2015. À fin 2020, 491 conteneurs ont été évacués vers une base chaude externe, en vue de leur démantèlement et du conditionnement des déchets associés. La cible est l'évacuation de 100 conteneurs par an en moyenne à l'échelle du Parc. Un retour d'expérience technico-économique a été établi pour optimiser la stratégie de gestion et fiabiliser les dispositions de traçabilité mises en œuvre.

Production et/ou évacuation de déchets radioactifs

Production des déchets de Très Faible Activité (TFA)
La Figure 18 présente les quantités de déchets TFA (exprimées en tonnes) évacués vers le Centre Industriel de Regroupement d'Entreposage et de Stockage (CIRES) par le CNPE du Blayais.

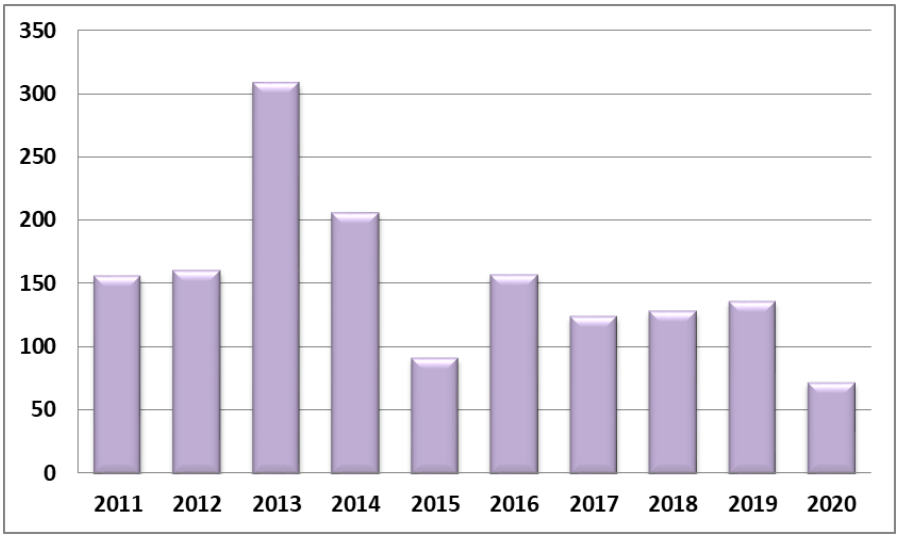


Figure 18 : Évolution du tonnage de déchets TFA évacués au Cires sur la période 2011 – 2020

Les quantités annuelles varient entre 70 tonnes en 2020 et 307 tonnes en 2013. En moyenne, le CNPE a évacué 150 tonnes de déchets par an au CIRES.
L'augmentation du volume de déchets entre 2011 et 2013 est consécutive :

- aux opérations de maintenance des installations de production ;
- aux visites décennales ;
- aux chantiers associés aux remplacements des générateurs de vapeur ;
- à la rénovation de l'atelier de décontamination.

[16] Concernant le CNPE du Blayais, 52 conteneurs ont été traités sur la période 2016 – 2018.
[17] Une mise en conformité vis-à-vis de la réglementation transport est réalisée si besoin en préalable, à l'aide d'une unité mobile (UMIS : Unité Mobile d'Intervention sur Site)

Production des déchets de Faible Activité à Vie Courte (FA-VC)

La Figure 19 présente l'évolution de la production annuelle de colis de déchets technologiques FA-VC conditionnés en fûts métalliques de 200 L du CNPE du Blayais sur la période 2011 – 2020.

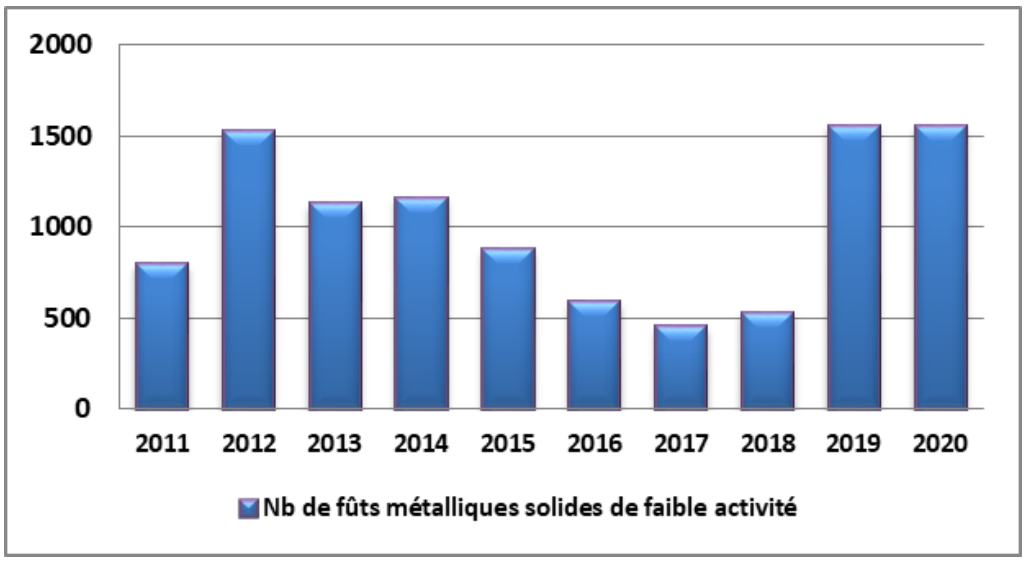


Figure 19 : Évolution du nombre de fûts métalliques 200 L produits sur la période 2011 – 2020

La production de ces colis est relativement fluctuante sur la période 2011 – 2020. Ce type de colis est en effet un conditionnement alternatif au colis plastique pour les déchets solides incinérables. Son utilisation a été mise à profit lors de l'arrêt administratif de l'incinérateur Centraco.
Cette orientation a de nouveau été priorisée par le CNPE en 2019 et 2020 en raison d'une prolongation de l'arrêt de l'incinérateur, et du contexte sanitaire lié au Covid-19 qui a réduit temporairement les capacités de prise en charge par la filière Centraco.
La Figure 20 présente l'évolution de la production annuelle de déchets technologiques incinérables de faible activité à vie courte conditionnés en fûts plastiques de 200 L du CNPE du Blayais sur la période 2011 – 2020.

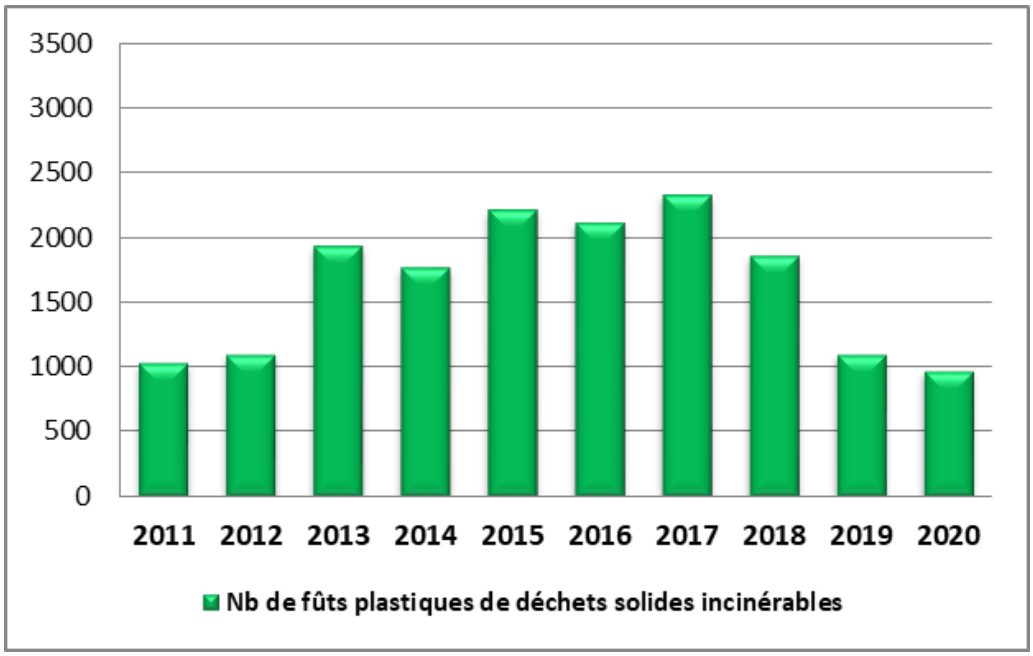


Figure 20 : Évolution du nombre de fûts plastiques de déchets FA-VC produits sur la période 2011 – 2020

La faible production constatée en 2012 est liée à la réorientation de ces déchets vers le CSA du fait de l'arrêt administratif de l'incinération entre septembre 2011 et juillet 2012.
A noter qu'à partir de 2008, est intervenue la généralisation de l'utilisation du fût plastique 200 L. Cette option a apporté des bénéfices en termes :

- de cadences de traitement (la chaîne automatique de réception des déchets livrés en fûts métalliques et leur conditionnement sous forme de ballots à Centraco était devenue une ligne de retard du traitement) ;
- de production de déchets : les résidus de l'incinération du fût plastique étant moins volumineux que les résidus de la fusion des fûts métalliques préalablement transformés en broyats ;
- de dosimétrie : les fûts plastiques sont incinérés avec les déchets qu'ils contiennent, alors qu'auparavant, lorsque la chaine automatique de vidage des fûts métalliques était défaillante, les déchets nécessitaient une reprise à la main dans des sas d'appoint.

Un indicateur a été mis en place au niveau national en 2006 pour suivre l'évolution du taux de déchets incinérables conditionnés en fûts plastique et évaluer l'optimisation du traitement de ces déchets.

Production de concentrats d'évaporateur (déchets de procédé de faible ou moyenne activité à vie courte - FAMA-VC)

Les concentrats d'évaporateur produits par le CNPE du Blayais sont conditionnés en coques béton pour stockage au CSA.

La Figure 21 présente l'évolution du nombre de coques produites par le CNPE du Blayais sur la période 2011 – 2020.

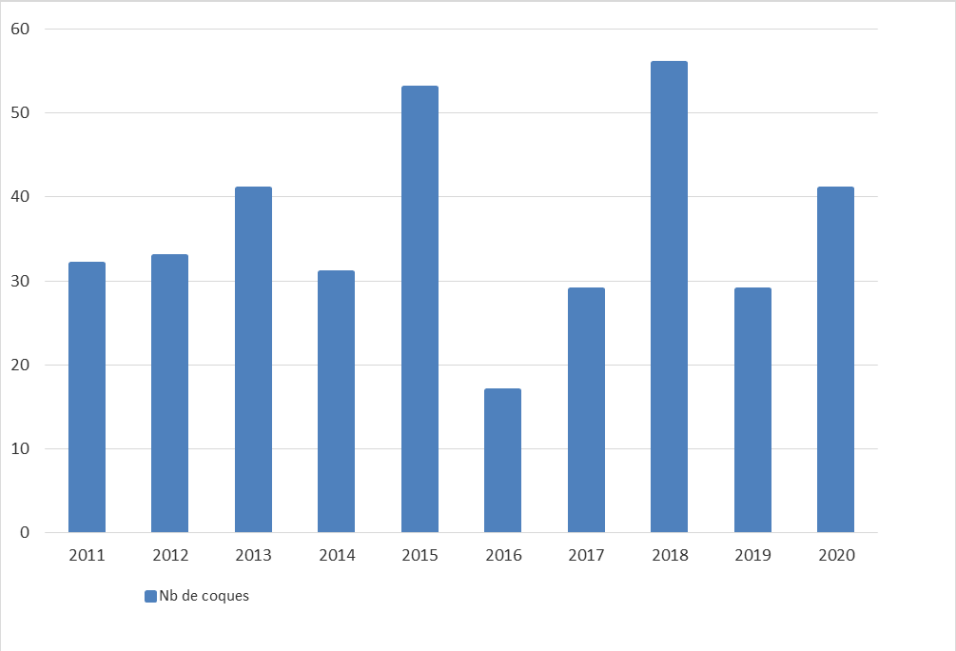


Figure 21 : Évolution du nombre de coques de concentrats produites sur la période 2011 – 2020

La production moyenne annuelle s'élève à 36 coques. La production et le conditionnement de ces déchets est découplé puisque les coques sont fabriquées par campagne. C'est pourquoi le nombre de coques produites peut varier d'une année à l'autre, en fonction de la planification de ces campagnes.

Les pratiques d'exploitation de l'évaporateur TEU ont été fiabilisées afin d'optimiser le volume de concentrats conditionné par coque. Celles-ci consistent à évaporer les effluents borés jusqu'à une teneur en bore aussi proche que possible des teneurs maximales autorisées en coque (d'autres paramètres physico-chimiques dimensionnants étant à considérer par ailleurs).

Production des déchets technologiques et filtres d'eau de moyenne activité à vie courte

La Figure 22 présente la production de déchets technologiques et de filtres d'eau de Moyenne Activité à Vie Courte (MA-VC) conditionnés en coque béton sur la période 2011 – 2020 par le CNPE du Blayais.

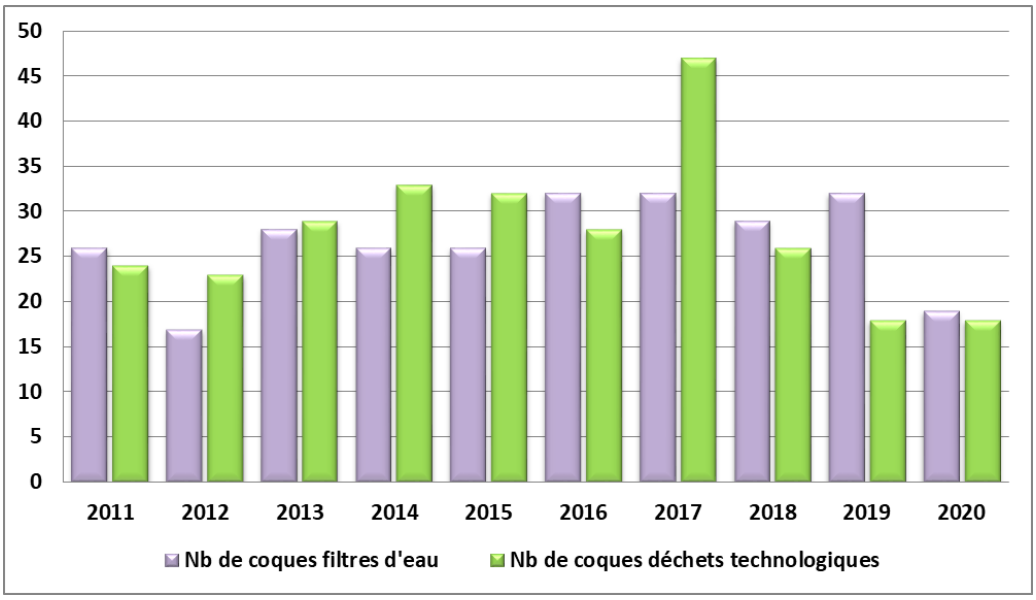


Figure 22 : Coques de filtres d'eau et de déchets technologiques produites par le CNPE du Blayais sur la période 2011 – 2020

Le nombre de colis filtres d'eau est relativement stable depuis 2011, la production annuelle moyenne s'élevant à 27 coques.
La production de coques de déchets technologiques n'a pas connu de variation significative (production de 29 coques par an en moyenne) hormis en 2017, année durant laquelle une campagne de conditionnement de filtres de ventilation a été réalisée. Les fluctuations constatées sont liées aux arrêts de réacteur, pendant lesquels ces déchets sont produits.

1.2.4.4.2 Bilan des déchets conventionnels

Entreposage

La gestion des déchets conventionnels a amené le CNPE du Blayais à mettre en service en 1998, une aire de transit spécialement aménagée, afin d'optimiser les entreposages, le transport et le recours aux filières de valorisation et de traitement (niveaux de gestion). Cette aire est associée aux points de collecte disposés au plus près des lieux de production.

Sa conception et son exploitation permettent :

- De connaître et de contrôler les flux de déchets sortant du CNPE ;
- De maîtriser les impacts sur les intérêts protégés et de satisfaire aux exigences réglementaires applicables, en favorisant notamment le réemploi, le recyclage et la valorisation.

L'aire de transit permet la collecte sélective, le tri, le regroupement et l'entreposage des déchets. Le regroupement permet également de faciliter la gestion du transport des déchets et de respecter les durées d'entreposage réglementaires.

Production de déchets conventionnels

Les déchets conventionnels sont répartis en trois catégories : les déchets dangereux, les déchets inertes et les déchets industriels banals (non dangereux, non inertes).

Les Figure 23, Figure 24 et Figure 25 présentent le bilan de production annuelle de chacune des catégories de déchets sur la période 2011 – 2020 par le CNPE du Blayais.

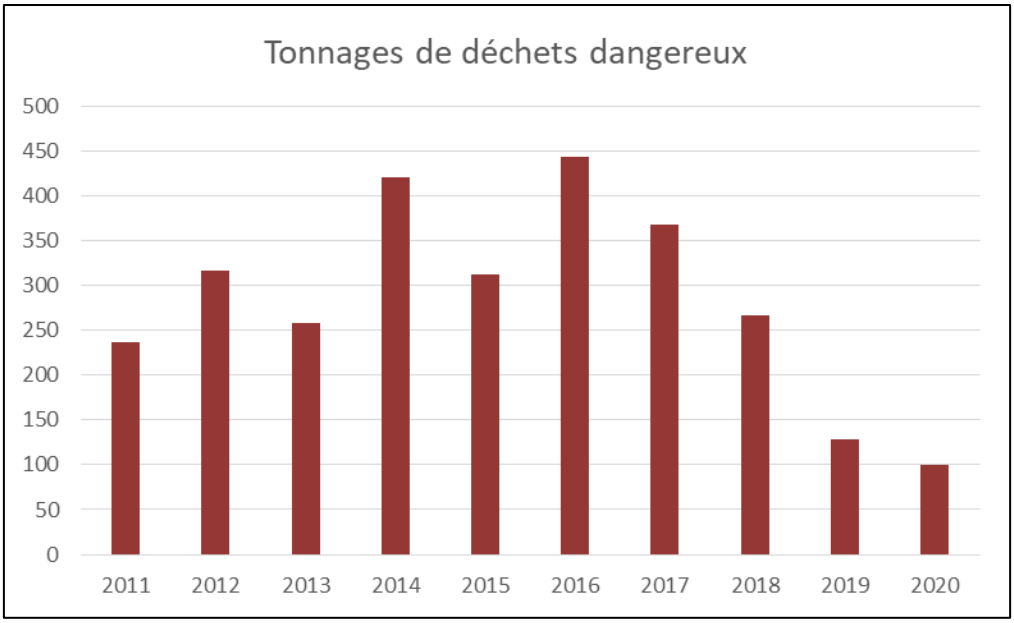


Figure 23 : Evolution de la production de déchets dangereux (en tonnes) sur la période 2011 – 2020

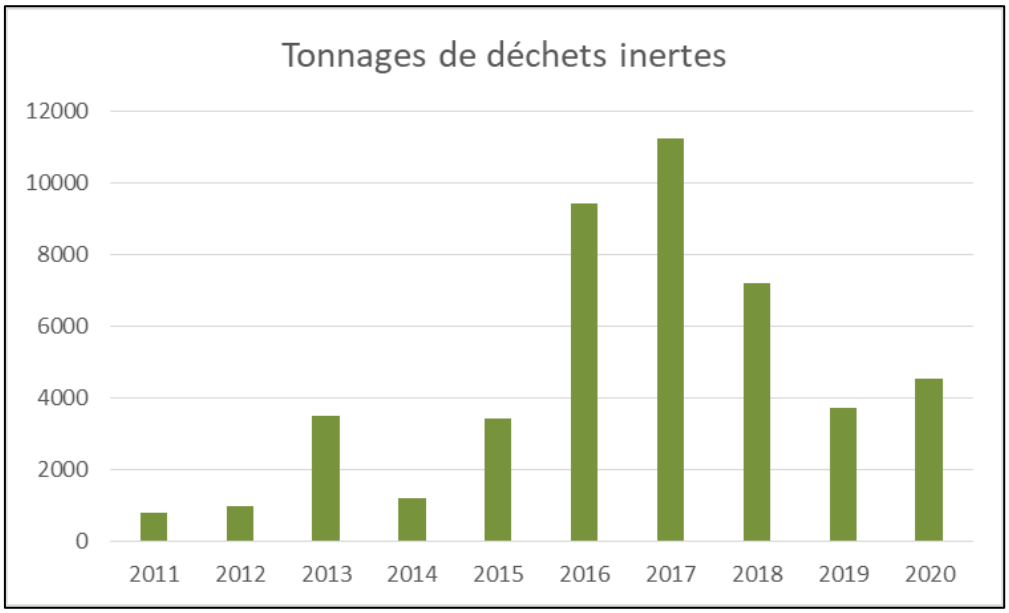


Figure 24 : Evolution de la production de déchets inertes (en tonnes) sur la période 2011 – 2020

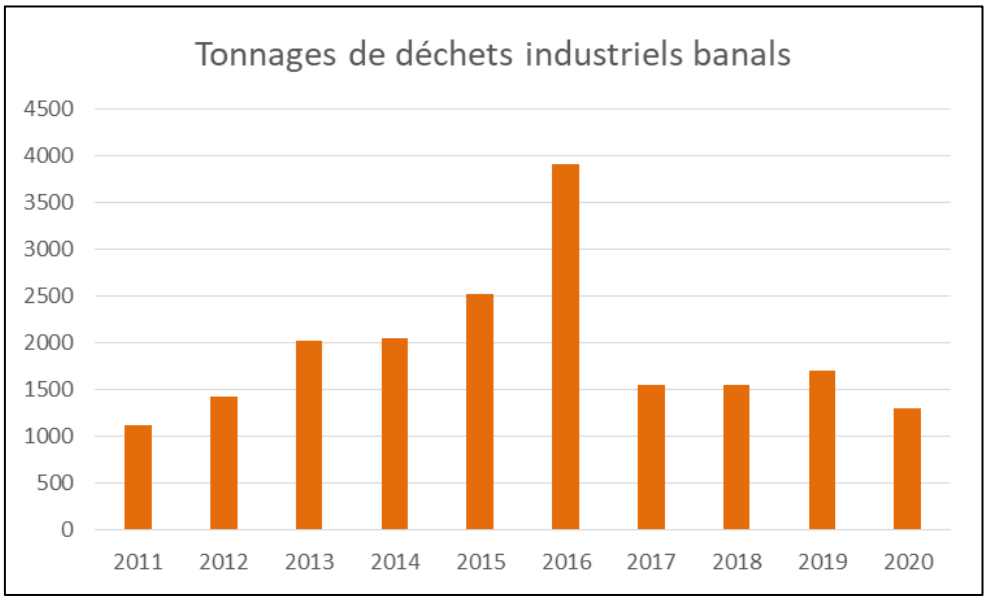


Figure 25 : Evolution de la production de déchets industriels banals (en tonnes) sur la période 2011 – 2020

Sur la période 2011 – 2020,

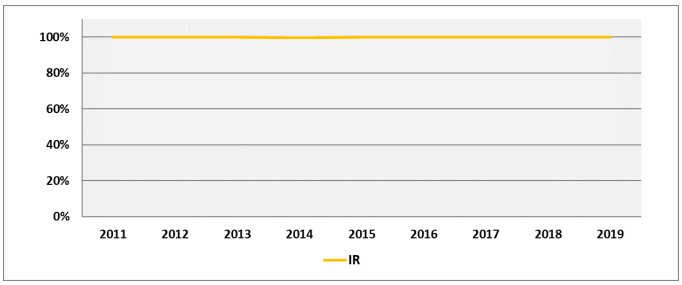
- la production annuelle de déchets dangereux est en moyenne de 285 tonnes et une tendance à la baisse est observée depuis 2016,
- les niveaux de productions des déchets inertes et déchets industriels banals ont augmenté de façon notable, respectivement en 2017 et 2016 en raison de chantiers relatifs à la construction des DUS et de nouveaux bâtiments sur le CNPE.

D'une manière générale, le CNPE du Blayais met en œuvre une gestion des déchets conventionnels conforme aux principes définis dans le code de l'environnement à savoir :

- réduire la production et la dangerosité des déchets industriels conventionnels avec une gestion optimisée de ces déchets ;
- favoriser le recyclage et la valorisation.

Le CNPE décline la doctrine et les documents de référence élaborés au niveau national par le Groupe d'Animation de la Gestion des Déchets (GAGD), qui est chargé depuis 2006 d'animer la gestion des déchets conventionnels pour l'ensemble des entités d'EDF SA.
Il utilise par ailleurs l'outil national (OGIDE) qui permet de maîtriser les inventaires de déchets ainsi que leurs voies de gestion et qui facilite la transmission des informations à caractère réglementaire.
En complément du suivi de l'indicateur réglementaire (IR) associé à la valorisation des déchets réglementés (emballages, huiles et piles), des objectifs sont également définis annuellement depuis 2008 pour l'ensemble des déchets valorisables (déchets de la « liste verte[18] »).
La Figure 26 présente l'évolution des indicateurs de valorisation des déchets réglementés et de la liste verte sur la période 2011 – 2020.

[18] La liste verte est la liste des déchets conventionnels définissant, pour chaque déchet de la liste, l'opération de valorisation ou d'élimination devant être réalisée pour le déchet.



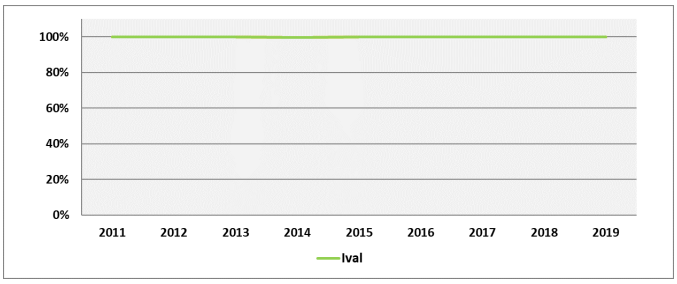


Figure 26 : Evolution des indicateurs de valorisation des déchets réglementés (IR en jaune) et de la liste verte (Ival en vert)

Ces résultats mettent en évidence que le CNPE du Blayais a valorisé l'intégralité des déchets réglementés (à l'exception de l'année 2014, où 0,1 % des déchets n'ont pu être valorisés) ainsi que des déchets de la liste verte (100 % de ces déchets valorisés en moyenne sur la période).

A noter qu'en 2016, le CNPE du Blayais a réalisé avec l'appui des services d'ingénierie une analyse de risque sur la production de déchets conventionnels dans le cadre des travaux du grand carénage. Cette analyse de risque a ensuite permis au CNPE d'élaborer un plan d'actions afin de ne jamais être en situation de blocage pour cause d'une production massive de déchets conventionnels non anticipée.

1.2.4.5 Nuisances

Le CNPE du Blayais prend en compte dans son organisation la traçabilité des demandes formulées par un particulier ou une organisation et leurs traitements.
Une demande se définit comme une interrogation, un besoin de renseignement, voire un mécontentement, qui peut concerner les installations, le fonctionnement industriel du CNPE ou ses impacts sur l'environnement.
Entre 2011 et 2020, les demandes relatives à des nuisances sont les suivantes :

- En 2012 : 1 demande relative à un bruit entendu le 28 décembre. Ce bruit fait suite à l'arrêt du réacteur n° 2 demandé par le gestionnaire des réseaux de transport d'électricité.

- En 2015 et 2019 : 2 demandes au sujet de bruits provenant du CNPE. Ces bruits étaient dus au redémarrage du réacteur n° 1 (2015) et n° 3 (2019), nécessitant des dégagements de vapeur d'eau importants générant eux-mêmes du bruit.

Ces bruits, de courte durée, liés au redémarrage ou à l'arrêt d'un réacteur, relèvent du fonctionnement normal du CNPE.
Il est à noter également qu'en cas d'activité générant du bruit pouvant être perceptible à l'extérieur du CNPE (réalisation d'essais sur des soupapes par exemple) les riverains sont prévenus en avance.
Par ailleurs, le bruit des Installations Nucléaires de Base (INB) est réglementé. Il est notamment prévu, en respect de l'article 4.4.5. I. de la décision Environnement, que l'exploitant réalise au moins une fois tous les dix ans, à ses frais, une mesure des niveaux d'émission sonore de son établissement. Le paragraphe I-2.7 présente les conclusions de la campagne de mesures acoustiques réalisée entre février et mars 2021.

1.3 CONCLUSION

Le CNPE du Blayais met en œuvre une organisation pour la maîtrise des inconvénients que l'installation présente pour les intérêts protégés (certification ISO 14001, optimisation des rejets d'effluents et des déchets, surveillance de l'environnement, préservation de la biodiversité) et pour le respect des règles relatives à la maîtrise des inconvénients qui lui sont applicables.
L'analyse du retour d'expérience et les vérifications réalisées lors du réexamen périodique pour évaluer la situation de l'installation au regard des règles relatives à la maîtrise des inconvénients qui lui sont applicables montrent que :

- Le CNPE est organisé afin d'assurer en permanence la maîtrise de sa conformité à la réglementation, en lien avec les inconvénients que l'installation présente pour les intérêts protégés. Ainsi, le CNPE a mis en place des actions sur toutes les exigences identifiées en gestion de conformité et suit leur mise en œuvre. Par ailleurs, il poursuit l'analyse des exigences dont l'état de conformité est à définir.
- La gestion des évènements significatifs est bien intégrée dans le système de gestion intégré du CNPE. Les actions correctives ont été engagées pour tous les évènements recensés sur le CNPE pendant la période de référence. Deux récurrences ont été identifiées et corrigées efficacement. Les évènements significatifs sont traités et l'efficacité des actions est démontrée.
- L'organisation du CNPE lui permet de respecter les exigences définies afférentes aux EIPi ainsi que les dispositions de maintenance et surveillance in situ associées. En effet, les vérifications réalisées lors du réexamen périodique montrent que toutes les dispositions de maintenance, contrôles et essais prévues ont été effectuées in situ dans le respect des échéances.
- Le bilan des rejets d'effluents montre que le CNPE du Blayais a atteint des niveaux de rejets relativement faibles et stables sur la période considérée et n'a pas mis en évidence de tendance à la hausse significative d'un rejet, de manière progressive ou récurrente, et dont la cause aurait été la défaillance de matériel. Il n'est pas identifié d'équipement non classé EIPi, mais concourant à la protection des intérêts, qu'il serait nécessaire d'intégrer à la liste des EIPi du CNPE.
- Le bilan de la gestion des déchets sur la période 2011 – 2020 montre que le CNPE a progressé sur la maîtrise de la gestion des déchets.

L'organisation du CNPE du Blayais lui permet de maîtriser sa conformité aux règles applicables et d'assurer la maîtrise des inconvénients que l'installation présente pour les intérêts protégés.

CHAPITRE 2 : REEVALUATION

2 ACTUALISATION DE L'APPRECIATION DES INCONVENIENTS QUE LE CNPE PRESENTE POUR LES INTERETS PROTEGES 313

2.1 ANALYSE DES PERFORMANCES DES MOYENS DE PREVENTION ET REDUCTION DES IMPACTS ET NUISANCES ENGENDRES PAR LE CNPE AU REGARD DE L'EFFICACITE DES MEILLEURES TECHNIQUES DISPONIBLES 313

2.2 ANALYSE DE L'ETAT CHIMIQUE ET RADIOLOGIQUE DE L'ENVIRONNEMENT AU VOISINAGE DU CNPE.....315

2.2.1 ANALYSE DE L'ETAT CHIMIQUE ET ECOLOGIQUE DE L'ENVIRONNEMENT AU VOISINAGE DU CNPE 315

2.2.2 ANALYSE DE L'ETAT RADIOLOGIQUE DE L'ENVIRONNEMENT AU VOISINAGE DU CNPE 317

2.3 ANALYSE DE L'ETAT CHIMIQUE ET RADIOLOGIQUE DE L'ENVIRONNEMENT SUR LE CNPE (ETAT DES SOLS).....318

2.4 ELEMENTS PERMETTANT LE REEXAMEN DES LIMITES DE REJET DES SUBSTANCES MENTIONNEES DANS LE TABLEAU ANNEXE A L'ARTICLE R. 211-11-1 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT.....321

2.5 BILAN DES ETUDES MENEES, ETAT DES ETUDES RESTANT A CONDUIRE ET ECHEANCIER PREVISIONNEL DU RECONDITIONNEMENT DES DECHETS ..322

2.6 ELEMENTS PERMETTANT LE REEXAMEN DES PRESCRIPTIONS ASSOCIEES AU CONTROLE PERMANENT DE LA RADIOACTIVITE OU AU DOUBLEMENT DES CHAINES DE MESURE 328

2.7 MESURE DES NIVEAUX D'EMISSION SONORE DU CNPE 328

2 ACTUALISATION DE L'APPRÉCIATION DES INCONVÉNIENTS QUE LE CNPE PRÉSENTE POUR LES INTÉRÊTS PROTÉGÉS

2.1 ANALYSE DES PERFORMANCES DES MOYENS DE PRÉVENTION ET RÉDUCTION DES IMPACTS ET NUISANCES ENGENDRÉS PAR LE CNPE AU REGARD DE L'EFFICACITÉ DES MEILLEURES TECHNIQUES DISPONIBLES

L'article 1.3.1 de la décision environnement dispose : *« l'exploitant réalise périodiquement une analyse des performances des moyens de prévention et réduction des impacts et nuisances engendrés par l'installation nucléaire de base au regard de l'efficacité des meilleures techniques disponibles en […] »*.

L'analyse des performances des moyens de prévention et réduction des impacts et nuisances engendrés par le CNPE du Blayais au regard de l'efficacité des Meilleures Techniques Disponibles, dite analyse MTD, porte sur les dispositions de conception, les pratiques d'exploitation et la démarche d'optimisation mises en œuvre par EDF sur le CNPE du Blayais.

Le périmètre de l'analyse MTD est défini en lien avec les inconvénients mentionnés à l'article 4.1 de l'arrêté INB, en application du principe de proportionnalité aux enjeux tel que décrit à l'article 1.1 de ce même arrêté. Les inconvénients que le CNPE du Blayais présente pour les intérêts protégés retenus dans le cadre de cette analyse sont liés aux :

- prélèvements et consommation d'eau ;
- rejets d'effluents radioactifs et chimiques ;
- rejets thermiques ;
- déchets radioactifs et conventionnels ;
- nuisances liées aux émissions sonores.

L'analyse MTD a donc porté sur (cf. Figure 27) :

- les rejets d'effluents radioactifs et chimiques, les déchets et les émissions sonores occasionnés par les îlots nucléaire et conventionnel ;
- les prélèvements et consommation d'eau, les rejets d'effluents chimiques et les déchets occasionnés par les installations auxiliaires de l'îlot conventionnel ;
- les prélèvements et consommation d'eau, les rejets d'effluents chimiques et les rejets thermiques occasionnés par la source froide.

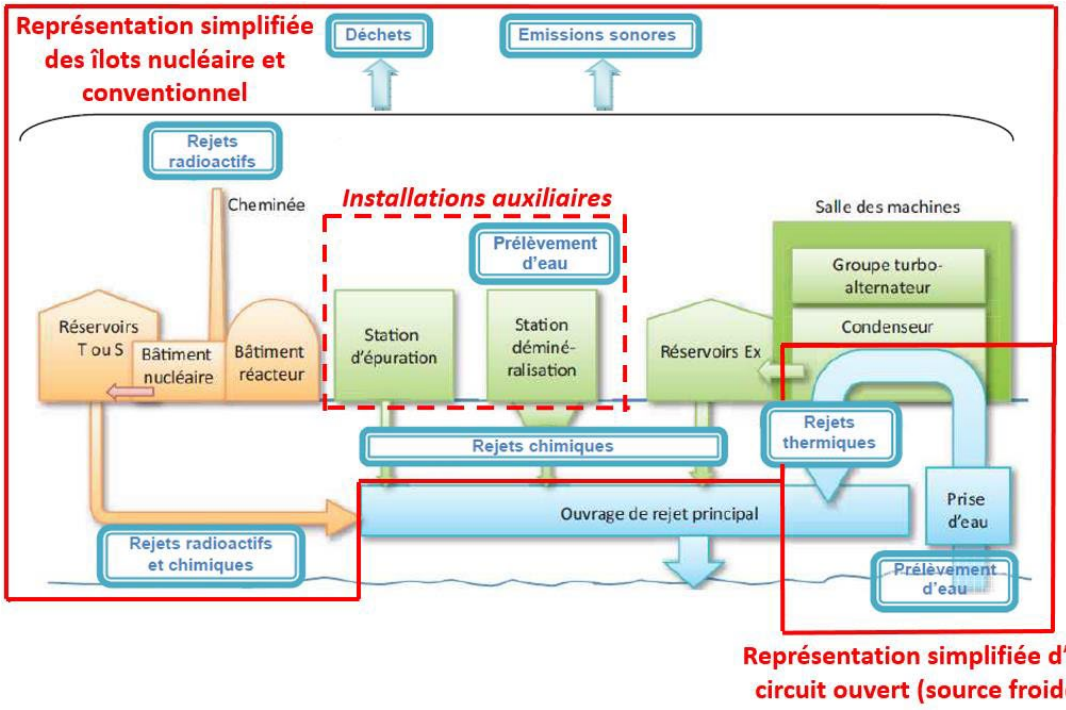


Figure 27 : Présentation schématique des îlots nucléaire et conventionnel et de la source froide ainsi que des inconvénients associés (CNPE refroidi en circuit ouvert)

L'analyse MTD réalisée montre que la prévention et la réduction des inconvénients produits par le CNPE du Blayais sont assurées par un ensemble de dispositions de conception, d'exploitation et de surveillance. Ces dispositions ont été optimisées au fil des années pour répondre aux évolutions environnementales, techniques et réglementaires. Leur choix est le résultat d'un travail d'analyse visant à définir un optimum global au regard de l'ensemble des contraintes environnementales et techniques, des exigences réglementaires et des coûts.

Par ailleurs, la réalisation d'une veille technologique ainsi que la connaissance et l'analyse des pratiques internationales et des guides reconnus permettent de valider les choix techniques et stratégiques faits par EDF. Ils contribuent également à la démarche d'amélioration continue des performances environnementales du CNPE du Blayais.

En conclusion :

- Concernant les prélèvements et la consommation d'eau :
    - Les dispositions de conception et d'exploitation mises en œuvre pour la partie source froide sont en adéquation avec les préconisations du BREF ICS (2001) et des guides internationaux reconnus.
    - Les dispositions de conception, d'exploitation et de surveillance mises en place par le CNPE du Blayais pour les installations auxiliaires de l'îlot conventionnel (par exemple la station de production d'eau déminéralisée) permettent de limiter l'inconvénient associé aux prélèvements et à la consommation d'eau.
- Concernant les rejets :

- Les dispositions de conception et d'exploitation de la source froide mises en œuvre concernant les rejets thermiques sont en adéquation avec les préconisations du BREF ICS (2001) et des guides internationaux reconnus.
- Les dispositions techniques et les pratiques d'exploitation mises en œuvre à l'échelle du CNPE (installations liées au process et installations auxiliaires), pour la prévention et la réduction des rejets, sont en adéquation avec celles reconnues et mises en œuvre à l'international. En particulier, les niveaux de rejets du CNPE du Blayais sont comparables à ceux des sites nucléaires de production d'électricité à l'international.

- Concernant les déchets :
  - Leur gestion, leur production et leur évacuation, est optimisée à l'échelle du CNPE, en adéquation avec les filières d'élimination et/ou de traitement identifiées comme MTD. L'analyse du retour d'expérience du Parc nucléaire en production et des dispositions mises en place par les exploitants étrangers permet de disposer d'une vision d'ensemble des bonnes pratiques nationales et internationales et de contribuer à la démarche d'amélioration continue mise en place au sein d'EDF.
- Concernant les émissions sonores :
  - Leur maîtrise est assurée d'une part par la mise en place de mesures de limitation des niveaux de bruit des équipements et d'autre part par la vérification du respect des niveaux sonores réglementaires par la réalisation de campagnes de mesure périodiques.

Au vu des enjeux environnementaux et des contraintes locales du CNPE du Blayais, ses performances environnementales globales permettent de considérer l'ensemble des dispositions mises en œuvre comme équivalentes à des MTD.

2.2 ANALYSE DE L'ÉTAT CHIMIQUE ET RADIOLOGIQUE DE L'ENVIRONNEMENT AU VOISINAGE DU CNPE

Conformément à l'article 3.3.6 de la décision environnement, *« l'exploitant réalise périodiquement une analyse de l'état chimique et radiologique de l'environnement portant sur l'installation et son voisinage, proportionnée à l'activité et aux enjeux ».*

L'analyse de l'état chimique et radiologique de l'environnement au voisinage du CNPE est réalisée à partir des données de la surveillance pérenne de l'environnement. Elle est présentée aux paragraphes I-2.2.1 et I-2.2.2.

Pour l'état chimique et radiologique de l'environnement sur le CNPE, les sols (réceptacle) constituent la matrice la plus adaptée pour réaliser cette analyse. Elle est présentée au Volet risques - Chapitre II - § I-2.3, le I de l'article 3.3.7 de la décision environnement disposant en outre que : *« Pour les activités impliquant la production, l'utilisation et le rejet de substances radioactives ou non radioactives susceptibles de contaminer le sol et les eaux souterraines, l'analyse mentionnée à l'article 3.3.6 comprend un état des sols de son installation ».*

2.2.1 Analyse de l'état chimique et écologique de l'environnement au voisinage du CNPE

L'analyse de l'état chimique et écologique de l'environnement de l'estuaire de la Gironde, au voisinage du CNPE du Blayais, consiste en une analyse statistique spatiale (différences entre les stations sous influence ou hors influence du CNPE du Blayais) et temporelle (tendances évolutives entre 2011 et

2020) des valeurs des paramètres chimiques, physico-chimiques et biologiques dans l'estuaire de la Gironde.

Les données utilisées sont celles de la surveillance réglementaire de l'environnement du CNPE, qui comprend les domaines suivants :

- Pélagique : 8 campagnes par an, au cours desquelles sont suivis les paramètres suivants :
  - Hydrologie : hauteur d'eau, vitesse et direction du courant.
  - Physico-chimie : température, salinité, matières en suspension (MES), turbidité, oxygène dissous, pH, carbone organique, sels nutritifs.
  - Chimie : bore, morpholine, éthanolamine, hydrazine et agents de surface anioniques.
  - Microbiologie : vibrions halophiles.
  - Plancton : pigments chlorophylliens et zooplancton.
- Benthique : 8 campagnes par an d'échantillonnage de la macrofaune subtidale et intertidale.
- Halieutique : campagnes mensuelles de la faune circulante (12 campagnes par an).

Les résultats sont les suivants :

<u>En ce qui concerne les suivis pélagiques</u> :

- Le suivi des paramètres hydrologiques met en évidence la circulation classiquement observée dans l'estuaire de la Gironde lors d'un cycle de marée. Les variations temporelles des paramètres du domaine pélagique (température, salinité, MES, turbidité, carbone organique total et particulaire, bore, phytoplancton et zooplancton, microbiologie) sont essentiellement liées à la climatologie, à l'hydrologie (débits fluviaux et coefficients de marées), à la saisonnalité du milieu et à l'hydrodynamisme sédimentaire. Elles traduisent une fonctionnalité naturelle de l'estuaire. La variabilité saisonnière est quasi-absente pour l'ensemble des sels nutritifs, en lien avec les fortes concentrations en MES de l'estuaire.
- En réponse aux fluctuations des débits fluviaux et à l'intrusion marine, un gradient spatial dans l'estuaire (amont/aval) est mis en évidence pour la salinité, la turbidité, les matières en suspension, le carbone organique total et particulaire, le bore, les sels nutritifs, le phytoplancton et le zooplancton, les proportions des différentes espèces de vibrions, traduisant un fonctionnement naturel de l'estuaire. Pour l'oxygène dissous et le pH, aucun gradient amont-aval n'est observé, ce qui est caractéristique de la variabilité naturelle de l'estuaire de la Gironde.
- Les substances chimiques telles que la morpholine, l'éthanolamine et l'hydrazine présentent des concentrations inférieures à leurs limites de quantification respectives. Concernant les agents de surface anionique (détergents), sur toute la chronique 2011 - 2020, les concentrations mesurées sont inférieures aux concentrations pouvant avoir un effet néfaste sur le milieu estuarien.
- Les résultats de la surveillance microbiologique mettent en évidence une saisonnalité marquée des concentrations en vibrions, ce qui est classiquement attendu pour l'estuaire.

En ce qui concerne les suivis benthiques et halieutiques :

- La diversité et l'abondance faunistique des peuplements benthiques varient selon un gradient spatial. Pour le domaine benthique subtidal, ceci s'explique par l'ensablement ponctuel, le gradient de salinité et des courants. En ce qui concerne le domaine benthique intertidal, cette dynamique peut être gouvernée par des fluctuations naturelles de l'environnement hydroclimatique ou refléter des tendances dans la qualité écologique de l'écosystème girondin, classiquement observées le long du gradient croissant de salinité (amont-aval) de l'estuaire, sans qu'une influence de l'activité du CNPE du Blayais ne soit identifiée sur le compartiment benthique. La dynamique interannuelle de la granulométrie et des peuplements benthiques intertidaux varie peu. À l'inverse, la richesse spécifique des invertébrés benthiques subtidaux augmente au cours des années, ce qui est globalement positif d'un point de vue écologique.
- En ce qui concerne la macrofaune halieutique, des variations spatiales d'abondance de certaines espèces sont mises en évidence, en lien avec le gradient de salinité habituellement observé dans l'estuaire de la Gironde. Les variations interannuelles de la dynamique des populations halieutiques, du recrutement et de la structure du peuplement durant cette décennie sont fortement liées aux variations environnementales hydrologiques et climatiques.

Dans le cadre de la surveillance de l'environnement aquatique du CNPE du Blayais, l'analyse de l'ensemble des éléments acquis sur la période 2011-2020 ne met pas en évidence d'influence du CNPE sur les populations et sur le milieu estuarien.

2.2.2 Analyse de l'état radiologique de l'environnement au voisinage du CNPE

L'analyse de l'état radiologique de l'environnement au voisinage du CNPE du Blayais s'appuie sur les suivis radioécologiques annuels et les bilans décennaux réalisés. Elle comprend une comparaison des résultats d'analyses obtenus lors de l'état de référence (ou point « zéro ») établi avant la mise en service du CNPE.
Les principales conclusions de cette analyse pour la période 2011-2020 sont les suivantes :

- La radioactivité présente dans l'environnement terrestre et aquatique au voisinage du CNPE du Blayais est majoritairement d'origine naturelle et est essentiellement due au potassium 40 et au béryllium 7. Les niveaux de radioactivité d'origine naturelle sont stables dans l'environnement terrestre et aquatique au voisinage du CNPE depuis l'état de référence.
- Dans l'environnement terrestre au voisinage du CNPE du Blayais, la radioactivité d'origine artificielle provient principalement de la rémanence des retombées atmosphériques des essais nucléaires aériens, de celles de l'accident de Tchernobyl, ainsi que dans une moindre mesure de celui de Fukushima Daiichi. Ces évènements sont à l'origine de la détection, au cours de la période 2011-2020, des césium 134 et 137, d'iode 131 et, uniquement pour les essais nucléaires, de nickel 63, de strontium 90 et de radionucléides émetteurs alpha (plutonium 238, plutonium 239 et 240 et américium 241). Les retombées des essais nucléaires aériens participent également au niveau ambiant en tritium et carbone 14. Ces deux radionucléides sont par ailleurs produits par voie naturelle et font également partie des radionucléides présents dans les rejets d'effluents des installations du CNPE. À l'exception d'un marquage[19] ponctuel en

[19] Il est à noter que le mot « marquage » est le terme classiquement usité dans le milieu de la radioécologie pour évoquer la présence mesurable d'un radionucléide dans l'environnement en incrément du bruit de fond, en lien avec une source identifiée. Ce terme ne présage pas des niveaux d'activité quantifiés.

tritium libre dans un échantillon de miel et en tritium organiquement lié dans un échantillon d'herbes de prairie, et en carbone 14 dans certains échantillons de lait et de végétaux, aucune autre contribution des rejets d'effluents du CNPE du Blayais aux activités mesurées dans l'environnement terrestre au voisinage du CNPE n'est mise en évidence. L'impact associé aux rejets d'effluents radioactifs atmosphériques du CNPE, réalisés dans le respect des limites réglementaires, est négligeable.

- Dans l'environnement aquatique, la radioactivité gamma d'origine artificielle est principalement due au césium 137 qui trouve son origine dans les retombées globales anciennes (essais nucléaires aériens et accident de Tchernobyl). Du césium 134, mesuré dans un échantillon de phanérogames en 2011, a pour origine les retombées de l'accident de Fukushima Daiichi. Le strontium 90 et les radionucléides émetteurs alpha (non présents dans les rejets liquides du CNPE) détectés dans l'environnement aquatique proviennent des retombées anciennes des essais nucléaires aériens. Les niveaux d'activités mesurées en tritium et carbone 14 dans certaines matrices aquatiques peuvent avoir une double origine : les rejets du CNPE du Blayais, associés à ceux du CNPE de Golfech situé en amont. Les rejets liquides du CNPE du Blayais sont à l'origine de détections de nickel 63. L'origine de l'argent 108 métastable détecté ponctuellement est incertaine, mais une influence des rejets du CNPE du Blayais ne peut être exclue. L'analyse de l'ensemble des éléments acquis dans le cadre de la surveillance de l'environnement aquatique du site permet de conclure à une influence négligeable résultant de son fonctionnement.

En conclusion, la radioactivité présente dans l'environnement terrestre et aquatique au voisinage du CNPE du Blayais est majoritairement d'origine naturelle. La radioactivité d'origine artificielle est quant à elle principalement liée aux retombées atmosphériques globales des essais nucléaires et des accidents de Tchernobyl et Fukushima Daiichi, ainsi qu'aux rejets du CNPE du Blayais et du CNPE de Golfech situé en amont sur la Garonne.

L'impact des rejets d'effluents radioactifs du CNPE du Blayais, réalisés dans le respect des limites réglementaires, est négligeable.

2.3 ANALYSE DE L'ÉTAT CHIMIQUE ET RADIOLOGIQUE DE L'ENVIRONNEMENT SUR LE CNPE (ÉTAT DES SOLS)

Conformément à l'article 3.3.7 de la décision environnement, *« Pour les activités impliquant la production, l'utilisation et le rejet de substances radioactives ou non radioactives susceptibles de contaminer le sol et les eaux souterraines, l'analyse mentionnée à l'article 3.3.6 comprend un état des sols de son installation »*. L'article 3.3.6 précise par ailleurs la périodicité de cet état des sols : à chaque réexamen périodique de l'installation et a minima tous les dix ans, et indique que l'analyse peut porter sur plusieurs installations nucléaires de base présentes dans un même établissement. Ainsi, pour le CNPE du Blayais, l'étude de l'état des sols est menée sur le périmètre des deux Installations Nucléaires de Base du CNPE suivantes :

- INB n° 86, réacteurs du Blayais 1 et 2 ;
- INB n° 110, réacteurs du Blayais 3 et 4.

L'analyse de l'état des sols du CNPE du Blayais s'est appuyée sur les données environnementales du sous-sol du CNPE, sur la surveillance des eaux souterraines sur la période de janvier 2013 à décembre 2020 et sur les diagnostics de sol qui ont été réalisés dans le périmètre INB du CNPE.

Les principales installations du CNPE sont situées à l'intérieur de deux parois moulées, où les terrains naturels, constitués de vases argileuses, ont été substitués, lors de la construction du site, par des remblais sableux, sur une épaisseur d'environ 17 m. Ces parois moulées constituent une barrière aux écoulements des eaux de la nappe alluviale, dont le niveau varie à l'intérieur des parois moulées entre 3 et 4 m de profondeur par rapport à la cote plateforme et s'écoule principalement de l'Ouest vers l'Est.

Depuis sa mise en exploitation, le CNPE du Blayais fait l'objet d'une surveillance qualitative et quantitative des eaux souterraines. Cette surveillance a évolué pour s'adapter aux aménagements et à l'évolution des exigences réglementaires. Pour chaque paramètre surveillé, des seuils ont été établis pour l'ensemble des sites nucléaires : un seuil d'investigation (S1) et un seuil d'action (S2). En complément, des valeurs indicatives de qualité, permettant d'aider à l'analyse des mesures, ont été définies pour certaines caractéristiques globales de la physico-chimie du milieu telles que le pH, la conductivité et des éléments tels que le fer, le manganèse et l'aluminium.

L'examen de l'ensemble des mesures de la surveillance des eaux souterraines entre janvier 2013 et décembre 2020 a porté sur les résultats d'environ 12 400 analyses chimiques et 2 300 analyses radiologiques réalisées sur une trentaine de piézomètres présents au droit du CNPE du Blayais. Cette surveillance a mis en évidence l'absence d'anomalie significative pour les paramètres chimiques et radiologiques suivis à l'exception de quelques dépassements des seuils de référence applicables pour les sites nucléaires en exploitation :

- la qualité des eaux souterraines est influencée par la nature géologique du sous-sol. Ainsi, pour plusieurs paramètres (sodium, chlorures, fer, manganèse et azote Kjeldalh) des dépassements ponctuels des valeurs de comparaison sont observés, sans lien avec les activités du CNPE ;
- des dépassements en phosphate du seuil d'investigation sont observés sur neuf piézomètres du CNPE sur la période d'étude ainsi que des dépassements du seuil d'action entre septembre 2017 et février 2018 au droit du piézomètre 0 SEZ 109 PZ et ponctuellement en août 2019 sur le piézomètre 0 SEZ 103 PZ. Ces piézomètres étant éloignés les uns des autres (intérieur et extérieur parois moulées), ces teneurs élevées en phosphate pourraient être associées au bruit de fond hydrogéochimique de la nappe des graves du Quaternaire ;
- des dépassements réguliers du seuil d'investigation et ponctuellement du seuil d'action sont observés pour le paramètre hydrocarbures totaux sur les piézomètres 0 SEZ 106 PZ et 0 SEZ 119 PZ sur la période d'étude. Ces piézomètres sont situés au droit de zones où un marquage localisé des sols en hydrocarbures et en PCB a été mis en évidence en 2012 (transformateurs tranche 1 et transformateurs tranche 3). Ces zones font depuis l'objet de mesures de gestion et d'une surveillance renforcée ;
- des dépassements du seuil d'investigation en nitrates ont été relevés en 2017 au droit des ouvrages 0 SEZ 110 PZ et 0 SEZ 111 PZ et en 2019 sur le piézomètre 0 SEZ 110 PZ, en lien avec des débordements au droit de fosses SEU (eaux usées) situées à proximité de ces deux ouvrages. Des actions sont mises en œuvre pour éviter ces dépassements de seuil ;
- un dépassement récurrent du seuil S1 (100 Bq/L) en tritium au droit d'un piézomètre situé à proximité de la tranche 1 depuis 2017 (0 SEZ 109 PZ) en lien avec le marquage tritium observé sur les eaux présentes dans les casemates sous le BAN 9 (tranches 1 et 2). Ce marquage fait l'objet de mesures de gestion (travaux de réfection sur les installations, épuration des eaux tritiées dans les casemates depuis 2017 et au droit du piézomètre 0 SEZ 109 PZ depuis 2020). Ces mesures de gestion ont permis de faire baisser significativement les activités volumiques

en tritium dans les eaux présentes dans les casemates sous le BAN 9 et au droit du piézomètre 0 SEZ 109 PZ (l'activité volumique est inférieure à 50 Bq/L depuis août 2020 au droit de cet ouvrage).

L'étude des données historiques et environnementales du CNPE du Blayais s'est appuyée sur des recherches documentaires, des témoignages de personnels du CNPE et des visites des installations. Cette étude a mis en évidence plusieurs marquages historiques en tritium de la nappe des graves du Quaternaire à l'intérieur des parois moulées et le besoin de réaliser des investigations au droit de certaines zones du CNPE afin d'obtenir des compléments d'informations nécessaires pour évaluer l'état des sols.

Il a en outre été possible d'exploiter les résultats de 5 campagnes d'investigations des sols réalisées entre 2012 et 2017 dans le cadre de travaux et/ou de projets d'aménagement du CNPE :

- Zone des transformateurs : En lien avec les dépassements précités dans les eaux souterraines au droit des ouvrages 0 SEZ 106 PZ et 0 SEZ 119 PZ, une campagne d'investigations réalisée en 2012 a mis en évidence deux zones marquées par des hydrocarbures et des PCB (en tranches 1 et 3). Ces marquages sont caractérisés par une extension relativement faible, de l'ordre de 2 m en vertical et 250 m^2 en latéral, par le caractère non volatil et peu mobile des produits concernés, ce qui entraine un très faible risque environnemental et des risques sanitaires négligeables. Le plan de gestion mis en œuvre suite à ces investigations a consisté en la mise en place d'un dispositif de traitement du surnageant au droit de la nappe, associé à un suivi environnemental renforcé. Le dispositif de traitement a permis de collecter environ 42 kg d'hydrocarbure purs.

- Zone Poste RTE : Deux campagnes d'investigations environnementales des sols ont été réalisées en 2016, mettant en évidence la présence de déchets de construction enfouis au droit de cette zone sur une superficie d'environ 7 hectares et une épaisseur moyenne de 2 mètres Un plan de gestion a été réalisé en 2017. Sur la base d'un bilan coûts/avantages, des solutions envisagées au regard des contraintes du CNPE et en l'absence de projet de réaménagement, la solution de maintien des déchets en place associée à la mise en place d'une surveillance des eaux souterraines et des eaux de surface a été retenue, complétée par le maintien des usages actuels de la zone, une limitation d'accès et la conservation de la mémoire de l'état de cette zone du CNPE.

- Sur les autres zones ayant fait l'objet d'investigations (Bâtiment Citadelle, Projets CCL et SEU et projet de protection périphérique), compte tenu du caractère ponctuel et de la nature des dépassements observés sur les résultats analytiques pour certains éléments traces métalliques (ETM), ces zones ne requièrent pas la mise en place de mesures de gestion.

Afin de compléter l'état des sols du CNPE, une campagne d'investigations environnementales des sols a été réalisée entre septembre 2020 et janvier 2021 au droit de certaines zones à risques mises en évidence par l'étude des données historiques et environnementales. Cela a consisté en la réalisation de 25 sondages de sols jusqu'à 4 m de profondeur (forages), 12 puits à la pelle mécanique, 7 avant-trous (qui n'ont pas été prolongés par un forage), 114 échantillons prélevés de sols pour des analyses chimiques et 72 échantillons de sols pour des analyses radiologiques.

Une campagne d'investigations complémentaire a été réalisée en juillet 2021 et a consisté en la réalisation de 7 sondages de sols jusqu'à 4 m de profondeur au droit de points où des résultats

incohérents en césium 137 et cobalt 60 avaient été observés lors de la précédente campagne. Cela a permis d'infirmer les premiers résultats.

Les résultats de ces analyses sont majoritairement conformes au bruit de fond anthropique déterminé pour les paramètres recherchés.

Néanmoins, quelques échantillons de sols analysés présentent des dépassements sur un ou plusieurs paramètres chimiques (cadmium, mercure et zinc), en lien très vraisemblablement avec la qualité intrinsèque des remblais présents.

Par ailleurs, 3 échantillons analysés ont présenté des activités massiques en tritium supérieures aux valeurs de comparaison retenues. Ces échantillons ont été prélevés dans la zone de battement de la nappe, au droit des deux sondages réalisés à proximité du réservoir PTR tranche 1. Cette présence de tritium dans la zone saturée est cohérente avec le marquage des eaux souterraines relevé fin 2017 au droit des casemates sous le BAN et au droit du piézomètre 0 SEZ 109 PZ. Ce marquage fait l'objet des mesures de gestion citées précédemment.

2.4 ELÉMENTS PERMETTANT LE RÉEXAMEN DES LIMITES DE REJET DES SUBSTANCES MENTIONNÉES DANS LE TABLEAU ANNEXÉ À L'ARTICLE R. 211-11-1 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

L'article 4.1.11 de l'arrêté INB indique que : *« Le rejet […] des substances mentionnées dans le tableau annexé à l'article R. 211-11-1 du code de l'environnement, ne peut être réalisé que si une décision de l'ASN […] fixe des limites de rejet pour ces substances, sur la base des justifications fournies par l'exploitant quant au caractère optimal de ces rejets et à l'acceptabilité de leurs impacts. Les limites susmentionnées sont réexaminées périodiquement. L'exploitant inclut les éléments permettant ce réexamen dans le rapport de réexamen prévu à l'article L. 593-19 du code de l'environnement. »*.

Pour le CNPE du Blayais, les substances concernées par cet article sont l'acide borique, les métaux totaux (plomb, manganèse, chrome, cuivre, zinc), les phosphates et l'azote (ammonium, nitrates, nitrites, azote organique).

Les limites en vigueur des rejets de ces substances sont prescrites par l'arrêté du 18 septembre 2003 autorisation EDF à poursuivre les prélèvements d'eau et les rejets d'effluents liquides et gazeux pour l'exploitation du CNPE du Blayais.

La méthode suivie pour effectuer le réexamen des limites de rejet des substances mentionnées dans le tableau annexé à l'article R. 211-11-1 du code de l'environnement, repose sur deux axes :

- l'analyse du retour d'expérience des rejets réels du CNPE sur la période 2011 – 2020, comparé aux limites réglementaires applicables sur la période de référence retenue dans le cadre du réexamen (2011-2020) ;
- l'identification des éventuels besoins pour l'exploitation des réacteurs.

Ces deux volets permettent de déterminer, le cas échéant, les substances pour lesquelles les limites de rejets ne sont pas compatibles avec les besoins d'exploitation des réacteurs.

L'application de cette méthode au CNPE du Blayais met en évidence la compatibilité des limites de rejets des substances mentionnées dans le tableau annexé à l'article R. 211-11-1 du code de l'environnement, avec les besoins d'exploitation du CNPE du Blayais.

2.5 BILAN DES ÉTUDES MENÉES, ÉTAT DES ÉTUDES RESTANT À CONDUIRE ET ÉCHÉANCIER PRÉVISIONNEL DU RECONDITIONNEMENT DES DÉCHETS

L'article 6.8 de l'arrêté INB dispose que *« lorsque des déchets sont conditionnés selon des modalités incompatibles avec leur admission dans les installations de stockage auxquelles l'étude de gestion des déchets les destine, l'exploitant procède à la reprise de leur conditionnement dans les meilleurs délais. Si cette reprise nécessite des études préalables, l'exploitant présente, selon une périodicité fixée par l'Autorité de sûreté nucléaire, un bilan des études menées, un état des études restant à conduire et l'échéancier prévisionnel du reconditionnement des déchets. Ces informations apparaissent en outre dans le rapport de réexamen ».*

Les principes de conception des filières de traitement (Centraco) et de stockage (Andra) des déchets radioactifs ont conduit à la définition d'exigences sur les déchets, dictées par des enjeux de sûreté nucléaire, de radioprotection et de sécurité associés aux différentes phases de vie de ces installations (exploitation, ainsi que surveillance et post-surveillance pour les centres de stockage Andra).

Le respect de ces exigences constitue un enjeu majeur, partagé par les exploitants producteurs de déchets et par les exploitants industriels des filières de traitement et de stockage.

Elles sont déclinées par le CNPE du Blayais au travers des dispositions techniques et organisationnelles qu'il met en œuvre pour réaliser les colis, dont les principales phases sont :

- la collecte des déchets au niveau des lieux de production ;
- le conditionnement des déchets dans des emballages qualifiés par les filières de traitement et de stockage ;
- la maîtrise de l'activité contenue dans les colis ;
- l'expédition des colis à destination d'un centre de traitement ou de stockage approprié.

Un groupe de travail « Qualité colis » a été mis en œuvre en 2015 entre l'Andra et les trois producteurs majeurs de déchets radioactifs, EDF, AREVA[20] et CEA, pour identifier les points à améliorer dans la gestion des déchets radioactifs en vue de progresser dans la maîtrise de la conformité des colis.

Cette organisation vise à assurer un degré de maîtrise proportionné aux enjeux, tels que défini par les impacts et risques potentiels liés à d'éventuelles non-conformités ou non-qualités colis.

Une vigilance particulière est ainsi accordée aux colis de type coques béton, qui jouent un rôle de confinement dans le concept multi-barrières du CSA et qui contribuent significativement à son inventaire radiologique.

La Figure 28 présente l'évolution de la qualité des colis de type coques béton du CNPE du Blayais sur la période 2011 – 2020.

[20] Devenu Orano en 2018

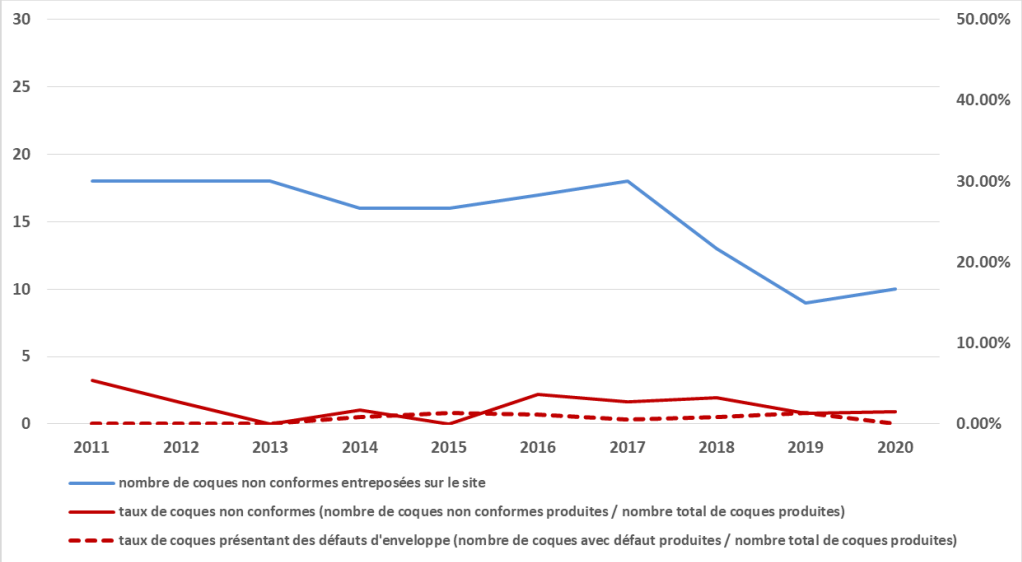


Figure 28 : Évolution de la qualité des coques produites sur le CNPE du Blayais sur la période 2011-2020

Une amélioration globale de la qualité des colis produits est ainsi constatée sur la période considérée. Le taux de coques affectées par une non-conformité est notamment passé de 5 % en 2011 à 1 % en 2020 grâce :

- Au plan d'actions mis en œuvre par le CNPE pour renforcer la maitrise des opérations de conditionnement ;
- A la révision de l'agrément associé aux coques béton de filtres d'eau et de déchets technologiques irradiants, instruite en 2006 (propriétés confinantes assurées par le mortier de blocage en cas de défauts de type éclat ou fissure sur la coque).

Cette baisse de la production de coques non conformes s'est accompagnée d'une diminution du nombre de coques non-conformes restant entreposées sur le site grâce au plan de désentreposage lancé en parallèle : reconditionnement des colis non conformes et demande de prise en charge par la filière ANDRA.
Le taux de coques présentant des défauts d'enveloppe est quant à lui stable, à un niveau bas, et s'établit à 0,6 % en moyenne depuis 2011.
Par ailleurs, même si les déchets de faible et très faible activité conditionnés en conteneurs périssables ne présentent pas d'enjeux de sûreté (inventaire radiologique faible, pas de propriétés confinantes requises), leur qualité fait également l'objet d'un suivi. En effet, une récurrence de non-qualités est susceptible de conduire à des suspensions de prise en charge des déchets par les filières de traitement et de stockage et à des contraintes industrielles (ex : risque de saturation des capacités d'entreposage). Des actions correctives et préventives sont alors initiées par le CNPE avec appui de l'ingénierie nationale si nécessaire, afin de retrouver un niveau de qualité satisfaisant.
Il est à noter que sur la période le CNPE du Blayais n'a fait l'objet que d'une interruption provisoire de prise en charge de déchets métalliques destinés à Centraco de quatre mois, liée à une série de non-qualités sur la production de caisses de déchets métalliques en 2013.
Maîtriser la qualité des colis contribue en particulier à assurer que ces derniers pourront être évacués vers les filières de traitement et de stockage, notamment lorsqu'une reprise des déchets conditionnés

selon des modalités incompatibles avec les spécifications d'acceptation des filières n'est pas envisageable.

Il faut ainsi distinguer :

- D'une part, les déchets conditionnés en conteneurs périssables, sans immobilisation préalable, qui peuvent faire l'objet d'une reprise lorsqu'une incompatibilité du colis avec les spécifications d'acceptation des filières est mise en évidence (ex : fût plastique de déchets technologiques de faible activité vie courte incinérés à Centraco, caisson métallique de déchets technologiques de faible ou moyenne activité vie courte injectés au CSA).
- D'autre part, les déchets conditionnés en conteneurs durables, périssables avec immobilisation préalable. Ces déchets sont immobilisés avant évacuation et qui ne peuvent pas faire l'objet d'une reprise en cas d'incompatibilité du colis avec les spécifications d'acceptation des filières.

Pour les premiers, l'incompatibilité du colis avec les spécifications d'acceptation des filières a donc un caractère réversible. Les contraintes éventuelles liées à leur reconditionnement (instruction de la prise en charge avec la filière, disponibilité des installations, prétraitement, caractérisation complémentaire, etc.) expliquent toutefois que des colis de ce type soient présents dans les installations.
Pour les seconds, EDF a développé et fait agréer par l'Andra un colis de type caisson métallique (agrément 7BN) permettant de rendre acceptable en stockage la plupart des colis de déchets dont le conditionnement ne permet pas d'envisager une évacuation en l'état.
Les quantités de déchets conditionnés selon des modalités incompatibles avec les spécifications d'acceptation des filières restant sur le CNPE du Blayais sont donc restreintes, au regard notamment des quantités de colis de déchets produites sur la période.
Les éléments relatifs aux études menées, à l'état des études restant à conduire et à l'échéancier prévisionnel du reconditionnement des déchets conditionnés selon des modalités incompatibles avec les spécifications d'acceptation des filières sont développés, pour chaque typologie de déchets dans les Tableau 5 et

Tableau *6*. À noter que figurent également dans ces tableaux les colis entreposés sur le CNPE à fin 2020 :

- Qui présentent des non-conformités aux spécifications d'acceptation des filières ne nécessitant pas systématiquement un reconditionnement ;
- Qui ne présentent pas de non-conformités aux spécifications d'acceptation des filières, mais qui nécessitent une décroissance radioactive pour être transportables en colis IP2 en raison de leur niveau d'activité (DeD à 3 m du déchet nu > 10 mSv/h).

Certains colis reconditionnés ont été expédiés durant l'année 2021. Ils sont mentionnés dans le tableau 6.

Tableau 5 : Déchets conditionnés en conteneurs périssables, sans immobilisation préalable

Type de déchets	Nombre de colis incompatibles avec les spécifications d'acceptation de la filière entreposés à fin 2020	Nombre total de colis produits [2011-2020]	Études nécessaires au reconditionnement		Échéancier prévisionnel de reconditionnement
			Réalisées	Restant à mener	
Déchets solides incinérables FA-VC	0	16077			
Déchets solides FA-VC	0	10014			
Laine de verre TFA	0	688			
Déchets métalliques TFA	0	560			
Gravats TFA	0	336			
Filtres d'eau FA-VC	0	208			
Résines anioniques TFA	0	178			
Résines cationiques TFA	0	176			
Filtres d'eau incinérables FA-VC	0	150			
Déchets métalliques FA-VC	0	92			
Déchets métalliques TFA-AP1401	0	46			
Pièges à iode TFA	0	43			
Filtres de ventilation très haute efficacité TFA	0	36			
Solvants / Huiles incinérables	0	27			
Filtres de ventilation-métal FA-VC	0	20			
Chaussures issues de ZC TFA	0	10			
Tubes fluorescents TFA	0	8			

Tableau 6 : Déchets conditionnés en conteneurs durables ou en conteneurs périssables, avec immobilisation préalable

Type de déchet	Nombre de colis incompatibles avec les spécifications d'acceptation de la filière	Nombre total de colis produits (2011-2020)	Études nécessaires au reconditionnement		Echéancier prévisionnel de reconditionnement
			Réalisées	Restant à mener	
Boues MA-VC	2	40	Caractérisation du défaut : DeD coque > 2 mSv/h à reconditionner en 7BN (caisson)	Colis 7BN à expédier	2022
			Caractérisation du défaut : DeD coque > 2 mSv/h à reconditionner en 7BN (caisson)	Colis 7BN à expédier	2022
Déchets technologiques MA-VC	2	494	Caractérisation du défaut : DeD coque > 2 mSv/h, dépassement de seuil d'enrobage	Prise en charge du colis à instruire avec l'ANDRA	2025
			Caractérisation du défaut : problème de qualité d'enrobage	Reconditionnement en 7BN	2023
Filtres d'eau MA-VC	6		Caractérisation du défaut : DeD du déchet nu > 10 mSv/h (limite transport IP2)	Attente décroissance	2023
			Caractérisation du défaut : DeD coque > 2 mSv/h, spectrogammamétrie réalisée	Attente décroissance	2023
			Caractérisation du défaut : DeD coque > 2 mSv/h	Prise en charge à instruire avec l'ANDRA suite au patchage	2023
			Caractérisation du défaut : DeD du déchet nu > 10 mSv/h (limite transport IP2)	Attente décroissance	2030
			Caractérisation du défaut : DeD du déchet nu > 10 mSv/h (limite transport IP2)	Attente décroissance	2023
			Caractérisation du défaut : DeD du déchet nu > 10 mSv/h (limite transport IP2)	Attente décroissance	2027
Filtre de ventilation + déchets technologiques	2		Caractérisation du défaut : demande de dérogation pour optimiser le nombre de colis produit	Spectrogammamétrie à réaliser en 2022	2023
Filtre d'eau MA-VC	9		Colis expédiés en 2021 suite à remise en conformité ou instruction des conditions particulières de prise en charge		

2.6 ELÉMENTS PERMETTANT LE RÉEXAMEN DES PRESCRIPTIONS ASSOCIÉES AU CONTRÔLE PERMANENT DE LA RADIOACTIVITÉ OU AU DOUBLEMENT DES CHAÎNES DE MESURE

L'article 3.2.18 de la décision environnement indique que *« Les effluents liquides radioactifs font l'objet d'un contrôle en continu de leur activité réalisé au niveau de la canalisation de rejets. Ce contrôle de la radioactivité est réalisé à l'aide de deux chaînes de mesure indépendantes équipées chacune d'une alarme réglée à un seuil d'activité volumique dont le déclenchement entraîne l'arrêt automatique du rejet. En cas de mélange mentionné à l'article 4.1.13 de l'arrêté du 7 février 2012 susvisé entre des effluents liquides radioactifs et des effluents liquides non radioactifs rejetés en continu, cette surveillance est réalisée en un point de la canalisation située en amont du point de mélange avec ces autres effluents ».*

Pour les CNPE pour lesquels les prescriptions ne prévoient pas le contrôle permanent ou le doublement des chaînes de mesure précités, des éléments sont fournis afin de réexaminer ces prescriptions dans le cadre du réexamen, ainsi que stipulé à l'article 6.5 de la décision environnement : *« le contrôle permanent de la radioactivité ou le doublement des chaînes de mesures prévus au I de l'article 3.2.18 ne sont pas requis lorsque les prescriptions pour la protection applicables avant cette date d'entrée en vigueur ne les prévoient pas ; l'exploitant joint à tout rapport de réexamen prévu à l'article L. 593-19 du code de l'environnement postérieurement au 1er juillet 2015 tout élément permettant à l'Autorité de sûreté nucléaire de réexaminer ces prescriptions »*.

L'activité des effluents liquides radioactifs du CNPE du Blayais font l'objet d'un contrôle en continu. Ce contrôle est réalisé à l'aide de deux chaînes de mesure indépendantes équipées chacune d'une alarme réglée à un seuil d'activité volumique. En cas de dépassement du seuil d'activité volumique, le rejet est automatiquement interrompu.

Ainsi, le CNPE du Blayais respecte l'article 3.2.18 de la décision environnement.

2.7 MESURE DES NIVEAUX D'ÉMISSION SONORE DU CNPE

Le I de l'article 4.4.5 de la décision environnement dispose : *« L'exploitant réalise au moins une fois tous les dix ans, à ses frais, une mesure des niveaux d'émission sonore de son établissement. Ces mesures se font à des emplacements définis par l'exploitant de façon à apprécier le respect des valeurs limites d'émergence dans les zones où elle est réglementée »*, et le III de cet article précise que *« Les résultats de ces mesures sont joints au rapport de réexamen de l'installation prévu à l'article L. 593-19 du code de l'environnement »*.

L'établissement du Blayais a fait l'objet d'une campagne de mesures acoustiques entre le 16 février 2021 et le 4 mars 2021.

Les emplacements de mesure sont définis de façon à apprécier le respect des valeurs limites d'émergence[21] dans les zones où elle est réglementée (ZER). Des mesures de bruit ambiant[22] sont ainsi réalisées dans les zones d'habitation les plus exposées aux émissions sonores de l'établissement sur un rayon de deux kilomètres maximum, en vue directe des installations et dans plusieurs directions autour du site. Cela permet de couvrir les principales conditions locales de vent. Les mesures en limite d'établissement (LDS) sont réalisées en direction de ces habitations. Les emplacements de mesure du bruit résiduel[23] sont définis conformément au §6.6 de la norme NF S 31-010 relative à la caractérisation et au mesurage des bruits de l'environnement, afin d'estimer le niveau sonore résiduel d'un secteur sans arrêter l'activité de l'établissement.

L'ensemble de ces emplacements de mesures est précisé sur le plan ci-dessous.

[21] Émergence : Différence arithmétique entre le bruit ambiant et le bruit résiduel. Elle s'exprime en dBA.

[22] Bruit ambiant : Bruit total mesuré dans l'environnement. Il inclut l'ensemble des sources de l'environnement, y-compris les sources de bruit industriel de l'installation. Il s'exprime en dBA.

[23] Bruit résiduel : Bruit généré par l'ensemble des sources de l'environnement hormis les sources de bruit industriel de l'installation. Il s'exprime en dBA.

Figure 29 : Emplacement des points de mesure dans l'environnement de l'établissement du Blayais

La prise en compte des contraintes spécifiques aux CNPE (distances sources-récepteurs élevées, impossibilité d'arrêter complètement le fonctionnement des installations) conduit EDF à mettre en œuvre des moyens conséquents, afin d'obtenir des résultats de mesure représentatifs. En effet, le mesurage dans l'environnement de l'établissement est réalisé sur une longue durée (deux semaines a minima), et accompagné d'un relevé des conditions de fonctionnement des installations. Ce mesurage est conforme à la norme NF S 31-010 « Caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement » (méthode d'expertise). Des mesures fines des conditions météorologiques sont réalisées durant toute la campagne grâce à un anémomètre sonique 3D posé sur site. Celui-ci permet d'enregistrer localement toutes les minutes : direction et vitesse de vent moyennes, température extérieure, hygrométrie et gradients de vent, de température potentielle et de célérité effective dans la direction des points de mesure. Les mesures en ZER sont généralement réalisées en continu sur toute la durée de la campagne, mais, du fait de leur caractère conservatif (seuils réglementaires admissibles et niveaux de bruit résiduels plus faibles notamment), ce sont les résultats en période nocturne (indice fractile à 50 % intégré sur des échantillons d'environ 9 heures compris entre 22 h et 7 h) qui sont prioritairement exploités en vue de conclure à la conformité des sites.

Une première analyse des mesures brutes et des conditions de fonctionnement de l'établissement permet de trier le volume important de mesures, afin de sélectionner les plus pertinentes : absence de perturbations non

représentatives de la zone complète d'habitation (bruit d'une pompe à chaleur privative par exemple) ou d'une situation habituelle (fête locale par exemple), conditions météorologiques admises par la norme NF S 31-010 (vent inférieur à 5 m/s, absence de pluie marquée), recouvrement suffisant des types de conditions de propagation locales en lien avec les conditions météorologiques et conditions de fonctionnement normales de l'établissement (un maximum de réacteurs en fonctionnement, fonctionnement stabilisé, absence d'évènements exceptionnels sur l'établissement). Un traitement statistique des échantillons retenus, basé sur 10 ans de données météorologiques collectées sur site, permet ensuite d'obtenir une valeur unique de niveau de bruit pour chaque emplacement de mesure.
Enfin, la mesure seule ne permettant pas toujours de prendre en compte l'ensemble des contributions au bruit résiduel, un dernier post-traitement des mesures est réalisé à partir du logiciel open-source de modélisation en propagation environnementale « Code_TYMPAN ». Ce logiciel est utilisé par EDF pour étudier les problématiques de bruit industriel de toutes ses installations de production. Il repose sur des méthodes de calcul normalisées (ISO 9613 et NF S 31-133) et a fait l'objet de validation sur un ensemble de cas-tests. La modélisation de l'établissement s'appuie notamment sur la caractérisation acoustique des équipements principaux susceptibles d'influencer les niveaux sonores mesurés : ces mesurages sont réalisés conformément aux normes ISO 9614-2, ISO 3744 ou ISO 10494 selon le type d'équipement et son accessibilité.
Les résultats du modèle couplés à l'analyse fine des mesures acoustiques et des conditions météorologiques permettent ainsi d'obtenir des résultats d'émergences statistiques représentatifs de l'impact des sources de bruit industriel de l'établissement sur la période réglementaire la plus contraignante (22 h à 7 h) :

Tableau 7 : Niveaux de bruit en limite d'établissement et valeurs d'émergence associées en ZER de l'établissement du Blayais

Points d'études : LDS et ZER associés	Niveau de bruit mesuré en LDS (dBA)	Niveau de bruit ambiant mesuré en ZER (dBA)	Niveau de bruit résiduel mesuré en ZER (dBA)	Émergence admissible (dBA)	Émergence calculée en ZER (dBA)
LDS 2 / ZER 2	52,0	38,0	32,0	4	6,0
LDS 3 / ZER 3	34,5	33,5	-	-	-
LDS 4 / ZER 4	34,5	35,0	34,5	4	0,5

Les contributions des sources industrielles calculées en limite d'établissement sont inférieures à 60 dBA.
Il apparait qu'au niveau de la Zone d'Emergence Règlementée n° 2 située au nord du CNPE, la valeur d'émergence admissible pour la période nocturne fixée à l'article 3 de l'arrêté du 23 janvier 1997 relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement, appelé en application de l'article 4.3.5 de l'arrêté INB du 7 février 2012 est dépassée. Par ailleurs, cette ZER présente deux tonalités marquées présentes plus de 30 % du temps à 100 Hz et 500 Hz.
Ces dépassements ne sont pas de nature à engendrer des nuisances sonores significatives pour la santé ou la sécurité du voisinage. Aussi, conformément à l'article 4.3.5 de l'arrêté INB, et au regard des caractéristiques particulières de l'installation, de son environnement et des considérations technicoéconomiques, EDF a déposé en mai 2020 auprès de l'ASN une demande de disposition contraire dans le cadre du renouvellement des autorisations de prélèvements et rejets du CNPE du Blayais.

VOLET III – POURSUITE DU FONCTIONNEMENT APRES 40 ANS

SECTION 1 : MAITRISE DU VIEILLISSEMENT ET DE L'OBSOLESCENCE

1 MAITRISE DU VIEILLISSEMENT ET DE L'OBSOLESCENCE 334

1.1 OBJECTIF 334

1.2 REPONSE A L'OBJECTIF 334

1.2.1 ORGANISATION EDF AFIN DE MAITRISER LE VIEILLISSEMENT ET L'OBSOLESCENCE 334

1.2.1.1 Processus de maîtrise du vieillissement des SSC 335

1.2.1.2 Processus de maintenance 338

1.2.1.3 Processus de traitement de l'obsolescence des matériels et pièces de rechange 339

1.2.2 PERENNISATION DE L'APTITUDE DES MATERIELS A ASSURER LEUR FONCTION APRES 40 ANS 340

1.2.2.1 Démontrer l'aptitude des matériels non remplaçables à assurer leur fonction après 40 ans 340

1.2.2.2 Démontrer l'aptitude des matériels remplaçables à assurer leur fonction après 40 ans ou à procéder soit à leur remplacement soit à leur rénovation 342

1.2.2.3 Examens Non Destructifs (END) 346

1.2.3 DECLINAISON DU TRAITEMENT DE L'OBSOLESCENCE DES MATERIELS ET PIECES DE RECHANGE 346

1.3 CONCLUSION 347

1 MAITRISE DU VIEILLISSEMENT ET DE L'OBSOLESCENCE

Le processus « *maîtrise du vieillissement des Structures, Systèmes et Composants (SSC)* » a été mis en place dans le cadre de la préparation des 4ème RP des tranches 900 MW suite au souhait émis par EDF en 2009 de poursuivre le fonctionnement de son Parc nucléaire après 40 ans. Ce processus a fait l'objet d'un examen en GP « *Vieillissement* » de décembre 2003 puis de mai 2006 et plus récemment en GP ESPN et GPR de mars 2018 dans le cadre de la préparation du 4ème RP 900.

Ce paragraphe a pour objet de présenter la démarche générale de maîtrise du vieillissement des installations, les principaux acquis et les programmes en cours, ainsi que les dossiers constitués pour répondre aux objectifs relatifs à la maitrise du vieillissement et au traitement de l'obsolescence dans le cadre du 4ème RP 900.

1.1 OBJECTIF

D'une manière générale, le programme industriel d'EDF pour exploiter les tranches au-delà des 4ème RP consiste, pour le volet vieillissement et obsolescence des composants, à :

- démontrer l'aptitude des matériels non remplaçables à assurer leur fonction après 40 ans (cuve du réacteur et enceinte de confinement),
- démontrer l'aptitude des matériels remplaçables à assurer leur fonction après 40 ans ou procéder soit à leur remplacement soit à leur rénovation.

1.2 REPONSE A L'OBJECTIF

Partie générique Palier

1.2.1 Organisation EDF afin de maîtriser le vieillissement et l'obsolescence

La démarche de maîtrise du vieillissement et du traitement de l'obsolescence s'appuie sur trois processus opérationnels pérennes :

- le processus de maîtrise du vieillissement des Structures, Systèmes et Composants (SSC) mis en œuvre systématiquement à partir des 3ème RP et poursuivi en 4ème RP,
- le processus d'inspection en service et de maintenance,
- le processus de traitement de l'obsolescence des matériels et pièces de rechange.

Les dossiers suivants sont constitués dans le cadre de ces trois processus :

- le Dossier d'Aptitude à la Poursuite de l'Exploitation (DAPE) de chaque tranche, transmis un an avant le 4ème RP, établi à partir du recueil des Fiches d'Analyse du Vieillissement (FAV) et des DAPE composants,
- les dossiers spécifiques pour les composants non remplaçables, cuve du réacteur (dossier zone de cœur) et enceinte de confinement (rapports d'auscultation, programme et rapport de l'épreuve enceinte décennale),
- les documents démontrant le maintien au-delà du 4ème RP de la qualification des matériels aux conditions accidentelles (MQCA), selon la démarche de qualification progressive,
- les documents d'inspection en service et de maintenance, parmi lesquels :
  - les Programmes de Base de Maintenance Préventive (PBMP) des équipements et ouvrages, s'appuyant sur les doctrines de maintenance, les Dossiers de Référence Réglementaires (DRR) pour les équipements du CPP/CSP, qui prennent en compte les conditions d'exploitation au travers de la comptabilisation des situations,

- le Programme d'Investigations Complémentaires en VD (PIC) (cf. Volet I – Chapitre 1 – Section 2),
- les dossiers de maintenance exceptionnelle des matériels.

- les dossiers de traitement de l'obsolescence des composants,
- et enfin le programme d'amélioration des connaissances et le programme de R&D en support.

1.2.1.1 Processus de maîtrise du vieillissement des SSC

Une méthodologie systématique est appliquée pour s'assurer que les phénomènes de vieillissement ne peuvent pas conduire à des difficultés dans l'accomplissement d'une fonction de sûreté pendant la période considérée. Cette méthode est au niveau des meilleures pratiques internationales, en cohérence avec l'approche préconisée par l'AIEA dans son Safety guide n° NS-G-2.12 « *Ageing Management for Nuclear Power Plants* ».

Le processus porte sur le périmètre des SSC potentiellement sensibles à un mécanisme de vieillissement et dont la défaillance peut avoir un impact sur la sûreté de l'installation :

- les SSC classés Equipements Importants pour la Protection des intérêts (EIP), à l'exclusion des équipements régulièrement remplacés comme les assemblages de combustible, les grappes de commande et des équipements amovibles comme les emballages combustible,
- les SSC non classés EIPS, dont la défaillance du fait d'un mécanisme de vieillissement pourrait être source d'agression de SSC EIPS,
- les SSC pris en compte au titre des EPS (Etudes Probabilistes de Sûreté) de niveau 1 et des EPS agressions, contribuant de manière significative à la limitation du risque de fusion du cœur.

❖ **Processus générique national**

La méthode générique relative à la maîtrise du vieillissement des SSC repose sur l'établissement de la liste des couples pertinents SSC/mécanisme de vieillissement (avéré ou potentiel). Chaque couple SSC/mécanisme de vieillissement fait l'objet d'une analyse matérialisée dans une FAV (Fiche d'Analyse du Vieillissement) dont l'objectif est de vérifier le degré de maîtrise du vieillissement au regard des dispositions d'exploitation et de maintenance en vigueur, ainsi que des conditions de réparabilité et de remplaçabilité.

A l'issue de cette analyse, chaque FAV fait l'objet d'un classement en « *statut* » qui permet de juger de l'aptitude des dispositions existantes pour assurer la maîtrise du vieillissement dans la durée :

- statut 0 : les dispositions d'exploitation et de surveillance sont adaptées, les parades en cas de réparation / remplacement sont disponibles,
- statut 1 : une instruction complémentaire est nécessaire pour évaluer la maîtrise du vieillissement (statut temporaire),
- statut 2 : un dossier approfondi (Dossier d'Aptitude à la Poursuite de l'Exploitation générique (DAPE)) est nécessaire pour le composant concerné, comprenant l'analyse des actions permettant de conclure sur la maîtrise du vieillissement.

Il existe environ 500 FAV établies sur le Palier 900 MWe, dont 5% en statut 1 et 6% en statut 2.

Les FAV font l'objet d'un réexamen annuel afin d'intégrer les événements nouveaux, dont :

- l'avancement des actions de suite des FAV de statut 1 et 2,
- l'évolution des référentiels de maintenance (doctrines et programmes de maintenance, dérogations génériques),
- l'analyse des événements du retour d'expérience du Parc en exploitation, les résultats du PIC, les bilans

et expertises matériels,

- les éléments du retour d'expérience international issus notamment de l'EPRI, de WANO ou des contacts bilatéraux avec les exploitants étrangers,
- l'amélioration des connaissances, avec la prise en compte de l'avancement des actions de R&D en support, intégrant les apports des collaborations internationales dans le domaine de la maîtrise du vieillissement (EPRI, AIEA, OCDE)[24],
- le retour d'expérience de l'application de la méthodologie, en particulier celui des CNPE dans le cadre de l'élaboration des DAPE de tranche,
- les aspects industriels tels que le traitement des obsolescences.

Le DAPE composant analyse de manière détaillée la maîtrise des risques de vieillissement du composant ou de la structure, dans le but de justifier leur aptitude au service. Il décrit le programme de maîtrise du vieillissement associé, incluant les aspects surveillance en service, maintenance courante et exceptionnelle, conditions d'exploitation, modifications éventuelles, études complémentaires, programmes de R&D, expertises en laboratoire notamment dans le domaine des matériaux, procédés d'assurance…

Les DAPE sont mis à jour tous les 5 ans pour capitaliser les résultats des travaux effectués et pour intégrer les référentiels de chaque nouvelle VD, avec une latitude d'une année de manière à ajuster la date de leur révision au planning des VD.

Il existe actuellement 12 DAPE composants pour le Palier 900 MWe :

- cuve du réacteur,
- équipements internes de cuve,
- générateur de vapeur,
- tuyauteries primaires,
- pressuriseur,
- Groupe Motopompe Primaire (GMPP),
- tuyauteries auxiliaires du Circuit Primaire Principal (CPP),
- câbles électriques,
- traversées électriques,
- contrôle commande,
- enceinte de confinement,
- structures de Génie civil.

❖ **Processus local par tranche**

Chaque CNPE est responsable de la création et de la mise à jour d'un DAPE de tranche (Dossier d'Aptitude à la Poursuite de l'Exploitation), établi pour chaque tranche conformément aux principes d'organisation donnés au niveau national.

[24] Les échanges internationaux permettent de tirer profit du retour d'expérience des tranches plus âgées que les tranches françaises. Citons notamment le programme IGALL de l'AIEA « *International Generic Ageing Lessons Learned* » et la coopération avec l'EPRI en particulier dans les domaines des tuyauteries enterrées et des câbles électriques.

Après avoir analysé les spécificités de la tranche, le CNPE formalise dans le DAPE de tranche la déclinaison de la méthodologie nationale basée sur les FAV et les DAPE composant. Il complète l'analyse générique si nécessaire, par des analyses locales pour des matériels et/ou des mécanismes non couverts par des FAV nationales.

Le DAPE de tranche présente les actions locales du programme de maîtrise du vieillissement, établi pour compléter la démonstration de l'aptitude à la poursuite d'exploitation de la tranche concernée, jusqu'à la VD suivante et dans des conditions de sûreté satisfaisantes.

Le DAPE de tranche est mis à jour après la 4ème VD pour :

- intégrer le bilan des contrôles, inspections, modifications et rénovations effectués lors de la VD, dont les résultats des programmes PIC et ECOT,
- prendre en compte les nouvelles FAV nationales émises depuis la rédaction de l'indice 0, et celles dont le statut a évolué à la hausse,
- décrire la version finale du programme local de maîtrise du vieillissement (PLMV) adapté à la tranche, à mettre en œuvre dans la période décennale qui suit la VD, en complément au référentiel national d'exploitation et de maintenance.

La synthèse du DAPE de tranche est présentée au paragraphe « *Partie spécifique à la tranche* » qui suit.

❖ **Programme de R&D pour la poursuite de l'exploitation**

En complément de la méthodologie et dans le cadre de la poursuite du fonctionnement des tranches, la R&D apporte son appui,

- au processus de maintenance par sa capacité d'expertise des composants déposés et la mise à disposition d'outils de surveillance et de diagnostic/pronostic des matériels,
- dans le domaine des innovations, en évaluant de nouveaux matériaux ou de nouvelles technologies et en contribuant à leur qualification.

Le programme de R&D en appui au processus de maîtrise du vieillissement des SSC a pour objectifs de :

- comprendre et modéliser les mécanismes de vieillissement des matériaux afin de prévoir le vieillissement des composants,
- déterminer les caractéristiques des matériaux après 40 ans (matériaux métalliques, organiques, de génie-civil),
- pérenniser les connaissances disponibles sur les mécanismes de vieillissement, et de les mettre à disposition des experts des autres entités d'EDF,
- développer de nouvelles méthodes ou pratiques d'ingénierie, en particulier pour les analyses à la fatigue et au risque de la rupture brutale des DRR (Dossiers de Référence Réglementaires) et du dossier de tenue en service des cuves,
- faire évoluer les moyens de surveillance et de contrôle des matériels (Examen Non Destructif/Contrôle Non Destructif), en étudiant les meilleures technologies disponibles,
- contribuer au développement de procédés de réparation ou de mitigation.

Dans le cas particulier de l'enceinte, EDF s'est dotée d'une maquette à échelle 1/3 qui permet une accélération du vieillissement de l'enceinte. Actuellement représentative d'un état de vieillissement à 50 ans de fonctionnement, cette maquette confirme le comportement satisfaisant de l'ouvrage sur le long terme. Elle permet également le développement de mesures et examens non destructifs adaptés au génie civil et permet de

confronter les développements numériques à une réalité physique très largement instrumentée.

❖ **Conclusion**

Après dix années de mise en œuvre, le processus de maîtrise du vieillissement des SSC a fait l'objet, en juin 2015, d'une revue de processus pour évaluer :

- sa capacité à anticiper l'identification et le traitement des mécanismes de vieillissement,
- sa déclinaison par les CNPE,
- son fonctionnement global, notamment aux interfaces entre les différents acteurs locaux et nationaux impliqués.

Les conclusions de cette revue sont les suivantes :

- le processus de Maîtrise du Vieillissement intègre l'amélioration de la connaissance des mécanismes de vieillissement par les travaux de R&D, l'analyse du REX international, la prise en compte des études internationales de type benchmark comme IGALL, l'utilisation de l'effet Parc (remontées techniques des CNPE, partage des bonnes pratiques),
- c'est un processus vivant qui associe l'ensemble des entités d'EDF concernées, y compris au titre de leur expertise. De ce fait, le processus de Maîtrise du Vieillissement assure une bonne capacité d'anticipation des phénomènes de vieillissement sur le Parc,
- le processus satisfait aux objectifs qui lui ont été fixés pour la maîtrise du vieillissement des SSC. Le processus est mature et est en phase pérenne. Les actions prévues lors de cette revue contribuent à l'optimiser.

Par ailleurs, ce processus fait l'objet d'une revue annuelle nationale.

1.2.1.2 Processus de maintenance

L'organisation de la maintenance à EDF a pour finalité de garantir le fonctionnement de ses équipements conformément aux exigences de sûreté, aux meilleures conditions de production d'un kWh sûr, propre et compétitif pour ses clients.

La politique de maintenance est structurée de façon à garantir le niveau de fiabilité requis des matériels et systèmes, en anticipant la maintenance des matériels pour la poursuite du fonctionnement des tranches du parc après 40 ans. Elle s'articule autour de deux types :

- la maintenance courante,
- la maintenance exceptionnelle.

❖ **Maintenance courante**

Au démarrage du Parc nucléaire, les programmes de maintenance préventive étaient essentiellement issus du retour d'expérience des constructeurs et de l'exploitation du Parc thermique à flamme.

Au fur et à mesure du développement du Parc nucléaire, des programmes de maintenance propres au Parc nucléaire ont été développés, en valorisant la standardisation du Parc ainsi que le retour d'expérience d'EDF et des exploitants étrangers.

Historiquement, cette démarche a mûri en plusieurs étapes, associant dans un processus itératif la redéfinition du contenu et de la périodicité des activités de maintenance ainsi qu'une meilleure intégration des activités de surveillance et de diagnostic de l'état des matériels.

Elle s'est enrichie au cours du temps de nouvelles méthodes de maintenance : méthode OMF (Optimisation de la Maintenance par la Fiabilité), doctrines d'exploitation, méthode AP913. Elle repose également sur différents types de maintenance préventive : Maintenance Systématique (MS), Maintenance Conditionnelle (MC), maintenance par utilisation de Matériels Témoins (MT).

Les programmes de maintenance préventive sont ainsi réinterrogés :

- par les constats effectués lors des contrôles et lors des démontages de matériel,
- par l'analyse des évènements du Parc nucléaire EDF et du parc international.

Cette démarche de ré-interrogation conduit à modifier les programmes de maintenance courante :

- Programmes de Base de Maintenance Préventive (PBMP),
- Programmes Locaux de Maintenance Préventive (PLMP),
- Examens complémentaires issus des différents projets ou affaires.

❖ **Maintenance exceptionnelle**

Pour poursuivre le fonctionnement des tranches du Palier CPY après 40 ans, les stratégies de maintenance des équipements ont été complétées lorsque nécessaire, par des opérations de maintenance exceptionnelle de plus grande ampleur. Ces opérations sont programmées sur la période allant des 3ème VD aux 4ème VD et même au-delà, selon une démarche résolument anticipative.

On qualifie de maintenance exceptionnelle les opérations de maintenance qui se démarquent de la maintenance préventive classique, par un ou plusieurs des aspects suivants :

- investissement financier important,
- caractère singulier (opérations de maintenance qui n'interviennent qu'une à quelques fois dans la poursuite du fonctionnement des tranches), éventuellement systématique, c'est-à-dire lié à une échéance fixée à l'avance (exemple : VD),
- difficulté technique (mise en œuvre de l'opération, impacts forts sur les matériels présents aux interfaces fonctionnelles et/ou géographiques),
- délais d'étude et de fabrication longs,
- impacts forts sur les durées d'arrêt nécessaires à la réalisation de l'opération.

De telles opérations de maintenance exceptionnelle peuvent consister en des remplacements, des rénovations ou des réparations. De plus, de manière anticipative, EDF a développé des opérations et des outillages de réparation et de remplacement pour faire face de manière réactive à des aléas potentiels survenant lors des arrêts de tranche. Ces aléas peuvent être liés à plusieurs origines (exploitation, manutention, maintenance, vieillissement, …). Ces opérations, qualifiées de « *dossiers d'assurance* », sont définies dans les stratégies de maintenance et concernent principalement les gros composants.

1.2.1.3 Processus de traitement de l'obsolescence des matériels et pièces de rechange

La maîtrise de l'obsolescence des matériels et des pièces de rechange des équipements industriels d'exploitation en CNPE nécessite une veille permanente, organisée autour du processus et des dispositifs décrits ci-dessous.

Les principales données d'entrée pour le suivi de l'obsolescence sont :

- la veille technologique,
- la récupération des matériels déposés lors des modifications IPE,

- le suivi des risques fournisseurs sensibles,
- l'identification des filières sensibles de fabrication des composants élastomères constitutifs des matériels qualifiés aux conditions accidentelles,
- la vision prospective par grand domaine matériel.

Le maintien en conditions opérationnelles et de pérennité couvrent trois concepts différents permettant de compléter l'analyse précédente :

- la pérennité de la fabrication des pièces de rechange,
- la pérennité des compétences d'intervention et de spécialistes,
- la pérennité des compétences d'ingénierie de conception.

Le traitement de l'obsolescence des matériels et pièces de rechange est intégré dans les processus de la DPN. Ainsi, l'obsolescence des matériels et des alertes émises par les différents acteurs sont suivies par l'exploitant au niveau national par l'UTO.

La priorisation des traitements d'obsolescence est principalement fixée sur la doctrine stock matériels et pièces de rechange pour le gréement des stocks d'exploitation et de sécurité, locaux et nationaux.

Cette approche permet à EDF d'adapter ses moyens et son organisation dans la durée, notamment pour prendre en compte une durée d'exploitation au-delà du 4ème RP.

1.2.2 Pérennisation de l'aptitude des matériels à assurer leur fonction après 40 ans

L'objectif de pérenniser l'aptitude des matériels à assurer leur fonction dans le cadre du quatrième réexamen périodique distingue 2 cas de figure :

- les matériels non remplaçables,
- les matériels remplaçables.

1.2.2.1 Démontrer l'aptitude des matériels non remplaçables à assurer leur fonction après 40 ans

❖ **La cuve**

Les deux zones sensibles du corps de cuve et exposées à un phénomène de vieillissement sont la zone de cœur et les tubulures.

Les couples mécanisme de vieillissement/composant sont analysés dans les FAV, ainsi que dans le DAPE générique composant « *cuve* » (mis à jour en juin 2016) qui traite en particulier des principaux mécanismes : fragilisation sous irradiation de la zone de cœur et vieillissement thermique des tubulures de sortie.

En complément, un dossier réglementaire pour la période d'exploitation de VD4 à VD4 + 10 ans a été livré à l'ASN en 2015 puis révisé en 2016 pour prendre en compte les conclusions du Groupe Permanent ESPN « *Cuve* » de 2015. Ce dossier fournit la vision de la tenue en service des cuves après 40 ans.

Il a été constitué selon une démarche déterministe conservative à chaque étape (neutronique, matériaux, sélection des transitoires et calculs thermohydrauliques, mécanique). Il traite à la fois de l'étude enveloppe Palier du défaut générique hypothétique (le plus grand défaut non détectable par le procédé qualifié situé à l'endroit le plus sollicité et le plus irradié de la cuve la plus défavorable), et des études spécifiques à chaque cuve pour les défauts détectés lors de l'inspection en service.

Il valorise l'introduction en VD4 de grappes en hafnium dans les assemblages en face des points chauds permettant de réduire le flux neutronique à la cuve. L'utilisation de grappes en hafnium est un investissement

majeur de l'exploitant EDF pour la poursuite de l'exploitation des cuves.

Ce dossier a été instruit par l'ASN dans le cadre de trois Groupes Permanents ESPN en 2018, 2019 et 2020. A l'issue de cette instruction, la tenue en service de la zone de cœur des cuves des tranches du Palier 900 MWe est démontrée pour la période allant jusqu'à l'arrêt VD4+10 ans.

❖ **L'enceinte de confinement**

Les enceintes de confinement du Palier CPY sont des enceintes à simple paroi (ESP) en béton précontraint recouvertes à l'intrados par une peau d'étanchéité métallique (liner) ; le confinement est statique.

Les principaux mécanismes de vieillissement susceptibles de se développer sont :

- le retrait-fluage du béton (raccourcissement), dont le moteur principal est le séchage du béton qui conduit à une diminution de la précontrainte du fait des déformations différées ; et les éventuelles réactions de gonflement interne telles que la réaction alcali-granulats ou la réaction sulfatique interne, phénomènes à cinétique lente,
- la corrosion des aciers passifs (armatures), favorisée par la carbonatation au contact du CO_2 atmosphérique ou par la pénétration de chlorures en milieu marin,
- la corrosion des câbles verticaux de précontrainte, en particulier en cas de remplissage incomplet des gaines par le coulis de ciment lors de la construction,
- la corrosion de la peau métallique.

L'état de performance mécanique des enceintes de confinement fait l'objet d'un suivi en continu par les dispositifs d'auscultation, notamment par les mesures de déformation qui permettent de recaler, si besoin, les données d'entrée des études mécaniques sur l'évolution réelle de la structure.

L'essai périodique à la pression de conception (épreuve enceinte) permet de vérifier le maintien des performances dans le temps, tant du point de vue de la résistance mécanique (linéarité et réversibilité des déformations) que de l'étanchéité (taux de fuite).

Bien que réputée non remplaçable, l'enceinte peut faire l'objet, si besoin, de réparations ou de renforcements. La mise en œuvre du processus de maîtrise du vieillissement des ESP s'appuie sur les documents suivants :

- la doctrine de maintenance et le programme de base de maintenance préventive (PBMP), s'appuyant sur les fiches de maintenance génie-civil (FMGC),
- les règles d'essais périodiques du système EPP,
- les FAV,
- les deux DAPE génériques composant « *Enceinte de confinement* » et « *Structures de Génie-Civil – Risques de gonflement interne du béton* ».

La mise en œuvre du processus de suivi du vieillissement évoqué ci-dessus permet de porter les conclusions suivantes :

- Le maintien des performances mécaniques des enceintes dans la durée est garanti dans la mesure où les processus de corrosion des armatures et des câbles de précontrainte sont maîtrisés par une maintenance préventive adaptée.
- En terme d'étanchéité, la performance est vérifiée par le respect du critère de taux de fuite fixé au chapitre IX des RGE. Il repose pour l'essentiel sur le niveau d'étanchéité des organes d'isolement des traversées, dont les plus contributeurs en terme de fuite ont fait l'objet d'améliorations en 3ème VD avec les meilleures technologies de robinetterie disponibles. Une fuite éventuelle sur la peau métallique serait réparable. Des développements sont en cours en collaboration avec l'EPRI afin d'améliorer la capacité à localiser la fuite lors de l'épreuve enceinte.

1.2.2.2 Démontrer l'aptitude des matériels remplaçables à assurer leur fonction après 40 ans ou à procéder soit à leur remplacement soit à leur rénovation

Pour les matériels remplaçables, leur aptitude à assurer leur fonction après 40 ans est basée sur leur surveillance périodique ou sur leur remplacement / rénovation, dans le cadre des différentes stratégies de maintenance appliquées. Le tableau ci-dessous présente une synthèse des éléments permettant de prononcer la possibilité de fonctionner après 40 ans ainsi que la documentation associée. Le tableau ci-dessous présente une synthèse des éléments permettant de prononcer la possibilité de fonctionner après 40 ans ainsi que la documentation associée.

Matériel	Fonctionnement après 40 ans
Internes de cuve	Surveillance périodique (END automatisés et ETV) et opérations de maintenance exceptionnelle sur composants avec endommagement avéré
MCG (mécanismes de commande de grappes) et colonnes de thermocouples	Remplacement préventif des MCG (essentiellement des groupes G1), sur la base d'un critère en nombre de pas réalisés
Générateurs de vapeur	Surveillance périodique par END des tubes du faisceau et bouchage en plaque tubulaire Surveillance des zones de l'enceinte sous pression Stratégie de maintenance relative au colmatage et à l'encrassement du secondaire des GV Maintenance exceptionnelle par RGV et par nettoyage chimique
Soupapes GV	Surveillance par END des portées d'étanchéité et maintenance adaptée (rodage, usinage)
Vanne d'Isolement Vapeur	Visite périodique Remplacement des tiges de commande en acier martensitique

Matériel	Fonctionnement après 40 ans
Soupapes SEBIM	Inspection périodique des soupapes avec contrôle tarage Visite et remplacement systématique des armoires de commande tous les 10 ans
Produits moulés	Stratégie de maintenance, essentiellement basée sur des études génériques de coudes et défauts enveloppes, correspond au maintien en service des coudes après 40 ans moyennant plusieurs mesures d'accompagnement : - les coudes les plus sensibles attenant aux GV sont remplacés à l'occasion des RGV - les grands défauts des autres coudes sensibles font l'objet d'END périodiques afin de s'assurer de l'absence d'évolution - les autres composants sensibles font l'objet d'un suivi individualisé du vieillissement thermique par technique non destructive afin de s'assurer de l'absence d'évolution anormale de leurs caractéristiques - certains composants déposés représentatifs et prélèvements de matière sur coudes en service font l'objet d'expertises
Zones en Inconel	Surveillance par END de certains composants sur la cuve et sur les GV
Pressuriseur	Surveillance par END des zones de l'enceinte sous pression Remplacement de cannes chauffantes le cas échéant
Zones de mélange	Surveillance périodique END adaptée, notamment pour les zones de mélange identifiées sensibles Maintenance exceptionnelle mise en place sur les tés RRA, en fonction du suivi des durées de fonctionnement
Circuit Secondaire (CSP)	Surveillance périodique END adaptée Remplacement systématique des coudes ARE amont GV et coudes VVP aval GV lors des RGV
GMPP	Programme de suivi du vieillissement des volutes (produit moulé) Programme d'expertises des barrières thermiques, dans le cadre d'une noria Surveillance par END des soudures volute/diffuseur, avec une extension du nombre de pompes examinées à partir des 4ème VD

Matériel	Fonctionnement après 40 ans
	Surveillance des hydrauliques par un programme d'expertise mis en place à chaque dépose programmée (remplacement par noria) Maintenance exceptionnelle par remplacement des stators de moteurs
Pompes de sauvegarde (et assimilées)	Visites complètes périodiques
Echangeurs auxiliaires nucléaires	Surveillance par END des tubes de certains échangeurs et maintenance par bouchage Suivi en continu de l'activité radiologique du RRI (chaîne KRT) et du niveau de la bâche PTR Surveillance de la paroi des calandres en acier noir par mesure d'épaisseur Inspections et requalifications périodiques en application de l'ESPN Remplacement préventif des échangeurs REN HT et APG Surveillance des échangeurs à plaque par EP périodique et nettoyage chimique ou mécanique, remise en état ou de remplacement des plaques par noria
Pont tournant BR et ponts BK	Surveillance adaptée par des inspections périodiques réglementaires (levage) et visites complètes Rénovations pour la partie contrôle-commande
Dispositifs autobloquants	Surveillance par inspection périodiques des DAB et sur banc d'essais après prélèvement Maintenance exceptionnelle par remplacement ou par remise en état de DAB déposés
Moteurs HTA	Maintenance conditionnelle et visite périodique Remplacement d'une partie des moteurs RCV et RRI

Matériel	Fonctionnement après 40 ans
Groupes électrogènes de secours	Maintenance périodique des groupes et révision en usine des moteurs diesel à 25 ans environ Surveillance périodiques des rotors des alternateurs (inspection et mesures électriques) Maintenance préventive des TAC et remplacement programmé en lien avec l'obsolescence des principaux sous-ensembles
Tableaux électriques	Visite par matériels témoins sur les parties fixes et périodique sur les parties mobiles
Contrôle-commande et instrumentation	Maintenance conditionnelle en complément d'EP et préventive sur certains matériels Diagnostic suite à l'OVCC, avec des remplacements/rénovations programmés de composants sensibles
Câbles et traversées électriques	Surveillance des câbles BT par inspection visuelle et des câbles HTA par échantillonnage avec des dispositifs dédiés Remplacement ponctuel pour des câbles soumis à ambiance sévère.
Ouvrages de génie-civil	Maintenance préventive adaptée Suivi des tassements différentiels par des programmes locaux Maintenance exceptionnelle envisagée sur les parties à d'ouvrage à dégradation rapide et de grandes dimensions
Station de pompage	Surveillance périodique adaptée Programme de rénovation des tambours filtrants
Tuyauteries enterrées	Programme particulier d'évaluation de l'aptitude des tuyauteries à fonctionner après 40 ans, sur la base d'analyses de risque et d'inspections ciblées, en complément aux inspections courantes

1.2.2.3 Examens Non Destructifs (END)

Les END sont une activité de maintenance importante visant à vérifier l'état de santé et l'intégrité des composants. Les procédés d'END sont en évolution sous l'effet des innovations technologiques et d'une meilleure maitrise des risques. La veille technologique comporte quatre orientations principales :

- la contribution à la maîtrise des risques liés à la gammagraphie,
- la veille industrielle active pour initier des développements et des tests pré-industriels de procédés pouvant répondre aux besoins du parc sur des zones où les performances ne répondent pas à l'objectif ou sont inexistantes,
- une bonne visibilité donnée aux entreprises pour préparer et renforcer leurs compétences,
- le stockage et l'archivage des données résultant des contrôles.

1.2.3 Déclinaison du traitement de l'obsolescence des matériels et pièces de rechange

Les analyses réalisées ont permis de s'assurer de la maitrise des risques d'obsolescence des systèmes de contrôle commande dédiés/décentralisés (contenant des EIPS), de manière à assurer la disponibilité de ces équipements dans la durée.

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

Les études réalisées au niveau du Palier CPY ont été déclinées par le CNPE du Blayais de façon à statuer sur la maîtrise du vieillissement des Structures, Systèmes et Composants (SSC) de la tranche n°1.

Ainsi, les équipes du CNPE se sont approprié les études réalisées sur un plan générique et ont identifié, le cas échéant, les spécificités liées aux SSC de la tranche n°1. Sur cette base, l'indice 00 du Dossier d'Aptitude à la Poursuite en Exploitation (DAPE) a été élaboré et communiqué à l'ASN un an avant le début de la Visite Décennale.

Les actions locales contribuant à la maîtrise du vieillissement des SSC ont été identifiées et intégrées au Programme Local de Maîtrise du Vieillissement qui sera mis en œuvre lors de l'arrêt VD4 et sur la période décennale suivant l'arrêt.

Bilan de l'état de la tranche

Lors de la quatrième Visite Décennale, les SSC font l'objet d'opérations de maintenance, d'inspections, d'essais, d'examens non destructifs ou de modifications.

L'analyse du résultat de ces activités permettra de conclure sur la maîtrise du vieillissement des SSC en complément des analyses réalisées à l'indice 00 du DAPE de la tranche n°1. Ces conclusions seront portées dans l'indice 01 du DAPE de la tranche n°1, qui sera transmis à l'ASN au plus tard 6 mois après la divergence.

1.3 CONCLUSION

La démarche de maîtrise du vieillissement des installations a été engagée bien avant la TTS du 3ème RP 900 (2009). Elle bénéficie des études réalisées dans un premier temps pour couvrir la période 3ème VD - 4ème VD, instruites lors des GP « *Vieillissement* » de 2003 et 2006, complétées par les études, pour la période au-delà de la 4ème VD, instruites lors des GP ESPN et GPR de mars 2018. L'organisation construite autour des processus de maintenance, de maîtrise du vieillissement et de traitement de l'obsolescence des matériels est adaptée au dossier de réexamen périodique du 900 MWe pour la poursuite du fonctionnement des réacteurs de ce Palier après 40 ans.

Sur ces bases, un important programme de vérification de l'aptitude des matériels à remplir leur fonction dans le cadre du quatrième réexamen périodique a été réalisé. Il distingue 2 cas de figure :

- Les matériels non remplaçables (cuve, enceinte) : pour ces matériels les analyses réalisées permettent de s'assurer de leur aptitude à la poursuite en exploitation au-delà de 40 ans ;
- Les matériels remplaçables : les actions et modifications nécessaires identifiées sont réalisées dans le cadre du réexamen.

Les résultats des contrôles mis en œuvre lors de l'arrêt VD4 et la mise en œuvre du Programme Local de Maîtrise du Vieillissement (PLMV) de la tranche n°1 permettront de statuer sur la capacité des Structures, Systèmes et Composants (SSC) à remplir leur fonction au-delà de la VD4.

SECTION 2 : MAITRISE DE LA QUALIFICATION DES MQCA

2 MAINTIEN DE LA QUALIFICATION DES MATÉRIELS QUALIFIÉS AUX CONDITIONS ACCIDENTELLES 350

2.1 DEMARCHE POUR INSTRUIRE LE MAINTIEN DE QUALIFICATION MQCA 350

2.2 DECLINAISON DE LA DEMARCHE DE PERENNISATION DE QUALIFICATION MQCA 352

2.2.1 MATERIELS MECANIQUES 352

2.2.2 MATERIELS ELECTRIQUES 352

2.3 CONCLUSION 360

2 MAINTIEN DE LA QUALIFICATION DES MATÉRIELS QUALIFIÉS AUX CONDITIONS ACCIDENTELLES

Partie générique Palier

La qualification aux conditions accidentelles est un processus qui vise à apporter la garantie que les matériels sont aptes à remplir leurs fonctions de sûreté dans les situations accidentelles où ils sont requis au titre de la démonstration de sûreté.

Les Matériels Qualifiés aux Conditions Accidentelles (MQCA) ayant été qualifiés sur la base d'une durée de fonctionnement de 40 ans, une démarche spécifique est appliquée à ces matériels pour traiter la question de l'extension de la durée de qualification.

Le programme industriel d'EDF pour poursuivre le fonctionnement des tranches après 40 ans consiste à démontrer le maintien de qualification des Matériels Qualifiés aux Conditions Accidentelles (MQCA) des matériels mécaniques et électriques ou à procéder soit à leur remplacement soit à leur rénovation le cas échéant.

2.1 DEMARCHE POUR INSTRUIRE LE MAINTIEN DE QUALIFICATION MQCA

La qualification aux conditions accidentelles est un processus qui vise à apporter la garantie que les matériels sont aptes à remplir leurs fonctions de sûreté dans les situations accidentelles où ils sont nécessaires. Ce processus s'appuie :

- Pour chaque matériel, sur :
  - l'identification des requis de qualification,
  - la réalisation d'un programme de qualification basé sur des spécifications générales,
  - la mise en œuvre des dispositions nécessaires au maintien de qualification lors de la fabrication, du montage et de l'exploitation du matériel.
- Sur l'élaboration d'un ensemble documentaire rendant compte de la qualification de ces matériels et des conditions de maintien de cette qualification en exploitation.

Les EIPS susceptibles d'être concernés par la qualification sont principalement les matériels mécaniques non statiques, les matériels électriques et de contrôle commande, ainsi que les matériels susceptibles d'être concernés par une exigence relative à l'étanchéité.

Ils sont dénommés Matériels Qualifiés aux Conditions Accidentelles (MQCA) et doivent remplir des fonctions particulières dans les situations d'accident dans lesquelles ils sont requis, pour le Domaine de Dimensionnement ou le Domaine Complémentaire. En fonction de leur rôle, des exigences sont identifiées :

- exigence de qualification sismique,
- exigence de qualification à l'ambiance dégradée,
- exigence relative à l'étanchéité,
- exigences particulières : Rupture Tuyauteries Hautes Energie, Eau Chargée.

Ces exigences sont déclinées en sollicitations physiques indiquées dans des spécifications à respecter par les matériels. Pour simplifier, un profil résumé de ces sollicitations physiques est souvent associé au matériel : profils K1, K2 ou K3.

La qualification des matériels aux conditions accidentelles a été établie en considérant une hypothèse de durée de vie de 40 ans. Cette hypothèse a été utilisée pour prendre en compte le vieillissement des composants dans

la séquence de qualification initiale des matériels et peut devenir inferieure à la durée d'exploitation prévue pour l'équipement :

- soit parce qu'avec le temps, il devient nécessaire de la réviser à la hausse afin de prolonger la durée d'exploitation de l'équipement,
- soit parce que cette hypothèse de durée de vie de l'équipement est revue à la baisse du fait d'une cinétique plus rapide ou d'un environnement en exploitation plus sévère que ceux pris en compte lors de la qualification initiale, d'un retour d'expérience faisant apparaitre de nouveaux mécanismes de vieillissement ou d'une évolution des connaissances scientifiques sur les phénomènes en cause.

Dans tous les cas, en conformité avec la norme internationale CEI/IEEE 60780-323 [Edition de février 2016 – Installations nucléaires – Equipements électriques importants pour la sûreté – Qualification], il est nécessaire d'appliquer un programme d'extension de la qualification dit programme de qualification progressive, avant que la durée d'exploitation du matériel ne devienne supérieure à l'hypothèse de durée de vie prise en compte lors de la qualification initiale.

La qualification progressive peut faire appel à une ou plusieurs des six méthodes suivantes numérotées dans l'ordre de l'analyse, c'est-à-dire des questions à se poser successivement :

- Méthode 1 : analyse des conditions de la qualification initiale pour évaluer les conservatismes éventuels.
- Méthode 2 : comparaison des sollicitations et des conditions d'ambiance (température et irradiation) réellement subies par le matériel en exploitation, avec celles retenues en qualification. Cette comparaison peut conduire à une réévaluation de la durée de vie qualifiée, à partir des valeurs réelles en exploitation.
- Méthode 3 : suivi de paramètres de l'état du matériel ou de son fonctionnement en exploitation dans le cadre des essais périodiques, des contrôles ou des expertises. Ces paramètres doivent permettre de détecter une évolution du matériel qui serait préjudiciable à l'accomplissement de la mission requise en situation accidentelle ou sous sollicitation sismique. Il peut donc s'agir :
    - de mesures périodiques sur l'équipement (Méthode 3a), par exemple précision de la mesure, temps de réponse, ou mesure électrique comme la résistance d'isolement,
    - de l'expertise du matériel (Méthode 3b), visant à caractériser son état sur site.
- Méthode 4 : réduction des effets des conditions d'ambiance sur l'équipement. Deux méthodes sont envisageables pour réduire les effets des conditions d'ambiance :
    - modifier les conditions d'ambiance (Méthode 4a). Il s'agit par exemple de climatiser un local afin de diminuer la température d'ambiance moyenne du local et ainsi augmenter la durée de vie des matériels qui y sont installés,
    - protéger ou déplacer un équipement (Méthode 4b). Il s'agit par exemple de protéger un matériel, par un écran, des radiations issues d'un point chaud afin de réduire la dose cumulée d'irradiation sur sa durée de vie, ou de déplacer l'équipement vers un environnement moins radiatif.
- Méthode 5 : extension de qualification de l'équipement, en le soumettant à une séquence de qualification par essai basée sur une hypothèse de poursuite du fonctionnement allongée. L'essai peut être pratiqué :
    - sur un matériel (ou éprouvette) installé en surnombre sur site (Méthode 5a),
    - sur un matériel prélevé sur site (essai sur prélèvement), de préférence lorsque son état de référence et les sollicitations qu'il a subies sont connus (Méthode 5b),

- sur un matériel neuf (Méthode 5c).

- Méthode 6 : remplacement (Méthode 6a) ou rénovation (Méthode 6b), à titre de mesure préventive, de l'équipement dans son intégralité ou partiellement, à l'identique ou par des composants moins sensibles au vieillissement.

2.2 DECLINAISON DE LA DEMARCHE DE PERENNISATION DE QUALIFICATION MQCA

2.2.1 Matériels mécaniques

Pour les matériels mécaniques, la stratégie de qualification progressive repose sur :

- le remplacement des composants sensibles aux conditions radioactives, thermodynamiques et chimiques, en pratique les composants non métalliques, à une périodicité compatible avec la durée de fonctionnement prise en compte dans la qualification initiale,
- le contrôle des parties mécaniques, insensibles aux conditions accidentelles, par l'application des PBMP,
- le contrôle du maintien des performances par les essais périodiques.

La méthode de qualification progressive employée pour les matériels mécaniques est donc la méthode 6 appliquée aux composants sensibles.

Le programme de travail déployé par EDF prévoit que les stratégies de qualification aboutissent pour la TTS du 4ème RP 900 pour les matériels mécaniques. Pour certains matériels, ces stratégies valorisent des remplacements complets ou partiels de composants, qui sont gérés au travers de vérifications complémentaires et remplacements lors d'actes de maintenance (via une prescription particulière de la DPN) ou de modifications d'ingénierie à déploiement local (PNRL).

Il est important de noter que suite à l'instruction du GP Orientations (Durée De Fonctionnement) du 19 janvier 2012 un programme complémentaire d'expertises de MQCA mécaniques (pompes et appareils de robinetterie) a été mis en œuvre. Ce programme d'expertises vise à conforter la connaissance des mécanismes de vieillissement tels que décrits dans les FAV, et à vérifier l'absence de phénomènes qui n'auraient pas été pris en compte lors de la qualification initiale et dans le processus de maîtrise du vieillissement.

Ce programme d'expertise a été réalisé sur 3 pompes et 4 appareils de robinetterie. Les matériels expertisés ont été choisis de façon à couvrir différentes technologies et différents fournisseurs que l'on trouve sur les Paliers 900 MWe et 1300 MWe.

Ces expertises, réalisées avec le concours des constructeurs, ont permis de vérifier que les mécanismes de vieillissement constatés sur la robinetterie et les pompes sont conformes à l'attendu et n'ont pas mis en évidence de nouveaux mécanismes de vieillissement. L'aptitude au service de ces appareils après 40 ans est confirmée moyennant la poursuite des actions de maintenance visant à remplacer périodiquement les composants non métalliques sensibles au vieillissement.

2.2.2 Matériels électriques

Pour les MQCA électriques et de contrôle-commande, la démarche de qualification progressive comporte deux phases :

- Une phase stratégique pour choisir la méthode. Elle se conclut par la rédaction de la Note de Stratégie de Qualification Progressive (NSQP), établie par famille de matériels et par catégorie de qualification (K1, K2, K3), sauf pour les câbles, les traversées électriques et les matériels de contrôle commande qui sont traités dans les DAPE composants.
- Une phase opérationnelle consistant à mettre en œuvre la méthode retenue (analyses, expertises,

essais ou remplacements), puis à mettre à jour si besoin les documents du référentiel de qualification.

Concernant les matériels électriques installés antérieurement au premier réexamen périodique, les stratégies ont été décrites dans les Dossiers d'Aptitude à la Poursuite d'Exploitation (DAPE) ou dans les NSQP associées à la famille de matériels concernée.

Ces documents peuvent faire appel à plusieurs types de méthodes pour le maintien de la qualification. En proportion:

- 40 % des méthodes appelées par les NSQP font appel au maintien de qualification par analyses, si cette démarche par analyse n'est pas conclusive alors EDF procède à des remplacements (Méthodes 1, 2, 3a) ;
- 38 % des méthodes appelées par les NSQP font appel au maintien de qualification par prélèvements / expertises ou essais, si cette démarche par analyse n'est pas conclusive alors EDF procède à des remplacements (Méthodes 3b ou 5) ;
- 22 % des méthodes appelées par les NSQP font appel au maintien de qualification par remplacements directs sans analyse ou essai préalable (Méthodes 6a ou 6b).

Le bilan détaillé par typologie de matériels est présenté dans le tableau ci-dessous :

Typologie de matériel	Méthode de qualification	Conclusion
Contrôle commande		
Matériels du système de mesure de la puissance nucléaire (RPN)	Pour les sites CPY, rénovation au 4ème RP 900 (PNPP1838)	Extension de qualification acquise
Relayage du système de protection du réacteur (RPR et hors RPR)	Anticipation des essais sur certains matériels hors RPR (essais dits prospectifs), puis essais de matériels prélevés sur site sur tout le scope	Essais prospectifs : extension de qualification acquise sur les platines, les unités de polarisation et de bornes et certaines embases Modifications engagées suite à des échecs en cours d'essais : - Relais monostables TEC1804, TEC 1808 et Relais bistables Siemens V23003 (PNPE1215) - Evolution de la fonction RPR (PNPP1871) - Modifications en maintenance (DP333) : Relais de temporisation TEC MTI CACTA + joint G2 Résultats des autres essais : Extension de Qualification acquise
Matériels du système de régulation générale (KRG – SIP-P et SIP VI)	SIP CPY : 17 types de modules soumis à essais sur prélèvements et 3 types de modules par analogie	Résultats des essais : Extension de qualification acquise sauf pour les matériels objet des modifications ci-dessous. Modifications engagées suite à des échecs en cours d'essais sur des modules SIP : - Evolution Système SIP – P (PNPP1873) - Modifications en maintenance (DP333) : modules SIP
	Armoires électriques du SIP Protection CPY : prélèvement (méthode 5b) trop complexe = > expertise (méthode 3b)	Extension de qualification acquise
Armoires de mesure de radioprotection (KRT)	Modules de comptages non d'origine	Extension de qualification acquise
	Racks, connectique, filerie interne, borniers prélevés et expertisés + essais de qualification complémentaire (notamment tenue au séisme) Expertise du reste des armoires (structure mécanique et raccordements électriques)	Extension de qualification acquise
	Câbles composites : étude de la composition des matériels, analyse du REX, expertises menées in-situ ou en laboratoire sur des échantillons de câbles vieillis sur site.	Extension de qualification acquise
Ebulliomètre KPS	Matériels non d'origine = atteinte des 40 ans entre les 4ème et 5ème RP 900 : prélèvement lors du 4ème RP 900 et essais	Extension de qualification non synchronisée au 4ème RP 900. Prélèvement sur Fessenheim et essais programmés entre 2021 et 2023.
Gestionnaires d'alarmes en salle de commande (KSC)	Prélèvement et essais	Extension de qualification acquise
Matériels de la salle de commande	Remplacements direct de certains composants : klaxons Prélèvements de matériels caractéristiques de ceux installés sur les pupitres pour essais (prélèvement des pupitres entiers impossible)	Résultats des essais : extension de qualification acquise sauf pour les matériels objets des modifications ci-dessous. Modifications déjà engagées suite à des échecs en cours d'essais : - Remplacement des indicateurs verticaux et des enregistreurs en SDC (PNPE1225) - Remplacement des klaxons en SDC (PNRL1831)
Câbles	Prélèvements et expertises de câbles K1, K3 de différentes natures	Extension de qualification acquise

Typologie de matériel	Méthode de qualification	Conclusion
Traversées électriques	Analyse des fondamentaux : conservatismes de la qualification initiale, surveillance prévue dans les PBMP, études durée de vie (REX international, l'état des connaissances de base sur les matériaux, les particularités technologiques et les contraintes environnementales faibles vues par des traversées électriques)	Extension de qualification acquise
Matériels d'instrumentation		
Lignes de température RIC K1	Mixte entre les méthodes : - Expertise - Comparaison aux sollicitations d'ambiance réellement subies en exploitation	Extension de qualification acquise pour les lignes de température RIC jusqu'à l'arrêt VD5, sauf pour les connecteurs TIA499/6149 qui ont été mis en place dans les années 1990 et pour lesquels des gestes de qualification restent à entreprendre avant les arrêts VD5.
Sondes de température à résistance de platine K1	Remplacement (DT38 ou BEVAA) Conservation des DT108, installées récemment	Extension de qualification acquise
Transmetteurs de pression BIBLOC	Essai suite à prélèvements	Extension de qualification acquise
Transmetteurs de type AMC TE	Exploitation du REX et conception intrinsèque robuste des matériels	Extension de qualification acquise
Débitmètres électromagnétiques Flumag / optiflux	Flumag : analyses Optiflux : qualification datant de 2007et installés depuis cette date	Extension de qualification acquise
Capteurs de pression 8000	Analyses basées sur le suivi de paramètres de l'état du matériel ou de son fonctionnement en exploitation dans le cadre des essais périodiques.	Extension de qualification acquise
Chaînes neutroniques (CNI, CNS et CNP)	Remplacement de matériel dans le cadre de l'affaire AFT16.05. La modification PNPP1946 garantit des températures acceptables pour les chaines neutroniques CNI en situation de perte de la ventilation forcée du puits de cuve.	Extension de qualification acquise
Chaînes de mesure de radioprotection (KRT) - Haut Flux Gamma	Intérieur BR : conception des chaines principalement métalliques et Essai Périodiques = > Analyse Extérieur BR : rénovation	Extension de qualification acquise Rénovation chaine KRT haut flux gamma BR (PNPE1171)
Chaînes de mesure de radioprotection (KRT) - haute activité Puisards et activité RIS	Analyses basées sur l'âge réel des matériels installés, leur taux d'utilisation, les sollicitations et conditions d'ambiance réellement subies par les matériels en exploitation depuis leur installation ainsi que celles retenues en hypothèse d'ambiance dégradée	Extension de qualification acquise
Chaînes de mesure de radioprotection (KRT) - Chaînes Air Soufflé en Salle de Commande	Remplacement direct des chaînes	Rénovation chaine KRT (PNPP1947)
Autres Chaînes KRT	Remplacements réalisés par les modifications matérielles PNPP1442, PNPP1485 – projet PIT 3 900, et PNPP1483 – projet Obsolescence	Extension de qualification acquise

Typologie de matériel	Méthode de qualification	Conclusion
Détecteurs de niveau Transmetteurs de pression Sonde hydrostatique	Qualification récente Détecteurs de niveau ANV Houdec, qualifié en 2006 et installé postérieurement à cette date Transmetteurs de pression Fuji, qualifié en 2009 et installé postérieurement à cette date Sonde hydrostatique BAUMER qualifiée en 2010 et installé postérieurement à cette date	Extension de qualification acquise
Détecteurs de niveau TCEM Thermostats / Manostats GEORGIN / BAUMER	Analyse : éléments de REX (essais et contrôles périodiques) positifs et comparaison de la qualification initiale aux sollicitations réelles	Extension de qualification acquise
Contrôleurs de débit HOUDEC CCB 311	Expertise de matériels prélevés sur site	Extension de qualification acquise
Fin de course Petercem	Essais suite à prélèvements sur site	Extension de qualification acquise par essais jusqu'au 5ème RP pour tous les types de fins de course, hors ceux du site de Tricastin. La qualification des fins de course de Tricastin reste acquise jusqu'au 5ème RP car non d'origine sur site.
Connectique – liaisons / câbles coaxiaux		
Liaisons coaxiales RPN K1 et K2	Allonges minérales CNI K1 de fabrication RCCN et bretelles minérales CNS K2 de fabrication PHOTONIS : remplacement avant l'atteinte des 40 ans d'exploitation par des liaisons triaxiales de fabrication RRCN (PNPP1842)	Extension de qualification acquise
	Bretelles minérales CNP K2 de fabrication PHOTONIS : analyse de la nature des matériaux constitutifs (métalliques et minéraux) et de la possibilité de réparation de la gaine externe	Extension de qualification acquise
	Allonges organiques K2 : utilisation des résultats des études R&D de durée de vie effectuées sur les câbles IEG du Palier CPY, couplée à une expertise	Extension de qualification acquise
Matériels de connectique, qualifiés K1 et K2 (et couvrant le K3)	Prélèvement et expertises	Extension de qualification acquise
Prises Elastimold, équipant les moteurs HTA RRA	Remplacement : suite de l'AnP94/001	Extension de qualification acquise
Actionneurs de robinetterie		
Servomoteurs	Remplacement des servomoteurs K1 avant les 4ème VD qui n'ont pas été remplacés dans la campagne de remplacement liée à l'affaire AI001.001	Extension de qualification acquise
	Matériels K2, K3 : essais, suite à des prélèvements	Résultats des essais : extension de qualification acquise hormis les modèles Honeywell installés sur DEL pour lesquels un remplacement est réalisé (PNPE1243 et PNRL1849)
Electrovannes	Type MB et MT ont été remplacées par une modification matérielle déployée au cours de la 3ème VD (PNRL1035)	Extension de qualification acquise
	Essais suite à prélèvements sont en cours sur les électrovannes de type V301 (K1/K2) et les électrodistributeurs de type MT/M2T (K2).	Essais en cours Résultats des essais : Extension de qualification acquise pour une partie des modèles Nécessité de remplacement des modèles MT/M2T K2/K3 à 40 ans (échéance postérieure aux 4èmes réexamens périodiques), à étudier dans le cadre du 5ème RP 900 (car non d'origine sur site)
Motorisations HTA et BT		

Typologie de matériel	Méthode de qualification	Conclusion
Moteurs HTA	Démonstration par analyse. Moteurs RRI et RCV rénovés	Extension de qualification acquise
Moteurs BT	Prélèvement et essais sur une sélection de moteurs installés sur site et représentatifs	Extension de qualification non acquise sur certains modèles Modification engagée: PNRL1845 : remplacement de moteurs BT
Distribution électrique		
Tableaux HTA (LHi/LGi – Distribution 6,6 kV secouru et non secouru)	Composants déjà remplacés Réalisation d'essais et/ou des expertises sur des parties fixes et mobiles prélevées sur site	Résultats des essais : Extension de qualification non acquise sur certains composants. Modification(s) déjà engagée(s) suite à des échecs en cours d'essais : Modifications en maintenance (DP333): remplacement fusibles MGK, mise en place de fixation, contrôles particuliers
	Chaîne de protection : prélèvements et essais	Résultats des essais : extension de qualification non acquise sur certains composants des tableaux. Modification(s) déjà engagée(s) suite à des échecs en cours d'essais : Modifications en maintenance (DP333) : remplacement des relais de protection temporisés ICE-TT7111
Tableaux Sources (LAi (230 V cc), LBi (125 V cc), LCi (48 V cc), LDi (30 V cc) et LNi (220 V ca ondulé)	CPY : Remplacement des relais de protection des tableaux sources du au plus tard au 4ème RP 900 (DP333)	Extension de qualification acquise
	Reste des tableaux équipant les sites du CPY : essais et/ou des expertises sur des matériels prélevés sur site	Résultats des essais : extension de qualification non acquise sur certains composants des tableaux. Modification(s) déjà engagée(s) suite à des échecs en cours d'essais : Modifications en maintenance (DP333): Remplacement des disjoncteurs 125V cc (KB2 et Securex et des relais auto OKFC)
Tableaux BT	Essais et/ou des expertises sur des matériels prélevés sur site	Résultats des essais : extension de qualification non acquise sur certains composants des tableaux. Modification(s) déjà engagée(s) suite à des échecs en cours d'essais : Modifications en maintenance (DP333): remplacement de tiroirs contacteurs
	Relais de protection : prélèvements et essais	Extension de qualification acquise
Transformateurs HTA / BT (CPY)	Remplacement des transformateurs HTA / BT 630 kVA sur CPY (PNPE1044)	Remplacement des transformateurs HTA / BT 630 kVA sur CPY (PNPE1044)
Armoires et coffrets de distribution		
Tableaux IAAR	Essais et expertises des éléments sensibles prélevés sur site	Extension de qualification acquise
Armoires auxiliaires des groupes électrogènes diesels	Modification matérielle déployée au 4ème RP 900 (PNPE1122) pour permettre la récupération des matériels pour essais et expertises ou remplacement (contacteurs d'excitation)	Extension de qualification acquise par le remplacement, dans l'attente de résultats d'essais des matériels prélevés sur TRI1 Modifications en maintenance (DP333) : remplacement de régulateur tension et platine DDAE

Typologie de matériel	Méthode de qualification	Conclusion
Armoires auxiliaires des turboalternateurs de secours (LLS)	Installées après la mise en service industrielle des tranches 900 MWe (à partir de 1984).	Extension de qualification engagée, non synchronisée à la 4ème VD, traitée dans l'affaire PNPE1148.
Coffrets survitesse ASG	Prélèvements / remplacements gérés par la modification matérielle (PNPE1258 tome J), du projet du 4ème RP 900	Extension de qualification acquise par le remplacement, dans l'attente de résultats d'essais des matériels prélevés sur TRI1. Pour assurer l'extension de qualification, au vu des prélèvements et essais tardifs, les remplacements seront effectués si les essais ou expertises n'amenaient pas des résultats positifs
Eclairage de sécurité de la SdC	Prélèvements / remplacements gérés par la modification matérielle (PNPE1132)	Extension de qualification acquise par le remplacement par la PNPE1132 Pour assurer l'extension de qualification, au vu des prélèvements et essais tardifs, les remplacements seront effectués si les essais ou expertises n'amenaient pas des résultats positifs
Convertisseurs (onduleurs et redresseurs)	Autres matériels : Plusieurs méthodes de qualification progressive sont mises en œuvre de manière simultanée.	Résultat des expertises : extension de qualification acquise pour les matériels de Tricastin sous réserve de remplacer les composants sensibles. Expertise et essais en cours sur certains matériels du palier CPY hors Tricastin. Modification(s) déjà engagée(s) : PNSR9008 9015/16/17/18 : études, inspections, expertises et éventuels remplacement de composants sensibles pour certains sites du Palier CPY
Résistances et traçages électriques	REX satisfaisant et expertises sur site	Résultat des expertises : extension de qualification acquise sous conditions de bon état des matériels Modifications en maintenance (DP333) : contrôle et remplacement de résistances et cordons chauffants
Batteries d'accumulateurs	Mesures périodiques et remplacement dans le cadre de la maintenance pratiquée depuis l'origine sur ces équipements	Extension de qualification acquise

Partie spécifique à la tranche 1 du CNPE du Blayais

Spécificités de la tranche

La tranche n°1 du CNPE du Blayais ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Les modifications :

- PNPP1483 « Remplacement des chaines KRT »
- PNPP1485 « Remplacement des chaînes KRT VVP / azote 16 »
- PNPP1947 « Rénovation KRT »
- PNRL1035 « Remplacement électrovannes K1 MB&MT et des fins de course »
- PNRL1831 « Remplacement des klaxons en Salle de Commande »
- PNRL1849 « Maintien de qualification des registres DVL et DVC »

ont été intégralement réalisées sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais. Les impacts documentaires de ces modifications ont été pris en compte.

Les modifications :

- PNPE1044 « Augmentation de puissance des tableaux BT 380V »
- PNPE1122 « Maintien de qualification des armoires des groupes électrogènes de secours »
- PNPE1132 « Remplacement matériels éclairage de sécurité de la SdC »
- PNPE1215 « Remplacement des relais TEC1804 et TEC1808 »
- PNPE1225 « Remplacement des Indicateurs verticaux et enregistreurs en SdC »
- PNPE1243 « Remplacement des SME des robinets DEL 040 / 048 / 054 VD »
- PNPE1258 tome J « ASG-ND : remplacement de coffrets »
- PNPP1442 « Fiabilisation et suffisance des mesures KRT REN/APG »
- PNPP1838 « RPN numérique »
- PNPP1842 « Pose et montage des allonges triaxiales CNS et CNI du système RPN »
- PNPP1871 « Evolution fonction RPR et Testeur ; Evolution Testeur RPR ; Remplacement des commutateurs SdC »
- PNPP1873 « Evolution SIP-P »
- PNPP1946 « Ajout d'un registre sur la gaine de ventilation du puits de cuve »
- PNRL1845 « Remplacement de moteurs Basse Tension »

sont en cours de déploiement sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4ème RP 900.

La modification PNPE1171 « Rénovation chaine KRT haut flux gamma BR » sera déployée sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais dans le cadre de la phase B des modifications du 4ème RP 900.

La modification PNPE1148 « Maintien de la qualification des armoires et coffrets de distribution LLS » sera déployée dans le cadre d'une programmation spécifique avec une intégration sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais prévue au plus tard 40 ans après l'installation du matériel.

Les modifications en maintenance seront intégralement réalisées dans le respect de la mise en œuvre de la DP333 sur la tranche n°1 du CNPE du Blayais.

Conclusion

Le maintien de la qualification aux conditions accidentelles fait l'objet d'une démarche basée sur plusieurs méthodes de justification allant de l'analyse du dossier au remplacement en passant par le prélèvement pour test. Le résultat de cette démarche graduée et exhaustive amène à un nombre significatif de travaux et permet de garantir l'extension de durée de vie qualifiée jusqu'au 5ème RP.

CONCLUSION

Conformément à l'article L.593-18 du code de l'environnement, EDF réalise des réexamens périodiques de ses réacteurs tous les dix ans afin *« d'apprécier la situation de l'installation au regard des règles qui lui sont applicables et d'actualiser l'appréciation des risques ou inconvénients que l'installation présente pour les intérêts mentionnés à l'article L.593-1, en tenant compte notamment de l'état de l'installation, de l'expérience acquise au cours de l'exploitation, de l'évolution des connaissances et des règles applicables aux installations similaires »*.

Le réexamen porte d'une part sur la conformité aux règles applicables et d'autre part sur la réévaluation des risques et l'appréciation des inconvénients que l'INB présente pour les intérêts protégés : la sécurité, la santé et la salubrité publique ou la protection de la nature et de l'environnement (article L.593.1 du code de l'environnement).

L'ensemble des nouvelles dispositions prises par EDF pour répondre aux objectifs visés et aux demandes formulées par l'ASN s'intègre dans un programme industriel de grande ampleur tenant compte des impacts induits pour les hommes et les organisations en place sur les sites nucléaires.

Les conclusions d'EDF sur les 3 volets « *Risques* », « *Inconvénients* », « *Poursuite du fonctionnement après 40 ans* » sont synthétisées ci-après. Elles ont été examinées en 2020 dans le cadre du Groupe Permanent pour les Réacteurs clôturant la phase générique du 4ème Réexamen Périodique. A l'issue de cette phase générique, et après consultation du public, l'ASN a pris position sur les dispositions prévues par EDF en réponse aux objectifs du réexamen ; elle a émis (décision n°2021-DC-0706) des prescriptions génériques encadrant les améliorations majeures prévues par EDF et introduisant des dispositions supplémentaires considérées comme nécessaires par l'ASN. EDF présentera chaque année les dispositions mises en œuvre au cours de l'année précédente, ainsi que celles qui restent à effectuer et leur programmation.

❖ **Volet Risques**

Le 4ème RP 900, conformément à ses objectifs initiaux, a permis de vérifier la conformité de la tranche 1 du CNPE du Blayais vis-à-vis du référentiel de conception applicable en entrée de réexamen, puis de prendre en compte dans ce référentiel de nouvelles exigences d'un niveau très supérieur aux exigences antérieures. Vis-à-vis de ces nouvelles exigences, EDF s'est assurée que les marges prises à la conception permettaient à l'installation d'y répondre et dès que nécessaire, a pris des dispositions permettant à l'installation et aux organisations d'y répondre.

Les processus mis en œuvre dans ce cadre permettent de garantir que les installations sont conformes au référentiel d'exigences applicable lors de la divergence faisant suite à l'arrêt pour Visite Décennale qui constitue une étape importante du réexamen périodique visé par l'article L.593-18 du code de l'environnement.

Sur le plan de la conformité :

- Le processus de traitement des écarts ayant un impact sur la sûreté a permis d'analyser et de traiter avant la divergence faisant suite à la Visite Décennale l'ensemble de ces écarts à l'exception de dix écarts de conformité pour lesquels des dispositions compensatoires ont été prises pour en éliminer la nocivité dans l'attente de leur résorption ;
- La majorité des contrôles ECOT et compléments à l'ECOT a été réalisée. Les quelques contrôles restants sont en cours et seront réalisés avant la divergence de la tranche n°1 du CNPE du Blayais. Les anomalies détectées sont analysées, justifiées et/ou réparées avant la divergence de la tranche n°1 du CNPE du Blayais. L'analyse des anomalies d'ancrage détectées sur les systèmes élémentaires ne contribuant pas au chemin sûr et à l'évacuation de la puissance résiduelle de la piscine combustible ainsi que les remises en conformité, le cas échéant, seront réalisées au plus tard 6 mois après la divergence de la tranche n°1 ;

- Les investigations complémentaires menées contribueront à confirmer l'adéquation du référentiel de maintenance ;
- Les examens réalisés dans le cadre du Programme d'Investigations Complémentaires du 4ème RP 900 de la tranche n°1 du CNPE du Blayais sont en cours et seront soldés au plus tard à la divergence de la tranche n°1 ;
- Les événements ayant fait l'objet de la déclaration d'un ESS de niveau supérieur ou égal à 1 sur l'échelle INES ou d'un ESE relatif au confinement liquide sont tous résorbés, à l'exception d'un ESS et de deux ESE pour lesquels des dispositions transitoires ont été mises en œuvre dans l'attente de leur traitement pérenne, en vue de maîtriser leur impact sur la sûreté (ou d'éliminer leur nocivité) ou l'environnement.

Compte-tenu des dispositions prises dans le cadre du 4ème RP 900, EDF répond aux objectifs de la réévaluation de sûreté pour les réacteurs du Palier CPY :

- Pour les accidents sans fusion du cœur, les dispositions prises permettent de respecter les critères de sûreté des études d'accidents et de tendre vers des niveaux de conséquences radiologiques ne nécessitant pas la mise en œuvre de mesures de protection pour la population. De plus, ces dispositions permettent de répondre aux enjeux de sûreté liés à la prise en compte des conditions de fonctionnement et délais opérateur du référentiel déterministe de conception du réacteur EPR de Flamanville 3. Les études probabilistes de sûreté de niveau 1 montrent une amélioration globale du résultat vis-à-vis du précédent réexamen (diminution du risque global de fusion du cœur de l'ordre de 30 %) ;
- Pour les agressions, les dispositions prises permettent de s'assurer de la robustesse des installations à des niveaux d'agression réévalués à l'occasion du réexamen ainsi qu'aux préconisations internationales en plaçant les installations au niveau des standards européens les plus avancés pour les réacteurs existants. De plus, les études probabilistes de sûreté de niveau 1 associées ont permis de vérifier la robustesse des installations en estimant un risque de fusion du cœur de l'ordre de quelques 10^{-5} / année.réacteur ;
- Pour la piscine combustible, les dispositions prises permettent de rendre le risque de découvrement des assemblages de combustible lors de vidanges accidentelles et de perte de refroidissement extrêmement improbable. La mise en place d'un moyen mobile de refroidissement permet de diversifier la source froide et de renforcer le volet restauration du refroidissement de la piscine combustible en situation d'ébullition, ce qui permet de rapprocher le design des réacteurs du Palier CPY de celui des réacteurs de type EPR de Flamanville 3 ;
- Pour les accidents avec fusion du cœur, les dispositions prises, notamment les dispositions Noyau Dur, permettent de rendre le risque de rejets précoces et importants extrêmement improbable et d'éviter les effets durables dans l'environnement. Le Noyau Dur s'appuie sur des Structures, Systèmes et Composants ainsi que sur des dispositions organisationnelles mis en place par EDF dans le cadre des moyens déployés sur le parc de manière pérenne suite à l'accident de Fukushima.

Concernant les risques conventionnels, les études effectuées sur le CNPE du Blayais démontrent que ces risques sont maitrisés vis-à-vis des intérêts protégés.

❖ **Volet Inconvénients**

Le CNPE du Blayais est organisé afin d'assurer la maîtrise de sa conformité aux règles qui lui sont applicables : la première partie de ce volet inconvénients montre que le CNPE met en œuvre des dispositions pour maîtriser les inconvénients qu'il présente pour les intérêts protégés.

L'actualisation de l'appréciation des inconvénients que le CNPE du Blayais présente pour les intérêts protégés montre que, au vu des enjeux environnementaux et des contraintes locales du CNPE, ses performances environnementales globales permettent de considérer l'ensemble des dispositions mises en œuvre comme équivalentes à des Meilleures Techniques Disponibles.

L'analyse des données de la surveillance chimique, écologique et radiologique de l'environnement au voisinage du CNPE ne révèle pas d'influence notable résultant de son fonctionnement.

La comparaison des résultats de l'état des sols du CNPE avec les données des sols environnants n'a pas mis en évidence la présence de substances chimiques ou radioactives à un niveau nécessitant la mise en place de mesures de gestion. Concernant le milieu « eaux souterraines », pour les zones nécessitant des compléments d'investigations, des mesures de gestion pourront être proposées sur la base des résultats obtenus.

Le CNPE du Blayais est organisé pour assurer la maîtrise et la gestion du reconditionnement des colis de déchets. L'analyse du réexamen des limites de rejets des substances réglementées met en évidence la compatibilité des limites de rejets des substances mentionnées dans le tableau annexé à l'article R. 211-11-1 du code de l'environnement, avec les besoins d'exploitation des réacteurs.

L'analyse des mesures réalisées montre que les niveaux sonores du CNPE permettent de respecter les objectifs fixés par l'article 4.3.5 de l'arrêté du 7 février 2012 modifié.

Ainsi, le réexamen périodique du réacteur n° 1 du CNPE du Blayais (INB n°86) permet de conclure que les dispositions organisationnelles et matérielles mises en place par l'exploitant permettent d'assurer la protection des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement, vis-à-vis des inconvénients.

- **Volet Poursuite du fonctionnement**

Le programme de maîtrise du vieillissement et de l'obsolescence mené à l'occasion du 4ème RP est basé sur les actions de R&D et de suivi en service des équipements menés de longue date. Lors de l'arrêt VD4, des examens approfondis des matériels et structures ont été réalisés afin de vérifier leur aptitude à la poursuite en exploitation.

Le programme de maîtrise de la qualification des Matériels Qualifiés aux Conditions Accidentelles (MQCA) des matériels mécaniques et électriques a permis de démontrer le maintien de cette aptitude au-delà du 4ème Réexamen Périodique.

Sur la base de ces programmes, le réexamen conclut que la tranche n°1 du CNPE du Blayais est apte à poursuivre son fonctionnement après 40 ans.

Le présent rapport montre que l'ensemble des dispositions mises en œuvre lors du 4ème Réexamen Périodique du Palier CPY, qui a démarré avec la 4ème Visite Décennale et qui se poursuivra par le déploiement de la phase B et de la phase « Compléments » permet à la tranche n°1 du CNPE du Blayais de garantir une protection adéquate des intérêts mentionnés à l'article L.593-1 du code de l'environnement.

La remise du présent rapport aux Ministres chargés de la sûreté nucléaire et à l'Autorité de Sûreté Nucléaire satisfait à l'obligation de réexamen périodique de ce réacteur, conformément à l'article L.593-62 du code de l'environnement.

ANNEXE

Modifications déjà déployées

Dossier	Libellé	Thème
PNPE1049	Robustesse au séisme majoré de sécurité du réseau de sécurité des portes coupe-feu	Robustesse - Séisme
PNPE1118	Renforcement sismique du système DVE locaux « batteries »	Robustesse - Explosion Interne Dispositions Noyau Dur
PNPE1144	Protections de l'îlot conventionnel vis-à-vis de l'inondation Interne	Robustesse - Inondation Externe
PNPE1182	Mécatissage Chemin de câbles DEL	Robustesse - Incendie
PNPE1213	Etanchéité arbre de transmission tambour filtrant	Robustesse - Inondation Externe
PNPE1220	Renforts de supports sur systèmes de la source froide pour tenue au séisme	Robustesse - Séisme
PNPP1092	Protection incendie des locaux des pompes RCV	Robustesse - Incendie
PNPP1196	Rénovation globale détection incendie (ECS 12)	Robustesse - Incendie
PNPP1289	Redimensionnement du casse-siphon situé sur la ligne de refoulement du système de refroidissement de la piscine combustible	Piscine Combustible Dispositions Noyau Dur
PNPP1371	Fiabilisation de l'isolement des barrières thermiques GMPP	EPS
PNPP1401	Doublement du joint statique batardeau piscine BR	Piscine Combustible
PNPP1402	Fermeture automatique vanne PTR 001 VB sur NTB piscine désactivation	Piscine Combustible Dispositions Noyau Dur
PNPP1403	Fermeture motorisée vanne PTR 728 VB	Piscine Combustible
PNPP1419	Mise en place d'un AAR sur séisme	Etudes Additionnelles Dispositions Noyau Dur
PNPP1474	Mesure de pression accumulateurs RIS Gamme large	Piscine Combustible
PNPP1483	Remplacement des chaines KRT	Maintien de la Qualification aux Conditions Accidentelles
PNPP1485	Remplacement des chaînes KRT VVP / azote 16	Maintien de la Qualification aux Conditions Accidentelles
PNPP1546	Pérennisation d'auscultation EAU vis-à-vis du DAO	Confinement
PNPP1549	Mise en position sûre d'un assemblage de combustible	Piscine Combustible Dispositions Noyau Dur

Dossier	Libellé	Thème
PNPP1666	Diesel d'ultime secours	Piscine Combustible Accident avec fusion Dispositions Noyau Dur
PNPP1675	Protections contre les inondations extrêmes par déversement direct sur la plateforme	Robustesse - Inondation Externe Dispositions Noyau Dur
PNPP1709	Remplacement vannes SIERS et inter-verrouillage vannes manuelles RPE	Robustesse - Explosion Interne
PNPP1760	Amélioration de la chaine de mesure filtration et de déclenchement des pompes de production associée, et création d'une image de suivi du transit de l'eau brute en salle de commande	Robustesse - Source froide
PNPP1780	Automatisation de vannes de vidange piscine BR	Piscine Combustible Dispositions Noyau Dur
PNPP1870	Renforcement de la tenue du dispositif d'éventage de l'enceinte U5 au séisme de niveau SMHV	Accident avec fusion
PNPP1947	Rénovation KRT	Maintien de la Qualification aux Conditions Accidentelles
PNPP1955	Amélioration du refroidissement des diesels	Revue des systèmes
PNRL1035	Remplacement électrovannes K1 MB&MT et des fins de course	Maintien de la Qualification aux Conditions Accidentelles
PNRL1817	Filtre Tmoy – SIP C	Domaine de Dimensionnement
PNRL1823	Remplacement des moteurs des aéro-réfrigérants diesels LHP/LHQ	Revue des systèmes Robustesse - Grands Chauds
PNRL1831	Remplacement des klaxons en Salle de Commande	Maintien de la Qualification aux Conditions Accidentelles
PNRL1849	Maintien de qualification des registres DVL et DVC	Maintien de la Qualification aux Conditions Accidentelles
PNRL1879	Contacteurs à accrochage DVLa du CPY	EPS
PNRL1895	Modification de la commande de la vanne du tube de transfert pour fermeture sous débit	Revue des systèmes Piscine Combustible
PNRL1955	Modification du réglage de point de consigne d'aérothermes DVN	Robustesse - Grands Froids
PNXX1721	Fiabilisation de la commande des soupapes du pressuriseur	Accident avec fusion
PNXX1746	Détection de corium et de fonctionnement recombineur H^2 par température élevée	Piscine Combustible Accident avec fusion
PNXX1752	Mesure de niveau analogique piscine BK	Piscine Combustible

Modification VD4 Phase A

Dossier	Libellé	Thème
PNPE1044	Augmentation de puissance des tableaux BT 380V	Maintien de la Qualification aux Conditions Accidentelles
PNPE1068 tome A	Distribution électrique Noyau Dur	Accident avec fusion Dispositions Noyau Dur
PNPE1069	DVN amélioration du conditionnement d'air des locaux des groupes froids DEG	Robustesse - Grands Chauds
PNPE1070	Amélioration du conditionnement du DVL MT-BT	Robustesse - Grands Chauds Dispositions Noyau Dur
PNPE1073	Contrôle-Commande Noyau Dur Existant	Accident avec fusion Dispositions Noyau Dur
PNPE1108A	Protection contre l'inondation interne - Etanchéité de traversées	Robustesse - Inondation
PNPE1122	Maintien de qualification des armoires des groupes électrogènes de secours	Maintien de la Qualification aux Conditions Accidentelles
PNPE1131	Densification de l'architecture électrique des chemins de câbles contrôle-commande et puissance	Revue des systèmes
PNPE1132	Remplacement matériels éclairage de sécurité de la SdC	Maintien de la Qualification aux Conditions Accidentelles
PNPE1141	Augmentation du débit des vannes réglantes GCT-a	Domaine de Dimensionnement Accident sans fusion
PNPE1152	Substitution de l'alimentation électrique par le Turbo-Alternateur de Secours par une alimentation par le Diesel d'Ultime Secours	Revue des systèmes Domaine Complémentaire EPS
PNPE1166	Secours du DUS par le DUS de la tranche voisine	EPS
PNPE1167 tome A	Non relestage des pompes REA eau et de certaines chaufferettes du pressuriseur	Revue des systèmes
PNPE1191	Renforcement sismique des axes de câblages	Robustesse - Séisme
PNPE1215	Remplacement des relais TEC1804 et TEC1808	Maintien de la Qualification aux Conditions Accidentelles
PNPE1225	Remplacement des Indicateurs verticaux et enregistreurs en SdC	Maintien de la Qualification aux Conditions Accidentelles
PNPE1243	Remplacement des SME des robinets DEL 040 / 048 / 054 VD	Maintien de la Qualification aux Conditions Accidentelles
PNPE1258 tome J	ASG-ND : remplacement de coffrets	Maintien de la Qualification aux Conditions Accidentelles
PNPE1264	Remplacement d'un câble du système ETY	Accident avec fusion
PNPE1335	Robustesse de l'arrêt automatique du CRF vis-à-vis d'une inondation sismo-induite	Robustesse - Inondation Externe

Dossier	Libellé	Thème
PNPP1442	Fiabilisation et suffisance des mesures KRT REN/APG	Maintien de la Qualification aux Conditions Accidentelles
PNPP1541 hors tome G	Gestion des effluents en AG	Accident avec fusion
PNPP1595	Remplacement des têtes de soupape SEBIM	Domaine de Dimensionnement Accident avec fusion Dispositions Noyau Dur
PNPP1631	Renforcement des hublots SAS BR	Accident avec fusion
PNPP1688 tome A	Contrôle-Commande Noyau Dur Nouveau phase A	Dispositions Noyau Dur
PNPP1811	Mise en place d'un système EAS-ND d'injection d'eau au primaire et d'évacuation de la puissance résiduelle	Domaine Complémentaire EPS Accident avec fusion
PNPP1838	RPN numérique	Domaine de Dimensionnement Maintien de la Qualification aux Conditions Accidentelles
PNPP1842	Pose et montage des allonges triaxiales CNS et CNI du système RPN	Maintien de la Qualification aux Conditions Accidentelles
PNPP1864	Réalimentation bâche ASG par JP*	Domaine de Dimensionnement
PNPP1871	Evolution fonction RPR et Testeur ; Evolution Testeur RPR ; Remplacement des commutateurs SdC	Maintien de la Qualification aux Conditions Accidentelles
PNPP1873	Evolution SIP-P	Domaine de Dimensionnement Maintien de la Qualification aux Conditions Accidentelles
PNPP1898	Robustesse SND - Ponts polaires BR	Dispositions Noyau Dur
PNPP1907 hors tome N	PTR bis	Piscine Combustible Dispositions Noyau Dur
PNPP1926 Volet A	Déclinaison de l'aggravant WENRA pour la détection hydrogène - Asservissement KRT	Robustesse - Explosion Interne
PNPP1946	Ajout d'un registre sur la gaine de ventilation du puits de cuve	Maintien de la Qualification aux Conditions Accidentelles
PNPP1950	Installation de faux plancher dans les locaux de relayage	Revue des systèmes
PNPP1951	Protection contre la foudre et les Interférences Electro-Magnétiques externes	Robustesse - Foudre
PNPP1976	Mise en place d'un dispositif d'étalement à sec et de stabilisation du corium sous eau	Accident avec fusion
PNRL1829	Augmentation du volume REA-bore requis et augmentation du volume TEP libre	Domaine de Dimensionnement
PNRL1835	Mise à jour des paramètres du suivi auto d'encrassement des échangeurs RRI/SEC	Robustesse - Grands Chauds

Dossier	Libellé	Thème
PNRL1844	Aménagement spécifique de site pour la source froide ultime	Accident avec fusion
PNRL1845	Remplacement de moteurs Basse Tension	Maintien de la Qualification aux Conditions Accidentelles
PNRL1894	Remplacement des sondes de température branche froide	Domaine Complémentaire
PNRL1922	Renforcement au séisme des By Pass de la protection volumétrique	Robustesse - Inondation Externe
PNRL1928	Réglage seuil de déclenchement des pompes de circulation	Robustesse - Source froide
PNRL1933	Renforcement sismique de la ligne de brassage de la soude	Revue des systèmes

Modifications VD4 Phase B

Dossier	Libellé	Thème
PNPE1068 tome C	Remplacement du coffret LLJ001CR	Accident avec fusion Dispositions Noyau Dur
PNPE1108B	Protection contre l'inondation interne - Confinements d'effluents et étanchéité de traversées	Robustesse - Inondation
PNPE1115	Ordre d'Arrêt Automatique Réacteur sur Séisme et information d'un séisme significatif, robustes au Séisme Noyau Dur	Dispositions Noyau Dur
PNPE1119	Protections passives de l'Ilot Nucléaire à la tornade et Remplacement des échappements VVP dit de groupe 1	Robustesse - Tornade Dispositions Noyau Dur
PNPE1128	Mesures de niveau « Tout ou Rien » en piscine réacteur	Piscine Combustible Dispositions Noyau Dur
PNPE1171	Rénovation chaine KRT haut flux gamma BR	Maintien de la Qualification aux Conditions Accidentelles
PNPE1189	Ajout d'un dispositif de prélèvement du fluide primaire en état d'arrêt en aval échangeur CEPP (Circuit d'Etanchéité des Pompes Primaires) vis-à-vis des risques de dilution hétérogène par fuite CEPP	Etudes Additionnelles
PNPE1238	Renforcement bâche à fuel	EPS
PNPE1258 hors tome J	Mise en place du dispositif ASG-ND et ligne fixe de réalimentation de la piscine BK par SEG	Robustesse - Explosion Interne EPS Piscine Combustible Dispositions Noyau Dur
PNPE1285	Robustesse au séisme ND des chemins de câbles	Dispositions Noyau Dur
PNPE1298	Robustesse Noyau Dur de l'information représentative de l'efficacité de la borication haute pression	Dispositions Noyau Dur

Dossier	Libellé	Thème
PNPE1302	Suppression des modes communs et soustraction des charges calorifiques de type PFG/PFL câbles par enrubannage	Robustesse - Incendie
PNPE1305	Mise en place d'une détection d'une situation H1 robuste au séisme Noyau Dur	Dispositions Noyau Dur
PNPE1330 tome B	Prévention du risque d'explosion dans les locaux batteries : fiabilisation de l'alimentation électrique de la ventilation	EPS
PNPE1332	Robustesse au séisme ND des tuyauteries	Dispositions Noyau Dur
PNPE1336	Traçage RRB et remplacement mesures de niveau de la bâche PTR	Dispositions Noyau Dur
PNPE1337	Alarme pour Maintien fermé de portes coupe feu	Robustesse - Incendie Robustesse - Explosion Interne
PNPE1338	Prévention entrée d'air du système de traitement des effluents gazeux – asservissement de l'isolement TEP à l'oxygène-mètre TEG	Robustesse - Explosion Interne
PNPE1346	Mise en place d'une manchette de raccordement sur SGZ (stockage gaz)	Robustesse - Explosion Interne
PNPE1347	Remplacement de certains servomoteurs électriques et coffrets des systèmes EAS et PTR	Accident avec fusion
PNPE1357	Robustesse au séisme ND des matériels électriques et contrôle commande	Dispositions Noyau Dur
PNPE1358	Robustesse au SND et à la tornade des systèmes de ventilation Noyau Dur	Robustesse - Tornade Dispositions Noyau Dur
PNPE1387	Mise en place détection étalement corium dans le local RIC (instrumentation cœur) et Secours électrique par le DUS (Diesel Ultime Secours) du thermocouple de détection étalement corium local RIC	Accident avec fusion
PNPE1393	Automatisation de la coupure hydrogène sur détection incendie	Robustesse - Incendie
PNPE1395	Modifications pour prise en compte des effets induits sur matériels mécaniques	Dispositions Noyau Dur
PNPE1405 tome E	Modification Protection Incendie en SDP suite aux études PEPSSI	Robustesse - Incendie
PNPE1412	Ajout de prises électriques 220V dans l'îlot de survie, secourues par le DUS	Dispositions Noyau Dur
PNPP1688 tome B	Contrôle-Commande Noyau Dur Nouveau phase B	Dispositions Noyau Dur
PNPP1722	Traçage et calorifugeage alimentation ASG par SER	Robustesse - Grands Froids
PNPP1824	Ajout d'une chaîne de mesure de niveau analogique de la piscine combustible BK	Piscine Combustible Dispositions Noyau Dur
PNPP1913	Robustesse au Séisme Noyau Dur des ponts du bâtiment combustible	Dispositions Noyau Dur

Dossier	Libellé	Thème
PNPP1925	Amélioration de l'isolation électrique entre Unité de Polarité et entrées TOR du KIT (traitement centralisé de l'information)	Dispositions Noyau Dur
PNPP1926 Volet C	Déclinaison de l'aggravant WENRA pour la détection hydrogène - Doublement détecteurs	Robustesse - Explosion Interne
PNPP1932	Implantation d'un piquage sur la double enveloppe RIS et EAS	Confinement
PNPP1949	Installation d'un écran de protection contre l'incendie entre les pompes PTR pour la séparation physique des deux voies PTR	Piscine Combustible
PNPP1975	Renforcement sismique de la machine de chargement	Dispositions Noyau Dur
PNRL1803	Mise en place d'un appoint Noyau Dur en eau à la piscine BR et son exutoire vapeur	Dispositions Noyau Dur
PNRL1896	Remplacement des joints d'un clapet du système et stockage et distribution d'azote (RAZ)	Accident avec fusion
PNRL1917	Modifications pour prise en compte des effets induits sur matériels mécaniques	Dispositions Noyau Dur
PNRL1925	Traitement de risques incendie par gestion des nouvelles charges calorifiques	Robustesse - Incendie
PNRL1957	Modification droite de blocage groupe R ou autre (lame eau PMOX)	Domaine de Dimensionnement
TCDI0020	Robustesse au SND de l'instrumentation	Dispositions Noyau Dur
TCDI190081	Protections passives incendie - traitement de traversées et de joints	Robustesse - Incendie
TCDI200138	Protection de deux lignes RRI (réfrigération intermédiaire) contre l'ouverture d'une porte suite à explosion potentielle et ajout d'un cadre anti-fouettement	Robustesse - Explosion Interne
TCDI9522	PEPSSI - Remplacement de portes coupe-feu	Robustesse - Incendie

Modifications à programmation spécifique

Dossier	Libellé	Thème	Programmation spécifique
PNPE1048	ECS 12 : Robustesse SMS du réseau JP*	Robustesse - Incendie	Au plus tard 40 ans après l'installation du matériel
PNPE1148	Maintien de la qualification des armoires et coffrets de distribution LLS	Maintien de la Qualification aux Conditions Accidentelles	Programmé en 2024
PNPE1167 tome B	Modification d'inter-verrouillage RRA/ASG	Revue des systèmes	4ème visite décennale.

Dossier	Libellé	Thème	Programmation spécifique
PNPE1216	Fiabilisation de la commande des soupapes SEBIM en cas d'incendie	EPS	Lors de la VD4
PNPE1277 tome D	Protection incendie de câbles - Admission TPS ASG	EPS	Au plus tard en Phase B
PNPE1277 tomes A, B, C	Protection incendie de câbles	EPS	Lors de la VD4
PNPE1279	Protection inondation interne des locaux voie B au plancher 4 du Bâtiment Electrique – siphon de sol	EPS Accident avec fusion	Lors de la VD4
PNPE1323	Renforcement de la cheminée du BAN au SMS, Grand Vent et Tornade EF2	Robustesse - Séisme Robustesse - Tornade	Au plus tard en Phase B
PNPE1330 tome A	Prévention du risque d'explosion dans les locaux batteries : ajout d'un recombineur autocatalyptique passif (RAP)	EPS	Programmé en 2024
PNPE1333	Renforcement au séisme Noyau Dur du Circuit Primaire Principal, du Circuit Secondaire Principal et supportage DRR	DRR Dispositions Noyau Dur	Programmé en 2026
PNPE1342	Remplacement des calorifuges fibreux par des calorifuges métalliques (RMI) en pied de Générateur de Vapeur	Revue des systèmes	Au plus tard en décembre 2025
PNPE1344	Redondance de l'isolement automatique de la ligne d'aspiration PTR	Piscine Combustible	Au plus tard en décembre 2027
PNPE1359	Augmentation de la pressions des accumulateurs RIS	Domaine de Dimensionnement	Au plus tard en Phase B
PNPE1362	Mise en œuvre de lignes fixes d'injection et d'aspiration au Bâtiment Réacteur et dispositif mobile de substitution à l'EAS-ND	Accident avec fusion	Phase "Compléments"
PNPE1377	Renforcement de la tenue du dispositif de compression – filtration de l'enceinte U5 au séisme de niveau SMS	Accident avec fusion	Au plus tard en décembre 2027
PNPE1386	Mise en place d'un niveau de mesure puisard dans le bâtiment réacteur	Accident avec fusion Dispositions Noyau Dur	Phase "Compléments"
PNPE1427	« Déploiement d'une Pompe d'Injection aux Joints des Groupes MotoPompes Primaires « Noyau Dur » (PJ-ND)	Dispositions Noyau Dur	Phase "Compléments"
PNPE1443	Renforcement d'une trémie dans le BK	Piscine Combustible	Au plus tard en décembre 2025

Dossier	Libellé	Thème	Programmation spécifique
PNPE1410 (ex TCDI18048)	Mise en place de paniers de tétraborate de soude dans les puisards du bâtiment réacteur	Accident avec fusion	Au plus tard en décembre 2027
PNPP1232	Mise en place de rampes d'aspersion dans les locaux des compresseurs TEG	Robustesse - Incendie	Au plus tard en Phase B
PNPP1683	Retransmission des informations de tranches au Centre de crise local	Dispositions Noyau Dur	Programmé en 2024
PNPP1714	Appoint Ultime en Eau	Etudes Additionnelles Robustesse - Explosion Interne Piscine Combustible Dispositions Noyau Dur	Programmé en 2023
PNPP1723	Mise en place de recirculation hivernale en situation de frasil	Robustesse - Source froide	Programmé en 2024
PNPP1770	Centre de crise local de Blayais	Dispositions Noyau Dur	Programmé en 2024
PNPP1797	Boremètre sur décharge RCV	Domaine de Dimensionnement	Programmation Spécifique
PNPP1907 tome N	Résorption de la problématique d'injection de bulles en piscine BK	Piscine Combustible Dispositions Noyau Dur	Au plus tard en Phase B
PNPP1926 Volet B	Déclinaison de l'aggravant WENRA pour la détection hydrogène - Locaux batterie	Robustesse - Explosion Interne	Lors de la VD4
PNRL1924	Mise à la terre des gaines DVN pour les ventilations locaux iode	Robustesse - Explosion Interne	Programmé en 2022
PNRL1946	Remplacement des calorifuges microporeux de type « Microtherm® »	Revue des systèmes	Au plus tard en décembre 2025
PNRL1947	Remplacement des calorifuges fibreux de type « Protect 1000S »	Revue des systèmes	Au plus tard en décembre 2025
PNRL1954	Mise en œuvre des cerclages de sécurité sur les calorifuges des tuyauteries reliant les accumulateurs de l'injection de sécurité au circuit principal, ainsi que sur la ligne d'expansion du pressuriseur	Revue des systèmes	Programmé en 2024
PNRL1976	Modification d'exploitation - changement de valeur de seuils de niveau puisard BK pour la collecte des fuites EAS014VB	Accident avec fusion	Programmé en 2023
TCDI0083	Protection des composants de la chaîne de mesure « gamme large » de la pression de l'enceinte de confinement situés dans les principaux locaux électriques de la voie de sûreté B	Accident avec fusion	Phase "Compléments"

Dossier	Libellé	Thème	Programmation spécifique
TCDI0170	Remplacement de robinets ou de joints de robinets sur bras morts EAS ND	Piscine Combustible	Au plus tard en Phase B
TCDI17037	Amélioration de la réfrigération long terme de certains locaux du bâtiment électrique, dont l'îlot de survie, en cas de perte de la source froide	Dispositions Noyau Dur	Phase "Compléments"
TCDI19067	Renforcement des voiles entre le local d'instrumentation interne du cœur (RIC) et la zone des puisards du fond de l'enceinte de confinement du bâtiment du réacteur	Accident avec fusion	Phase "Compléments"
TCDI19069	Maintien en position fermée de la ligne de retour au joint n°1 GMPP en situation Noyau Dur	Dispositions Noyau Dur	Phase "Compléments"
TCDI19070	Mise en place d'un palliatif à la perte du tableau LUU pour la manœuvre des vannes EAS ND (coffret prise)	Accident avec fusion	Phase "Compléments"
TCDI200139	Mise en place d'un palliatif à la perte du tableau LUU pour la manœuvre des vannes EAS ND (coffret prise)	Accident avec fusion	Phase "Compléments"

GLOSSAIRE

Acronymes	Désignation
Principaux systèmes élémentaires	
ANG	Alimentation normale des GV
APG	Système des purges des Générateurs de Vapeur
ARE	Régulation du débit d'eau alimentaire
ASG	Système d'alimentation de secours des Générateurs de Vapeur
ASG-ND	Refroidissement secondaire Noyau Dur
CFI	Filtration de l'eau de circulation
CRF	Eau de circulation
CSI	Isolement circuit d'eau de circulation
CTE	Traitement de l'eau de circulation
DCA	Système anti-explosion des systèmes de ventilations
DCC	Conditionnement de la salle de commande et des locaux annexes
DEB	Système de distribution eau glacée et eau chaude pour bâtiments administratifs et annexes
DEG	Système de production et de distribution d'eau glacée pour l'îlot nucléaire
DEL	Système de production et de distribution d'eau glacée pour le bâtiment électrique
DMK	Système de manutention dans le BK
DMR	Système de manutention dans le BR
DSL	Eclairage de sécurité
DTV	Transmission – Téléphone – Recherche des personnes
DUV	Système de ventilation des locaux du DUS
DVC	Système de ventilation et conditionnement d'air des locaux – Salle de commande et divers
DVD	Système de ventilation et conditionnement d'air des locaux – Locaux diesel
DVE	Système de ventilation et conditionnement d'air des locaux – Entrepont de câblage
DVF	Système de contrôle des fumées des locaux électriques
DVG	Système de ventilation des mécanismes de commande de grappes et pompes ASG
DVH	Système de ventilation de secours d'air des locaux – Locaux de pompes de charge
DVI	Ventilation des locaux RRI
DVK	Système de ventilation et conditionnement d'air des locaux – Bâtiment combustible
DVL	Système de ventilation et de conditionnement d'air des locaux – Bâtiment électrique
DVN	Système de ventilation et conditionnement d'air des locaux – Bâtiment des auxiliaires nucléaires
DVP	Système de ventilation et chauffage de la station de pompage
DVS	Système de ventilation des locaux des moteurs des pompes EAS et RIS-ISBP – Bâtiment des auxiliaires de sauvegarde
DVT	Système de conditionnement du traitement d'eau
DVW	Ventilation des locaux périphériques
EAS	Système d'aspersion d'eau dans l'enceinte de confinement
EAS-ND	Système d'évacuation de la puissance résiduelle de l'enceinte

Acronymes	Désignation
EAU	Instrumentation de l'enceinte (auscultation et mesures sismiques)
EBA	Système de ventilation de balayage en circuit ouvert tranche à l'arrêt, du bâtiment réacteur
ECF	Contrôle de l'étanchéité des traversées et sas de l'enceinte
EPP	Etanchéité des pénétrations de l'enceinte – Contrôle des fuites
ETS	Alimentation en eau déminéralisée
ETY	Système de décompression de l'enceinte – Contrôle taux d'hydrogène en cas d'accident
EVC	Système de ventilation du puits de cuve
EVF	Système de ventilation et filtration interne du bâtiment réacteur
GCTa	Système de contournement de la turbine principale avec décharge à l'atmosphère
GSE (CP1) / GRE (CP2)	Sécurités turbine (CP1) / Réglage et contrôle de la turbine (CP2)
JDT	Détection incendie
JPC	Production d'eau d'incendie classée au séisme
JPD	Distribution d'eau incendie hors îlot nucléaire
JPF	Protection contre l'incendie externe (spécifique Gravelines)
JPI	Protection incendie de l'îlot nucléaire
JPL	Protection incendie des locaux électriques
JPP	Production d'eau incendie
KCO	Eléments multifonctionnels liés à l'utilisation du relayage centralisé
KER	Recueil, contrôle et rejet des effluents liquides de l'îlot nucléaire
KHY	Détection d'hydrogène dans le bâtiment des auxiliaires nucléaires
KIS	Instrumentation sismique
KPR	Panneau de repli
KPS	Panneau de sûreté
KRG	Régulation générale
KRT	Mesures de radioprotection
KSC	Instrumentation salle de Commande
KUS	Contrôle commande du système LHU
LAA	Production 230 V continu pour l'alimentation des onduleurs de production 220 Vac sans coupure LNE
LBi	Production et distribution 125 V continu
LCi	Production et distribution 48 V continu
LDA	Production et distribution 30 V continu de régulation
LGi	Distribution 6,6 kV non secouru
LHA/B	Distribution 6.6 KV alternatif secouru
LHC	Distribution 6,6 kV secourue
LDi	Distribution 30 V continu
LHP/Q	Production 6.6 KV alternatif secouru (groupes électrogènes)
LHT	Diesel de secours
LHU	Production 6,6 kV secouru (Source autonome – DUS)
LKi	Distribution 380 V non secouru

Acronymes	Désignation
LLi	Distribution 380 V secouru
LNi	Production et distribution 220 V alternatif
LUU	Production et distribution 380 V de secours
PMC	Système de manutention du combustible
PTR	Système de traitement et de refroidissement d'eau des piscines
RAZ	Système de stockage et distribution d'azote (besoins nucléaires)
RCP	Circuit primaire
RCV	Système de contrôle chimique et volumétrique
REA	Système d'appoint en eau et en bore
TEG	Système de Traitement des Effluents Gazeux
TEP	Système de Traitement des Effluents Primaires
TEU	Système de Traitement des Effluents Usés
Principaux bâtiments	
BAC	Bâtiment des Auxiliaires de Conditionnement
BAN	Bâtiment des Auxiliaires Nucléaires
BAS	Bâtiment des Auxiliaires de Sauvegarde
BK	Bâtiment combustible
BL	Bâtiment des locaux électriques
BR	Bâtiment Réacteur
BTE	Bâtiment de Traitement des Effluents
BW	Bâtiment des locaux périphériques du BR
Termes divers	
AAC	Arrêt à Chaud
AAR	Arrêt Automatique du Réacteur
ACEM	Assemblages de Combustible En cours de Manutention
AIEA	Agence Internationale de l'Energie Atomique
AIF	Analyse Impact Foudre
AIP	Activité Importante pour la Protection des intérêts
AMC	Arrivée Massive de Colmatants
AN	Arrêt Normal
AN/GV	Arrêt Normal sur Générateur de Vapeur
AN/RRA	Arrêt Normal sur RRA
AP	Affaire Parc
API	Arrêt Pour Intervention
APR	Arrêt pour Rechargement
APRP	Accident de Perte de Réfrigérant Primaire
APRP 2A	Accident de Perte de Réfrigérant Primaire guillotine doublement débattue
APRP BI	Accident de Perte de Réfrigérant Primaire Brèche Intermédiaire
ASN	Autorité de Sûreté Nucléaire
ATEX	Atmosphère Explosive
ATWS	Anticipated Transients Without Scram (incidents sans arrêt automatique réacteur)

Acronymes	Désignation
BLEVE	Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion
BONNA (tuyauterie)	Conduite en béton âme tôle
BPVA	Basse Pression Vapeur Avancée
BT	Basse Tension
Cb	Concentration en Bore
CBAT	Conduite en Béton Ame Tôle
CC ND	Contrôle-Commande Noyau Dur
CCL	Centre de Crise Local
CDG	Mauvais positionnement, Chute De Grappes ou d'un groupe de grappes
CDU	Critère de Défaillance Unique
CEM	Compatibilité ElectroMagnétique
CFC	Condition de Fonctionnement Complémentaires
CGB	Crue sur Grand Bassin versant
CLA	Clapot
CNI	Chaîne Niveau Intermédiaire
CNP	Chaîne Niveau Puissance
CNPE	Centre Nucléaire de Production d'Electricité
CNS	Chaîne Neutronique Source
CPB	Crue sur Petit Bassin versant
CPP	Circuit Primaire Principal
CPY	Ensemble de réacteurs de 900 MWe de conception similaire (regroupe les Paliers CP1 et CP2)
CSA	Centre de Stockage de l'Aube
CSC	Corrosion Sous Contrainte
CSP	Circuit Secondaire Principal
DA	Dossier d'Amendement
DAC	Dossiers d'Analyse du Comportement
DAO	Dispositif d'Auscultation Optimal
DAPE	Dossier d'Aptitude à la Poursuite d'Exploitation
DC	Domaine ou Disposition Complémentaire
DCC-LH	Défaillance de Cause Commune des tableaux LH
DCH	Direct Containment Heating
DDOCE	Dégradation ou Dysfonctionnement d'Ouvrages, de Circuits ou d'Equipements
DIL	Dilution incontrôlée d'acide borique
DMCP	Dépressurisation Momentanée du Circuit Primaire
DMRI	Démarche de Maitrise du Risque Incendie
DOR	Dossier d'orientations du réexamen périodique
DP	Demande Particulière
DPN	Direction de la Production Nucléaire
DRR	Dossier de Référence Réglementaires
DSD	Demi-Séisme de Dimensionnement
DSdF	Durée Significative de Feu

Acronymes	Désignation
DUS	Diesel d'Ultime Secours
EC	Ecart de Conformité
EN	Equipements Nécessaires
ECOT	Examen de COnformité des Tranches
ECP	Procédure de conduite du circuit primaire
ECPE	Eléments Contribuant à la Performance Environnementale
ECR	Equivalent Cladding Reacted
ECS	Evaluations Complémentaires de Sûreté
ED	Essais Décennaux
EDA	Équipements de Disposition Agression
EDF	Electricité de France
EDG	Ejection D'une Grappe
Effets Dominos	Action d'un phénomène dangereux affectant une ou plusieurs installations d'un établissement qui pourrait déclencher un autre phénomène sur une installation ou un établissement voisin, conduisant à une aggravation générale des effets du premier phénomène
Effet falaise	Altération brutale du comportement d'une installation, que suffit à provoquer une légère modification du scénario envisagé pour un accident dont les conséquences sont alors fortement aggravées.
EIP	Elément Important pour la Protection des intérêts
EIPI	Elément Important pour la Protection des intérêts vis-à-vis des Inconvénients
EIPR	Elément Important pour la Protection des intérêts vis-à-vis des Risques conventionnels
EIPS	Elément Important pour la Protection des intérêts vis-à-vis des risques Sûreté (incidents et accidents radiologiques)
EJP	Etude Justificative Particulière
END	Essai Non Destructif
EP	Essai Périodique
EPI	Equipements de Protection Individuels
EPR	European Pressurised Reactor - appartient à la troisième génération de réacteur nucléaire du type Réacteur à Eau Pressurisée
EPRESSI	Méthode d'Evaluation des Performances Réelles des Eléments de Sectorisation Sous Incendie
EPRI	Electric Power Research Institute
EPS	Etudes Probabilistes de Sûreté
ER	Essai de Requalification
ESP	Enceinte à Simple Paroi
ESPN	Equipement Sous Pression Nucléaire
ESS	Evénement Significatif pour la Sûreté
FAIOp	Fiche d'Action Incendie Opérateur
FARN	Force d'Action Rapide Nucléaire
FAV	Fiche d'Analyse du Vieillissement
FE	Fiche d'Ecart
FMGC	Fiches de Maintenance Génie-Civil
FPPI	Fonctionnement Prolongé à Puissance Intermédiaire

Acronymes	Désignation
GC	Génie Civil
GES	Groupe électrogène de Secours
GHE	Huile d'étanchéité de l'alternateur
GMPP	Groupe Motopompe Primaire
GNU	Parc à Gaz
GP	Groupe Permanents d'experts
GPO	Groupe permanent d'orientations
GPR	Groupe Permanent d'experts pour les Réacteurs
GRV	Remplissage et vidange H2 de l'alternateur
GUS - GeUS	Groupe électrogène d'Ultime Secours
GV	Générateur de Vapeur
GVR	Générateur de Vapeur de Remplacement
H1	Perte totale de la source froide
H2	Perte totale de l'alimentation des Générateurs de Vapeur
H3	Perte totale des alimentations électriques
H4	Mise en oeuvre d'un secours mutuel des moyens de pompage de l'injection de sécurité et de l'aspersion en situation accidentelle
HDU	Bâtiment abritant le Diesel d'Ultime Secours
HT	Haute Tension
HTB	Haute Tension B
ICB	Interaction Corium Béton
ICPE	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
IEM	Interférences ElectroMagnétiques
IOTA	Installations, Ouvrages, Travaux et Aménagements
IGALL	International Generic Ageing Lessons Learned
INB	Installation Nucléaire de Base
INSAG	International Nuclear Safety Advisory Group
IPG	Interaction Pastille-Gaine
IPS	Important Pour la Sûreté, classé de sûreté
IPS-NC	Important Pour la Sûreté, Non Classé de sûreté
IRSN	Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire
IS	Injection de Sécurité
ISBP	Injection de Sécurité à Basse Pression
ISHP	Injection de Sécurité Haute Pression
LIE	Limite Inférieure d'Explosivité
LLS	Turboalternateur de secours
MC	Maintenance Conditionnelle
MCG	Mécanismes de Commande de Grappes
MDTE	Manque De Tension Externe
MEL	Masse et Energie Libérés
MFEAN 0%PN	Mauvais Fonctionnement de l'Eau Alimentaire Normale 0%PN
MFEAN 100%PN	Mauvais Fonctionnement de l'Eau Alimentaire Normale 100%PN

Acronymes	Désignation
MLC	Moyens Locaux de Crise
MQCA	Matériel Qualifié au Conditions Accidentelles
MRI	Maîtrise du Risque Incendie
MS	Maintenance Systématique
MTD	Meilleure Technique Disponible
N4	Ensemble de réacteurs de 1450 MWe de conception similaire
ND	Noyau Dur
NRO	Note de Réponses aux Objectifs
NSO	Non Suffisamment Ouvert
NSQP	Note de Stratégie de Qualification Progressive
OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Economiques
OISP	Ouverture Intempestive d'une Soupape de sûreté du Pressuriseur
OISS	Ouverture Intempestive d'une Soupape Secondaire à 0%Pn
OVCC	Observatoire du Vieillissement du Contrôle Commande
PA	Produits d'Activation
PA CSTA	Plan d'Action Constat
PAI	Plan d'Action Incendie
PMOX	PARITE MOX - Gestion combustible
PAV	Plan d'Actions Ventilation
PBES	Plus Basses Eaux de Sécurité
PBMP	Programme de Base de Maintenance Préventive
PCC	Plant Condition Category
PEAN	Perte de l'Eau Alimentaire Normale
PEE	Procédures d'Exécution d'Essais
PEPSSI	Principe d'Evaluation Pour la Suffisance des éléments de Sectorisation Incendie
PF	Produits de Fission
PFG	Possibilité de Feu Généralisé
PFI	Pluie de Forte Intensité
PFL	Possibilité de Feu Localisé
PGGV	Projectiles Générés par Grand Vent
PGVE	Projectiles Générés par les Vents Extrêmes
PIC	Programme d'Investigations Complémentaires
PLMV	Programme Local de Maîtrise du Vieillissement
PLU	Pluies locales
Pn	Puissance nominale du cœur
PNPP	Programmation Nationale Par Palier
PPDP	Perte Partielle de Débit Primaire
PPR	Programme de Principe de Requalification
PSPR	Poste de Supervision de la Prévention des Risques
PT ASN	Prescription Technique ASN
PTAE	Perte Totale des Alimentations Electriques Externes et des diesels principaux

Acronymes	Désignation
PTC	Perte Totale de Charge et/ou déclenchement de la turbine
PUI	Plan d'Urgence Interne
PV	Protection Volumétrique
PZR	Pressuriseur
R&D	Recherche et Développement
R1GP	Retrait d'une Grappe de régulation en Puissance
RAG	Réaction Alcali-Granulat
RAM	Alimentation électrique des mécanismes de commande des grappes
RAP	Recombineurs Autocatalytiques Passifs
RBPP	Rotor Bloqué d'une moto-Pompe Primaire
RCD	Réacteur Complètement Déchargé
RCR	Rapport de Conclusions du Réexamen périodique
RDI	Risques d'effets Dominos Internes
RDP	Réservoir de Décharge du Pressuriseur
RECS	Rapports d'Evaluation Complémentaire de Sûreté
REU	Risque d'Eclatement Unitaire
REX	Retour d'EXpérience
RFC	Risque de Fusion du Cœur
RFDP	Réduction Forcée du Débit Primaire
RFS	Règle Fondamentale de Sûreté
RGE	Règles Générales d'Exploitation
RGV	Remplacement de Générateur de Vapeur
RIE	(Risques explosions dus à un Incendie généralisé d'origine Externe)
RIGZ	Retrait Incontrôlé des Groupes de régulation au démarrage
RNP	Remontée de Nappe Phréatique
ROR	Rupture d'un Ouvrage de Retenue
RP	Réexamen périodique
RP	Réacteur en Puissance
RPC	Règles Particulières de Conduite
RSI	Réaction Sulfatique Interne
RTE	Rupture d'une Tuyauterie d'Eau alimentaire principale
RTGV	Rupture de Tube de Générateur de Vapeur
RTGV3	Rupture d'un Tube de Générateur de Vapeur de catégorie 3
RTGV4	Rupture d'un Tube de Générateur de Vapeur de catégorie 4
RTHE	Rupture d'une Tuyauterie Haute Energie
RTV	Rupture de Tuyauterie Vapeur
RTV3	Rupture importante d'une Tuyauterie Vapeur
SAPA	Station d'Accueil des Petites Applications
SDC	Salle de Commande
SDD	Séisme De Dimensionnement
SEI	Seuil des Effets Irréversibles

Acronymes	Désignation
SEL	Seismic Equipment List
SELS	Seuil des effets Létaux Significatifs
SF-ND	Source Froide Noyau Dur
SIP C	Partie contrôle du Système d'Instrumentation Process
SMHV	Séisme Majoré Historiquement Vraisemblable
SMS	Séisme Majoré de Sécurité
SND	Séisme Noyau Dur
SO	Suffisamment Ouvert
SOH	Facteurs Sociaux, Organisationnels et Humains
SPEL	Seuils des Premiers Effets Létaux
SRI	Situation de référence pour le Risque d'Inondation
SSC	Structures, Systèmes et Composants
TA	Transformateur Auxiliaire
TAC	Turbine à Combustion
TAM	Tampon d'Accès Matériel
TAS	Turboalternateur de secours
Td	Température de disponibilité du matériel
TEPCO	Compagnie d'Electricité de Tokyo
TFA	Très Faiblement Actif
THE	Tuyauteries à Haute Energie
TLD	Température Longue Durée
Tnd	Température de non-détérioration
TOR	Tout Ou Rien
TA	Transformateur Auxiliaire
TP	Transformateur Principal
TRICE	Toxique Radioactif Inflammable Corrosif Explosif
TS	Transformateur de Soutirage
TSD	Terme Source Débris
TTS	Tranche Tête de Série
U3	Procédure Ultime n°3 - Mise en place des moyens mobiles de secours des systèmes EAS et ISBP
U5	Procédure Ultime n°5 - Dépressurisation et filtration des rejets, utilisée en cas de montée lente en pression de l'enceinte après un accident avec fusion du cœur
VD2	Deuxième Visite Décennale
VD3	Troisième Visite Décennale
VD4	Quatrième Visite Décennale
VP	Visite Partielle
WANO	World Association of Nuclear Operators
WENRA	Western European Nuclear Regulators Association
ZII	Zones d'Inondation Interne

DOCUMENT

3

DESCRIPTION DES DISPOSITIONS PROPOSÉES PAR L'EXPLOITANT À LA SUITE DU RÉEXAMEN PÉRIODIQUE DU RÉACTEUR N°1

Enquête publique concernant le rapport du du 4e réexamen périodique

CENTRALE NUCLÉAIRE DU BLAYAIS - RÉACTEUR N°1

SOMMAIRE

Pages

1. Introduction 3

2. Amélioration de la sûreté nucléaire lors du 4e réexamen périodique du palier 900 MWe 4

3. Dispositions proposées par l'exploitant à la suite du 4e réexamen périodique 8

3.1. Dispositions relatives au volet « risques » 10

3.1.1. Dispositions relatives à la conformité de l'installation 10

3.1.2. Dispositions relatives à la réévaluation du niveau de sûreté 12

3.2. Dispositions relatives au volet « inconvénients » 65

3.3. Dispositions relatives au maintien dans le temps des installations 67

Annexe 1 : Liste des dispositions proposées par l'exploitant 69

Annexe 2 : Vues d'ensemble 73

1. INTRODUCTION

Centrale nucléaire du Blayais, Gironde
Copyright EDF – Bruno Amsellem

Ce document décrit les dispositions proposées par EDF à la suite du 4e réexamen périodique du réacteur n°1 de la centrale électronucléaire du Blayais. Il constitue la pièce n° 3 du dossier de l'enquête publique sur le rapport de ce réexamen et répond ainsi à l'article R. 593-62-4 du code de l'environnement :

« *Le dossier mis à l'enquête publique mentionnée au second alinéa de l'article L. 593-19 comprend : […]*

3° La description des dispositions proposées par l'exploitant pour remédier aux anomalies constatées ou pour améliorer la protection des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1, à la suite du réexamen périodique et figurant dans le rapport mentionné au premier alinéa de l'article L. 593-19 ; »

Ce document a été rédigé spécifiquement dans le cadre du dossier d'Enquête publique. Il ne répond pas directement au sujet mis à enquête publique, qui est le rapport de réexamen (pièce 2), mais apporte un complément pédagogique à ce rapport. Il présente les dispositions proposées par EDF, c'est-à-dire les dispositions qui sont envisagées dans le cadre du programme industriel à la suite de l'émission du rapport de réexamen de Blayais 1. L'exhaustivité des dispositions proposées est portée par la pièce 2.

Ce document tient compte des demandes formulées par l'Autorité de sûreté nucléaire dans la lettre CODEP-DCN-2022-028468 relative à l'amélioration des dossiers soumis à enquête publique dans le cadre des 4e Réexamens Périodiques des réacteurs de 900 MWe.

2. AMÉLIORATION DE LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE LORS DU 4e RÉEXAMEN PÉRIODIQUE DU PALIER 900 MWE

Centrale nucléaire du Blayais, Gironde
Copyright EDF – Bruno Amsellem

La pièce n° 1 « Note de présentation » du dossier de l'enquête publique expose la démarche adoptée par EDF pour le 4e Réexamen Périodique des réacteurs électronucléaires du palier 900 MWe (RP4 900), selon 3 volets principaux :

1. Le volet « risques » :
   - Vérifier la conformité de l'installation au regard des exigences et règles qui lui sont applicables ;
   - Augmenter le niveau de sûreté nucléaire via l'orientation générale du RP4 900 de tendre vers les objectifs de sûreté fixés pour les réacteurs de 3e génération, dont le réacteur de référence EDF est l'EPR de Flamanville 3. Cette orientation a été déclinée en 4 objectifs techniques :

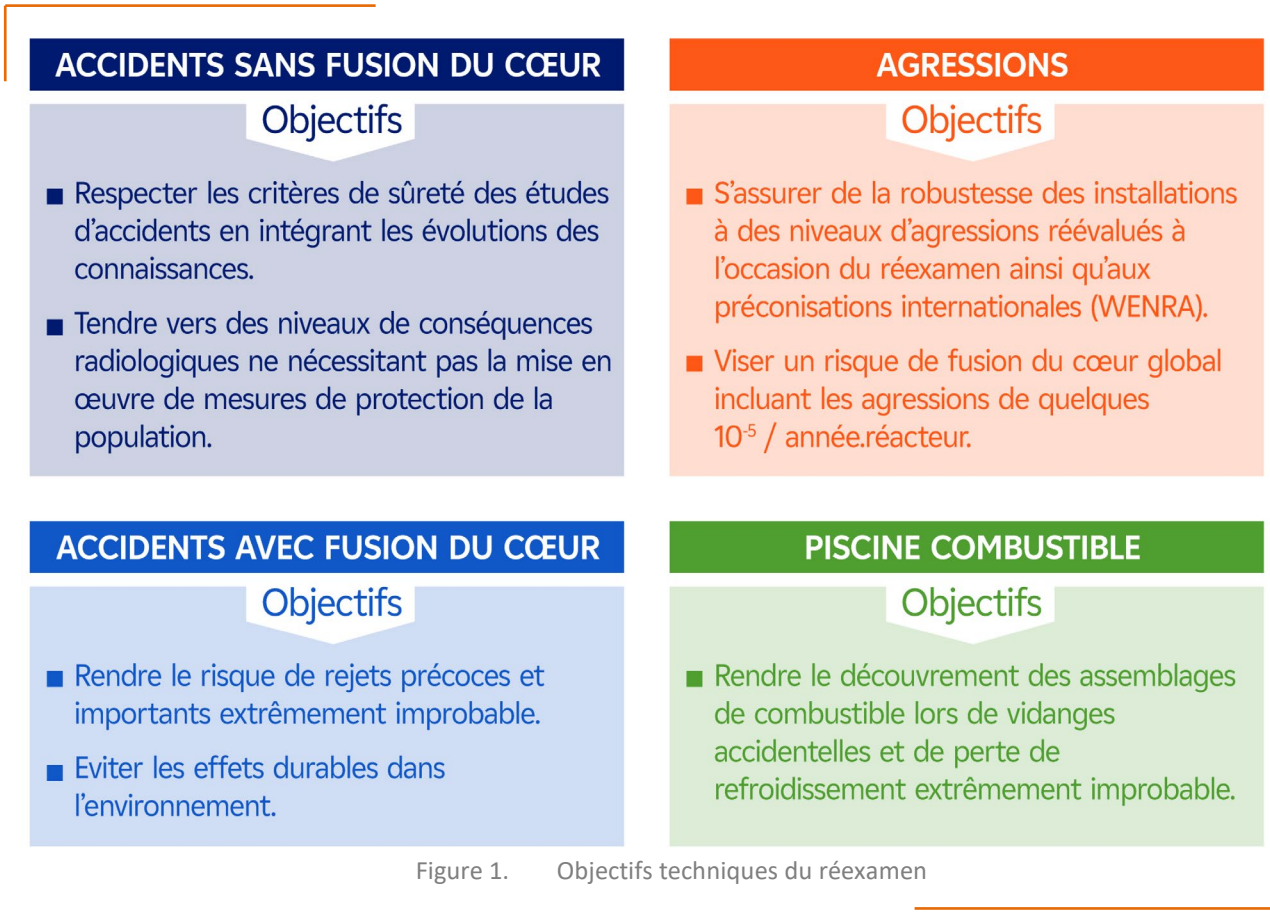


Figure 1. Objectifs techniques du réexamen

Les dispositions dites « Noyau Dur » déployées par EDF en réponse aux prescriptions prises par l'ASN à la suite de l'accident survenu sur la centrale de Fukushima-Daiichi le 11 mars 2011 contribuent à la réponse aux objectifs du RP4 900 (voir §3.1.2.5.1).

2. Le volet « inconvénients », avec une vérification de la conformité et une actualisation de l'appréciation des inconvénients que présente l'installation en fonctionnement normal sur la santé et l'environnement.
3. Le volet « maintien dans le temps des installations » avec la maîtrise du vieillissement des équipements, le traitement de l'obsolescence, et le maintien dans la durée de la qualification des matériels, pour une poursuite du fonctionnement après 40 ans.

Les dispositions du 4e réexamen périodique visent à répondre aux objectifs définis dans le cadre de ce réexamen pour les 3 volets principaux précités. Une disposition est constituée des études et modifications concourant à la réponse à un objectif. Elle recouvre un ensemble cohérent de modifications élémentaires matérielles, d'exploitation ou organisationnelles, mises en œuvre sur le réacteur dans le cadre de son réexamen.

Conformément à la lettre ASN CODEP-DCN-2021-009580 du 23 février 2021 relative à la « *Position de l'ASN sur la phase générique du quatrième réexamen périodique* », EDF déploiera sur le réacteur n°1 du CNPE du Blayais l'ensemble des dispositions associées au RP4 900 au plus tard cinq ans après l'émission du Rapport du Réexamen.

En réponse à ce courrier, le programme industriel d'EDF se décline en plusieurs phases de travaux sur ses installations, compte tenu de leur ampleur et des impacts induits pour les hommes et les organisations sur les sites nucléaires :

- Les modifications déployées avant (réacteur en fonctionnement) ou durant l'arrêt pour la 4e Visite Décennale de Blayais 1 (« phase A »). Au moment de l'enquête publique, ces modifications sont déjà déployées sur Blayais 1.
- Les modifications déployées après l'arrêt pour la 4e Visite Décennale de Blayais 1. Elles sont prévues d'être déployées :
  - soit dans le cadre de la « phase B », au plus tard en décembre 2027 pour Blayais 1,
  - soit dans le cadre de la phase « Compléments phase B », au plus tard en décembre 2027 pour Blayais 1,
  - soit dans le cadre d'un lotissement spécifique, dans le respect de l'échéance de décembre 2027 pour Blayais 1 (ce qui correspond à l'échéance au plus tard 5 ans après l'émission du rapport du réexamen).

Le rapport du réexamen de Blayais 1 (objet de l'enquête publique et pièce 2 du dossier) présente, pour chaque thème, les objectifs du réexamen et identifie les dispositions permettant d'atteindre ces objectifs. Il couvre à la fois les dispositions du réexamen déployées avant ou durant l'arrêt pour Visite Décennale de Blayais 1 et les dispositions proposées par EDF à la suite du réexamen de Blayais 1 (dispositions dont la description est fournie dans le présent document).

Les dispositions proposées par EDF à la suite du 4e réexamen périodique de Blayais 1 sont prévues d'être réalisées suivant un programme industriel d'ici 2028.

La frise qui suit résume les principales étapes de la phase spécifique du 4e réexamen périodique de Blayais 1. La frise complète décrivant également la phase générique[1] du 4e réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe est présentée dans la pièce 1 du dossier d'enquête publique.

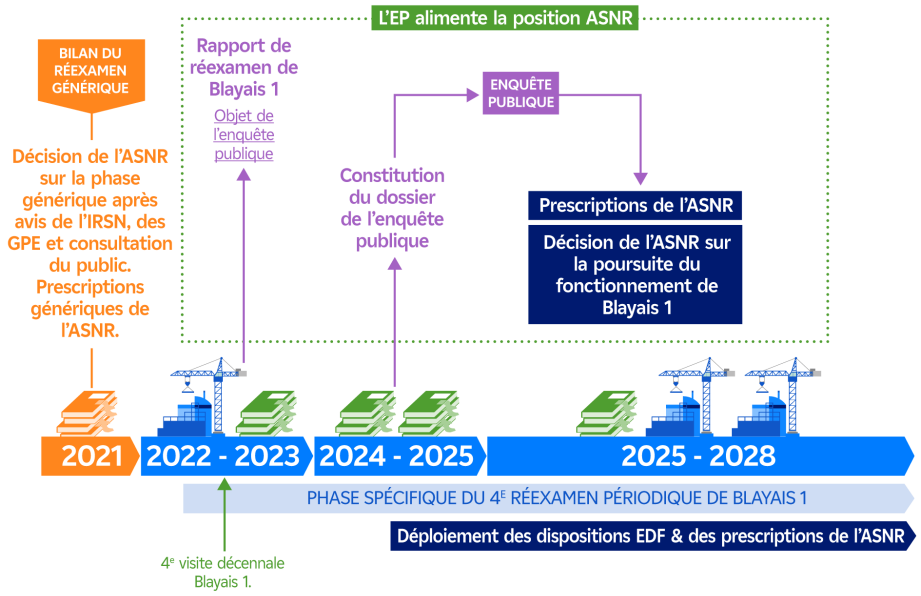


Figure 2. Les principales étapes du 4e réexamen périodique de Blayais 1

[1] Depuis la mise en place des réexamens périodiques au lancement du parc nucléaire français, EDF tire parti de la standardisation par palier de puissance de ses réacteurs (paliers 900 MWe, 1300 MWe, 1400 MWe) pour réaliser ces examens en deux phases complémentaires. La première, la phase générique, porte sur les sujets communs aux réacteurs d'un palier. La deuxième, la phase spécifique, prend en compte les spécificités de chaque réacteur et le déploiement des dispositions sur chaque réacteur. Les dispositions de la phase générique du 4e réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe ont fait l'objet d'une concertation auprès du public de septembre 2018 à mars 2019, les enseignements tirés par EDF sont présentés dans la pièce 4 du dossier d'enquête publique.

3. DISPOSITIONS PROPOSÉES PAR L'EXPLOITANT A LA SUITE DU 4e RÉEXAMEN PÉRIODIQUE

Centrale nucléaire du Blayais, Gironde
Copyright EDF

Les dispositions proposées par l'exploitant à la suite du 4e réexamen périodique du réacteur n°1 du CNPE du Blayais complètent les dispositions déjà mises en œuvre.

Elles sont regroupées par thème suivant les 3 volets principaux du réexamen.

Pour chaque disposition proposée, les informations sont présentées de la manière suivante :

Intitulé	Contient l'intitulé de la disposition proposée
Thème	Indique le thème principal concerné, les objectifs techniques (pour le thème « sûreté »)
Typologie	Présente la typologie de la disposition : • compléments d'études, pour approfondir certaines situations. Ces études complémentaires pourront conduire à des dispositions matérielles et/ou des dispositions d'exploitation, • dispositions « matérielles » visant à modifier les installations, • dispositions « d'exploitation », consistant en des évolutions des Règles Générales d'Exploitation (« RGE ») : spécifications en fonctionnement normal, conduite de l'installation en cas d'accident, • certaines études sont en cours, notamment lorsqu'elles répondent aux prescriptions émises par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du RP4 900 (décision n° 2021-DC-0706 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 23 février 2021[2]). Des éléments de visibilité à date sont fournis. La disposition est dite « à l'étude ».
Applicabilité	Indique l'applicabilité de la disposition : • Générique Palier : la disposition concerne tous les réacteurs du Palier 900 CPY dans le cadre de leur 4e réexamen périodique, • Spécifique au réacteur : la disposition concerne le réacteur objet de l'enquête publique mais elle n'est pas applicable à l'ensemble des réacteurs du palier 900 CPY. Elle peut concerner plusieurs réacteurs (tous les réacteurs d'une centrale par exemple).

Objectif : présente l'objectif de la disposition proposée.

Eclairage technique : apporte l'éclairage technique de la disposition proposée.

Chaque disposition proposée participe à l'amélioration de la protection des intérêts figurant à l'article L. 593-1 du code de l'environnement, sans entrainer d'incidences négatives notables et permanentes sur l'environnement.

[2] Sauf mention contraire, toutes les prescriptions citées dans la suite de ce document sont issues de cette décision.

3.1. Dispositions relatives au volet « risques »

Conformément aux exigences réglementaires, le volet « risques » du réexamen périodique comprend, d'une part, un examen de conformité de l'installation au regard des règles et des exigences qui lui sont applicables et, d'autre part, la réévaluation du niveau de sûreté.

3.1.1. Dispositions relatives à la conformité de l'installation

Préalablement à la mise en œuvre d'objectifs d'amélioration de sûreté, EDF s'assure de la conformité des installations au regard des règles qui leurs sont applicables.

En complément du traitement des écarts de conformité identifiés au cours du fonctionnement, EDF met en œuvre, à l'occasion des réexamens périodiques, d'importants moyens de vérification de la conformité des installations suivants plusieurs démarches complémentaires :

- la gestion de la conformité,
- l'Examen de Conformité des Tranches (ECOT),
- le Programme d'Investigations Complémentaires (PIC),
- un programme de revues de conception des systèmes,
- les essais particuliers.

La disposition suivante est proposée sur le thème « Sûreté/Conformité ».

Intitulé	Traitement de l'événement anormal de fabrication des crayons MOX
Thème	Sûreté / Conformité
Typologie	Disposition à l'étude
Applicabilité	Spécifique au réacteur

Objectif : améliorer la qualité des pastilles des crayons de combustible MOX.

Eclairage technique : afin de traiter l'anomalie de fabrication des crayons de combustible MOX (présence d'amas riches en plutonium de dimensions supérieures aux critères), le fournisseur d'EDF étudie une évolution du procédé de fabrication de ces crayons afin d'éliminer les phénomènes de création de ces amas et ainsi garantir le respect des critères du dossier technique de fabrication de ces crayons. Dans l'attente de cette évolution potentielle, ce phénomène est pris en compte par l'application de pénalités sur les résultats des études.

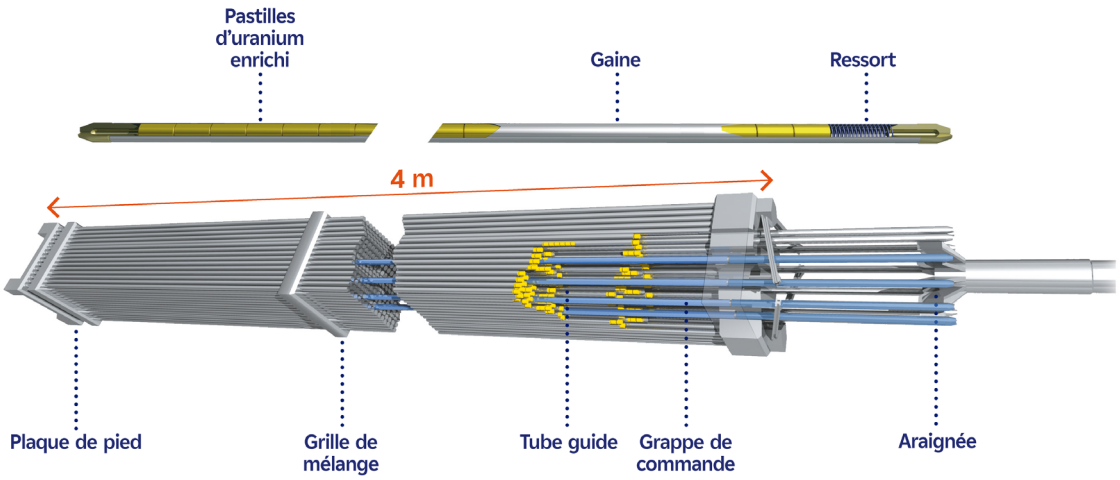


Figure 3. Schéma d'un crayon combustible et d'un assemblage de combustible

3.1.2. Dispositions relatives à la réévaluation du niveau de sûreté

3.1.2.1. Dispositions relatives aux accidents sans fusion du cœur

A l'occasion du RP4 900, les études d'accidents du rapport de sûreté ont été réexaminées en prenant en compte l'état des connaissances et des pratiques actualisées.
Afin de vérifier le respect des critères de sûreté et tendre vers des niveaux de conséquences radiologiques ne nécessitant pas la mise en œuvre de mesures de protection de la population, deux types d'études sont menées :

- des études de scénarios accidentels postulés de manière déterministe ; en particulier, un exercice de transposition des situations accidentelles et délais d'intervention des opérateurs chargés de la conduite des réacteurs, pris en compte sur l'EPR FLA 3, a permis de vérifier le bon comportement des moyens de protection disponibles sur les réacteurs 900 MWe ;
- des études probabilistes de sûreté relatives au risque de fusion du cœur ont montré une amélioration vis-à-vis du 3e réexamen périodique avec une diminution significative du risque de fusion du cœur.

Les dispositions suivantes sont proposées sur le thème « Accidents sans fusion du cœur ».

Intitulé	Augmentation de la pression des accumulateurs en eau borée du système d'injection de sécurité
Thème	Sûreté / Accidents sans fusion
Typologie	Disposition matérielle
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : limiter les conséquences radiologiques des accidents étudiés dans le Rapport de Sûreté.

Eclairage technique : dans le rapport de sûreté, EDF étudie l'accident de perte de réfrigérant primaire causé par une brèche hypothétique sur le circuit. L'accident se caractérise par la vidange du circuit primaire. La dépressurisation brutale du circuit primaire initialement causée par la brèche peut mener à un découvrement du cœur du réacteur et à une montée en température des crayons combustible (voir *Figure 3*) qui ne sont alors plus refroidis par l'eau.

L'objectif de cette disposition est d'augmenter la pression des accumulateurs en eau borée du système d'injection de sécurité. Cela permet d'injecter dans le circuit primaire l'eau contenue dans ces accumulateurs de façon plus précoce dans la séquence accidentelle, ce qui est favorable vis-à-vis du refroidissement des crayons.

La disposition proposée consiste à modifier le réglage des détendeurs d'alimentation en gaz, assurant la pressurisation des accumulateurs et de la soupape déverseuse, ainsi que les seuils d'alarme « haut » et « bas » de pression et l'étalonnage des capteurs de niveau d'eau des accumulateurs.

Intitulé	Crayons MOX à pression de remplissage abaissée à 16 bar
Thème	Sûreté / Accidents sans fusion
Typologie	Disposition matérielle
Applicabilité	Spécifique au réacteur

Objectif : limiter les conséquences radiologiques des accidents étudiés dans le Rapport de Sûreté.

Eclairage technique : afin d'assurer une marge plus confortable sur le comportement du combustible lors de l'accident de perte de réfrigérant primaire (scénario de brèche de taille intermédiaire sur le circuit primaire principal), la disposition proposée consiste en un abaissement à 16 bar de la pression de remplissage des crayons de combustible MOX. Cet abaissement est réalisé en usine lors de la fabrication des crayons de combustible MOX.

Intitulé	Elargissement de la démonstration de sûreté nucléaire relative aux accidents
Thème	Sûreté / Accidents sans fusion
Typologie	Approfondissement d'études de la démonstration de sûreté intégrées dans le Rapport de Sûreté et disposition d'exploitation (conduite de l'installation en cas d'accident)
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : confirmer la robustesse de l'installation face à de nouveaux scénarios intégrés au rapport de sûreté ou, pour les scénarios existants, à de nouvelles hypothèses d'études prenant en compte des évolutions des connaissances (phénomènes physiques, méthodes de calculs).

Eclairage technique : ces dispositions élargissent la couverture de la démonstration de sûreté nucléaire pour les accidents sans fusion du cœur : prise en compte des suites d'instructions des Groupes Permanents d'Experts[3] relatifs aux critères de tenue du combustible et aux études d'accidents du 4e Réexamen Périodique des réacteurs de 900 MWe, amélioration des modélisations des phénomènes physiques (amélioration des connaissances), prise en compte de nouveaux scénarios accidentels issus de nouvelles hypothèses ou de l'EPR. Les évolutions sont notamment les suivantes :

- L'intégration de nouveaux transitoires accidentels au Rapport de Sûreté :
  - le transitoire de rupture de tuyauterie vapeur de catégorie 2 sans sollicitation de l'Injection de Sécurité (dit brèche interface de sollicitation de l'Injection de Sécurité),
  - le transitoire d'éjection de grappe sans arrêt automatique du réacteur par augmentation du flux neutronique,
  - les transitoires de rupture de tuyauterie vapeur du circuit secondaire, à 100% de puissance nominale, avec et sans manque de tension externe à la centrale,

[3] Pour préparer ses décisions les plus importantes relatives aux enjeux de sûreté nucléaire ou de radioprotection, l'ASNR s'appuie sur les avis et les recommandations de huit groupes permanents d'experts. L'ASNR consulte ces groupes permanents sur des sujets relevant de leurs domaines d'expertise respectifs.

- le transitoire de dilution homogène par rupture d'un tube du circuit d'échangeur des pompes primaires, dans tous les états de fonctionnement du réacteur.

- L'amélioration des modélisations des phénomènes physiques sur certaines études :
  - utilisation d'une méthode de calcul simulant de manière plus fine (modélisation à trois dimensions) les phénomènes physiques pour le transitoire de retrait du cœur d'une grappe de commande en puissance,
  - compléments de calculs permettant de couvrir l'ensemble du spectre de taille de brèche pour les ruptures de tuyauterie vapeur,
  - mise en œuvre d'un nouveau code de calcul pour l'estimation de l'évacuation de la puissance résiduelle du cœur sur le long terme pour le transitoire d'accident de perte de réfrigérant primaire par brèche intermédiaire,
  - mise en œuvre d'un nouveau code de calcul pour l'estimation de la puissance résiduelle à court terme pour le transitoire d'accident de perte de réfrigérant primaire par brèche intermédiaire.
- Prise en compte de l'impact de la déformation des assemblages combustibles vis-à-vis des phénomènes neutroniques et thermohydrauliques. Cette démonstration valorise la disposition matérielle « *Limitation des mouvements de grappes de régulation du groupe « R »* » (cf. paragraphe dédié à cette disposition dans la suite de ce document).
- L'extension des études de sûreté à un plus grand nombre de configurations d'assemblages combustibles au sein du cœur du réacteur exploité en gestion « *Parité Mox* » (cycles de gestion combustible pour l'accroissement de la protection de la cuve et cycles dits « *variables* »).
- L'extension de la démonstration de maîtrise de la criticité aux cas de chutes accidentelles d'assemblages combustibles dans le bâtiment réacteur, avec la prise en compte du nouveau référentiel criticité relatif aux activités dans le bâtiment combustible et en réacteur pour les états cuve ouverte.
- L'intégration des nouveaux critères d'études sur la tenue du combustible en situation accidentelle :
  - vérification de l'absence de dispersion de combustible en cas d'endommagement de sa gaine, pour les transitoires d'éjection de grappe et de rotor bloqué d'une motopompe primaire,
  - vérification de l'absence de fusion en périphérie de la pastille de combustible pour les transitoires de retrait incontrôlé au démarrage et d'éjection de grappes contrôlant la réactivité,
  - vérification de la fusion limitée du combustible au point le plus chaud du cœur, pour les transitoires accidentels de 3e catégorie[4] du rapport de sûreté.

[4] Les transitoires incidentels et accidentels étudiés dans le Rapport de Sûreté sont regroupés en catégories en fonction de leurs fréquences d'occurrence et de leurs conséquences.

Intitulé	Prise en compte dans le Rapport de Sûreté de l'abaissement de la limite d'activité du circuit primaire en Iode 131
Thème	Sûreté / Accidents sans fusion
Typologie	Mise à jour du Rapport de Sûreté
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : exploiter les réacteurs avec un niveau de propreté radiologique accru de l'eau du circuit primaire afin de diminuer les conséquences radiologiques d'un accident.

Eclairage technique : vis-à-vis des conséquences radiologiques des accidents du Rapport de Sûreté, EDF prend en compte, dans le Rapport de Sûreté, un abaissement supplémentaire de la limite d'activité du circuit primaire en équivalent Iode 131 lors des transitoires de puissance en fonctionnement normal. La baisse de l'activité du circuit primaire améliore proportionnellement les résultats en termes de dose thyroïde calculée pour un grand nombre d'accidents du Rapport de Sûreté. Cette limite d'activité primaire est ainsi quasiment divisée par 2 entre la VD3-900 et la VD4-900 (de 150 GBq/t à 80 GBq/t).

Intitulé	Limitation des mouvements de grappes de régulation du groupe « R »
Thème	Sûreté / Accidents sans fusion
Typologie	Disposition d'exploitation (spécifications techniques d'exploitation) + disposition matérielle
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : maîtriser la distribution de puissance dans le cœur du réacteur, en réduisant certains phénomènes physiques au sein du cœur du réacteur.

Eclairage technique : sous l'effet cumulé des contraintes hydrauliques et mécaniques, de l'irradiation et de la température, les assemblages de combustible sont susceptibles de se déformer latéralement. Ce phénomène se traduit par des élargissements de « lames d'eau » présentes entre les assemblages qui sont pénalisantes en termes de puissance neutronique locale atteinte dans certaines situations accidentelles (chute incidentelle des grappes de contrôle de la réactivité).

La disposition vise à réduire la plage d'exploitation du réacteur vis-à-vis des mouvements des grappes de régulation du groupe « R » en extraction hors du cœur du réacteur, ce qui permet de compenser l'effet pénalisant cité ci-dessus.

La disposition matérielle proposée consiste à modifier sur l'installation les réglages des protections du réacteur vis-à-vis des mouvements de ces grappes et à afficher l'activation de cette protection en salle de commande du réacteur.

Intitulé	Vérification de la corrélation de flux critique pour des assemblages combustibles déformés
Thème	Sûreté / Accidents sans fusion
Typologie	Dispositions à l'étude en réponse à la prescription [Etude-B] émise par l'ASNR au vu des conclusions de la phase générique du 4e RP 900
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : améliorer la connaissance des phénomènes physiques associés au combustible.

Eclairage technique : le flux critique est le flux de chaleur autour des assemblages combustibles au-delà duquel il y a risque d'assèchement de la gaine du combustible et donc dégradation brusque des échanges thermiques entre le crayon combustible et l'eau du circuit primaire traversant le cœur du réacteur.

Le critère de sûreté nucléaire, pour un certain nombre d'études du Rapport de Sûreté, consiste à ne pas dépasser cette valeur de flux maximale en situation d'accident pour assurer tout au long du transitoire l'évacuation de la puissance du combustible.

La prédiction du flux critique est faite par le recours à une loi (corrélation) établie par voie expérimentale.
La déformation en périphérie des assemblages combustible pose la question de la représentativité suffisante des essais de flux critique réalisés.

Pour répondre à cette interrogation, EDF a lancé une campagne d'essais dédiés. En fonction des enseignements de ce programme et en réponse à la prescription [Etude-B], si besoin, EDF définira les dispositions (matérielles ou d'exploitation) à mettre en œuvre, ainsi que le calendrier associé.

Figure 4. Assemblage de combustible (Copyright EDF / SAUTERAU Frédéric)

Intitulé	Vérification de la limite de flambage des grilles d'un assemblage combustible
Thème	Sûreté / Accidents sans fusion
Typologie	Dispositions à l'étude en réponse à la prescription [Etude-D] émise par l'ASNR au vu des conclusions de la phase générique du 4e RP 900
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : améliorer la connaissance des phénomènes physiques associés au combustible.

Eclairage technique : il s'agit d'étudier le cumul concomitant d'un accident de perte de réfrigérant primaire avec un séisme. Dans ces situations, les grilles des assemblages combustibles sont susceptibles de se plier (« flamber »), ce qui peut modifier les conditions de refroidissement des crayons ou les conditions de chute des grappes de contrôle de la réactivité dans le cœur (*la Figure 3 présente le schéma d'un assemblage combustible et les grilles*). EDF a entrepris une campagne d'essais destinés à caractériser plus finement la limite de flambage des grilles des assemblages de combustible. Ce programme confirme que les dispositions actuelles sont suffisantes pour démontrer le bon refroidissement et la gestion de la réactivité du cœur lors de ces accidents. Conformément à la prescription [Etude-D], EDF intègrera les retombées de ces essais et des études associées dans le Rapport de Sûreté.

Intitulé	Elargissement des études du domaine complémentaire
Thème	Sûreté / Accidents sans fusion
Typologie	Dispositions d'exploitation (conduite en cas d'accident) et disposition matérielle
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : confirmer l'aptitude des réacteurs à faire face à de nouveaux scénarios accidentels reposant sur des défaillances multiples et indépendantes.

Eclairage technique : le domaine complémentaire est un ensemble de situations accidentelles étudiées en complément des situations accidentelles de la conception initiale des réacteurs électronucléaires d'EDF. Les études EDF ont déjà conduit au déploiement de dispositions complémentaires. L'instruction du dossier avec l'ASN et l'IRSN (aujourd'hui l'ASNR, depuis le 1er janvier 2025) conduit à proposer de nouvelles dispositions :

- Une évolution de la conduite accidentelle pour stabiliser le circuit primaire en phase de repli vers un état sûr à un palier de température à 190°C en cas de perte totale des alimentations électriques ou de défaillance de cause commune des tableaux auxiliaires de secours de distribution électrique (tableaux « LH ») avec secours de l'injection aux joints des Groupes Moto-Pompes Primaires (GMPP). Cette température permet de garantir le bon comportement dans le temps des joints des GMPP. Les études support au rapport de sûreté sont mises à jour en cohérence ;
- L'ouverture du dispositif de décompression-filtration de l'enceinte en cas de perte de source froide, de perte des sources électriques (y compris les diesels de secours) ou de défaillance de cause commune des tableaux électriques « LH » dans l'état du réacteur « Arrêt Pour Intervention Primaire Suffisamment Ouvert ». Cette disposition permet de gérer le risque de pressurisation de l'enceinte pour ces situations ;
- L'appoint via des réserves en eau propres au réacteur par la pompe du Noyau Dur « EAS-ND » pour éviter le découvrement du cœur, puis le passage, par action de l'opérateur, en recirculation

de l'eau à l'intérieur du bâtiment réacteur en cas de perte des sources électriques (y compris les diesels de secours), à l'échelle d'un réacteur ou en cas de défaillance de cause commune des tableaux « LH », dans l'état du réacteur « Arrêt Pour Intervention Primaire Suffisamment Ouvert ». Ces dispositions remplaceront la disposition actuelle consistant à effectuer un appoint gravitaire par le recours à un système d'appoint en eau d'un autre réacteur.

- La valorisation du secours du système de refroidissement intermédiaire du réacteur (RRI) par l'eau froide du système de traitement et de refroidissement d'eau des piscines (PTR). Pour être efficace dans la majorité des situations, cette valorisation nécessite de procéder à un délestage automatique de certains utilisateurs classiques du système RRI, dès le début de l'incident, afin d'éviter une montée en température trop rapide de l'eau du système RRI avant son refroidissement par l'eau du système PTR. Une fois le secours du refroidissement par le PTR mis en œuvre, les principaux utilisateurs du RRI peuvent à nouveau être reconnectés, si besoin.

Par ailleurs, selon les résultats des analyses probabilistes de sûreté tenant compte des modifications apportées dans le cadre du quatrième réexamen de sûreté du réacteur, de nouvelles dispositions complémentaires pourront être définies, telles que la nouvelle alimentation électrique associée à l'Alimentation de Secours des Générateurs de vapeur Noyau Dur (ASG-ND).

Intitulé	**Ajout d'un dispositif de prélèvement du fluide primaire en état d'arrêt en aval de l'échangeur CEPP (Circuit d'Etanchéité des Pompes Primaires)**
Thème	Sûreté / Accidents sans fusion
Typologie	Disposition matérielle
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : prévenir un risque de criticité qui résulterait de l'envoi dans le circuit primaire d'eau non borée issue d'une rupture du circuit de refroidissement des joints des pompes primaires (2e barrière de confinement).

Eclairage technique : l'objectif de la disposition est d'éliminer tout risque de dilution hétérogène (envoi d'un volume d'eau claire non mélangé au reste du circuit primaire vers le cœur) dans les états d'arrêt pour intervention ou rechargement du réacteur. L'évènement initiateur est une fuite de l'échangeur du Circuit d'Etanchéité des Pompes Primaires (CEPP). Dans ces scénarios, une accumulation d'eau non borée provenant du circuit de réfrigération intermédiaire pourrait avoir lieu dans certaines zones du circuit primaire. Lors de la mise en service du premier groupe motopompe primaire pendant la phase de redémarrage du réacteur, le bouchon d'eau claire ainsi formé serait envoyé dans le cœur et pourrait potentiellement provoquer une divergence incontrôlée du cœur du réacteur.

Le principe de la disposition consiste à surveiller les caractéristiques chimiques du fluide du circuit de contrôle volumétrique et chimique en amont et en aval de l'échangeur CEPP afin de détecter une éventuelle fuite de l'échangeur CEPP. Le principe de mesure repose sur l'analyse de la concentration en sodium des prélèvements.

Deux prélèvements d'eau sont effectués et analysés en laboratoire sur la centrale : un prélèvement de fluide primaire par le système échantillonnage nucléaire (représentatif du fluide en amont de l'échangeur) et un prélèvement de fluide en aval de l'échangeur CEPP et au plus près de ce dernier.

La réalisation de ce deuxième prélèvement nécessite d'installer un système de prélèvement sur la ligne de purge des effluents liquides non réutilisables du réacteur.
Les prélèvements seront réalisés par un opérateur en arrêt normal du réacteur, refroidi par le système de refroidissement à l'arrêt, environ 8 heures avant le démarrage du premier groupe motopompe

primaire. Une différence significative de concentration en sodium indiquerait la présence d'une fuite significative, interdisant alors le démarrage des groupes motopompes primaires.

Figure 5. Illustration d'un préleveur

Intitulé	Implantation d'un piquage sur la double enveloppe des circuits RIS et EAS
Thème	Sûreté / Accidents sans fusion
Typologie	Disposition matérielle
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : contrôler l'intégrité des dispositifs de confinement de certains circuits de sauvegarde.

Eclairage technique : les tuyauteries du système d'injection de sécurité (RIS) et du système d'aspersion d'eau dans l'enceinte de confinement (EAS) disposent d'une double enveloppe dont l'objectif est de confiner une fuite accidentelle survenant sur les portions des circuits RIS et EAS situées entre les puisards et la première vanne d'isolement, ou sur la vanne elle-même. Ces doubles enveloppes contribuent ainsi au confinement des substances radioactives.

La disposition proposée consiste à créer un piquage dans les double-enveloppes des tuyauteries qui permet d'insérer une sonde endoscopique pour la surveillance visuelle de l'intérieur de la double enveloppe, en complément des autres moyens de surveillance et de détection déjà déployés. La prise endoscopique ainsi créée permet d'améliorer la capacité à contrôler l'état des double-enveloppes.

En cas de détection d'eau à l'intérieur de la double enveloppe, le piquage permet d'en faciliter le séchage.

3.1.2.2. Dispositions relatives aux agressions

Les centrales nucléaires sont conçues pour être protégées contre des agressions internes ou externes liées à des phénomènes naturels ou à des activités humaines qui pourraient entraîner de manière directe ou indirecte des dommages aux structures, systèmes et composants nécessaires aux fonctions fondamentales de sûreté.

Les études de sûreté relatives aux agressions sont constituées d'un volet d'études déterministes dont l'objectif est de démontrer la possibilité de ramener et maintenir durablement à l'état sûr le réacteur. Elles sont complétées d'un volet probabiliste (Etudes Probabilistes de Sûreté « EPS ») lorsque cela est pertinent.
Par ailleurs, le niveau des agressions a été réévalué au regard de l'état de l'art et des connaissances, notamment des conclusions des rapports du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC).

Les agressions considérées sont celles identifiées dans la réglementation (arrêté INB). Elles peuvent être d'origine interne à la centrale (par exemple incendie, explosion) ou externe (naturelles par exemple séisme, ou d'origine humaine).

Par rapport au précédent réexamen, les études ont été menées au regard des standards internationaux fixés par WENRA. En pratique, l'analyse de sûreté est rendue encore plus exigeante que les études avant le RP4 900 :

- réalisation d'études de sensibilité cumulant agressions et défaillance d'équipements, de manière pénalisante,
- réalisation d'études de sensibilité avec un délai d'intervention retardé de l'opérateur, de manière pénalisante,
- analyse, lorsque cela est techniquement pertinent, du comportement de l'installation à des niveaux d'agressions climatiques extrêmes correspondant à des fréquences d'occurrence inférieures à 10^{-4}/an, c'est-à-dire de moins d'une fois tous les 10 000 ans.

Le déploiement, dans le cadre du 4e réexamen périodique, du « Noyau Dur » pour faire face à des agressions (séisme, inondation, etc.) d'intensité extrême, allant au-delà des niveaux retenus jusqu'ici, permet de répondre à ces exigences d'études renforcées.

Les dispositions suivantes sont proposées sur le thème « Agressions ».

Intitulé	Elargissement de la démonstration de sûreté nucléaire relative aux agressions
Thème	Sûreté / Agressions (toutes agressions)
Typologie	Dispositions d'exploitation
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : confirmer la robustesse de l'installation face à de nouveaux scénarios d'agressions intégrés au Rapport de Sûreté ou, pour les scénarios existants, à de nouvelles hypothèses d'études prenant en compte des évolutions des connaissances (phénomènes physiques, méthodes de calculs).

Eclairage technique : ces dispositions élargissent la couverture de la démonstration de sûreté nucléaire pour les agressions : prise en compte de suites d'instructions des Groupes Permanents d'experts[5] relatifs aux agressions, amélioration des modélisations des phénomènes physiques (amélioration des connaissances), prise en compte de nouveaux scénarios d'agressions issus de nouvelles hypothèses ou des situations "Noyau Dur", prise en compte des recommandations de l'organisme WENRA (Western European Nuclear Regulators Association).

Les évolutions portent sur l'intégration de nouveaux éléments de démonstration au Rapport de Sûreté ainsi que sur l'ajustement des règles générales d'exploitation associées aux dispositions de protection contre les agressions.

Intitulé	Diminution des charges calorifiques
Thème	Sûreté / Agressions (incendie)
Typologie	Disposition matérielle
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : renforcer les dispositions de prévention du risque incendie.

Eclairage technique : dans le cadre de l'amélioration de la prévention du risque incendie, EDF a mené des études visant à réduire les risques de feux de type papier, bois, cartons, huile dans des locaux à enjeu de sûreté nucléaire.

Les dispositions proposées consistent à diminuer la charge calorifique présente dans les locaux à enjeux. Selon le type de charge calorifique, les solutions suivantes seront appliquées :

- remplacement du mobilier en bois par du mobilier en métal,
- installation d'armoires coupe-feu pour contenir le papier et le carton, ou déplacement de cette charge hors des zones à enjeu de sûreté nucléaire,
- vidange définitive de l'huile du turbo alternateur de l'alimentation de secours, ce système étant remplacé par le DUS après le passage à l'état VD4-900.

[5] Pour préparer ses décisions les plus importantes relatives aux enjeux de sûreté nucléaire ou de radioprotection, l'ASNR s'appuie sur les avis et les recommandations de huit groupes permanents d'experts. L'ASNR consulte ces groupes permanents sur des sujets relevant de leurs domaines d'expertise respectifs.

Intitulé	Asservissement de la vanne d'isolement du circuit hydrogène avec la détection incendie (risque de jet d'hydrogène enflammé)
Thème	Sûreté / Agressions (Incendie)
Typologie	Disposition matérielle
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : renforcer les dispositions de prévention du risque incendie en cas de cumul d'un incendie avec la défaillance d'un équipement d'une ligne hydrogénée présente dans la zone de feu.

Eclairage technique : dans le cadre de l'amélioration de la prévention du risque incendie, EDF a étudié les risques de charge calorifique supplémentaire liée à une fuite hydrogène dans la zone de l'incendie : la défaillance d'un organe sur un réseau hydrogéné dans la zone de l'incendie peut en effet produire un jet d'hydrogène enflammé, susceptible d'augmenter ponctuellement la charge calorifique (charge calorifique dihydrogène) et d'affecter ainsi les éléments de sectorisation incendie présents dans la zone du jet.

Une modification est proposée afin d'éliminer le risque d'apport d'hydrogène dans les locaux à forte charge calorique en cas d'incendie. La solution consiste à asservir la vanne générale des réseaux hydrogène avec le système de détection incendie : en cas de détection d'un incendie dans les zones sensibles, l'automatisme permet la fermeture de la vanne et supprime ainsi l'apport d'hydrogène dans les lignes qui circulent dans la zone d'incendie.

Intitulé	Amélioration de la robustesse de l'installation vis-à-vis du risque incendie
Thème	Sûreté / Agressions (incendie)
Typologie	Dispositions relatives au risque incendie, pour répondre aux prescriptions [AGR-D] et [AGR-E] émises par l'ASNR au vu des conclusions de la phase générique du RP4 900
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : améliorer la résistance de l'installation à l'incendie.

Eclairage technique : en réponse aux prescriptions [AGR-D] et [AGR-E], EDF a complété les études de maîtrise des risques liés à l'incendie et a identifié des dispositions complémentaire permettant d'améliorer la résistance au feu de certains composants telles que :

- L'ajout d'enrubannages de chemins de câbles de type Soustraction de Charge Calorifique ;
- Le remplacement d'éléments de sectorisation incendie tels que des portes coupe-feu par des éléments plus résistants ;

Ou de diminuer l'ampleur ou l'intensité d'éventuels incendies par des dispositions telles que la valorisation de systèmes fixes d'aspersion.

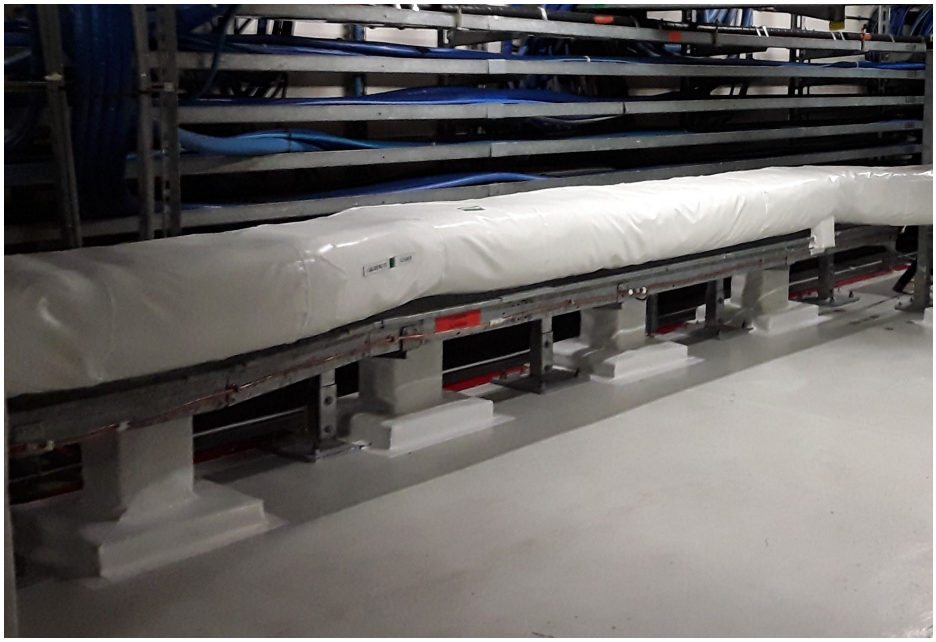


Figure 6. Exemple de protection de chemin de câble

Intitulé	Protection de la piscine d'entreposage du combustible vis-à-vis du risque incendie
Thème	Sûreté / Agressions (incendie)
Typologie	Dispositions à l'étude faisant suite aux études menées en réponse à la prescription [AGR-E-II] émise par l'ASNR au vu des conclusions de la phase générique du RP4 900
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : confirmer la robustesse des systèmes d'évacuation de la puissance résiduelle du combustible présent dans la piscine d'entreposage vis-à-vis du risque incendie.

Eclairage technique : EDF a mené de nombreuses études de risque incendie dans le cadre du RP4 9004e RP 900 et en a tiré les enseignements pour le renforcement des installations.

En complément à ces études, l'ASNR a émis la prescription [AGR-E-II] demandant à EDF d'examiner les possibilités de renforcer ultérieurement ses installations en analysant, indépendamment de leur fiabilité, les dispositions dont la défaillance conduirait à une augmentation significative du risque de fusion du cœur, ou à la perte des moyens redondants d'appoint en eau ou des moyens de refroidissement de la piscine d'entreposage du combustible. En fonction du résultat de ces études, EDF mettra en œuvre des moyens permettant de réduire le risque de défaillance de ces dispositions.

Intitulé	Renforcement de la disponibilité du système d'évacuation de la puissance résiduelle de l'enceinte « Noyau Dur » (EAS-ND) et fiabilisation de la distribution électrique
Thème	Sûreté / Agressions (incendie), Accidents avec fusion
Typologie	Disposition matérielle
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : assurer la robustesse du système d'évacuation de la puissance résiduelle de l'enceinte « Noyau Dur » (EAS-ND) aux agressions internes.

Eclairage technique : l'objectif de la disposition est de renforcer la disponibilité du système d'évacuation de la puissance résiduelle de l'enceinte Noyau Dur (EAS-ND) en garantissant la manœuvre des vannes qui participent à la fonction d'injection d'eau EAS-ND, y compris dans les situations Noyau Dur très dégradées avec perte des alimentations électriques des vannes (par perte du tableau de distribution électrique Noyau Dur situé dans l'ilot nucléaire) et fusion du cœur. Dans ces situations, les commandes des vannes depuis la salle de commande peuvent être inopérantes et l'accès au local des vannes n'est pas envisageable en raison des conditions d'ambiance. Un tel scénario hypothétique est issu des enseignements des études probabilistes de sûreté, notamment les études probabilistes de sûreté liées aux agressions incendie.

La disposition permet la réalimentation électrique et la manœuvre des vannes EAS-ND nécessaires à la fonction d'injection Noyau Dur, à partir du local électrique des armoires de contrôle des vannes.

La disposition consiste à créer un coffret prise, installé dans le bâtiment électrique (BL), alimenté depuis un tableau du bâtiment du Diesel d'Ultime Secours. Le coffret prise est associé à une cellule mobile d'auto-contrôle, à manœuvrer dans le local électrique pour rétablir l'alimentation des vannes et les commander.

Par ailleurs, un ajustement de la sous-distribution électrique du réacteur est réalisé, afin de tenir compte des besoins d'alimentation électrique d'autres nouveaux consommateurs « Noyau Dur » et d'améliorer la fiabilité des alimentations électriques de certains consommateurs à enjeu de sûreté.

Figure 7. Photo arrivée échangeur EAS-ND

Intitulé	Protection des locaux sensibles à l'indisponibilité des systèmes fixes d'aspersion en cas d'incendie
Thème	Sûreté / Agressions (incendie)
Typologie	Dispositions à l'étude issues de la prescription [AGR-E-III] émise par l'ASNR au vu des conclusions de la phase générique du RP4 900
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : renforcer les dispositions de prévention du risque incendie.

Eclairage technique : au-delà de la gestion mise en place par EDF relative aux indisponibilités des systèmes fixes d'aspersion, l'ASNR a émis la prescription [AGR-E-III] demandant à EDF d'identifier les locaux les plus sensibles à l'indisponibilité prolongée de ces systèmes. Sur cette base, EDF identifiera des dispositions additionnelles de protection de ces locaux vis-à-vis de l'incendie.

Intitulé	Prévention de l'entrée d'air dans le système de traitement des effluents gazeux hydrogénés
Thème	Sûreté / Agressions (explosion interne)
Typologie	Disposition matérielle
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : renforcer les dispositions de prévention du risque explosion.

Eclairage technique : l'objectif de cette disposition est d'empêcher l'arrivée d'air dans le réservoir du système de traitement des effluents gazeux contenant de l'hydrogène depuis les dégazeurs du système de traitement des effluents primaires.

La disposition matérielle proposée consiste à créer un nouvel automatisme, qui en cas de détection d'une forte concentration en oxygène dans le système de traitement des effluents gazeux va :

- fermer automatiquement des vannes d'isolement des dégazeurs du système de traitement des effluents primaires,
- interrompre le process de dégazage, pour éviter la production supplémentaire d'effluents gazeux susceptibles de faire monter en pression des circuits en aval.

Intitulé	Mise en place d'une manchette de raccordement sur le système de stockage de gaz
Thème	Sûreté / Agressions (explosion interne)
Typologie	Disposition matérielle
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : renforcer les dispositions d'exploitation vis-à-vis du risque explosion.

Eclairage technique : la disposition a pour but de supprimer tout risque d'explosion dans le réservoir du circuit de contrôle volumétrique et chimique du réacteur en évitant toute possibilité de mauvais lignage des vannes situées entre les circuits d'azote (N2) et d'hydrogène (H2) alimentant ce réservoir, lors de la phase d'inertage de ce réservoir.

Pour ce faire, le tronçon commun aux deux lignes (H2/N2) est supprimé et une manchette amovible sera mise en place entre la ligne d'injection d'hydrogène et le réservoir du circuit de contrôle volumétrique et chimique du réacteur pour isoler totalement le circuit d'hydrogène lors des phases d'inertage du réservoir.

Intitulé	Prévention du risque d'explosion dans les locaux batteries
Thème	Sûreté / Agressions (explosion interne)
Typologie	Disposition matérielle
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : renforcer les dispositions de prévention du risque explosion dans les locaux batteries.

Eclairage technique : la présente disposition est issue notamment des enseignements des études probabilistes de sûreté consacrées à la thématique explosion : en phase de charge, les batteries produisent de l'hydrogène. En cas de renouvellement insuffisant de l'air dans ces locaux, une atmosphère explosive peut se former.

Les dispositions proposées consistent à :

- ajouter un recombineur autocatalytique passif dans le local le plus sensible, ce qui permet d'éviter la formation d'une atmosphère explosive, par recombinaison de l'hydrogène présent dans l'atmosphère du local. Le dispositif comprend un caisson métallique constitué de plaques catalytiques. Au contact du catalyseur, l'hydrogène est recombiné avec l'oxygène contenu dans l'air pour former de la vapeur d'eau. Cette réaction dégage de la chaleur qui provoque une diminution de la densité de gaz. De cette façon, le recombineur s'alimente automatiquement par un effet d'aspiration ;

- fiabiliser la ventilation des locaux en cas de perte d'alimentations électriques, par la mise en place de contacteurs à accrochage pour les alimentations électriques de certains des moto-ventilateurs ;
- reprogrammer le positionnement (ouvert / fermé) de certains clapets coupe-feu afin d'avoir la position la plus pertinente vis-à-vis des différents risques à couvrir.

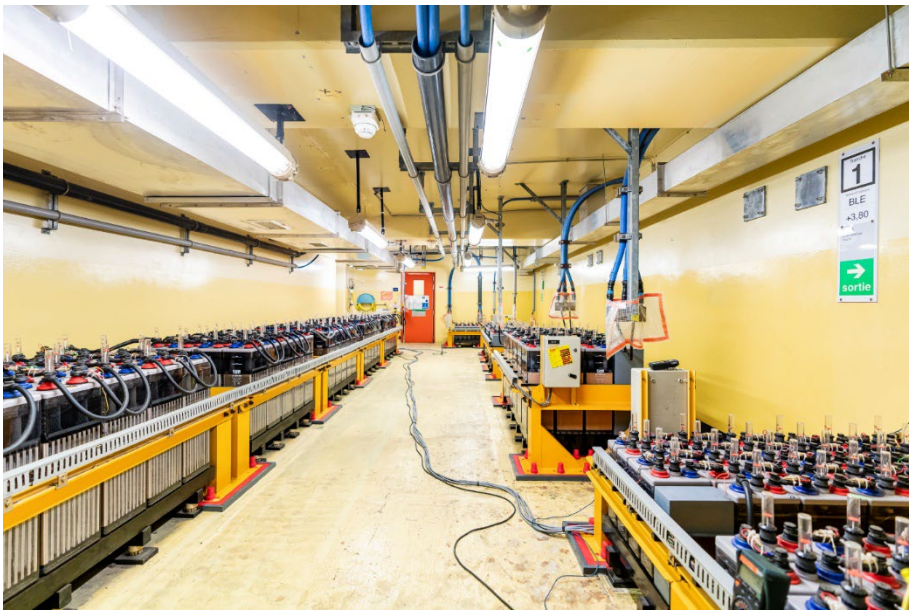


Figure 8. Exemple de locaux contenant des batteries

Intitulé	Prévention du risque explosion interne hors locaux batteries avec application des principes WENRA
Thème	Sûreté / Agressions (explosion interne)
Typologie	Disposition matérielle
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : renforcer les dispositions de prévention du risque explosion hors locaux batteries en tenant compte des niveaux d'exigences à l'international.

Eclairage technique : l'association des autorités de sûreté nucléaire ouest-européennes (WENRA) a émis des préconisations visant à durcir les hypothèses d'études de tenue aux agressions. La mise en œuvre des principes de démonstration WENRA amène EDF à proposer les dispositions suivantes :

- doublement des détecteurs d'hydrogène contribuant à l'automatisme de fermeture de la vanne de coupure d'arrivée d'hydrogène du circuit d'échantillonnage du circuit primaire,
- doublement des détecteurs contribuant à l'automatisme de fermeture de la vanne de coupure d'arrivée d'hydrogène au niveau du parc à gaz,
- doublement des détecteurs contribuant à l'automatisme d'inhibition d'une des chaines de mesure de radioactivité.

Intitulé	Protection de tuyauteries sur l'îlot nucléaire, vis-à-vis de l'explosion
Thème	Sûreté / Agressions (explosion interne)
Typologie	Dispositions matérielles
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : améliorer la résistance de l'installation à l'explosion.

Eclairage technique : les études de sûreté nucléaire relatives à la thématique explosion interne ont identifié des risques d'agression de tuyauteries de l'îlot nucléaire, importantes pour la sûreté nucléaire. Les dispositions proposées consistent soit à les protéger soit à éliminer la source d'agression :

- deux lignes du circuit de réfrigération intermédiaire du réacteur situées dans le bâtiment des auxiliaires nucléaires sont à protéger par un écran qui amortira le choc en cas d'ouverture brutale de la porte du local adjacent sous l'effet d'une explosion ;
- un dispositif anti-fouettement est mis en place sur la tuyauterie à haute énergie susceptible d'agresser la ligne d'échantillonnage nucléaire connectée au pressuriseur dans le bâtiment réacteur, susceptible de véhiculer de l'hydrogène.

Intitulé	Analyses fonctionnelles de sûreté nucléaire vis-à-vis de l'explosion interne et prévention du risque dans le bâtiment réacteur
Thème	Sûreté / Agressions (explosion)
Typologie	Disposition à l'étude faisant suite à la prescription [AGR-G-I] émise par l'ASNR au vu des conclusions de la phase générique du RP4 900
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : améliorer la résistance de l'installation à l'explosion.

Eclairage technique : EDF a mené un programme de travail conséquent vis-à-vis du risque d'explosion. La prescription [AGR-G-I] émise par l'ASN demande à EDF d'approfondir ultérieurement ce travail par :

- l'identification des situations pour lesquelles la disponibilité des équipements nécessaires à l'atteinte et au maintien de l'état sûr du réacteur ne serait pas assurée ;
- l'évaluation, de manière quantifiée, des risques de formation d'une atmosphère explosible dans le bâtiment réacteur, y compris en cas de séisme, en étudiant les phénomènes susceptibles de se produire à proximité des fuites considérées.

En fonction des enseignements de ces études complémentaires, EDF étudiera, si besoin, des dispositions complémentaires.

Intitulé	Protections additionnelles vis-à-vis de l'explosion interne
Thème	Sûreté / Agressions (explosion)
Typologie	Dispositions à l'étude suite aux études demandées par la prescription [AGR-G-II] émise par l'ASNR au vu des conclusions de la phase générique du RP4 900
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : confirmer la robustesse des systèmes d'évacuation de la puissance résiduelle du combustible présent dans la piscine d'entreposage vis-à-vis du risque d'explosion.

Eclairage technique : à l'instar de l'incendie, en application de la prescription [AGR-G-II] émise par l'ASN, EDF a identifié les équipements de protection contre l'explosion, dont la défaillance, indépendamment de leur fiabilité, conduit à une augmentation significative du risque de fusion du cœur ou à la perte des moyens redondants d'appoint en eau ou des moyens de refroidissement de la piscine d'entreposage du combustible. EDF propose la mise en œuvre de dispositions d'exploitation visant à réduire le risque d'explosion associé à la défaillance de ces équipements et prévoit notamment la mise en place :

- de dispositions d'exploitation visant à limiter le risque de formation d'une atmosphère explosive lors des activités de maintenance des clapets anti-retour du circuit de contrôle chimique et volumétrique ;
- d'un dispositif d'alerte d'ouverture des portes requises fermées pour éviter la propagation d'une atmosphère explosive ;
- de dispositions d'encadrement de la maintenance des dégazeurs de traitement des effluents primaires afin d'éviter tout risque de mélange détonnant d'O2 et H2 dans la bâche en cas de mise en défaut d'un oxygènemètre ;
- d'un délais de réparation plus contraint en cas de perte totale de la ventilation permettant d'éviter une atmosphère explosive dans certains locaux en cas de fuite ;
- d'un suivi en exploitation du pare-buffle protégeant deux tuyauteries du circuit de réfrigération intermédiaire en cas d'explosion ;
- de dispositions d'exploitation visant à limiter le risque de formation d'une atmosphère explosive lors des activités de maintenance dans les locaux à risque particulier.

Intitulé	Perte totale des sources électriques en situations grands chauds avec une température élevée au-delà du dimensionnement
Thème	Sûreté / Agressions (grands chauds)
Typologie	Dispositions à l'étude faisant suite aux études demandées par la prescription [AGR-C] émise par l'ASNR au vu des conclusions de la phase générique du RP4 900
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : confirmer la robustesse de l'installation vis-à-vis de scénarios de pertes totales des sources électriques externes en situation de température extérieure élevée au-delà du dimensionnement.

Eclairage technique : dans le cadre de la prescription [AGR-C] émise par l'ASN, EDF a étudié les situations de perte des alimentations électriques externes affectant un réacteur, en concomitance avec la température maximale sur une période de retour de 10 000 ans (près de 43°C pour le site de Blayais). A l'issue de ces études, les dispositions envisagées par EDF sont par exemple des évolutions de suivi en exploitation ou la mise en œuvre de dispositions matérielles (équipements mobiles ou fixes).

Intitulé	Protection contre la tornade (grilles)
Thème	Sûreté / Agressions (tornade)
Typologie	Dispositions matérielles
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : augmenter le niveau de protection de la centrale face au risque de tornade.

Eclairage technique : dans le cadre d'une approche homogène toutes Installations Nucléaires de Base (« INB ») confondues, un niveau de tornade de référence a été fixé par l'ASN, faisant suite à l'instruction des propositions des différents exploitants d'INB. Ainsi, la tornade de référence en France est d'intensité EF2 (sur l'échelle Enhanced Fujita) : elle est définie par une vitesse moyenne des vents de 55,5 m/s, une variation maximale de pression de 2,4 kPa et une vitesse de chute de pression associée de 0,38 kPa/s. L'agression des installations par des projectiles est prise en compte. Sont considérés : le projectile de type « planche de bois », de dimensions 0,10 x 0,25 x 3,80 m et d'une masse de 50 kg et le projectile de type bille d'acier (2,5 cm de diamètre et un poids de 70 g). La vitesse horizontale des projectiles est prise égale à un tiers de la vitesse du vent de tornade.

Les dispositions proposées reposent sur la mise en place de protections au niveau des bouches d'aération des ventilations de certains bâtiments, de protections de type écrans grillagés sur les éléments à l'extérieur à protéger. *Une illustration de protection contre la tornade est présentée en Figure 19 (voir §3.1.2.5.1 relatif aux dispositions Noyau Dur).*

3.1.2.3.Dispositions relatives à la piscine d'entreposage du combustible

EDF s'est fixé comme objectif de sûreté de rendre le découvrement des assemblages de combustible lors de vidanges accidentelles et de perte de refroidissement extrêmement improbable.

La sûreté des piscines d'entreposage du combustible a été réévaluée :

- prévention et maîtrise des incidents et accidents affectant les assemblages de combustible entreposés ou manutentionnés,
- protection des systèmes de refroidissement de la piscine d'entreposage du combustible contre les agressions d'origine interne,
- prévention des risques associés à la manutention des emballages de transport du combustible.

Les études déterministes ont permis de montrer que les critères de sûreté sont respectés pour tous les initiateurs d'accidents retenus dans le cadre de la démonstration de sûreté grâce aux dispositions existantes.
Cette démarche a été étendue aux agressions internes ; elle a montré que l'évacuation de la puissance résiduelle et le niveau d'eau de la piscine combustible sont également assurés dans ces situations.

Des études probabilistes ont été menées afin de compléter la démarche déterministe. Ces dernières montrent que les risques de découvrement du combustible sont déjà extrêmement faibles grâce aux moyens de protection existants :

- vis-à-vis du risque de vidange accidentel de la piscine : isolement automatique de la ligne d'aspiration du circuit de refroidissement de la piscine (PTR) lors de l'atteinte d'un niveau « très bas » dans la piscine ;
- vis-à-vis du risque de refroidissement : appoint d'eau à la piscine d'entreposage du combustible par le système incendie.

Les dispositions suivantes sont proposées sur le thème « piscine combustible ».

Intitulé	Doublement du dispositif d'isolement automatique de la ligne d'aspiration de la piscine BK
Thème	Sûreté / Piscine combustible
Typologie	Dispositions matérielles + mise à jour du rapport de sûreté
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : renforcer les dispositions de prévention du risque de dénoyage des assemblages combustibles présents en piscine d'entreposage en tenant compte des évènements initiateurs retenus pour la conception de l'EPR Flamanville 3.

Eclairage technique : EDF a évalué l'impact sur le comportement des réacteurs 900 MWe des évènements initiateurs retenus pour la conception de l'EPR Flamanville 3, et non pris en compte à la conception du parc en exploitation. A ce titre, des scénarios complémentaires de perte de refroidissement partielle ou totale de l'eau de la piscine d'entreposage du combustible (piscine BK), ainsi que des scénarios de ruptures de tuyauteries sur un tronçon connecté à la piscine d'entreposage du combustible, sont étudiés.

La disposition proposée par EDF, en conclusion de ces études, est le doublement du dispositif d'isolement automatique de la ligne d'aspiration du circuit de refroidissement de l'eau de la piscine d'entreposage du combustible. Cette redondance est obtenue par la fermeture automatique de la deuxième vanne d'isolement existante lorsque le niveau d'eau dans la piscine d'entreposage passe en dessous du seuil fixé. *Cette disposition est illustrée en Figure 9.*

Un nouveau chapitre sera introduit dans le rapport de sûreté relatif aux études de transposition des situations EPR liées à la piscine d'entreposage du combustible au palier 900 MWe.

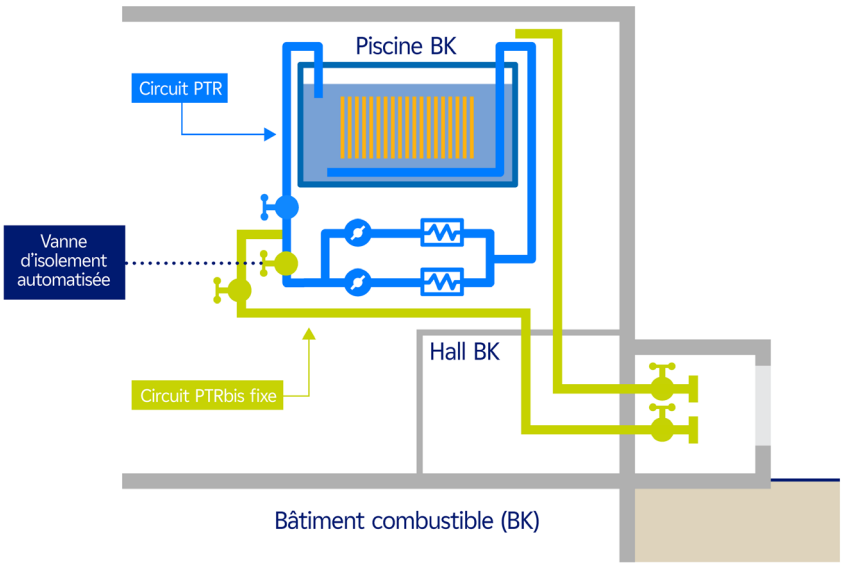


Figure 9. Disposition « Doublement du dispositif d'isolement automatique de la ligne d'aspiration de la piscine BK » : emplacement de la vanne

Intitulé	Ecran de protection contre l'incendie entre les 2 pompes de refroidissement de la piscine BK
Thème	Sûreté / Piscine combustible
Typologie	Disposition matérielle
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : renforcer la robustesse du système d'évacuation de la puissance résiduelle du combustible présent dans la piscine d'entreposage vis-à-vis du risque d'incendie.

Eclairage technique : EDF retient le besoin de modifier l'installation vis-à-vis du risque de perte complète de la fonction de refroidissement de la piscine d'entreposage du combustible, en cas d'incendie sur l'une des deux pompes du système de traitement et refroidissement d'eau des piscines (PTR). En effet, les deux pompes PTR sont situées à proximité l'une de l'autre dans le même local, ce qui engendre un risque de perte de la fonction de refroidissement de la piscine d'entreposage du combustible en cas de propagation d'un incendie d'une pompe vers l'autre. *Une illustration de cette disposition est présentée en Figure 10.*

Dans ce cas, la sûreté nucléaire resterait assurée par la fonction d'appoint en eau à la piscine, puis par un retour au refroidissement faisant suite à la restauration de la fonction de refroidissement par le système PTR ou par la mise en œuvre sur site du dispositif de refroidissement mobile « PTR bis » par la FARN.

Une protection contre l'incendie est néanmoins retenue entre les deux pompes PTR afin de renforcer cette première ligne de défense.

La disposition proposée consiste en la pose d'un écran de protection contre l'incendie, entre les deux pompes. L'intégrité de l'écran en cas de séisme est garantie.

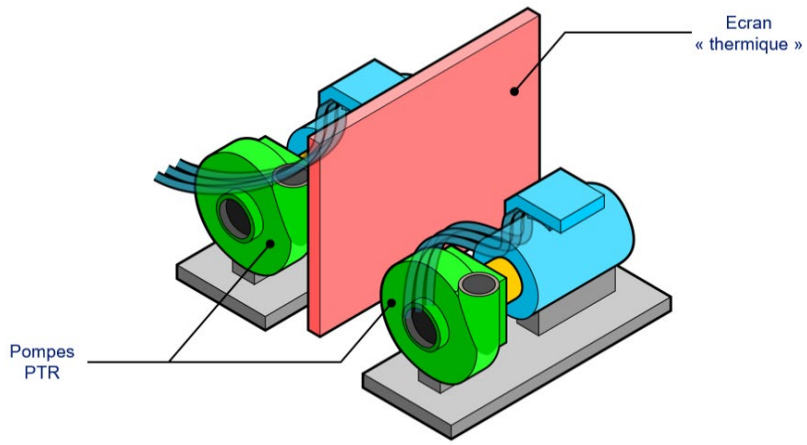


Figure 10. Installation d'un écran thermique entre les pompes du système de refroidissement de la piscine d'entreposage du combustible

Intitulé	Etudes complémentaires pour la sûreté des piscines du bâtiment réacteur (BR) et du bâtiment combustible (BK)
Thème	Sûreté / Piscine combustible
Typologie	Disposition d'exploitation (conduite en cas d'accident) + mise à jour du Rapport de Sûreté Dispositions à l'étude faisant suite à la prescription [PISC-B-II] émise par l'ASNR au vu des conclusions de la phase générique du RP4 900
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : confirmer la robustesse de l'installation aux scénarios accidentels pouvant survenir quand la piscine du bâtiment réacteur et la piscine d'entreposage du combustible sont en communication.

Eclairage technique : les scénarios de vidanges accidentelles de la piscine d'entreposage du combustible initiées côté piscine du bâtiment réacteur (BR), dans les états d'arrêt pour rechargement (APR) et Réacteur Complètement Déchargé (RCD) lorsque la vanne du tube de transfert est ouverte, ont été étudiés. Les études sont versées au Rapport de Sûreté.

Les piscines et le tube de transfert sont représentés en 0.

La disposition d'exploitation proposée consiste à faire évoluer la conduite en cas de vidange accidentelle pour refermer la vanne du tube de transfert dans ces situations depuis la salle de commande.
En complément, la prescription [PISC-B-II] émise par l'ASNR demande à EDF d'étudier les situations de perte de refroidissement ou de vidange de la piscine du bâtiment réacteur lorsque les deux piscines sont en communication *via* le tube de transfert, y compris lorsqu'un assemblage de combustible se trouve dans le tube de transfert. Ces études ont permis de conclure que les parades actuellement disponibles sur l'installation sont suffisantes pour respecter l'état sûr.

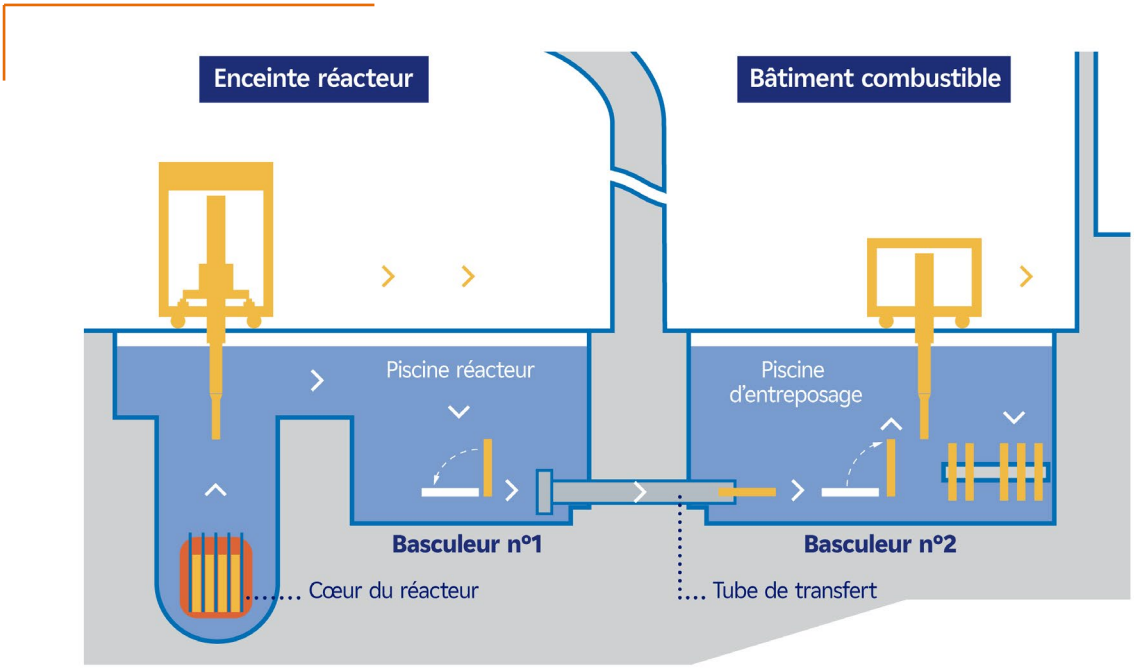


illustration 1. principe du transfert d'un assemblage de combustible du cœur du réacteur vers la piscine d'entreposage)

Intitulé	Retour à un état sans ébullition de la piscine BK après un accident ou une agression
Thème	Sûreté / Piscine combustible
Typologie	Dispositions à l'étude en réponse à la prescription [PISC-C] émise par l'ASNR au vu des conclusions de la phase générique du RP4 900
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : s'assurer que la conception permette de revenir à un état dans lequel la puissance résiduelle du combustible présent dans la piscine d'entreposage est évacuée sans ébullition de l'eau présente dans la piscine, après un accident ou une agression.

Eclairage technique : EDF a mené les études de sûreté nucléaire relatives à la piscine d'entreposage du combustible en considérant comme critère de démonstration de la sûreté nucléaire, le non découvrement des assemblages combustibles sous eau, dans le bâtiment combustible (BK). Cet état assure, avec ou sans ébullition de la piscine BK, la réfrigération des assemblages et le confinement des matières radioactives, ainsi que la maîtrise de la réactivité.

La prescription [PISC-C] émise par l'ASNR demande à EDF de poursuivre les analyses jusqu'au retour à l'absence d'ébullition en piscine BK et d'examiner les possibilités de dispositions associées. Ces dispositions pourraient consister en des renforcements de la surveillance de tronçons de lignes non isolables pour prévenir leur rupture, ou des dispositions matérielles ou d'exploitation visant à faciliter la restauration d'un moyen de retour au refroidissement de la piscine d'entreposage combustible.

3.1.2.4. Dispositions relatives aux accidents avec fusion du cœur

Dans le cadre du RP4 900, l'objectif d'EDF pour les situations d'accidents avec fusion du cœur, est de réduire de manière significative le risque de rejets importants afin d'éviter des effets durables dans l'environnement.

A cette fin, EDF vise à confiner la radioactivité dans l'enceinte en cas d'accident hypothétique avec fusion du cœur via :

- l'évacuation de la puissance résiduelle du cœur sans ouverture du dispositif d'éventage de l'enceinte (dispositif dit « U5 »), afin d'éviter le relâchement de radioactivité par voie aérienne (« voie air ») ;
- la stabilisation du corium[6] sur le radier du bâtiment réacteur par son étalement et son renoyage . L'objectif est de garantir le non-percement du radier pour confiner dans le bâtiment réacteur les eaux contaminées générées par l'accident, afin de les traiter pour éliminer les radionucléides qu'elles contiennent, et éviter ainsi la dissémination de substances radioactives liquides hors du site (« voie eau »).

Les dispositions Noyau Dur ainsi qu'un concept de refroidissement directement issu du design EPR (dispositif d'étalement du corium, cf. pièce 1 de l'enquête publique) permettent de répondre à ces objectifs et de réduire très significativement les expositions aux rayonnements ionisants de population en cas d'accident avec fusion du cœur.

Les dispositions suivantes sont proposées sur le thème « Accidents avec fusion du cœur ».

Intitulé	**Elargissement de la démonstration de sûreté nucléaire relative aux accidents avec fusion du cœur**
Thème	Sûreté / Accidents avec fusion – Voie Eau & Voie Air
Typologie	Dispositions d'exploitation
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : confirmer la robustesse de l'installation face à de nouveaux scénarios d'accidents avec fusion du cœur intégrés au rapport de sûreté ou, pour les scénarios existants, à de nouvelles hypothèses d'études prenant en compte des évolutions des connaissances (phénomènes physiques, méthodes de calculs).

Eclairage technique : ces dispositions élargissent la couverture de la démonstration de sûreté nucléaire pour les accidents avec fusion du cœur : prise en compte de suites d'instructions des Groupes Permanents d'experts[7] relatifs aux accidents avec fusion du cœur, amélioration des modélisations des phénomènes physiques (amélioration des connaissances), prise en compte de nouveaux scénarios accidentels issus de nouvelles hypothèses.

Les évolutions portent sur l'intégration de nouveaux éléments de démonstration au Rapport de Sûreté ainsi que sur l'ajustement des règles générales d'exploitation associées aux dispositions de gestion des accidents avec fusion du cœur.

[6] La perte prolongée du refroidissement du coeur du réacteur peut conduire en l'absence d'eau dans la cuve à des accidents avec fusion du combustible. En effet, le combustible en cuve pourrait atteindre des températures conduisant à la fusion du métal le constituant (pastilles et gaines), mais également du métal avoisinant (grappes de contrôle, ou structures), jusqu'au percement du fond de la cuve. L'agglomérat de métal sous forme d'un liquide visqueux issu de ce processus s'appelle le corium.

[7] Pour préparer ses décisions les plus importantes relatives aux enjeux de sûreté nucléaire ou de radioprotection, l'ASNR s'appuie sur les avis et les recommandations de huit groupes permanents d'experts. L'ASNR consulte ces groupes permanents sur des sujets relevant de leurs domaines d'expertise respectifs.

Intitulé	Remplacement de matériels existants non qualifiés à l'accident avec fusion du cœur
Thème	Sûreté / Accidents avec fusion – Voie Eau & Voie Air
Typologie	Disposition matérielle
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : mettre à niveau les exigences de qualification, notamment vis-à-vis des situations Noyau Dur, de certains matériels existants et nécessaires en situation d'accident avec fusion du cœur.

Eclairage technique : l'objectif des dispositions proposées est de garantir l'adéquation des matériels nécessaires en accident avec fusion du cœur avec les chargements et les conditions d'ambiance vus par ces matériels dans les situations considérées et notamment les situations Noyau Dur.

Les matériels existants qui ne peuvent pas être qualifiés sont remplacés ou modifiés à iso-fonctionnalité (exemples : remplacement de servomoteurs sur des vannes motorisées, remplacement de certains composants électriques, remplacement de composants mécaniques ou de joints de composants mécaniques).

Intitulé	Lignes fixes pour le traitement des eaux contaminées dans le bâtiment réacteur et modules mobiles de traitement des eaux contaminées
Thème	Sûreté / Accidents avec fusion du cœur – Voie eau – Gestion des eaux contaminées
Typologie	Dispositions matérielles et dispositions à l'étude en réponse à la prescription [AG-D] émise par l'ASNR au vu des conclusions de la phase générique du RP4 900
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : réduire la contamination de l'eau présente dans le bâtiment réacteur après un accident ayant conduit à la fusion du cœur et limiter l'ampleur et la durée de dissémination de substances radioactives dans l'environnement en cas de fuite en dehors des bâtiments.

Eclairage technique : la disposition proposée est construite suivant 2 volets :

- le premier volet de la disposition consiste à créer une ligne fixe débouchant en façade extérieure des bâtiments et raccordée sur la ligne existante d'aspiration de l'eau des puisards du bâtiment réacteur. Cette ligne permet de connecter un dispositif mobile d'aspiration, pour récupérer les eaux du bâtiment réacteur en vue de leur traitement de décontamination, avant réinjection dans le bâtiment réacteur par une autre ligne adaptée (voir la disposition suivante « *Mise en œuvre d'une ligne d'injection et d'un dispositif mobile de substitution au dispositif EAS-ND* »). Un plug de raccordement rapide termine la ligne en façade, pour connecter le dispositif mobile. La ligne est équipée d'organes de robinetterie adaptés. L'ensemble est conçu robuste aux agressions Noyau Dur. L'alimentation électrique du robinet motorisé est réalisée par la distribution électrique Noyau Dur, secourue par le Diesel Ultime Secours ;
- le deuxième volet de la disposition consiste en des dispositifs mobiles de traitement des eaux contaminées.

Cette disposition est illustrée en Figure 11.

Enfin, faisant suite aux études menées dans le cadre de la prescription [AG-D-III], EDF définira si d'éventuelles dispositions additionnelles sont nécessaires et industriellement accessibles pour limiter encore plus l'ampleur et la durée de la dissémination de substances radioactives dans l'environnement en cas d'un accident ayant conduit à la fusion du cœur.

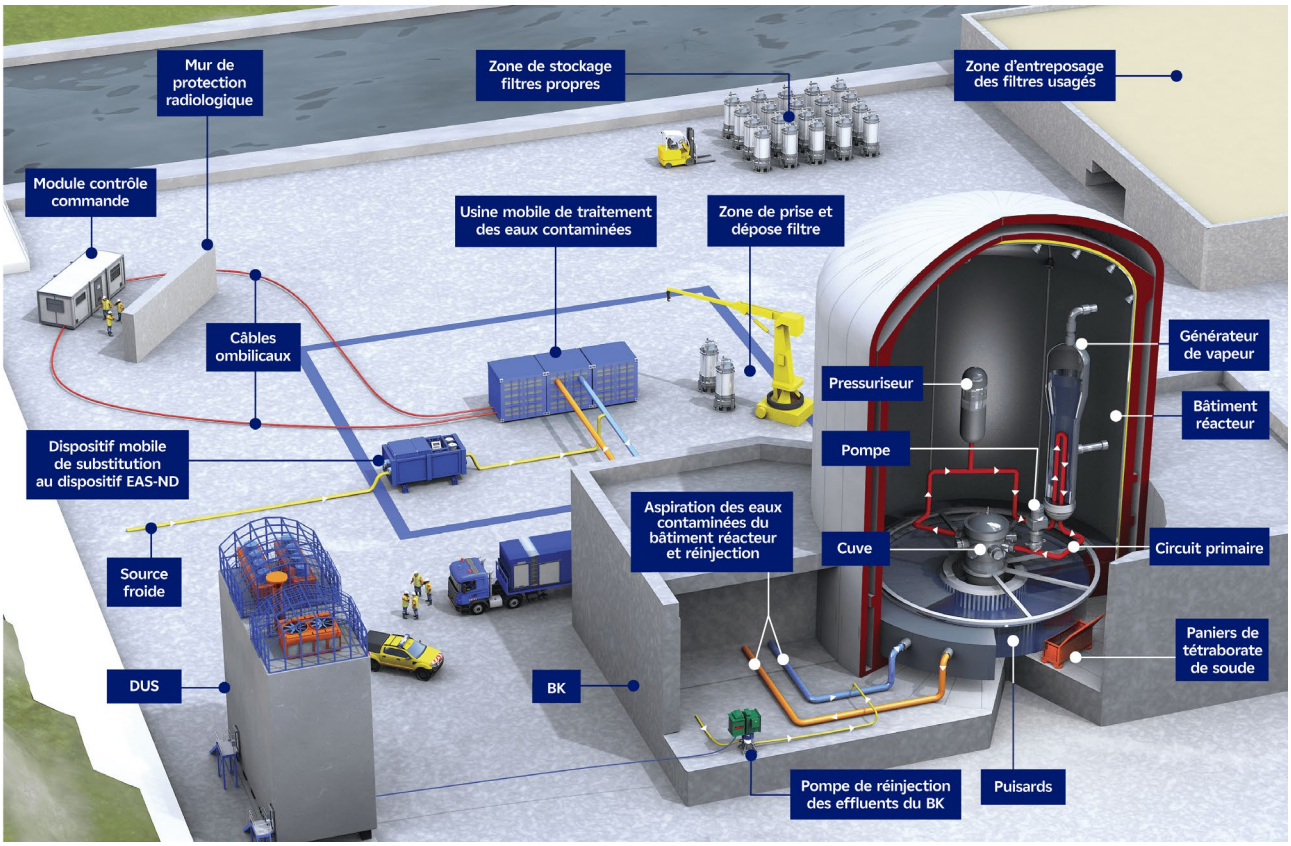


Figure 11. Illustration des dispositions « *Lignes fixes pour le traitement des eaux contaminées dans le bâtiment réacteur et modules mobiles de traitement des eaux contaminées* », « *Mise en œuvre d'une ligne d'injection et d'un dispositif mobile de substitution au dispositif EAS-ND* », « *Réinjection des effluents du bâtiment combustible dans le bâtiment réacteur* », « *Mise en place de paniers de tétraborate de diSodium décahydraté dans les puisards du bâtiment réacteur* »

Intitulé	Mise en œuvre d'une ligne d'injection et d'un dispositif mobile de substitution au dispositif EAS-ND
Thème	Sûreté / Accidents avec fusion du cœur – Voie eau
Typologie	Disposition matérielle
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : assurer le maintien du refroidissement du corium stabilisé sur le radier du bâtiment réacteur suite à une défaillance à moyen-long terme du dispositif EAS-ND (au-delà de quelques jours après le début de l'accident), dans le cas d'un accident avec fusion du cœur.

Eclairage technique : l'objectif de cette disposition est de réaliser un appoint en eau dans le bâtiment réacteur de manière à maintenir le corium, résultant de la fusion du cœur, sous eau en cas d'indisponibilité du dispositif EAS-ND à moyen-long terme (au-delà de quelques jours après le début de l'accident) et limiter ainsi l'ablation du radier. Ce moyen doit être robuste au séisme, à l'inondation et à la tornade de niveau Noyau Dur, et être indépendant des matériels sur site et de leur alimentation en électricité.

La disposition proposée consiste à créer une ligne fixe indépendante, située dans l'ilot nucléaire, pour acheminer l'eau depuis l'extérieur des bâtiments jusqu'aux puisards du bâtiment réacteur. Un plug de raccordement rapide équipe la ligne en façade du bâtiment combustible, pour connecter le dispositif mobile d'injection d'eau. La ligne est équipée d'organes de robinetterie afin de garantir l'intégrité de l'enceinte de confinement lorsqu'elle n'est pas utilisée.

Le moyen d'injection de l'eau est un dispositif mobile (pompe, flexibles, groupe électrogène et accessoires) permettant l'aspiration de l'eau de la source froide et l'alimentation électrique de la vanne de la ligne fixe.
Cette fonction d'injection d'eau utilise la mesure du niveau d'eau en fond de bâtiment réacteur, qui fait l'objet d'une disposition dédiée (voir la disposition « *Mise en place d'une mesure de niveau puisards dans le bâtiment réacteur* »).

La ligne fixe ainsi créée peut également être utilisée pour les besoins éventuels de réinjection dans le bâtiment réacteur d'eaux contaminées, après traitement par des modules mobiles de décontamination (voir la disposition précédente « *Lignes fixes pour le traitement des eaux contaminées dans le bâtiment réacteur et modules mobile de traitement des eaux contaminées* »).

Cette disposition est illustrée en Figure 11.

Intitulé	Réinjection des effluents du bâtiment combustible dans le bâtiment réacteur
Thème	Sûreté / Accidents avec fusion du cœur – Voie Eau & Voie Air
Typologie	Dispositions matérielles
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : supprimer le risque de stagnation d'eau contaminée en fond du bâtiment combustible potentiellement consécutif à une situation d'accident avec fusion du cœur et limiter ainsi les risques de rejets radioactifs.

Eclairage technique : l'objectif de la disposition est de supprimer le risque de stagnation d'eau contaminée en fond du bâtiment combustible (BK) et de limiter ainsi les risques de rejets radioactifs (par voie air ou par infiltration au travers du radier du BK). Elle permet de réinjecter dans le Bâtiment Réacteur (BR) les éventuels volumes d'eau issus de fuites résiduelles des circuits (fuites issues d'éléments de robinetterie) ou d'écoulements issus de la piscine d'entreposage du combustible (ex : fuites éventuelles au niveau du liner, ébullition au niveau de la piscine d'entreposage du combustible générant de l'eau en fond de BK par condensation sur les parois).

La disposition proposée consiste à :

- créer des dispositifs de pompage et de lignage (tuyauteries et éléments de robinetterie), qualifiés aux conditions d'accident avec fusion du cœur, afin de réinjecter dans le bâtiment réacteur (BR) l'eau récupérée dans les puisards concernés du fond du bâtiment combustible,
- créer ou adapter certains puisards afin d'accueillir le dispositif de pompage et de garantir leur totale étanchéité en toutes circonstances avec un cuvelage adapté,
- mettre en place une instrumentation de mesure de niveau, nécessaire à la conduite de la réinjection,
- mettre en place une tuyauterie de collecte raccordée sur la tubulure de récupération des fuites du robinet d'isolement principal de la ligne d'aspiration puisards de la fonction EAS-ND, jusqu'à un puisard de collecte approprié.

Les lignes de réinjection sont raccordées à la ligne d'injection d'eau en BR, objet de la disposition de « *Mise en œuvre d'une ligne d'injection et d'un dispositif mobile de substitution au dispositif EAS-ND* ».

Cette disposition est illustrée en Figure 11.

Intitulé	Mise en place d'une mesure de niveau d'eau dans les puisards du bâtiment réacteur
Thème	Sûreté / Accidents avec fusion du cœur – Voie Eau
Typologie	Disposition matérielle
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : mettre en place l'instrumentation nécessaire à la conduite du moyen mobile de substitution au dispositif EAS-ND

Eclairage technique : l'objectif de la disposition proposée est de mesurer le niveau d'eau dans les puisards du bâtiment réacteur (BR) en situation d'accident avec fusion du cœur, afin de compléter si besoin le volume d'eau en fond de BR nécessaire au noyage du corium y compris en cas d'indisponibilité du dispositif EAS-ND.
Un capteur (résistant aux conditions de l'accident avec fusion du cœur et au séisme Noyau Dur) est installé afin de piloter l'injection d'eau réalisée pour assurer le maintien du noyage du corium, tout en évitant de trop remplir le fond du BR : le niveau d'eau doit en effet rester inférieur à la côte de la prise d'air qui servirait à l'éventage de l'enceinte en cas de d'indisponibilité du dispositif EAS-ND.
Cette disposition est aussi nécessaire à la fonction d'injection d'eau dans le BR qui pourrait être utilisée en cas d'indisponibilité du dispositif EAS-ND (voir disposition « *Mise en œuvre d'une ligne d'injection et d'un dispositif mobile de substitution du dispositif EAS-ND* »).
Enfin, l'alimentation électrique de la mesure de niveau comportera a minima une alimentation autonome, disponible en cas de perte du Diesel Ultime Secours. L'information de niveau sera disponible dans le bâtiment électrique (BL).

Cette disposition est illustrée en Figure 12.

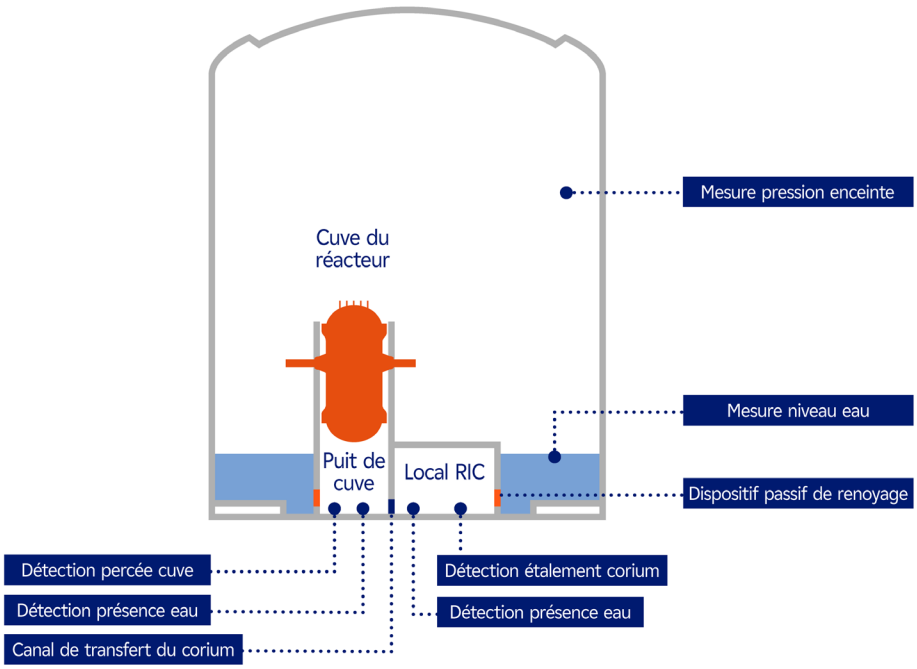


Figure 12. Illustration de la mesure de niveau d'eau dans les puisards du bâtiment réacteur et de la détection de l'étalement du corium dans le local d'instrumentation du cœur (RIC)

Intitulé	Secours électrique de la détection de la percée de la cuve par le DUS et mise en place détection étalement corium dans le local d'instrumentation du cœur (RIC)
Thème	Sûreté / Accidents avec fusion – Voie Eau
Typologie	Disposition matérielle
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : améliorer la conduite des scénarios d'accident avec fusion du cœur.

Eclairage technique : la stratégie de non-percement du radier, en accident avec fusion du cœur, consiste à s'assurer de l'étalement à sec du corium sur le radier du bâtiment réacteur avant le renoyage passif par l'eau stockée dans les puisards.

Deux dispositions sont proposées pour informer les équipes de conduite du réacteur de l'étalement du corium en puits de cuve, puis dans la zone du local d'instrumentation cœur (RIC). Les dispositions proposées permettent de sécuriser :

- la détection de la percée de la cuve qui constitue une information utile, pour identifier le fait que le cœur fondu ne va plus être refroidi en cuve mais sur la zone d'étalement en dessous de la cuve : ceci peut orienter la gestion des appoints en eau dans le bâtiment réacteur (BR). La disposition consiste à assurer le secours électrique du moyen de détection de percée de la cuve (thermocouple et remontée d'information) par le Diesel d'Ultime Secours, pour disposer de cette information y compris dans des conditions très sévères, comme celles d'une perte totale de sources électriques ;
- la détection de manière physique de l'étalement du corium sur la totalité de la surface du local RIC, qui permet, si besoin, de procéder au renoyage « actif » du corium, par injection d'eau via la cuve percée. Le dispositif consiste en une ligne de mesure par thermocouple, mise en place au fond du local RIC, au plus près des câbles fusibles des trappes de renoyage « passif ». Une protection du thermocouple est ajoutée afin de garantir une évolution de la mesure suffisamment explicite avant destruction éventuelle du capteur par le corium. La mesure est robuste au séisme Noyau Dur et alimentée par le Diesel d'Ultime Secours. La mesure est qualifiée aux conditions d'ambiance accidentelle dans le bâtiment réacteur (température, irradiation).

Cette disposition est illustrée en Figure 12.

Intitulé	Epaississement des radiers du puits de cuve et du local RIC de l'ensemble des réacteurs du palier CPY dont le radier est en béton très siliceux
Thème	Sûreté / Accidents avec fusion – Voie Eau
Typologie	Disposition matérielle
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : préserver le radier structurel de l'enceinte vis-à-vis du phénomène d'intéraction corium-béton.

Eclairage technique : En situation d'accident avec fusion du coeur, la fusion du coeur peut entraîner la formation d'un bain de corium pouvant à terme percer la cuve puis conduire à l'érosion du radier et donc remettre en cause le confinement. Conformément à la prescription [AG-A]-II émise par l'ASNR, EDF propose de mettre en œuvre l'épaississement, avec un béton de type silico-calcaire, des radiers du puits de cuve et du local RIC de l'ensemble des réacteurs du palier CPY dont le radier est en béton très siliceux.

Intitulé	Renforcement des murs entre le local d'instrumentation interne du cœur et la zone des puisards du bâtiment réacteur
Thème	Sûreté / Accidents avec fusion – Voie Eau
Typologie	Disposition matérielle
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : garantir la stabilisation du corium dans la zone d'étalement prévue à cet effet.

Eclairage technique : conformément à la prescription [AG-A-III] émise par l'ASNR, EDF propose de mettre en œuvre une disposition matérielle pour renforcer les voiles en béton entre le local d'instrumentation interne du cœur (RIC) et la zone des puisards du fond de l'enceinte de confinement du bâtiment réacteur, pour éviter leur percement par le corium et maintenir ce dernier dans la zone d'étalement prévue.

Intitulé	Mise en place de paniers de tétraborate de disodium décahydraté dans les puisards du bâtiment réacteur
Thème	Sûreté / Accidents avec fusion du cœur – Voie air
Typologie	Disposition matérielle
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : réduire significativement, lors d'un accident avec fusion du cœur, les relâchements en phase gazeuse de l'iode contenu dans l'eau contaminée présente dans l'enceinte de confinement du bâtiment réacteur.

Eclairage technique : la disposition proposée consiste à installer dans le fond du bâtiment réacteur (BR) des dispositifs fixes contenant un sel alcalin qui, après sa dissolution dans l'eau dès remplissage du fond du BR, va retenir l'iode dans l'eau et ainsi limiter son passage en phase gazeuse. Les dispositifs sont passifs et constitués de paniers remplis de tétraborate de disodium décahydraté (borax).

Ces paniers sont représentés sur la photo Figure 13 qui suit. Leur emplacement dans le bâtiment réacteur est illustré en Figure 11.

Figure 13. Photo d'un panier de tétraborate de disodium décahydraté

Intitulé	Renforcement de la tenue du dispositif d'éventage et de filtration de l'enceinte U5 au séisme de niveau SMS
Thème	Sûreté / Accidents avec fusion du cœur, Agressions (séisme) – Voie air
Typologie	Disposition matérielle
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : garantir que le dispositif d'éventage et de filtration de l'enceinte de confinement reste opérationnel après un séisme majoré de sécurité.

Eclairage technique : la stratégie de gestion d'un accident avec fusion du cœur est d'évacuer la puissance résiduelle par le système EAS-ND sans nécessité d'éventage de l'enceinte de confinement pour évacuer cette puissance.

Néanmoins, le dispositif d'éventage et de filtration existant est conservé en secours. L'objectif de la disposition proposée est de garantir que ce dispositif reste opérationnel après un séisme majoré de sécurité (SMS).

La disposition proposée consiste à renforcer au séisme la tuyauterie, le système de préchauffage (gaines de ventilation et une armoire électrique) ainsi que le filtre à sable du dispositif d'éventage et de filtration de l'enceinte de confinement.

Figure 14. Photo du dispositif d'éventage et de filtration de l'enceinte (filtre U5)

Intitulé	Injection d'eau complémentaire à celle du PTR
Thème	Sûreté / Accidents avec fusion – Voie Air
Typologie	Dispositions d'exploitation (conduite en cas d'accident) en réponse à la prescription [AG-B-II] émise par l'ASNR au vu des conclusions de la phase générique du 4e RP 900
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : assurer une injection d'eau dans le bâtiment réacteur en situation d'accident avec fusion du cœur suffisante pour garantir le refroidissement du corium et limiter la montée en pression de l'enceinte de confinement.

Eclairage technique : en cas d'accident avec fusion du cœur, l'apport en eau pour refroidir le corium doit être suffisant pour limiter la montée en pression dans l'enceinte du réacteur. Le réservoir PTR constitue la source principale d'eau à court terme pour assurer ce refroidissement.

Suite aux analyses menées dans le cadre de la prescription [AG-B-II], EDF mettra en œuvre les éventuelles dispositions nécessaires afin d'injecter à court terme dans le bâtiment réacteur un volume d'eau borée complémentaire à celui contenu dans la bâche (PTR), afin d'assurer l'évacuation de la puissance résiduelle de l'enceinte de confinement. Les dispositions pourraient consister en des améliorations de la documentation utilisée pour la conduite de l'installation dans ces situations.

Intitulé	Protection des composants de la chaine de mesure « gamme large » de la pression de l'enceinte de confinement situés dans les principaux locaux électriques de la voie de sûreté B
Thème	Sûreté / Accidents avec fusion
Typologie	Disposition matérielle
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : garantir la disponibilité de l'information « pression enceinte » en salle de commande, y compris en situations dégradées conséquences d'agressions d'origine interne dans le bâtiment électrique, afin d'aider à la conduite en cas d'entrée en situation d'accident avec fusion du cœur.

Eclairage technique : la disposition vise à garantir la disponibilité de l'information « *pression enceinte* » (voir Figure 12) en salle de commande, y compris en situations dégradées conséquences d'agressions d'origine interne dans le bâtiment électrique, afin d'aider à la conduite de l'installation en cas d'entrée en situation d'accident avec fusion du cœur.

La disposition proposée consistera, si besoin, à modifier ou protéger des composants de la chaine de mesure « gamme large » de la pression de l'enceinte de confinement, situés dans les principaux locaux électriques de la voie de sûreté B, afin de garantir leur protection contre l'incendie.

3.1.2.5.Dispositions sûreté transverses à plusieurs objectifs de sûreté

3.1.2.5.1. Dispositions Noyau Dur

Conformément aux Prescriptions Techniques de l'ASN émises en 2014, EDF a mis en place un « Noyau Dur » de dispositions matérielles et organisationnelles pour faire face aux agressions externes extrêmes (c'est-à-dire dont le niveau de sévérité dépasse celui considéré dans le référentiel de sûreté nucléaire des installations) suivantes :

- le séisme,
- l'inondation (dont pluies de forte intensité) et les phénomènes naturels pouvant être liés à l'inondation (vents extrêmes, foudre, grêle),
- la tornade.

Ce Noyau Dur se compose d'un ensemble de moyens fixes robustes aux situations Noyau Dur et aux agressions associées, complété par des moyens mobiles, ainsi qu'une organisation et des équipes pour leur mise en œuvre, dont la FARN. Il est conçu pour permettre de gérer les situations extrêmes résultant de ces agressions extrêmes :

- la perte totale des alimentations électriques n'appartenant pas au Noyau Dur,
- la perte totale de la source froide n'appartenant pas au Noyau Dur,
- le cumul de ces deux situations.

EDF propose un ensemble cohérent de dispositions matérielles ou d'exploitation pour la mise en œuvre du Noyau Dur dans le cadre du 4e Réexamen Périodique, ce qui contribue à répondre aux objectifs techniques de la réévaluation de sûreté nucléaire (la vue d'ensemble des principales dispositions Noyau Dur est présentée dans la pièce n°1 du dossier d'enquête publique au §4.2.1). La suite de ce paragraphe décrit les dispositions proposées par EDF.

Intitulé	Conduite Noyau Dur
Thème	Sûreté / Agressions, Accidents avec et sans fusion, Piscine combustible
Typologie	Disposition d'exploitation (conduite en cas d'accident) et disposition matérielle
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : mettre en œuvre une stratégie de conduite de l'installation dédiée à la gestion des situations dites « Noyau Dur » et se basant sur des matériels robustes à ces situations.

Eclairage technique : EDF propose une disposition d'exploitation basée sur une conduite de l'installation dédiée à la mise en œuvre du Noyau Dur. Elle repose sur une stratégie de conduite simple et fiable qui dépend de l'état initial du réacteur et des équipements du Noyau Dur utilisés. Elle est mise en œuvre lorsque les critères significatifs d'une dégradation de l'installation consécutive à une situation Noyau Dur sont atteints (ex : perte totale des sources électriques).

La stratégie de conduite est adaptée aux états initiaux retenus pour les situations Noyau Dur :

- Pour les états pour lesquels le circuit primaire est pressurisable et la puissance résiduelle peut être évacuée par les générateurs de vapeur :

  L'appoint en eau au circuit primaire et au circuit secondaire est assuré par les équipements du Noyau Dur. L'apport en bore au circuit primaire est assuré par la pompe haute pression d'injection aux joints des GMPP (voir disposition « *Pompe d'injection aux joints des groupes*

motopompes primaires Noyau Dur »), simultanément au refroidissement du circuit primaire par le circuit secondaire. Le circuit primaire est ensuite dépressurisé par l'ouverture d'une ligne de décharge du pressuriseur, ce qui permet si nécessaire de poursuivre l'apport en eau borée par les accumulateurs du système RIS et la pompe EAS-ND. A l'état final, le réacteur est refroidi, dépressurisé, et la concentration en bore permet d'écarter tout risque de redivergence à court et à long terme.

- Pour l'état Arrêt à froid pour Rechargement (APR), lorsque le tube transfert (*voir O*) est ouvert et met en communication la piscine du bâtiment réacteur (BR) et la piscine d'entreposage du combustible :

  => La puissance résiduelle du cœur est évacuée par l'eau disponible dans la piscine BR et la piscine d'entreposage du combustible. L'appoint en eau à la piscine d'entreposage du combustible est assuré par les équipements du Noyau Dur, ce qui assure aussi l'appoint en eau à la piscine BR via le tube transfert ouvert. Un sas d'accès au BR est préalablement ouvert afin d'éviter la pressurisation du BR sous l'effet de la vapeur produite par l'ébullition potentielle de la piscine BR. A moyen terme, la FARN amène et met en service une unité mobile de boration afin d'assurer une concentration en bore suffisante de l'eau des deux piscines évitant la redivergence du cœur à long terme.

- Pour l'état Réacteur Complètement Déchargé (RCD), dans lequel le combustible est dans la piscine d'entreposage du combustible et le tube transfert fermé. Dans cet état, l'entrée en conduite Noyau Dur est décidée directement à partir d'un moyen d'alerte robuste Noyau Dur en salle de commande.

  => La puissance résiduelle du cœur est évacuée par ébullition du fluide dans la piscine d'entreposage du combustible. La stratégie de conduite gère l'appoint en eau à la piscine d'entreposage du combustible par les dispositions Noyau Dur.

Intitulé	Contrôle-Commande Noyau Dur
Thème	Sûreté / Agressions, Accidents sans et avec fusion, Piscine combustible
Typologie	Dispositions matérielles
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : compléter le contrôle-commande existant pour piloter les dispositions Noyau Dur proposées.

Eclairage technique : la disposition a pour but de compléter le contrôle-commande pour piloter les dispositions Noyau Dur proposées : l'ASG-ND, la remontée en salle de commande de l'information de perte de la source froide, le dispositif de détection de l'étalement du corium dans le local instrumentation cœur, la mesure de niveau analogique de la piscine d'entreposage du combustible.

Les dispositions matérielles suivantes sont proposées :

- panneau de Signalisations et Commandes Complémentaires (PSCC) Noyau Dur en salle de commande :
  - ajouts de commandes, voyants, commutateur à clé, indicateurs à aiguille,
  - installation d'un synoptique pour certaines fonctions du Noyau Dur, dont l'ASG-ND,
  - repositionnement des voyants de niveau des piscines,
  - programmation de l'enregistreur numérique pour traiter l'information de niveau de bâche ASG-ND, calcul de l'intégrale des valeurs de débit EAS-ND et affichage ;

- châssis de relayage : installation de nouveaux châssis de relayage pour les nouvelles fonctions introduites et modification de châssis existants ;
- coffret de sous-distribution électrique : modification pour affectation de départs aux nouvelles unités de polarités ;
- tirages de câbles et raccordements entre PSCC, châssis de relayage, et certains tableaux et armoires électriques ;
- coffrets automates : ajout de nouvelles entrées Tout Ou Rien dans l'automate de conversion et modification de la programmation de l'automate analogique ;
- armoires électriques : modifications diverses pour affectation de relais 48Vcc et 125Vcc, modification du programme automate et traitement de deux nouvelles informations :
  - présence tension sur le deuxième jeu de barres du tableau électrique directement alimenté par le Diesel d'Ultime Secours,
  - information de perte de la source froide.

Intitulé	Alimentation de Secours des Générateurs de vapeur Noyau Dur (ASG-ND) et appoint Noyau Dur aux piscines BR et BK
Thème	Sûreté / Agressions, Accidents sans fusion, Piscine combustible
Typologie	Dispositions matérielles
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : garantir l'évacuation de la puissance résiduelle du réacteur via les générateurs de vapeur et garantir l'évacuation de la puissance résiduelle des assemblages combustibles présents dans la piscine d'entreposage (piscine BK) via un appoint d'eau, en situation Noyau Dur.

Eclairage technique : l'objectif de la disposition proposée est la mise en place des composants suivants du Noyau Dur :

- l'alimentation en eau des Générateurs de Vapeur (GV) afin de permettre le refroidissement du réacteur et l'évacuation de la puissance résiduelle par le circuit secondaire,
- l'alimentation en eau des piscines du bâtiment réacteur (BR) et du bâtiment combustible (BK) afin d'évacuer la puissance résiduelle et d'éviter le découvrement des assemblages combustibles.

En situation Noyau Dur, l'alimentation en eau des GV sera assurée par une motopompe d'Alimentation en eau de Secours des GV (ASG), en aspiration sur la bâche du système ASG. Cette fonction est appelée ASG-ND. En situation Noyau Dur, la motopompe est réalimentée automatiquement par le Diesel d'Ultime Secours (DUS), via un tableau de basculement de source dédié installé dans le cadre de la disposition.

La fonction d'évacuation durable de la puissance résiduelle est, quant à elle, assurée par la mise en place d'une nouvelle installation dans l'ilot nucléaire : un poste de vannage d'appoint en eau Noyau Dur (système SEG) permettant d'alimenter durablement la bâche ASG ainsi que la piscine d'entreposage du combustible, par la source d'eau Noyau Dur.

La conduite des dispositions ASG-ND et SEG se basera sur les informations nécessaires à la conduite du Noyau Dur concernant la chaudière et les piscines, notamment : niveaux gamme large des GV, pression des GV, température du cœur, pression Primaire, niveaux des piscines BR et BK.

La mise en œuvre des dispositions ASG-ND et SEG nécessite de :

- lorsque nécessaire, renforcer ou protéger les Structures, Systèmes et Composants utilisés afin de les rendre robustes aux agressions Noyau Dur et à leurs effets induits,
- installer le poste de vannage d'appoint Noyau Dur et mettre en place ses liaisons avec la source d'eau Noyau Dur, la bâche ASG et la piscine BK,
- mettre en place via la distribution électrique du Noyau Dur, les secours électriques des actionneurs et des capteurs utilisés (existants et nouveaux),
- permettre le pilotage et la supervision des matériels depuis la salle de commande en utilisant les structures de contrôle commande Noyau Dur (fondé sur des matériels existants et sur des matériels nouveaux installés). Certains des besoins en contrôle commande Noyau Dur sont pris en charge dans une disposition distincte (voir disposition « Contrôle-Commande Noyau Dur»).

Cette disposition est illustrée en Figure 15.

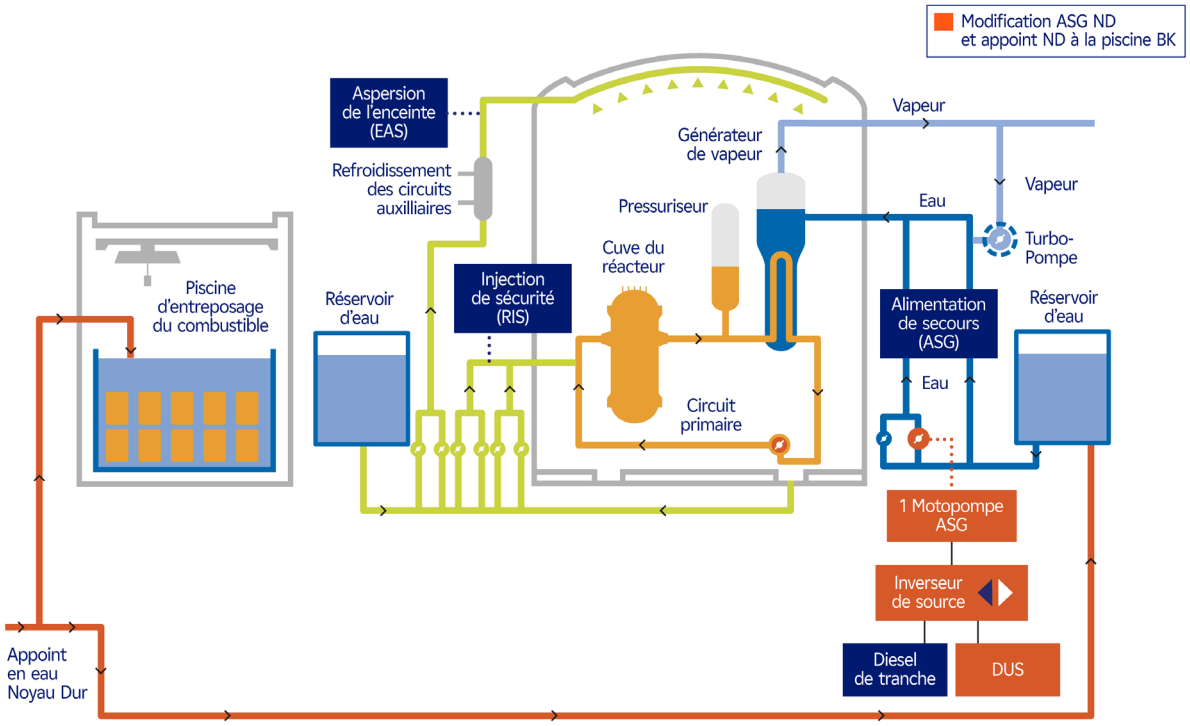


Figure 15. Schéma de principe de la disposition ASG-ND et appoint Noyau Dur aux piscines BR et BK

Intitulé	Pompe d'Injection aux Joints des Groupes MotoPompes Primaires « Noyau Dur » (PIJ-ND)
Thème	Sûreté / Agressions, Accidents sans fusion
Typologie	Disposition matérielle
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : refroidir les joints des pompes primaires pour garantir l'intégrité de la 2e barrière de confinement et injecter de l'eau borée lorsque le circuit primaire est à haute pression pour assurer la maîtrise de la réactivité, dans les situations Noyau Dur.

Eclairage technique : l'objectif de la disposition est de mettre en œuvre un moyen de secours de l'injection aux joints des groupes motopompes primaires (GMPP), dès les premières minutes après le début de la situation de perte totale des alimentations électriques externes ou autre situation dégradée qui affecte le refroidissement des joints des GMPP, afin de pouvoir :

- refroidir les joints des pompes primaires, pour garantir leur intégrité dans les situations Noyau Dur,
- injecter de l'eau borée lorsque le circuit primaire est à haute pression, dans les situations Noyau Dur.

La disposition proposée consiste à remplacer la pompe d'injection aux joints des GMPP commune à deux réacteurs, par une pompe Noyau Dur dédiée à chaque réacteur. Ce remplacement implique l'adaptation des lignes et organes de lignage de sorte à disposer d'un circuit par réacteur.

La réalimentation électrique de la nouvelle pompe est intégrée à la distribution électrique Noyau Dur, secourue par le DUS.

Les travaux consistent en la pose de tuyauteries, l'installation de la pompe et de vannes, l'installation d'armoires électriques, des tirages de câbles et des évolutions de contrôle-commande.

Cette disposition est illustrée en Figure 16 et Figure 17.

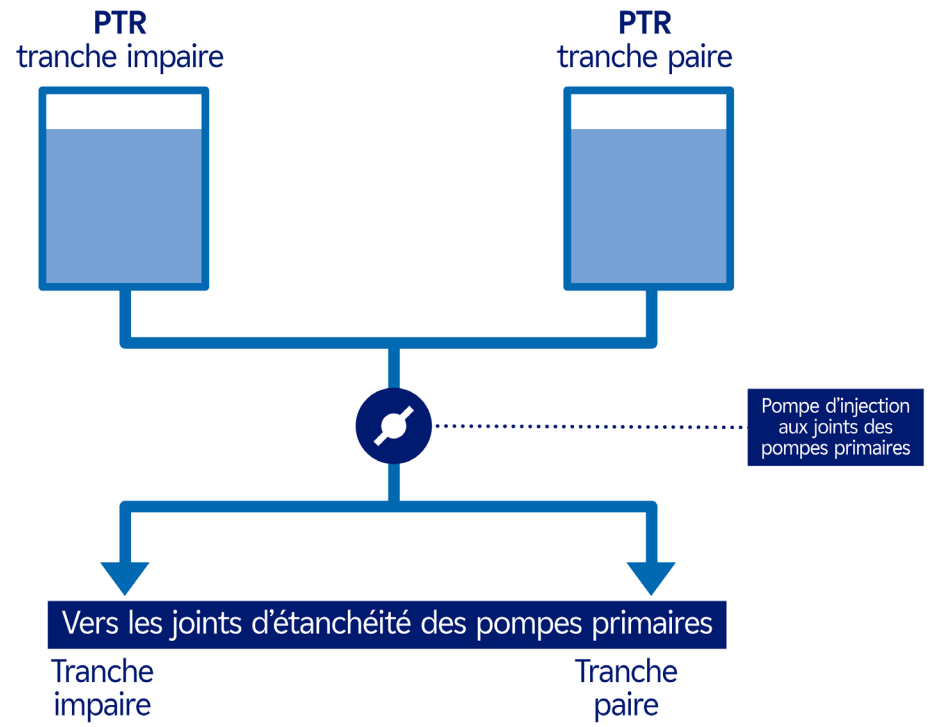


Figure 16. Configuration avant l'installation de la pompe d'injection aux joints « Noyau Dur » (PIJ-ND)

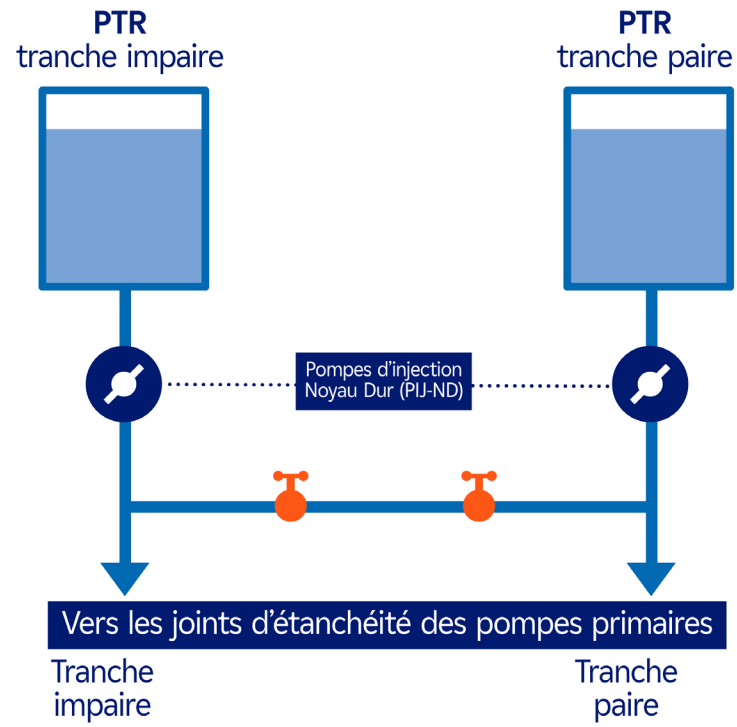


Figure 17. Configuration avec pompes d'injection aux joints « Noyau Dur » (PIJ-ND)

Intitulé	Information représentative de l'efficacité de la borication haute pression en situations Noyau Dur
Thème	Sûreté / Agressions, Accidents sans fusion
Typologie	Disposition matérielle
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : mettre à niveau la qualification d'informations permettant la conduite des situations Noyau Dur.

Eclairage technique : la disposition a pour objectif de rendre robuste au séisme Noyau Dur des informations représentatives du bon fonctionnement de la borication haute pression par la pompe d'injection aux joints Noyau Dur.

La disposition proposée se décline en trois volets :

- Mesures de débit pour déterminer si une borication haute pression est effective : les capteurs existants sont remplacés lorsque nécessaire par des capteurs robustes au séisme Noyau Dur.
- Mesures de niveau pressuriseur (nécessaire à la conduite pour ne pas sur-remplir le circuit primaire par le système d'injection) : les capteurs sont remplacés lorsque nécessaire par des capteurs robustes au séisme Noyau Dur.
- Traitement analogique et armoires électriques associés aux capteurs évoqués ci-dessus : la robustesse des chaines de mesure et des armoires au séisme Noyau Dur est vérifiée. Des dispositions sont prises afin de séparer électriquement les éléments de ces chaines faisant partie du Noyau Dur et les autres.

Intitulé	Détection d'une situation de perte totale de la source froide (H1) robuste au séisme Noyau Dur
Thème	Sûreté / Agressions, accidents sans et avec fusion, piscine combustible
Typologie	Dispositions matérielles
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : garantir la détection des situations accidentelles de perte totale de la source froide à la suite d'un séisme Noyau Dur, depuis la salle de commande.

Eclairage technique : l'objectif de la disposition est de mettre à disposition de l'opérateur en salle de commande les informations représentatives d'une situation de perte totale de la source froide (situation dite « H1 »), pour lui permettre de baisser la puissance et stabiliser le réacteur en cas de situation Noyau Dur.

La disposition proposée consiste à remplacer deux capteurs de pression existants aux bornes de chaque paire d'échangeurs de la source froide (SEC) pour le circuit de refroidissement intermédiaire du réacteur (RRI), par du matériel qualifié à un séisme Noyau Dur. En situation Noyau Dur, chaque paire de capteurs sera donc en mesure de détecter une perte de charge :

- anormalement haute, significative d'un colmatage des échangeurs côté eau brute,
- anormalement basse, significative d'un dysfonctionnement des pompes ou du circuit d'eau brute secourue.

L'information d'entrée en situation H1 est mise à disposition des opérateurs en salle de commande via la création d'une alarme installée sur le pupitre dédié Noyau Dur. Cette alarme sera actionnée sur perte simultanée des deux voies d'eau brute secourue.

Le transfert de l'information entre les capteurs et la salle de commande est réalisé au sein du contrôle commande Noyau Dur. L'architecture électrique existante est modifiée afin d'être raccordée à la distribution électrique Noyau Dur.

Intitulé	Arrêt automatique du réacteur et information d'un « séisme significatif », robustes au Noyau Dur
Thème	Sûreté / Agressions, accidents avec et sans fusion, piscine combustible
Typologie	Disposition matérielle
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : garantir l'arrêt automatique du réacteur en cas de séisme de niveau Noyau Dur et la retransmission en salle de commande de l'information représentative de la survenue d'un séisme « significatif ».

Eclairage technique : la disposition a pour but l'arrêt automatique du réacteur en cas de séisme de niveau Noyau Dur et la retransmission en salle de commande de l'information représentative de la survenue d'un séisme « significatif ».

La disposition proposée consiste à :

- remplacer les accéléromètres servant à l'arrêt automatique du réacteur sur ébranlement par un modèle robuste au séisme Noyau Dur et sans composant électronique programmé,
- installer un nouvel accéléromètre dans le bâtiment électrique,
- fournir l'alimentation électrique dimensionnée au séisme Noyau Dur au nouvel accéléromètre,
- transmettre les informations de survenue d'un séisme significatif et de défaut capteur au niveau Panneau de Signalisations et Commandes Complémentaires situé en salle de commande via deux voyants lumineux.

Intitulé	Robustesse au séisme Noyau Dur de tuyauteries
Thème	Sûreté / Agressions, accidents sans et avec fusion, piscine combustible
Typologie	Disposition matérielle
Applicabilité	Spécifique au réacteur

Objectif : garantir la robustesse au séisme Noyau Dur des tuyauteries devant rester intègres en situation Noyau Dur.

Eclairage technique : la disposition a pour but de garantir la robustesse au séisme Noyau Dur des tuyauteries Noyau Dur. La disposition proposée consiste à modifier des supportages de portions de tuyauteries concernées, lorsque nécessaire.

Intitulé	Renforcement au séisme Noyau Dur du Circuit Primaire Principal, du Circuit Secondaire Principal et supports DRR (Dossiers de Référence Réglementaire)
Thème	Sûreté / Agressions, accidents sans et avec fusion du cœur
Typologie	Disposition matérielle
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : garantir la robustesse au séisme Noyau Dur du Circuit Primaire Principal et du Circuit Secondaire Principal, et garantir le respect des critères des Dossiers de Référence Réglementaire pour les tuyauteries de ces circuits.

Eclairage technique : la disposition a pour but de garantir la robustesse au séisme Noyau Dur du Circuit Primaire Principal et du Circuit Secondaire Principal (CPP/CSP), ainsi que de garantir le respect des critères des Dossiers de Référence Réglementaire pour les tuyauteries du CPP/CSP.

La disposition proposée consiste à modifier des supportages de portions de tuyauteries concernées, lorsque nécessaire.

Intitulé	Robustesse aux cas de charge Noyau Dur (dont Séisme Noyau Dur)
Thème	Agressions (séisme)
Typologie	Dispositions relatives au Noyau Dur, pour répondre aux prescriptions [AGR-F] et/ou [ND-C] émises par l'ASNR au vu des conclusions de la phase générique du RP4 900
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : rendre robustes aux situations Noyau Dur certains des équipements faisant partie du Noyau Dur.

Eclairage technique : en réponse aux prescriptions [AGR-F] et/ou [ND-C], EDF mettra en œuvre des dispositions permettant de rendre robustes aux cas de charge Noyau Dur certains des équipements faisant partie du Noyau Dur.

Les dispositions proposées consistent notamment en des renforcements de supports ou d'ancrages ou des remplacements de matériels par des matériels robustes aux cas de charge Noyau Dur.

Intitulé	Traçage RRB et remplacement de mesures de niveau de la bâche PTR
Thème	Sûreté / Agressions, accidents sans et avec fusion
Typologie	Disposition matérielle
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : garantir la robustesse au séisme Noyau Dur de mesures nécessaires en situation Noyau Dur et d'équipements intervenant en période de froid.

Eclairage technique : les mesures de niveau d'eau dans la bâche du système de traitement et de refroidissement d'eau des piscines (PTR) interviennent en situation accidentelle dans l'automatisme de basculement en recirculation sur les puisards du bâtiment réacteur, une fois l'eau de la bâche PTR injectée vers le réacteur.

La disposition a pour but de garantir la robustesse au séisme Noyau Dur d'une des mesures de niveau d'eau dans la bâche PTR faisant partie du Noyau Dur. La disposition vise également à garantir la bonne disponibilité du traçage électrique de certaines lignes en cas de séisme survenant en période de froid. En particulier, la disposition permet de garantir le caractère opérationnel des mesures de niveau PTR dans de telles situations d'agressions, en évitant tout risque de cristallisation du bore dans les tuyauteries de mesure contenant l'eau PTR. La disposition proposée consiste à remplacer l'un des quatre capteurs de niveau d'eau PTR par un capteur qualifié Noyau Dur.

La disposition porte également sur le système de réchauffage des lignes en eau borée (RRB) : l'alimentation électrique de plusieurs cordons chauffants est modifiée et certains sont remplacés afin d'en garantir le bon comportement et d'assurer ainsi le traçage électrique des lignes nécessaires en cas de séisme survenant en période de froid ou de situation dégradée Noyau Dur.

Intitulé	Ajout d'une chaine de mesure de niveau analogique de la piscine d'entreposage du combustible, robuste au Noyau Dur
Thème	Sûreté / Piscine combustible
Typologie	Disposition matérielle
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : disposer d'une mesure permettant d'apprécier l'état de la piscine d'entreposage du combustible en situation Noyau Dur afin de gérer les appoints en eau à la piscine.

Eclairage technique : la disposition proposée consiste à installer une instrumentation analogique permettant de mesurer le niveau de la piscine d'entreposage du combustible, depuis le niveau normal d'exploitation jusqu'au sommet des assemblages combustible entreposés.

Les informations de niveau d'eau ainsi que la vitesse de vidange de la piscine d'entreposage du combustible sont remontées en salle de commande. L'ensemble de la chaine de mesure est qualifié au séisme Noyau Dur et aux conditions d'ambiance dégradées du bâtiment combustible (BK). La solution technique proposée est un capteur radar filoguidé dont la sonde sera implantée en bordure de piscine d'entreposage du combustible sur un nouveau support. Son électronique est déportée hors du hall BK afin d'être exposée à une ambiance moins sévère.

La mesure est retransmise en salle de commande, au Panneau de Signalisations et Commandes Complémentaires, dans le cade de la disposition « Contrôle-Commande Noyau Dur Nouveau ».

Intitulé	Mesures de niveau Tout ou Rien en piscine BR
Thème	Sûreté / Agressions, accidents sans fusion, piscine combustible
Typologie	Disposition matérielle
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : disposer de mesures nécessaires à la conduite d'un scénario de perte de refroidissement de la piscine du bâtiment réacteur en situation Noyau Dur.

Eclairage technique : la disposition proposée a pour objectif de rendre robuste aux situations Noyau Dur la chaine de mesure Tout Ou Rien de niveau d'eau dans la piscine du bâtiment réacteur (BR). Cette mesure intervient dans la conduite Noyau Dur en état d'arrêt en cas de situations de perte du refroidissement de la piscine BR.

Le capteur de niveau existant, à trois seuils, est qualifié en l'état, après vérification.

Il sera raccordé au contrôle-commande Noyau Dur pour retransmission de l'information en salle de commande, au Panneau de Signalisations et Commandes Complémentaires Noyau Dur.

Intitulé	Exutoire vapeur en situation Noyau Dur
Thème	Sûreté / Piscine combustible
Typologie	Disposition matérielle
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : éviter la pressurisation des bâtiments par la vapeur produite par l'ébullition potentielle des piscines, pour les situations Noyau Dur survenant en état d'Arrêt Pour Rechargement.

Eclairage technique : pour les situations Noyau Dur en état Arrêt Pour Rechargement (APR), EDF prévoit d'évacuer la puissance résiduelle des assemblages de combustible en réalimentant de manière gravitaire la piscine du bâtiment réacteur (BR) par la piscine d'entreposage du combustible via le tube de transfert qui est ouvert dans cette configuration (voir disposition « *Appoint Noyau Dur aux piscines BR et BK* »). Afin d'éviter la pressurisation des bâtiments par la vapeur produite par l'ébullition potentielle des piscines, un sas du BR et un exutoire du bâtiment combustible (BK) sont ouverts. Un retour au refroidissement est ensuite prévu par le dispositif de refroidissement mobile « PTR bis » qui est amené sur site par la FARN. Cela permet à la fois de refroidir la piscine d'entreposage du combustible et la piscine BR, après un lignage approprié, ce qui arrête à terme l'ébullition et permet de retrouver une ambiance normale dans le BR et le BK.

La disposition proposée consiste à mettre à disposition des intervenants sur site un dispositif de maintien ouvert du sas BR au plancher 0 mètre, afin d'empêcher toute refermeture intempestive du sas.

Intitulé	Appoint Noyau Dur par le haut de la piscine d'entreposage du combustible
Thème	Sûreté / Piscine combustible
Typologie	Disposition matérielle
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : séparer les fonctions « refroidissement normal de la piscine d'entreposage du combustible » et « appoint Noyau Dur en eau à la piscine d'entreposage du combustible ».

Eclairage technique : pour la fonction d'appoint Noyau Dur à la piscine d'entreposage du combustible par la source d'eau généralisée, une évolution de conception est étudiée afin d'assurer l'appoint en eau par le haut de la piscine, par une ligne dédiée. Cette nouvelle conception permet de séparer les fonctions « *refroidissement normal de la piscine d'entreposage du combustible* » et « *appoint Noyau Dur en eau à la piscine d'entreposage du combustible* ». Il permet également d'homogénéiser la diffusion de l'eau froide dans la piscine via un appoint en haut de piscine et d'éviter tout risque de choc froid sur le liner de la piscine.
La disposition proposée consiste à ne plus raccorder la ligne mutualisée de refoulement des dispositions « *PTR bis* » et « *appoint Noyau Dur en eau à la piscine d'entreposage du combustible* » sur la tuyauterie de refoulement du refroidissement normal de la piscine d'entreposage du combustible, mais à faire déboucher cette ligne mutualisée sur le haut de la piscine.

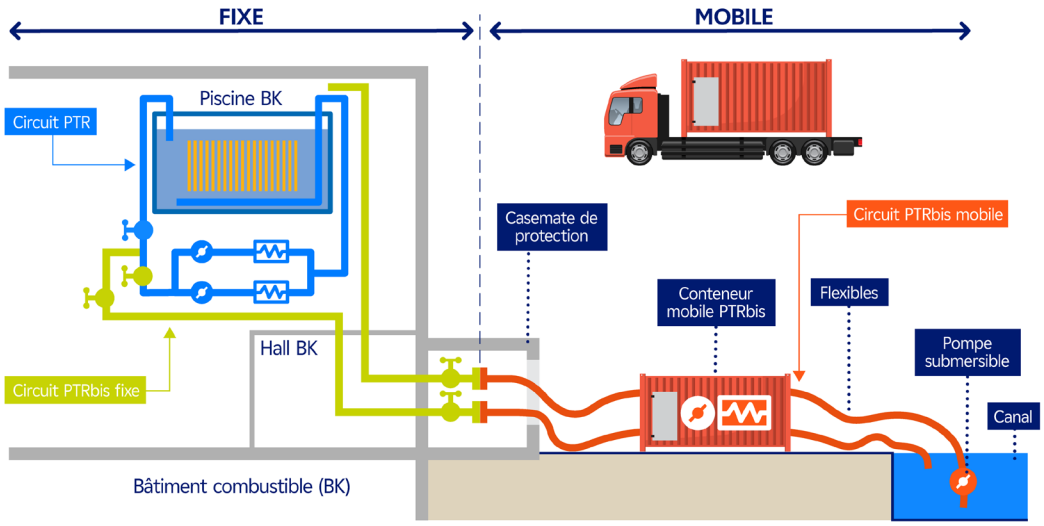


Figure 18. Appoint Noyau Dur par le haut de la piscine d'entreposage du combustible (représenté par la tuyauterie verte sur le schéma à droite de la piscine d'entreposage du combustible)

Intitulé	Protections contre la tornade Noyau Dur
Thème	Sûreté / Agressions
Typologie	Dispositions matérielles
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : garantir la capacité de l'installation à résister à une tornade de niveau Noyau Dur.

Eclairage technique : le Noyau Dur doit être robuste à la tornade de niveau Noyau Dur (niveau EF3 sur l'échelle de Fujita pour Blayais). Ceci implique la protection des Structures, Systèmes et Composants Noyau Dur vis-à-vis des effets directs de la tornade Noyau Dur (ex : pression dynamique liée au vent, dépression susceptible de provoquer un endommagement des gaines de ventilation) ou indirects (projectiles) de la tornade.

La disposition proposée consiste à :

- ajouter des protections physiques,
- ou bien à renforcer les Structures, Systèmes et Composants (SSC) Noyau Dur vulnérables.

Les types de protections sont adaptés à chaque type de SSC. Les principaux types de protections sont mis en œuvre à l'extérieur des locaux et consistent en l'ajout de structures métalliques de protection (grilles renforcées, filets d'acier, charpente métallique, caillebottis, autres) devant les dispositifs Noyau Dur à protéger (portions de tuyauteries, de chemins de câbles, ou autres), notamment le réservoir du système de traitement et de refroidissement de l'eau des piscines (PTR) et le bâtiment combustible (BK).

Cette disposition est illustrée en Figure 19.

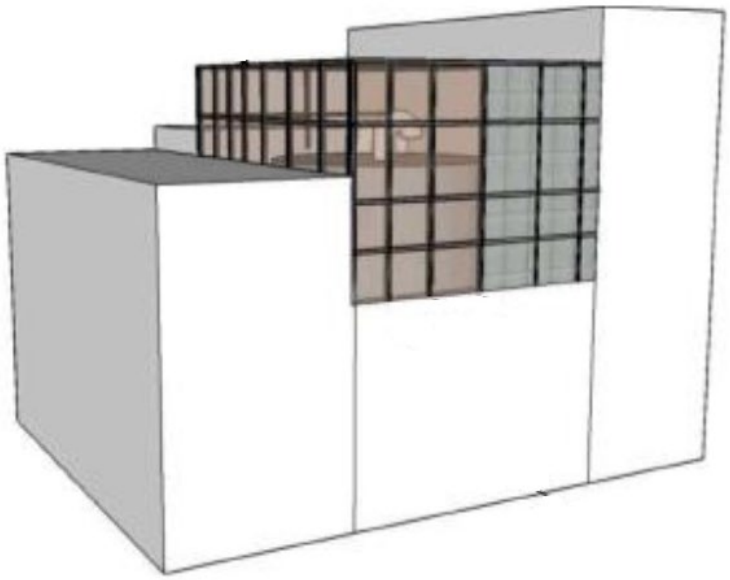


Figure 19. Protection contre la tornade « Noyau Dur » : photo de l'installation actuelle – exemple du réacteur n° 1 du CNPE du tricastin –
et illustration de la disposition proposée, de type « grilles renforcées », autour de la bâche PTR cylindrique.

Intitulé	Prises électriques 220V en salle de commande secourues par le DUS
Thème	Sûreté / Agressions, Accidents sans et avec fusion, Agressions, Piscine combustible
Typologie	Disposition matérielle
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : permettre l'alimentation électrique de divers appareils utiles en gestion de crise.

Eclairage technique : le Diesel d'Ultime Secours (DUS) constitue désormais une source électrique additionnelle sur les sites EDF. La disposition a pour but de tirer profit du DUS pour permettre l'alimentation électrique en 220V de divers appareils utiles en gestion de crise (notamment : appareils de télécommunication, équipements de protection individuelle ou collective).

La disposition proposée consiste à créer de nouvelles prises électriques 220 V, secourues par le DUS, à proximité de la salle de commandes du réacteur, avec l'installation de départs électriques, d'équipements de transformation électrique, de sous-distribution (répartition et protection électrique) et branchements requis (coffrets de prise).

Intitulé	Centre de Crise Local (CCL)
Thème	Sûreté / Agressions, Accidents sans et avec fusion, Piscine combustible
Typologie	Disposition matérielle
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : renforcer les moyens de gestion de crise pour permettre à l'exploitant de gérer dans la durée une crise importante (notamment une crise sur plusieurs réacteurs).

Eclairage technique : dans le cadre du RP4 900, EDF propose le renforcement des moyens de crise par la construction sur chaque site d'un nouveau Centre de Crise Local (CCL) permettant à l'exploitant du site de gérer dans la durée une crise importante (notamment une gestion de crise sur plusieurs réacteurs). Ce bâtiment permet une accessibilité, une autonomie et une habitabilité adéquates en cas de crise. Il est dimensionné pour résister aux agressions externes retenues pour le Noyau Dur.

Le CCL protège ses occupants d'une ambiance radiologique extérieure, intérieure (liée à la contamination) et des risques chimiques. Il dispose :

- d'une protection passive et d'un dispositif de filtration réduisant la teneur en sources de contamination / irradiation, dimensionné au cas d'un accident de fusion totale du cœur sur un réacteur du site,
- d'une zone de décontamination permettant de ne pas dégrader les conditions dosimétriques intérieures au CCL, dans le cas où l'environnement externe serait particulièrement contaminé,
- d'une alimentation électrique autonome assurée par un groupe électrogène de secours et des batteries,
- d'une connexion d'alimentation du CCL depuis l'extérieur par la FARN,
- d'une retransmission automatique des informations nécessaires à la gestion de la crise, pour l'ensemble des réacteurs du site.

Sur le dernier point, des évolutions de l'architecture du réseau informatique des sites, ainsi que la mise en place d'une architecture de supervision informatisée, permettront la consultation des données du site par les équipiers de crise ainsi que l'installation des affichages associés.

Si la remontée automatique des informations venait à ne plus être assurée, la disposition prévoit d'autres moyens matériels et dispositions organisationnelles permettant de retransmettre les données nécessaires à la gestion de crise.

Intitulé	Réfrigération salle de commande à long terme
Thème	Sûreté / Agressions, accident sans et avec fusion, piscine BK
Typologie	Disposition à l'étude
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : garantir la réfrigération de la salle de commande à long terme en situation Noyau Dur.

Eclairage technique : des études sont menées vis-vis des conditions de température dans le bâtiment électrique et notamment en salle de commande à moyen et long terme, dans les situations Noyau Dur avec perte de la réfrigération normale (perte de la source froide) de longue durée.

Une disposition est étudiée afin de maitriser la température dans les locaux sensibles et faciliter les conditions de conduite en salle de commande. La disposition envisagée consiste à ajouter un moyen de refroidissement à air de l'eau de réfrigération de la ventilation de locaux du bâtiment électrique.

Figure 20. Salle de commande du réacteur n°1 de la centrale du Blayais (Copyright EDF / Bruno Amsellem

Intitulé	Robustesse des systèmes de ventilations aux conditions noyau dur
Thème	Sûreté / Agressions, accident sans et avec fusion du cœur
Typologie	Disposition matérielle
Applicabilité	Spécifique au réacteur

Objectif : Garantir la fonctionnalité des systèmes de ventilation de l'îlot nucléaire utilisés en situation Noyau Dur (séisme, tornade, situation de perte totale des alimentations électriques)

Eclairage technique : Les dispositions proposées participent à la robustesse des systèmes de ventilation en situation noyau dur en permettant la réouverture des clapets du système de protection contre les ondes de choc (système DCA) qui se seront fermés en cas d'explosion du terminal méthanier en bord de site.

Les dispositions proposées consistent à :

- adapter la conception des registres du système de protection contre les ondes de chocs et leur contrôle commande afin qu'ils puissent être réouverts à la suite d'une situation noyau dur ;
- adapter la conduite des installations afin de rouvrir les clapets du système de protection contre les ondes de chocs à la suite d'une situation noyau dur.

3.1.2.5.2. Autre disposition

La disposition qui suit est transverse à plusieurs objectifs de sûreté.

Intitulé	Accessibilité des intervenants en situation accidentelle pour des actions en local
Thème	Sûreté / Agressions, accidents avec et sans fusion
Typologie	Dispositions matérielles et dispositions à l'étude faisant suite aux études en réponse à la prescription [FOH-B] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du RP4 900
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : vérifier la capacité effective des opérateurs à accéder aux locaux et à y réaliser les actions de conduite requises dans la démonstration de sûreté nucléaire en cas d'accident, d'accident avec fusion du cœur ou d'agression.

Eclairage technique : l'analyse d'accessibilité consiste à s'assurer que les situations considérées dans la démonstration de sûreté nucléaire ne conduisent pas à une évolution d'ambiance susceptible de compromettre la réalisation des actions à effectuer en local par les intervenants (actions nécessaires pour la gestion de ces situations accidentelles).

Faisant suite aux analyses, il s'avère que certaines vannes du système d'injection de sécurité (RIS) et du système de contrôle chimique et volumétrique (RCV) pourraient ne plus être accessibles pour être manœuvrées en local si besoin, du fait des conditions d'ambiance radiologique et thermique qui régneraient dans les locaux où elles sont situées.

L'objectif de la disposition proposée est de permettre la manœuvre de ces vannes depuis le bâtiment électrique. Ces vannes sont alimentées par des coffrets électriques sur lesquels on peut connecter des cellules d'autocontrôle (dispositifs déjà existants) pour manœuvrer les vannes à distance. Trois vannes sont concernées : une vanne sur le système de contrôle chimique et volumétrique (RCV), deux vannes sur le système d'injection de sécurité (RIS). Pour l'une de ces deux vannes, un adaptateur sera approvisionné pour pouvoir assurer le branchement de la cellule autocontrôle au coffret électrique. Le recueil de fiches d'actions en local sera mis à jour, pour indiquer que la manœuvre de ces vannes est à réaliser depuis le bâtiment électrique.

La disposition vise également à profiter de la création du Centre de Crise Local et de la disposition de la ventilation du bâtiment électrique pour améliorer la compacité et donc le confinement de l'îlot de survie (qui contient la salle de commande) en séparant la ventilation de locaux annexes éloignés de la salle de commande, notamment pour les réacteurs pairs.

Pour ces locaux, la disposition consiste à les isoler définitivement de la ventilation de l'îlot de survie et à les rattacher à un autre système de ventilation. La disposition consiste à modifier certaines portions de gaines de ventilation et les équipements associés.

Les études menées dans le cadre de la prescription [FOH-B] émise par l'ASNR, qui demande à EDF de vérifier la capacité effective des opérateurs à accéder aux locaux et à y réaliser les actions de conduite requises dans la démonstration de sûreté nucléaire en cas d'accident, d'accident avec fusion du cœur ou d'agression, confirment la suffisance de ces dispositions prévues.

3.2. Dispositions relatives au volet « inconvénients »

Ce volet du réexamen périodique est relatif à la maîtrise des inconvénients présentés par l'installation en fonctionnement normal du fait des prélèvements d'eau, des rejets, des déchets ainsi que, des nuisances qu'elle est susceptible d'engendrer (bruits, vibrations, odeurs ou envol de poussières).

Conformément aux exigences réglementaires, le volet « inconvénients » du réexamen comprend :

- d'une part, un point sur la conformité de l'installation aux règles applicables, ainsi que le retour d'expérience de son fonctionnement sur la décennie écoulée,
- d'autre part, l'actualisation de l'appréciation des inconvénients que présente l'installation en fonctionnement normal sur la santé et l'environnement.

La pièce n°1 du dossier de l'enquête publique développe de façon plus précise le contenu du volet « inconvénients », notamment certaines dispositions déjà réalisées depuis le précédent réexamen.

EDF propose la disposition qui suit sur cette thématique.

Intitulé	**Création d'une enceinte ventilée avec filtration iode autour de certains équipements du système de collecte des effluents de l'ilot nucléaire (RPE)**
Thème	Inconvénients
Typologie	Disposition matérielle
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : limiter le risque de rejet d'iode dans l'environnement, en fonctionnement normal.

Eclairage technique : les rejets gazeux en iode (produit de fission) sont susceptibles d'être présents dans certains locaux, suivant le niveau d'intégrité des gaines du combustible et des circuits.

Ces locaux qualifiés de « locaux à risque iode » doivent être pourvus au niveau de leur système de ventilation de pièges à iode (dispositif de filtration), afin de limiter les rejets de l'installation dans l'environnement, en fonctionnement normal.

Dans le cadre du RP4 900, le risque de rejets en iode pour certains locaux non raccordés à la conception des réacteurs à une ventilation avec filtration iode, a été réévalué. Un nouveau local a été identifié dans le bâtiment des auxiliaires nucléaires.

La disposition proposée consiste, dans le local concerné, à installer une enceinte ventilée isolante autour des vannes et brides, organes pouvant fuir, du circuit de collecte des effluents de l'îlot nucléaire (RPE). Un piquage de raccordement est créé entre cette enceinte isolante et la gaine de ventilation la plus proche, connectée à la filtration iode.

Des illustrations présentant cette disposition sont présentées en Figure 21 et Figure 22.

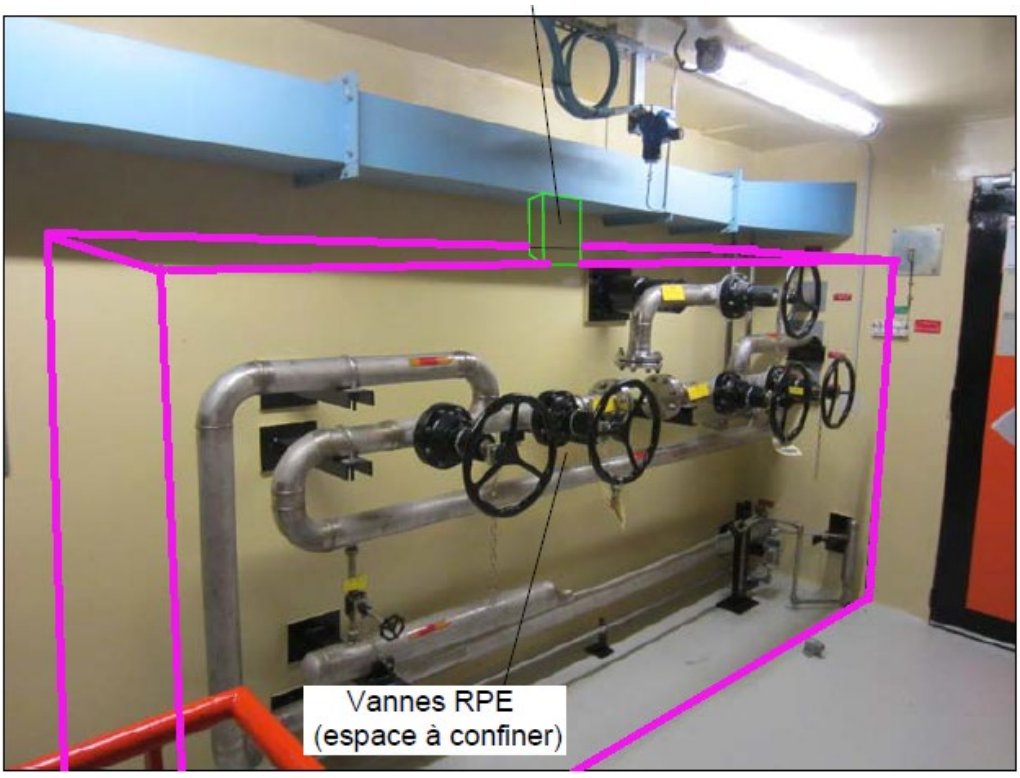


Figure 21. Exemple d'une enceinte ventilée raccordée à la filtration iode autour de certains équipements du système de collecte des effluents de l'ilot nucléaire (RPE)

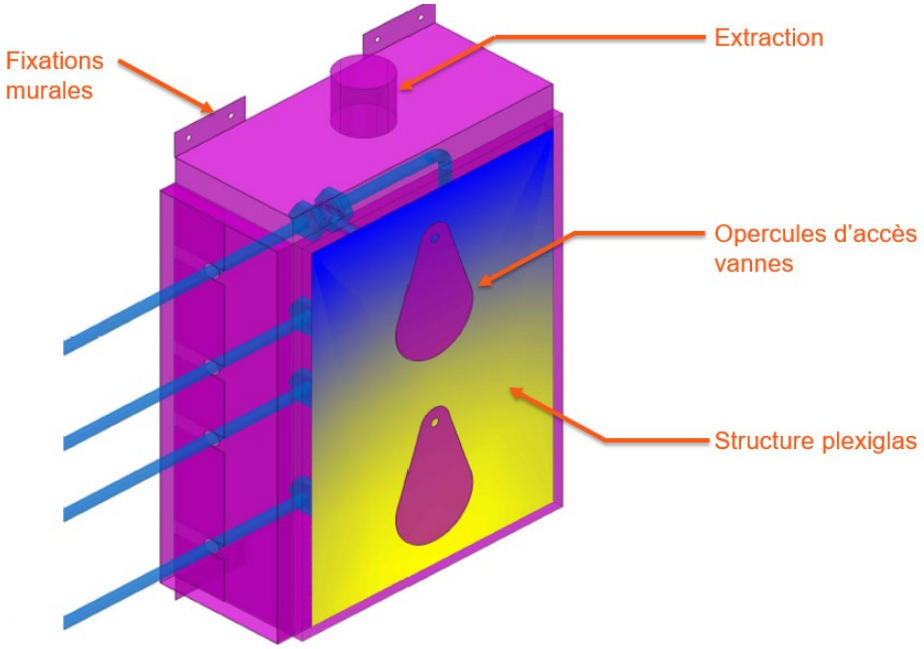


Figure 22. Création d'une enceinte ventilée raccordée à la filtration iode autour de certains équipements du système de collecte des effluents de l'ilot nucléaire (RPE) : illustration de la disposition

3.3. Dispositions relatives au maintien dans le temps des installations

Pour le maintien dans le temps des installation , le programme industriel d'EDF consiste à :

- démontrer l'aptitude des matériels non remplaçables à assurer leur fonction après 40 ans (cuve du réacteur et enceinte de confinement),
- démontrer l'aptitude des matériels remplaçables à assurer leur fonction après 40 ans ou procéder soit à leur remplacement soit à leur rénovation,
- démontrer le maintien de la qualification des matériels mécaniques et électriques concernés ou à procéder, le cas échéant, soit à leur remplacement soit à leur rénovation.

EDF propose les dispositions suivantes relatives au maintien dans le temps des installations.

Intitulé	Maintien de la qualification aux conditions accidentelles chaine KRT haut flux gamma BR
Thème	Maintien de qualification
Typologie	Disposition matérielle
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : garantir la qualification aux conditions accidentelles d'une chaine de mesure de l'activité dans le bâtiment réacteur, au-delà de 40 ans de fonctionnement.

Eclairage technique : la chaine de contrôle de l'activité « haut flux gamma » dans le bâtiment réacteur (chaine appartenant au système de contrôle de la radioactivité du réacteur KRT) permet de mesurer le débit de dose gamma de l'air de l'enceinte réacteur dès le début d'un accident et de suivre son évolution. La disposition a pour but de garantir la qualification aux conditions accidentelles de cette chaine, au-delà de 40 ans de fonctionnement.

La disposition proposée consiste à remplacer certains des composants dont le maintien de la qualification ne peut être démontré : coffret de mesure, coffret de raccordement ainsi que l'ictomètre[8] numérique.

[8] Un ictomètre est un appareil de mesure des rayonnements ionisants.

Intitulé	Maintien de la qualification des armoires et coffrets du système de distribution électrique de l'alimentation de secours
Thème	Maintien de qualification
Typologie	Disposition à l'étude
Applicabilité	Générique Palier

Objectif : garantir la qualification aux conditions accidentelles des armoires et coffrets de distribution électrique associés au système d'alimentation de secours, au-delà de 40 ans de fonctionnement.

Eclairage technique : la disposition proposée consiste à remplacer les composants dont l'extension de qualification ne pourrait pas être prononcée. Les études de qualification en cours permettront de confirmer ou non le besoin de cette disposition.

ANNEXE 1 : LISTE DES DISPOSITIONS PROPOSÉES PAR L'EXPLOITANT

Centrale nucléaire du Blayais, Gironde
©Copyright EDF / Bruno Amsellem

Cette annexe liste les dispositions proposées par l'exploitant et développées au §3.

Libellé de la disposition
Dispositions relatives au volet risques (§3.1)
Dispositions relatives à la conformité de l'installation (§3.1.1)
Traitement de l'événement anormal de fabrication des crayons MOX
Dispositions relatives aux accidents sans fusion du cœur (§3.1.2.1)
Augmentation de la pression des accumulateurs en eau borée du système d'injection de sécurité
Crayons MOX à pression de remplissage abaissée à 16 bar
Elargissement de la démonstration de sûreté nucléaire relative aux accidents
Prise en compte dans le Rapport de Sûreté de l'abaissement de la limite d'activité du circuit primaire en Iode 131
Limitation des mouvements de grappes de régulation du groupe « R »
Vérification de la corrélation de flux critique pour des assemblages combustibles déformés
Vérification de la limite de flambage des grilles d'un assemblage combustible
Elargissement des études du domaine complémentaire
Ajout d'un dispositif de prélèvement du fluide primaire en état d'arrêt en aval de l'échangeur CEPP (Circuit d'Etanchéité des Pompes Primaires)
Implantation d'un piquage sur la double enveloppe des circuits RIS et EAS
Dispositions relatives aux agressions (§3.1.2.2)
Elargissement de la démonstration de sûreté nucléaire relative aux agressions
Diminution des charges calorifiques
Asservissement de la vanne d'isolement du circuit hydrogène avec la détection incendie (risque de jet d'hydrogène enflammé)
Amélioration de la robustesse de l'installation vis-à-vis du risque incendie
Protection de la piscine d'entreposage du combustible vis-à-vis du risque incendie
Renforcement de la disponibilité du système d'évacuation de la puissance résiduelle de l'enceinte « Noyau Dur » (EAS-ND) et fiabilisation de la distribution électrique
Protection des locaux sensibles à l'indisponibilité des systèmes fixes d'aspersion en cas d'incendie
Prévention de l'entrée d'air dans le système de traitement des effluents gazeux hydrogénés
Mise en place d'une manchette de raccordement sur le système de stockage de gaz
Prévention du risque d'explosion dans les locaux batteries
Prévention du risque explosion interne hors locaux batteries avec application des principes WENRA
Protection de tuyauteries sur l'îlot nucléaire, vis-à-vis de l'explosion
Analyses fonctionnelles de sûreté nucléaire vis-à-vis de l'explosion interne et prévention du risque dans le bâtiment réacteur
Protections additionnelles vis-à-vis de l'explosion interne

Perte totale des sources électriques en situations grands chauds avec une température élevée au-delà du dimensionnement
Protection contre la tornade (grilles)
Dispositions relatives à la piscine d'entreposage du combustible « BK » (§3.1.2.3)
Doublement du dispositif d'isolement automatique de la ligne d'aspiration de la piscine BK
Ecran de protection contre l'incendie entre les 2 pompes de refroidissement de la piscine BK
Etudes complémentaires pour la sûreté des piscines du bâtiment réacteur (BR) et du bâtiment combustible (BK)
Retour à un état sans ébullition de la piscine BK après un accident ou une agression
Dispositions relatives aux accidents avec fusion du cœur (§3.1.2.4)
Elargissement de la démonstration de sûreté nucléaire relative aux accidents avec fusion du cœur
Remplacement de matériels existants non qualifiés à l'accident avec fusion du cœur
Lignes fixes pour le traitement des eaux contaminées dans le bâtiment réacteur et modules mobiles de traitement des eaux contaminées
Mise en œuvre d'une ligne d'injection et d'un dispositif mobile de substitution au dispositif EAS-ND
Réinjection des effluents du bâtiment combustible dans le bâtiment réacteur
Mise en place d'une mesure de niveau d'eau dans les puisards du bâtiment réacteur
Secours électrique de la détection de percée de la cuve par le DUS et mise en place détection étalement corium dans le local d'instrumentation du cœur (RIC)
Epaississement des radiers du puits de cuve et du local RIC de l'ensemble des réacteurs du palier CPY dont le radier est en béton très siliceux
Renforcement des murs entre le local d'instrumentation interne du cœur et la zone des puisards du bâtiment réacteur
Mise en place de paniers de tétraborate de disodium décahydraté dans les puisards du bâtiment réacteur
Renforcement de la tenue du dispositif d'éventage et de filtration de l'enceinte U5 au séisme de niveau SMS
Injection d'eau complémentaire à celle du PTR
Protection des composants de la chaine de mesure « gamme large » de la pression de l'enceinte de confinement situés dans les principaux locaux électriques de la voie de sûreté B

Dispositions sûreté transverses à plusieurs objectifs de sûreté (§3.1.2.5)
Dispositions Noyau Dur (§3.1.2.5.1)
Conduite Noyau Dur
Contrôle-Commande Noyau Dur
Alimentation de Secours des Générateurs de vapeur Noyau Dur (ASG-ND) et appoint Noyau Dur aux piscines BR et BK
Pompe d'Injection aux Joints des Groupes MotoPompes Primaires « Noyau Dur » (PIJ-ND)
Information représentative de l'efficacité de la borication haute pression en situations Noyau Dur
Détection d'une situation de perte totale de la source froide (H1) robuste au séisme Noyau Dur
Arrêt automatique du réacteur et information d'un « séisme significatif », robustes au Noyau Dur
Robustesse au séisme Noyau Dur de tuyauteries
Renforcement au séisme Noyau Dur du Circuit Primaire Principal, du Circuit Secondaire Principal et supports DRR (Dossiers de Référence Réglementaire)
Robustesse aux cas de charge Noyau Dur (dont Séisme Noyau Dur)
Traçage RRB et remplacement de mesures de niveau de la bâche PTR
Ajout d'une chaine de mesure de niveau analogique de la piscine d'entreposage du combustible, robuste au Noyau Dur
Mesures de niveau Tout ou Rien en piscine BR
Exutoire vapeur en situation Noyau Dur
Appoint Noyau Dur par le haut de la piscine d'entreposage du combustible
Protections contre la tornade Noyau Dur
Prises électriques 220V en salle de commande secourues par le DUS
Centre de Crise Local (CCL)
Réfrigération salle de commande à long terme
Robustesse des systèmes de ventilations aux conditions noyau dur
Autre disposition (§3.1.2.5.2)
Accessibilité des intervenants en situation accidentelle pour des actions en local
Dispositions relatives au volet inconvénients (§3.2)
Création d'une enceinte ventilée avec filtration iode autour de certains équipements du système de collecte des effluents de l'ilot nucléaire (RPE)
Dispositions relatives à la poursuite du fonctionnement après 40 ans (§3.3)
Maintien de la qualification aux conditions accidentelles chaine KRT haut flux gamma BR
Maintien de la qualification des armoires et coffrets du système de distribution électrique de l'alimentation de secours

ANNEXE 2 : VUES D'ENSEMBLE

Centrale nucléaire du Blayais, Gironde
©Copyright EDF / AirMarine

Cette annexe illustre les principaux bâtiments d'une centrale nucléaire, les principes de fonctionnement d'un réacteur nucléaire et les principaux systèmes.

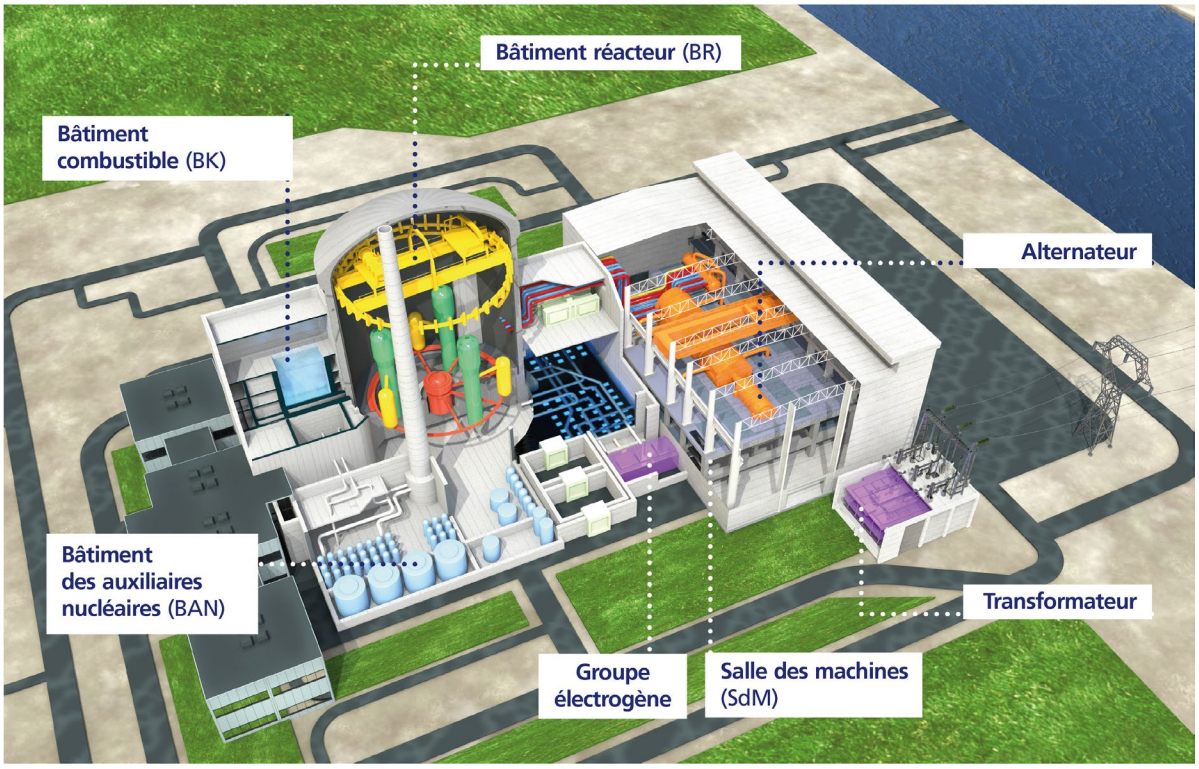


Figure 23. Implantation des principaux bâtiments sur une centrale nucléaire

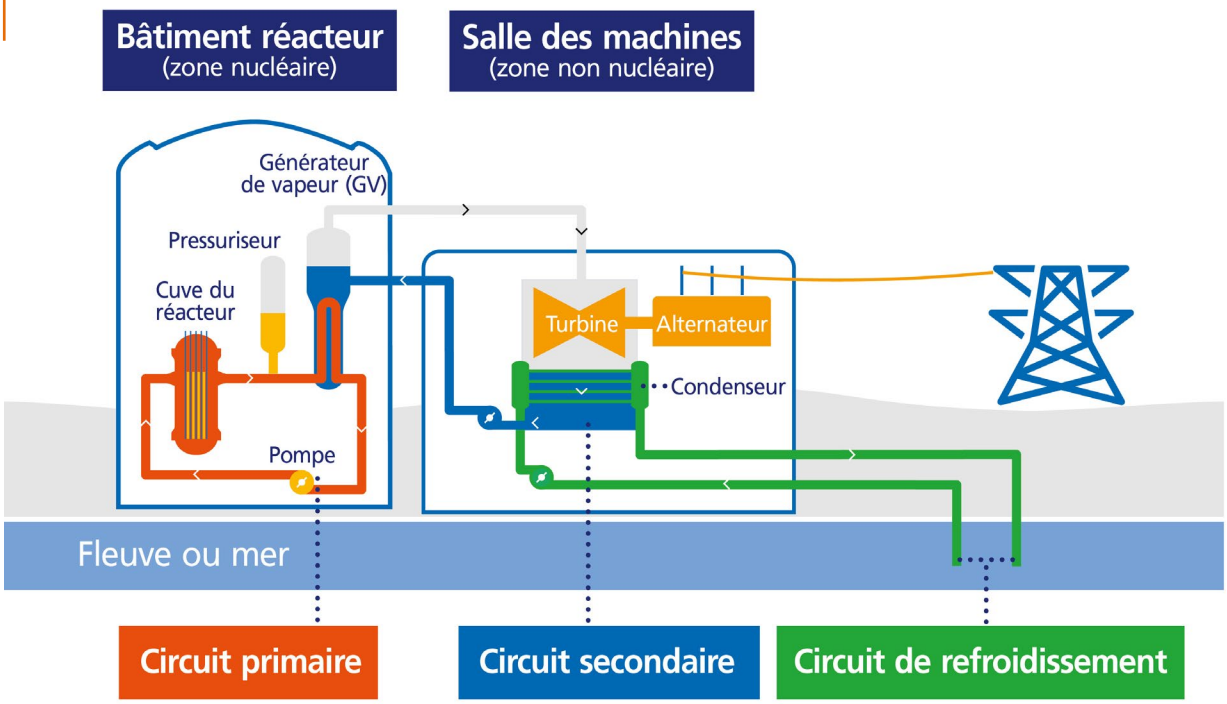


Figure 24. Principes de fonctionnement d'une centrale nucléaire

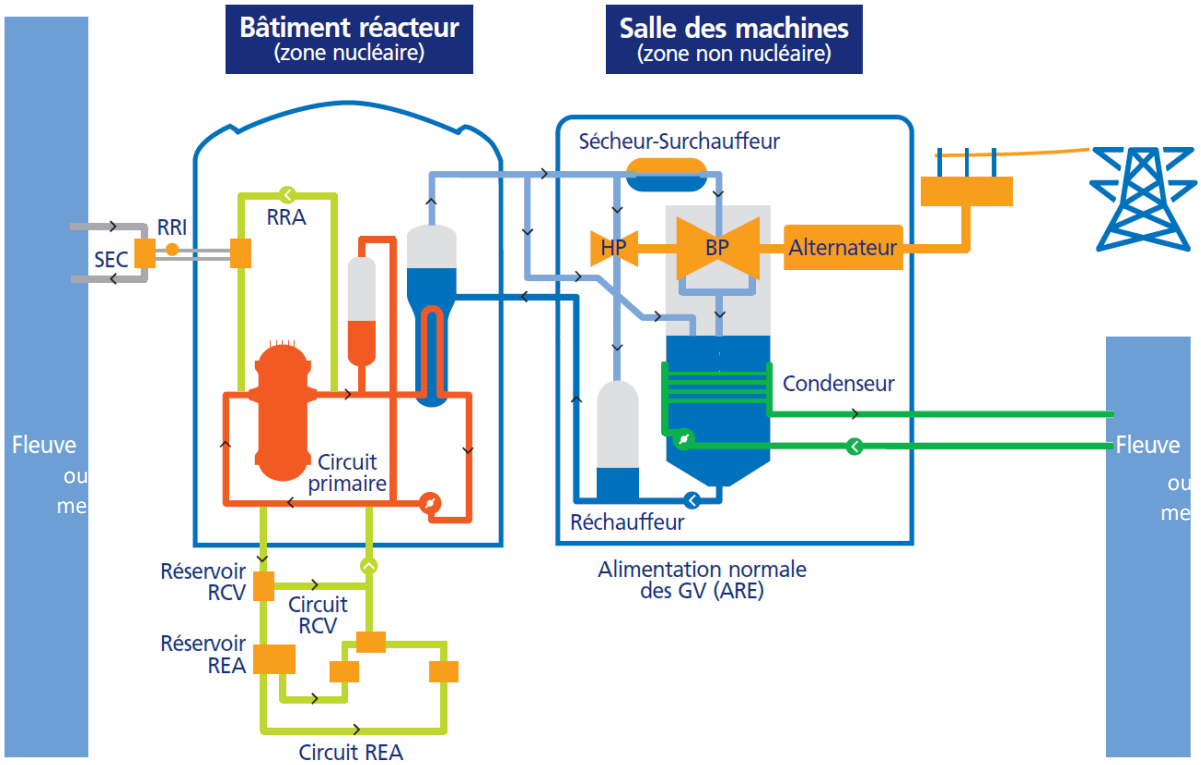


Figure 25. Réacteur en fonctionnement normal : principaux circuits

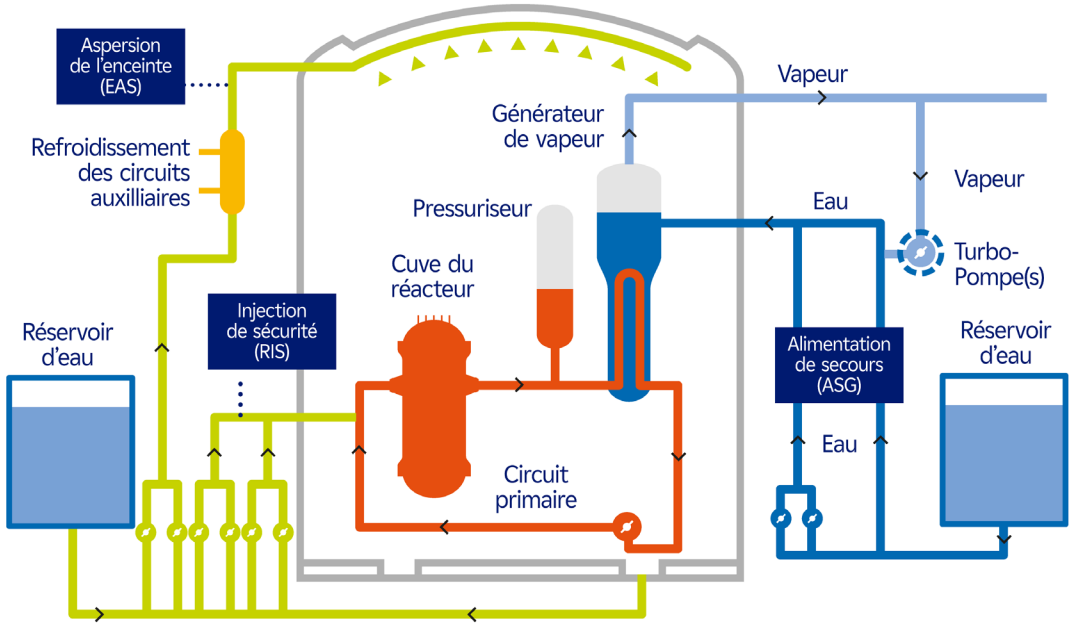


Figure 26. Systèmes de sauvegarde : 3 principaux circuits (ASG, RIS, EAS)

DOCUMENT

4

BILAN DES ACTIONS DE CONCERTATION MISES EN ŒUVRE POUR LA PARTIE COMMUNE DU 4e RÉEXAMEN PÉRIODIQUE DES RÉACTEURS DE 900 MWE

Enquête publique concernant le rapport du du 4e réexamen périodique

CENTRALE NUCLÉAIRE DU BLAYAIS - RÉACTEUR N°1

SOMMAIRE

Introduction **p. 4**

Partie 1 Enseignements tirés par EDF du processus de concertation **p. 5**

Partie 2 Enseignements sur les questionnements et les remarques du public **p. 7**

2.1 THÉMATIQUES DU DOSSIER DE LA CONCERTATION

- La robustesse de la piscine combustible p. 8
- La maîtrise des accidents avec fusion du cœur p. 9
- La prise en compte du changement climatique p. 10
- La maîtrise du vieillissement des matériels p. 12
- La maîtrise du vieillissement de l'enceinte de confinement p. 13
- La maîtrise du vieillissement de la cuve du réacteur p. 14
- Le maintien de la conformité et le traitement des écarts p. 15

2.2 THÉMATIQUES HORS DU DOSSIER DE LA CONCERTATION

- La protection des centrales nucléaires contre les actes de malveillance p. 16
- Le développement des compétences et le facteur humain p. 17
- La rentabilité financière des investissements p. 20
- L'information du public p. 21

Enseignements tirés par EDF pour le prochain 4e réexamen périodique relatif aux réacteurs nucléaires de 1 300 MWe **p. 23**

INTRODUCTION

La concertation sur l'amélioration de la sûreté des 32 réacteurs nucléaires français de 900 MWe, dans le cadre de la phase générique de leur 4e réexamen périodique, s'est tenue du 6 septembre 2018 au 31 mars 2019. Cette concertation, initiée par le Haut Comité pour la Transparence et l'Information sur la Sécurité Nucléaire (HCTISN), a mobilisé EDF en tant qu'exploitant, responsable des réexamens périodiques, et les principaux acteurs de la sûreté des centrales nucléaires en France : l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR), l'Association Nationale des Commissions et Comités Locaux d'Information (ANCCLI) et l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (ex.IRSN). Cette concertation s'est déroulée sous le regard de deux garantes désignées par le HCTISN, au sein de la liste nationale établie par la Commission Nationale du Débat Public (CNDP).

Le document sur lequel le public a été invité à se prononcer est la *Note de Réponse aux Objectifs* (NRO), qui est un document officiel envoyé par EDF à l'ASN dans le cadre de l'instruction d'un réexamen périodique. EDF y présente notamment les dispositions qu'elle entend mettre en œuvre pour répondre aux objectifs du 4e réexamen périodique des réacteurs nucléaires de 900 MWe. Cette note très technique a fait l'objet d'une synthèse pédagogique.

Seize réunions publiques ont été organisées et ont rassemblé 1 300 personnes ; 4 000 visiteurs ont consulté la plateforme numérique dédiée, et environ 1 600 contributions au total ont été recueillies.

À l'issue de la concertation, EDF s'est engagée à en tirer les enseignements et à les rendre publics, suivant ainsi l'une des recommandations du HCTISN du 19 septembre 2019. C'est l'objectif de ce document élaboré après analyse du bilan des garantes, de l'avis du HCTISN et du compte rendu des échanges avec le public(1).

1. Dans une première partie, EDF précise les enseignements et le retour d'expérience qu'elle tire de cette démarche de concertation, et les suites qu'elle entend y donner.
2. Dans une seconde partie, EDF souligne les questionnements et remarques du public, et précise sa position pour chaque thématique relevant de son champ de compétence.

(1) https://concertation.suretenucleaire.fr

Partie 1

ENSEIGNEMENTS TIRÉS PAR EDF DU PROCESSUS DE CONCERTATION

Centre Nucléaire de Production d'Électricité de Chinon.

RAPPEL DES ATTENTES D'EDF VIS-À-VIS DE LA CONCERTATION

Extraits du dossier de concertation : *« En amont des enquêtes publiques qui ont été instituées par la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte, EDF s'est engagée avec les autres acteurs de la sûreté nucléaire en France pour organiser une concertation volontaire à laquelle le public est invité à participer. Pour EDF, cette démarche inédite et innovante est une opportunité de renouveler la confiance des territoires en dialoguant autour de la sûreté nucléaire. (...) Pendant le temps de cette concertation, EDF souhaite présenter en quoi consistent les améliorations introduites à l'occasion du 4e réexamen périodique, en mettant à disposition des documents et des outils (...) permettant un large partage des connaissances avec le public sur les enjeux de la sûreté nucléaire et de son amélioration. EDF souhaite, pendant cette concertation avec le public, identifier les questions et propositions qui permettront d'enrichir le projet du 4e réexamen périodique pour le rendre apte à répondre au but recherché : tendre vers les objectifs de sûreté nucléaire des réacteurs de dernière génération. »*

LE PROCESSUS DE CONCERTATION A ÉTÉ MARQUÉ PAR LES FACTEURS DE RÉUSSITE SUIVANTS

UNE CONCERTATION PORTÉE DE FAÇON COLLÉGIALE

L'initiative du Haut Comité pour la Transparence et l'Information sur la Sécurité Nucléaire (HCTISN) de mener une concertation générique relative à la poursuite de fonctionnement des réacteurs nucléaires français de 900 MWe a été prise le 27 juin 2017. Elle est le fruit d'un groupe de travail constitué en 2016 d'une trentaine de membres issus du HCTISN, d'EDF, de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), de l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN), de l'Association Nationale des Commissions et Comités Locaux d'Information (ANCCLI), avec l'appui de la Commission Nationale du Débat Public (CNDP) et de la Compagnie Nationale des Commissaires Enquêteurs (CNCE). Cette dynamique collégiale s'est poursuivie à chaque étape de la concertation :

- le pilotage de la concertation a été collégial et collaboratif, avec un Comité d'Orientation dont les membres ont été désignés par le HCTISN, et un Comité opérationnel constitué des représentants de l'ASN, de l'IRSN, de l'ANCCLI et d'EDF ;
- la préparation de cette démarche a été rendue possible grâce aux réflexions menées très en amont par ces différents acteurs ;
- la volonté de chacun de ces acteurs, dans leurs rôles respectifs, a été d'établir un dialogue avec les publics, sans obligation réglementaire, et d'assurer une continuité jusqu'aux enquêtes publiques de chaque réacteur dans les années à venir[2] ;
- la désignation par le bureau du HCTISN de deux garantes, figurant sur la liste nationale établie par la Commission Nationale du Débat Public (CNDP), a permis de garantir la qualité du processus de concertation (équité de traitement, transparence, argumentation) ; les garantes ont rendu public en juin 2019 leur bilan de la concertation.

LA POSSIBILITÉ D'ÉTABLIR UN DIALOGUE AVEC UNE DIVERSITÉ DE PUBLICS

Le *« climat constructif (des réunions publiques) dans le respect des positions divergentes »*, souligné dans le bilan des garantes, a reposé sur :

- l'engagement des exploitants et des experts nucléaires dans le dialogue avec les publics ;
- une participation active des publics, en particulier des riverains, sur ce sujet particulièrement technique et complexe ;
- les débats contradictoires qui ont permis à EDF de mieux saisir les attentes du public, d'interroger sa façon de présenter les améliorations de sûreté nucléaire et de traiter les questionnements et attentes exprimés ;
- la multiplicité des canaux d'information et d'échange[3], des formes diversifiées de participation[4].

EDF TIRE LES ENSEIGNEMENTS SUIVANTS POUR LA POURSUITE DU 4E RÉEXAMEN PÉRIODIQUE DES RÉACTEURS NUCLÉAIRES DE 900 MWE

- Certaines propositions d'amélioration de sûreté proposées par EDF, en particulier celles tirées du retour d'expérience de l'accident de la centrale de Fukushima-Daiichi (Diesel d'Ultime Secours, répartiteur de corium, Force d'Action Rapide du Nucléaire, etc.), ont été considérées comme pertinentes par une large majorité des participants de la concertation.
- D'autres volets des améliorations de sûreté proposées dans la Note de Réponse aux Objectifs (NRO) ont fait l'objet d'interrogations, de controverses, voire de propositions ou d'attentes. Cette note vise à revenir sur ces différentes thématiques en identifiant des perspectives de traitement.
- EDF a également pris note de certains questionnements sur des thématiques ne figurant pas dans le dossier soumis à la concertation, auxquels elle entend également apporter une réponse dans ses domaines de compétences.

Dans ce contexte, EDF s'engage à la continuité de l'information du public sur les suites de la concertation d'ici aux enquêtes publiques, et ce, via différentes modalités :

- la poursuite des informations sur la plateforme numérique de la concertation ;
- la proposition aux Commissions Locales d'Information (CLI) de points d'information communs avec l'ASN et l'IRSN pour présenter les enseignements tirés de la concertation par chaque organisateur, en particulier la réponse de l'exploitant EDF ;
- la diffusion régulière d'informations dans les lettres numériques des Centres Nucléaires de Production d'Électricité ;
- conformément à la recommandation n°3 du HCTISN, EDF mettra à disposition du public le présent document dans le cadre des futures enquêtes publiques pour chacun des réacteurs concernés.

(2) Article L. 593-19 du Code de l'environnement.
(3) Des réunions publiques au plus près des Centres Nucléaires de Production d'Électricité, animées par les Commissions Locales d'Information, à la plateforme numérique permettant de toucher un public national et international.
(4) Ateliers, réunions plénières, mise en débat de la Note de Réponse aux Objectifs de la concertation...

Partie 2

ENSEIGNEMENTS SUR LES QUESTIONNEMENTS ET LES REMARQUES DU PUBLIC

Parmi les 1 600 contributions collectées lors des réunions de la concertation et sur la plateforme numérique, EDF a identifié les thématiques qui relèvent de son champ de compétence(5) et qui ont recueilli le plus de questionnements et de remarques. EDF donne sa position pour chaque thématique. Certaines thématiques sont dans le dossier de la concertation, et d'autres n'y figurent pas mais ont été abordées de manière récurrente par le public.

Centre Nucléaire de Production d'Électricité de Cruas-Meysse.

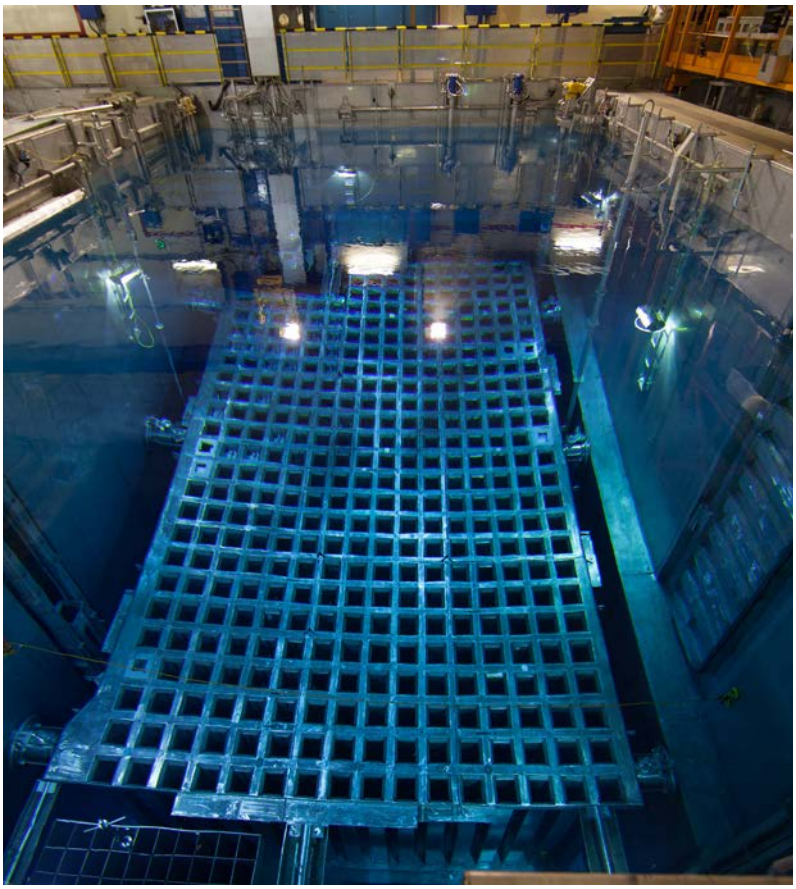
(5) Les questionnements et préoccupations du public sur l'opportunité de la poursuite de l'exploitation des centrales et sur la gouvernance de l'industrie nucléaire ne sont pas traités dans cette note car ils ne sont pas du ressort d'EDF.
La décision de poursuivre ou d'arrêter l'exploitation des réacteurs nucléaires est fixée par le gouvernement dans le cadre de la Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE), qui a fait l'objet d'un débat public au premier semestre 2018 et a été annoncée par le président de la République le 27 novembre 2018.
La gouvernance de l'activité nucléaire relève de la loi n° 2006-686 du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire : « L'État définit la réglementation en matière de sécurité nucléaire et met en œuvre les contrôles visant à l'application de cette réglementation. Il veille à l'information du public sur les risques liés aux activités nucléaires et leur impact sur la santé et la sécurité des personnes ainsi que sur l'environnement. »
https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=LEGITEXT000006053843&dateTexte=20081107

2.1 THÉMATIQUES DU DOSSIER DE LA CONCERTATION

La robustesse de la piscine combustible

De nombreuses questions ont porté sur le refroidissement des assemblages combustibles entreposés dans la piscine du bâtiment combustible (BK), sur les appoints d'eau possibles ou sur la diversification de sources froides. La préoccupation exprimée de façon récurrente a porté sur la protection de la piscine face aux agressions externes, notamment en cas de chute d'avion, avec en regard la « bunkérisation » de la piscine BK réalisée sur l'EPR.

EDF confirme qu'il n'y aura pas de dispositions supplémentaires prises sur la piscine BK de type « bunkérisation ». En effet, dans toutes les situations incidentelles et accidentelles, le maintien sous eau des assemblages est assuré grâce à la robustesse de la structure entourant la piscine et aux dispositions prises pour garantir le refroidissement en permanence. Les situations de perte de refroidissement de la piscine BK sont, par ailleurs, des scénarios accidentels qui présentent une cinétique d'évolution lente. Il faudrait plusieurs jours pour que les assemblages combustibles soient découverts, ce qui laisse le temps pour mettre en place les parades prévues.



Centre Nucléaire de Production d'Électricité de Saint-Laurent-des-Eaux, bâtiment combustible, piscine de désactivation.

Faisant suite à l'accident de la centrale de Fukushima-Daiichi, plusieurs modifications matérielles et organisationnelles ont été mises en œuvre pour assurer une diversification des moyens d'appoint en eau à la piscine BK, pour des situations allant au-delà de celles des référentiels en vigueur.
En utilisant les diverses réserves en eau du site (réserves d'eau déminéralisée, réservoirs de la station de pompage sur les sites de Gravelines et du Blayais, rivière, bassin), l'appoint en eau peut être réalisé par les équipes d'astreinte avec des pompes mobiles ou avec des moyens acheminés par la Force d'Action Rapide du Nucléaire (FARN), comme un dispositif mobile de refroidissement de la piscine BK dit « PTRbis » qui permet le refroidissement après une situation d'ébullition prolongée.

En complément de ces dispositions, et dans le cadre d'une démarche d'amélioration continue, EDF a lancé les actions suivantes.

- L'analyse de l'impact des situations accidentelles définies à la conception de l'EPR, transposée aux piscines BK des réacteurs de 900 MWe, a conduit à doubler des moyens d'isolement pour éviter une vidange de la piscine. EDF a aussi accru les dispositions d'exploitation pour garantir la disponibilité des appoints en eau.
- En complément du programme actuel de surveillance en exploitation de la piscine BK, EDF étudie la mise en œuvre d'un programme complémentaire de contrôle des installations avec de nouveaux examens relatifs à la caractérisation d'éventuels défauts d'étanchéité et de corrosion sous contrainte de la piscine, ainsi que des moyens de réparation améliorés.
- EDF a engagé un travail de vérification de la robustesse de la piscine à des niveaux de séisme significativement supérieurs à ceux retenus à la conception (« séisme noyau dur »).

La maîtrise des accidents avec fusion du cœur

À plusieurs reprises, le public s'est interrogé sur la maîtrise de la situation en cas d'accident avec fusion du cœur. Ces interrogations portaient principalement sur les alimentations en eau, en électricité et en carburant des différents équipements de la centrale, ainsi que sur les enseignements que tirait EDF de l'accident de la centrale de Fukushima-Daiichi.

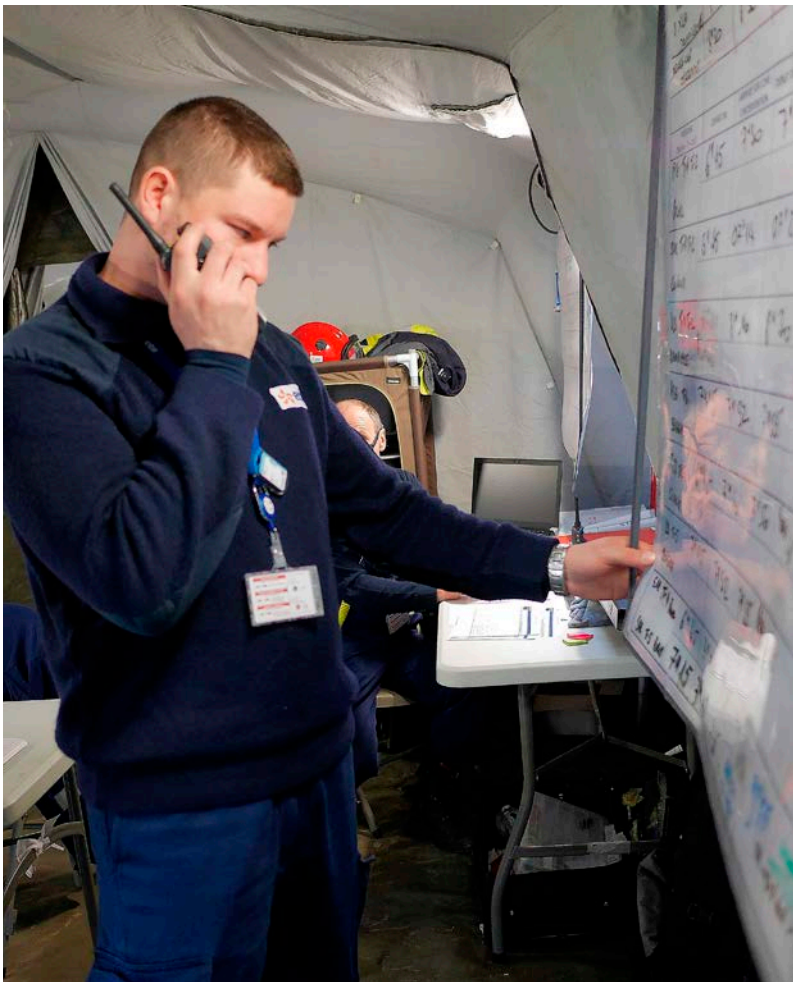
À la conception, la démarche de sûreté pour les réacteurs d'EDF se fonde sur une stratégie de prévention d'un accident pouvant conduire à la fusion du combustible. Le dimensionnement des centrales nucléaires prend ainsi en compte un ensemble de situations incidentelles / accidentelles pour assurer le maintien, dans ces situations, des trois fonctions de sûreté :

- la maîtrise de la réactivité ;
- le refroidissement du combustible ;
- le maintien du confinement des substances radioactives.

EDF a par la suite mis en place des mesures supplémentaires vis-à-vis des accidents avec fusion du cœur, comme un système de filtration des rejets dans l'atmosphère, en postulant des scénarios d'accident avec un cumul de défaillances des parades prévues au niveau des systèmes de sauvegarde ou des interventions humaines.
Si les « accidents avec fusion du cœur » sont hautement hypothétiques, ils sont pris en compte dans la démarche de sûreté au titre d'un ultime niveau de défense en profondeur.

À partir du retour d'expérience de l'accident de la centrale de Fukushima-Daiichi, EDF a renforcé la robustesse de ses installations en mettant en place une nouvelle source d'alimentation électrique (Diesel d'Ultime Secours) et une nouvelle source d'eau de refroidissement pour le réacteur et la piscine d'entreposage du combustible. EDF a également créé une Force d'Action Rapide du Nucléaire (FARN) capable de se projeter en moins de 24 heures sur tous les sites nucléaires, pour mettre en œuvre des dispositions de sauvegarde, notamment l'approvisionnement en carburant du DUS et la mise en place de pompes et flexibles pour alimenter l'installation en eau. Ces dispositions nouvelles renforcent la capacité des centrales à résister à un accident et à éviter ainsi une contamination radiologique de l'environnement en situation hypothétique de fusion du cœur.

Dans le cadre du 4e réexamen périodique des réacteurs 900 MWe, afin de réduire les rejets précoces ou importants et ainsi éviter des effets durables dans l'environnement, EDF s'est donné pour objectif de tendre vers le niveau de sûreté des réacteurs de 3e génération de type EPR.



Poste de commandement des équipes de la FARN (Force d'Action Rapide du Nucléaire) lors d'un entraînement au Centre Nucléaire de Production d'Électricité de Gravelines.

Des dispositions selon deux axes d'amélioration ont ainsi été définies :

1. éviter tout risque de dispersion de la radioactivité dans les sols, en rendant résiduel le risque de percée des fondations du bâtiment réacteur (radier) grâce à l'étalement à sec du corium et à son refroidissement par immersion sous eau : cette solution, appelée « renoyage passif », est semblable dans son principe à celle mise en œuvre sur l'EPR ;
2. éviter, en cas d'accident, l'ouverture du dispositif de décompression / filtration (filtre U5) avec perte des systèmes de sauvegarde, en mettant en œuvre une disposition particulière dite EAS ND (Aspersion de secours de l'enceinte), qui permet de maintenir le volume d'eau du circuit primaire et d'évacuer la puissance résiduelle du cœur transférée dans l'enceinte de confinement.

La prise en compte du changement climatique

À plusieurs reprises, les participants de la concertation se sont interrogés sur la prise en compte des effets du changement climatique dans les améliorations de sûreté proposées par EDF. Les échanges ont principalement porté sur la capacité d'EDF à maintenir le refroidissement des réacteurs en période de sécheresse, le renforcement des protections contre les événements climatiques extrêmes et les conséquences cumulées sur l'environnement de la raréfaction en eau et des rejets thermiques des centrales.

Surveillance de l'environnement au Centre Nucléaire de Production d'Électricité du Blayais, avec prélèvement d'eau.

Tout au long de leur cycle de vie, les centrales électronucléaires émettent peu de gaz à effet de serre ; elles contribuent ainsi à limiter fortement l'impact de la production d'électricité sur le changement climatique. Pour pérenniser cet avantage, le fonctionnement des centrales nucléaires doit aussi être adapté aux différents effets du changement climatique. EDF prend ainsi en compte l'impact du changement climatique sur ses installations via une démarche de fond structurée, basée notamment sur un réexamen périodique tous les 10 ans, une veille climatique tous les 5 ans et une analyse réactive en cas d'événement climatique majeur.

Maîtrise des risques liés aux agressions externes naturelles d'origine climatique

La robustesse des installations aux agressions externes naturelles d'origine climatique est vérifiée au regard d'aléas de référence fixés sur la base des événements survenus durant une période passée (inondation centennale par exemple). Ainsi, les études de vérification de la protection des installations vis-à-vis des aléas de référence, réalisées dans le cadre du 4e réexamen périodique des réacteurs 900 MWe, ont conduit à des modifications des installations, comme la rehausse de digues de protection vis-à-vis d'une montée du niveau marin, ou l'amélioration du refroidissement des locaux en cas de canicule. Ces améliorations s'ajoutent à celles déjà mises en œuvre dans le cadre du programme « grands chauds » : augmentation des capacités de « groupes froids », ajout de climatiseurs, augmentation de la capacité des échangeurs eau / eau, vérification de la tenue de matériels à des températures plus élevées que celles prescrites à leur conception avec modification le cas échéant, rénovation des aéroréfrigérants pour améliorer leurs performances thermiques.

En amont, une démarche de veille climatique, réalisée tous les 5 ans de façon synchronisée avec les rapports du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC), permet d'identifier les aléas climatiques qui pourraient conduire à une réévaluation à la hausse du niveau des aléas de référence.

Dans le cadre du 4e réexamen périodique des réacteurs 900 MWe, EDF a vérifié le bon comportement de ses installations vis-à-vis des nouvelles préconisations de l'association européenne des autorités de sûreté nucléaire de l'Europe de l'Ouest (WENRA 2014), avec notamment la prise en compte de niveaux d'agression avec une période de retour de 10 000 ans.

En complément, une démarche relative aux agressions externes d'origine naturelle dont le niveau de sévérité dépasse significativement celui considéré dans le référentiel de sûreté des installations, a conduit à la définition d'un « noyau dur » composé d'un ensemble de moyens matériels fixes et robustes complétés par des moyens mobiles visant à éviter des rejets radioactifs massifs et des effets durables dans l'environnement dans des situations potentiellement extrêmes, consécutives à des agressions externes d'origine naturelle : inondation, vent extrême, foudre, tornade...
Le déploiement de ce « noyau dur » est réalisé au fil des réexamens périodiques.

Maîtrise des « inconvénients[6] »
Le fonctionnement normal des centrales nucléaires conduit à des interactions permanentes avec l'environnement, notamment avec le milieu aquatique, en lien avec les prélèvements d'eau nécessaires pour les besoins de refroidissement et les rejets liquides thermiques, chimiques ou radioactifs. Ces interactions sont réglementées par des autorisations de prélèvements d'eau et de rejets définies pour chaque centrale et établies sur la base des études d'impact.
Ces interactions peuvent être influencées par les conditions hydroclimatiques. À titre d'exemple, le respect d'un débit de rivière minimum requis en période d'étiage sévère, ou le respect, en amont de la centrale, d'une température maximale d'un cours d'eau très échauffé par l'air ambiant en période de canicule, peuvent conduire à limiter la puissance, voire à mettre à l'arrêt des réacteurs. Ces dispositions prises par l'exploitant en période de sécheresse ou de canicule concernent quelques réacteurs et quelques jours par an pour un équivalent de 0,25 % de la production annuelle.
L'exploitation des réacteurs est ainsi assujettie à des règles particulières en fonction des conditions climatiques et de leurs évolutions. Anticiper et bien connaître ces évolutions climatiques est un élément important pour l'exploitation.

Évolutions climatiques
C'est au début des années 2000 qu'EDF a lancé un programme de recherche sur l'adaptation au changement climatique de ses processus opérationnels.
Fruit de ces recherches, un service « climat » interne fournit aujourd'hui, à partir de modèles climatiques, des projections de valeurs locales (températures d'air, précipitations...) directement utilisables par les métiers de la production nucléaire.
Ces actions de recherche permettent également d'estimer les évolutions hydroclimatiques à horizon de 20 à 30 ans en amont des différentes centrales : disponibilité de la ressource en eau (évolution des débits des fleuves), évolution future de sa température.
Ces études sur le climat futur viennent compléter l'analyse des tendances observées par le passé, sur la base des données historiques déjà disponibles issues de la surveillance en continu du milieu aquatique, en amont et en aval des centrales nucléaires (comme le suivi des paramètres physico-chimiques et des débits des cours d'eau).

Programme Thermie-Hydrobiologie
Les interactions des centrales avec le milieu aquatique font l'objet d'un programme de surveillance des écosystèmes aquatiques, permettant de détecter toute évolution anormale. Ainsi, EDF a acquis des chroniques de données sur la qualité de l'eau et les compartiments biologiques (micro-organismes, plancton, invertébrés, plantes, poissons) depuis la mise en service des centrales.
Ces chroniques de données, qui montrent le très faible impact des rejets des centrales, contribuent aussi au développement de la connaissance scientifique relative à l'influence sur le milieu de l'augmentation de la température de l'eau, notamment pour les centrales situées en bord de rivière. Ces mesures, couplées aux actions de recherche menées en partenariat avec des instituts nationaux (CNRS, INRAe...) et internationaux (universités européennes) au sein d'un programme de recherche en thermie et hydrobiologie, ont permis de montrer une influence ténue et très localisée des rejets des centrales, et de mettre en évidence le contrôle des évolutions des écosystèmes par les facteurs globaux : augmentation des températures de l'air, baisse des débits des cours d'eau, arrivée d'espèces exotiques envahissantes, en lien avec les évolutions climatiques à l'échelle des bassins-versants sur plusieurs décennies.

Pour aller plus loin dans la connaissance de l'influence du changement climatique sur les écosystèmes aquatiques, EDF organisera prochainement, avec ses partenaires, un séminaire de restitution du programme Thermie-Hydrobiologie 2010-2016, en vue de co-construire un nouveau plan d'actions pour poursuivre la recherche sur ce thème, et rendra accessible à chaque CLI une synthèse des études concernant son Centre Nucléaire de Production d'Électricité.

(6) Selon l'arrêté Installation Nucléaire de Base (INB) – article 4.1, les inconvénients sont « les impacts occasionnés par l'installation sur la santé et l'environnement du fait des prélèvements d'eau et rejets, et, d'autre part, les nuisances qu'elle peut engendrer, notamment par la dispersion de micro-organismes pathogènes, les bruits et vibrations, les odeurs ou l'envol de poussière ».

La maîtrise du vieillissement des matériels

La maîtrise du vieillissement a été l'un des sujets de la concertation dont les dispositions proposées par EDF dans sa Note de Réponse aux Objectifs (NRO) ont été jugées pertinentes par le public(7). La corrosion des installations a été abordée avec des questions sur la vérification des endroits les plus difficilement accessibles, voire non accessibles. Il a aussi été demandé de décrire les procédés d'anticipation du vieillissement des centrales nucléaires, et des questions ont porté sur le devenir des matériels devenus obsolètes.

Vue d'ensemble de la salle des machines du Centre Nucléaire de Production d'Électricité du Tricastin.

Pour poursuivre le fonctionnement des installations, l'aptitude des matériels à assurer leur fonction après 40 ans doit être démontrée. Les critères d'aptitude à la poursuite de l'exploitation correspondent aux valeurs maximales acceptables des conséquences des mécanismes de vieillissement au regard de la sûreté : par exemple, pour le mécanisme de vieillissement de corrosion, une perte d'épaisseur maximale admissible. Si l'aptitude du matériel à fonctionner après 40 ans ne peut être démontrée, il est remplacé ou rénové.

Cas des matériels difficilement accessibles
Pour renforcer la maîtrise du vieillissement des tuyauteries enterrées ou difficilement accessibles, EDF s'appuie sur des outils développés par l'institut américain de recherche commun aux exploitants de centrales nucléaires (EPRI), à partir notamment de résultats de travaux de l'industrie pétrochimique.
Des examens visuels sur des parties accessibles ou excavées, des examens télévisuels par l'intérieur, des mesures d'épaisseur par ultrasons permettent d'identifier d'éventuels constats de vieillissement. À partir des connaissances sur les cinétiques de corrosion, accompagnées si nécessaire d'une vérification vis-à-vis de la pression, la tuyauterie est déclarée apte au service ou rénovée.

Risque d'obsolescence
La maîtrise du risque d'obsolescence des matériels repose notamment sur la surveillance de la disponibilité des pièces de rechange, sur leur approvisionnement et, si besoin, l'engagement de nouvelles fabrications de matériels identiques ou équivalents. Ces matériels sont alors soumis à des essais de qualification identiques à ceux des matériels d'origine. Dans le cadre du 4e réexamen périodique des réacteurs 900 MWe, EDF prévoit par exemple le remplacement de certains matériels de contrôle-commande et de certains composants de tableaux électriques. Les matériels remplacés, importants pour la sûreté nucléaire, sont soumis aux essais de qualification requis.

(7) Avis n° 12 et recommandations du Haut Comité à l'issue de la concertation sur la phase générique du 4e réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe du parc nucléaire français.

La maîtrise du vieillissement de l'enceinte de confinement

De nombreuses questions ont porté spécifiquement sur la maîtrise du vieillissement de l'enceinte, pointant notamment sa tenue mécanique dans le temps ou son étanchéité, ainsi que la manière de gérer ce type d'équipement qui ne peut pas être remplacé.

L'intégrité de l'enceinte de confinement dans le temps repose sur la maîtrise de son comportement mécanique, assuré par une enceinte en béton armé précontraint, et son étanchéité renforcée par un liner métallique placé sur l'intégralité de sa face interne.

Le comportement mécanique est surveillé par des capteurs insérés à demeure dans le béton, à même de détecter tout comportement anormal. Ces mesures servent aussi au calage des modèles numériques, qui simulent le comportement à long terme de l'ouvrage. Ces calculs confirment que la précontrainte de l'ouvrage, qui évolue à la baisse de façon naturelle au fil du temps sous l'effet du séchage de la paroi et de la relaxation des câbles, assure toujours sa fonction après au moins 60 années de fonctionnement, y compris en situation accidentelle.

L'enceinte de confinement fait également l'objet d'inspections périodiques afin de détecter les fissures et leur éventuelle évolution. Dès lors que la protection contre la corrosion des armatures du béton est affaiblie, les altérations sont corrigées.

Par ailleurs, tous les 10 ans, l'enceinte est mise en pression, au niveau qu'elle subirait en situation accidentelle, pour vérifier son comportement mécanique et son étanchéité. Les résultats sont exploités via les modèles numériques pour vérifier que les hypothèses de vieillissement restent valides.

En complément de ces dispositions, et dans le cadre d'une démarche d'amélioration continue, EDF dispose d'un large programme de recherche sur le vieillissement de ses ouvrages.
Sur un de ses sites de R&D, EDF a ainsi construit une maquette à échelle 1/3 d'une enceinte de confinement (la maquette VeRCoRs), dont l'effet d'échelle permet un vieillissement accéléré et réaliste d'un facteur 10 par rapport à un ouvrage réel. Le programme scientifique adossé à cet ouvrage vise à continuer à améliorer les connaissances sur le vieillissement et la fuite des enceintes ; il est ouvert à la communauté scientifique et technique mondiale. Il permet d'améliorer les modèles numériques, de développer de nouvelles technologies de détection de fuite, de contrôles non destructifs du génie civil (détection de la corrosion, des défauts du béton…). L'expérimentation confirme également que la tenue structurelle des enceintes dispose de marges importantes.

Site R&D d'EDF Les Renardières : vue aérienne de la maquette VeRCoRs pour étudier le vieillissement des bâtiments réacteurs.

La maîtrise du vieillissement de la cuve du réacteur

De nombreuses questions ont porté sur la maîtrise du vieillissement de la cuve, notamment les dispositions envisagées par EDF dans le cadre du 4e réexamen périodique pour s'assurer de la robustesse de l'acier des cuves des réacteurs de 900 MWe au-delà de 40 ans, en mettant en exergue le fait que les cuves sont de plus en plus affectées par le rayonnement neutronique et les effets thermiques.

Pose du couvercle de cuve du réacteur au Centre Nucléaire de Production d'Électricité de Cruas-Meysse.

Les principaux mécanismes de vieillissement identifiés sur la cuve concernent le vieillissement sous irradiation et le vieillissement thermique.

Depuis la conception, un programme de surveillance pour le suivi des effets de l'irradiation sur les propriétés mécaniques de l'acier des cuves est mis en œuvre. Il repose sur l'analyse des données issues des éprouvettes de traction, de ténacité et de résilience installées dans des capsules à l'intérieur de chaque cuve. Du fait de leur emplacement, ces capsules subissent une irradiation deux à trois fois plus rapide que la cuve. L'étude régulière de ces capsules permet d'anticiper l'évolution réelle du vieillissement de l'acier de la cuve sous irradiation.
Après les premières visites décennales, des modifications de la gestion du combustible ont permis de réduire notablement la dose de neutrons accumulée par la cuve à chaque cycle, par rapport aux hypothèses de conception (flux de neutrons réduit de 40 % aux azimuts les plus exposés).

Dans le cadre du 4e réexamen périodique des réacteurs 900 MWe, l'introduction de grappes en hafnium, un matériau absorbeur de neutrons, dans des assemblages combustibles, permettra de réduire encore les flux de neutrons sur la cuve et de préserver les marges mécaniques.

D'autres zones, comme celle des tubulures, sont exposées au phénomène de vieillissement thermique. La surveillance de ces zones est mise en œuvre en fonction de la présence potentielle de défauts de fabrication et de la présence d'indications détectées lors de contrôles. Dans les deux cas, ces examens sont mis en œuvre à l'occasion des visites décennales à l'aide de l'outil MIS (Machine d'Inspection en Service).

Ces actions, complétées par les travaux de R&D sur les phénomènes physiques de comportement des matériaux sous irradiation, permettent de s'assurer de la robustesse de l'acier des cuves après 40 ans.

Le maintien de la conformité et le traitement des écarts

À plusieurs reprises, les participants se sont interrogés sur la conformité des installations et des composants après 40 ans d'exploitation, et plus spécifiquement sur la démarche d'examen, de contrôle et de traitement des écarts.

Techniciens en inspection en salle des machines au Centre Nucléaire de Production d'Électricité du Bugey.

EDF s'assure en permanence de la conformi-té des installations et, en cas de non-respect d'une exigence de sûreté, EDF définit et met en œuvre des modalités de corrections com-muniquées à l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR). Le processus de traitement des écarts de conformité vise à traiter ceux-ci dans des délais proportionnels aux enjeux de sûreté. Tous les constats identifiés sur chaque centrale sont renseignés et caractérisés. La stra-tégie de traitement retenue se fonde sur les objectifs suivants : enjeux de sûreté, mise en place d'éventuelles dispositions transitoires avant de pouvoir réaliser la remise en confor-mité définitive, définition des modifications apportées à l'installation en tenant compte des enjeux Socio-Organisationnels et Humains (SOH).
En complément du traitement individuel de chaque écart de conformité, EDF examine si le cumul des écarts est plus nocif pour la sûreté que chacun des écarts de conformi-té pris isolément. Des dispositions sont alors prises pour diminuer ce risque.
À l'occasion des réexamens décennaux, EDF réalise un programme d'inspections étendu de la conformité des installations, qui vient en complément des dispositions d'exploitation existantes. Leur objectif consiste à évaluer la conformité de l'installation au référentiel applicable en entrée de réexamen, afin de consolider la sûreté.

Pour accroître la maîtrise de la conformi-té de ses installations aux exigences de sûreté, EDF consolide ses actions dans le cadre d'un projet national — Maîtrise de la conformité des matériels importants pour la sûreté (EIPS) — visant à :

- renforcer le processus de gestion des écarts à travers une démarche d'Analyse Réactive des Écarts de Conformité (AREC) et de l'or-ganisation associée, en vue de permettre, dès la confirmation d'un écart probable ou avéré à fort enjeu de sûreté, un traitement réactif avec une information sous 10 jours de l'ASNR ;
- élargir le périmètre des examens de confor-mité lors du 4e réexamen périodique. Le pé-rimètre de l'examen de conformité proposé par EDF a été augmenté par rapport aux précédents réexamens : génie civil, quali-fication des matériels aux conditions acci-dentelles, foudre, tuyauteries et réservoirs, supportages et ancrages, confinement et ventilation, incendie, explosion... La définition de nouveaux programmes de contrôles ciblés sur les composants présentant les plus forts enjeux viendra renforcer ces exa-mens de conformité.

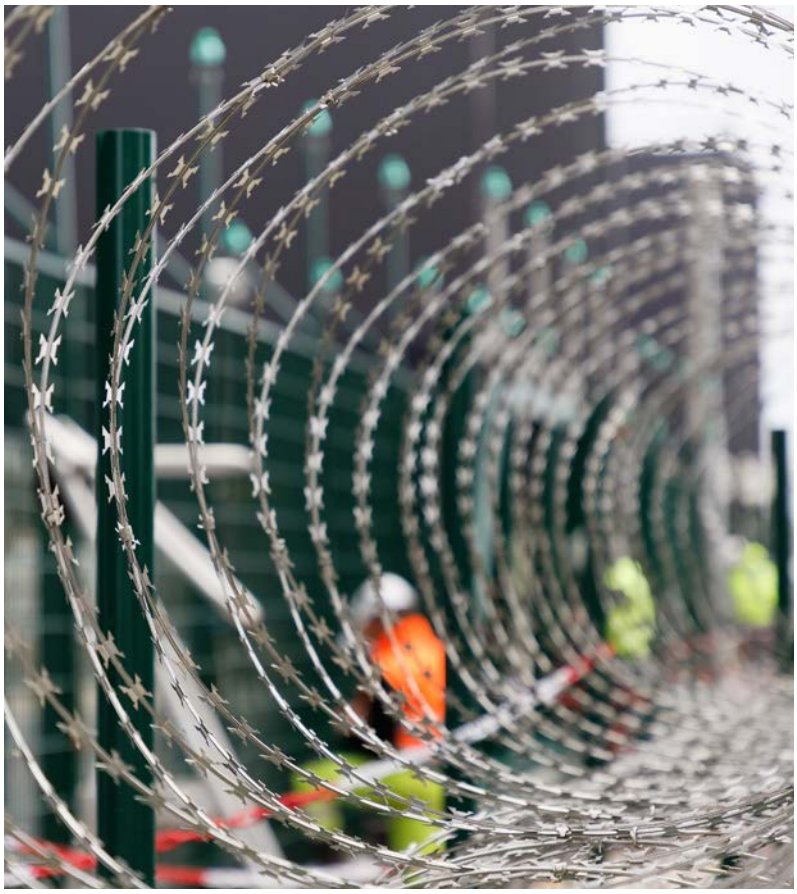
2.2 THÉMATIQUES HORS DU DOSSIER DE LA CONCERTATION

La protection des centrales nucléaires contre les actes de malveillance

À plusieurs reprises, les participants se sont interrogés sur la protection des centrales contre les actes de malveillance. Leurs questions ont principalement porté sur les mesures contre les agressions extérieures d'origine humaine (terrorisme, chute d'avion volontaire, intrusion, drone) ou sur la sécurité informatique.

La sécurité des centrales nucléaires relève d'une coordination d'actions entre EDF et l'État[8]. Les pouvoirs publics assurent notamment une surveillance en continu des centrales nucléaires et de leur espace aérien. Le Haut Fonctionnaire de Défense et de Sécurité (HFDS) réalise des contrôles de conformité des installations d'EDF aux exigences de sécurité définies par le Code de la défense.

Clôture de protection sur un site nucléaire EDF.



Les centrales nucléaires sont, en termes de conception et d'organisation, découpées en différentes zones et protégées selon un système de défense en profondeur : plus on se rapproche de la partie nucléaire des installations, plus l'accès est difficile et protégé. Les dispositifs de protection des sites nucléaires sont multiples et doivent demeurer confidentiels pour préserver leur efficacité. Des équipes dédiées sont affectées à la protection et à la sécurité de ces sites. 100 000 enquêtes administratives préalables sont réalisées par les pouvoirs publics chaque année avant toute délivrance d'autorisation d'accès à une centrale nucléaire.

Les mesures de sécurité, qui répondent à des régimes juridiques distincts de la sûreté nucléaire, ne font pas partie du 4e réexamen périodique. La sécurité informatique est prise en compte dans les réévaluations de sûreté, avec un principe de base qui consiste à séparer totalement l'informatique industrielle de l'informatique de gestion, et à fonctionner sans aucun lien avec internet.

La sécurité des centrales nucléaires a beaucoup progressé ces dernières années et EDF, en lien avec les pouvoirs publics, poursuit le renforcement de ses dispositifs de protection.
EDF met en place un programme d'investissement de 750 millions d'euros sur tout le parc nucléaire pour continuer à renforcer les dispositifs sécuritaires contre les actes d'intrusion, et répondre aux exigences de robustesse dans un contexte d'agression, sous le contrôle du Haut Fonctionnaire de Défense et de Sécurité (HFDS).

(8) Différents ministères concernés : ministère de l'Intérieur, ministère de la Défense, ministère de la Transition écologique et notamment le Haut Fonctionnaire de Défense et de Sécurité.

Le développement des compétences et le facteur humain

Plusieurs interventions durant la concertation ont suggéré que les Facteurs Organisationnels et Humains (FOH) soient pris en compte dans les améliorations de sûreté du 4e réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, pour intégrer les évolutions techniques des centrales après 40 ans, en période d'exploitation et en cas d'accident grave. De nombreuses questions ont porté sur la formation, le développement des compétences et les conditions de travail des personnels (EDF et entreprises sous-traitantes), l'encadrement des entreprises sous-traitantes, ainsi que les dispositions logistiques et managériales prévues en cas de crise.

Formation Atex zone à risque explosion au Centre Nucléaire de Production d'Électricité du Tricastin.

La dimension humaine est au cœur des activités industrielles d'EDF. La santé et le bien-être au travail, le développement des compétences, la prise en compte des facteurs organisationnels et humains sont des enjeux dont l'importance est primordiale pour produire en toute sûreté et sécurité.

La formation et la transmission des compétences sont une priorité

La démarche de Gestion Prévisionnelle des Emplois et des Compétences (GPEC) permet d'anticiper les besoins en recrutement par rapport aux départs en inactivité : de l'ordre de 800 recrutements par an en moyenne sur les 6 dernières années.

L'Académie des métiers du nucléaire et les nouveaux modes de transmission des savoirs (réalité virtuelle / augmentée, simulateurs, chantiers-écoles, MOOC, serious games, e-learning...) forment les salariés d'EDF tout au long de leur carrière. Ceux-ci bénéficient en moyenne de plus de 80 heures de formation par an.

Dès la construction de ses centrales, EDF a fait le choix de confier à des entreprises extérieures la majeure partie de ses opérations de maintenance. Ces entreprises sont aujourd'hui des partenaires et acteurs incontournables de la maintenance des centrales nucléaires. Le professionnalisme, la capacité de mobilisation et les compétences spécialisées de ces entreprises sont la garantie d'une maintenance de qualité. EDF et les entreprises prestataires collaborent à des actions concrètes et travaillent ensemble avec l'Éducation nationale et certaines chambres de commerce sur la mise en place de formations spécifiques, afin d'assurer le renouvellement des compétences de la filière nucléaire.

Pour maintenir et développer les compétences spécifiques des prestataires du nucléaire, EDF s'appuie sur plusieurs leviers :

- les référentiels de compétences par métier, intégrés contractuellement, visent à garantir le niveau de compétence minimal en fonction de l'intervention ;
- les formations obligatoires habilitantes visent à garantir une formation minimale sur l'intervention en milieu nucléaire, quel que soit le métier exercé ;
- des outils utiles et nécessaires à la bonne application des règles sur le terrain, comme le *Guide national de l'intervenant* et la plateforme collaborative Eureka Nucléaire ;
- la mise à disposition des chantiers-écoles et des maquettes d'entraînement d'EDF.

Le maintien des compétences des prestataires sur la durée est aussi rendu possible par la visibilité donnée aux entreprises sur les charges futures de travail pour une période de 10 ans, ce qui permet de définir leur Gestion Prévisionnelle des Emplois et des Compétences et de fidéliser les partenaires industriels d'EDF.

Les Facteurs Organisationnels et Humains (FOH) sont pris en compte dans les activités d'ingénierie et d'exploitation à partir de deux dispositifs principaux :

- la mise en œuvre de la démarche d'analyse des impacts Socio-Organisationnels et Humains (SOH) dans tout projet de conception, modification et démantèlement à enjeu de sûreté ;
- l'accompagnement des actions d'amélioration de l'exploitation, assuré par des experts Facteurs Humains auprès des opérationnels : les Consultants Facteurs Humains sur sites et les experts nationaux (UNIE - UNité d'Ingénierie d'Exploitation, R&D).

Un ou deux Consultant(s) FH sont présents sur chaque site. Leur action est relayée par des correspondants FH dans les services métiers de la centrale. Leur mission porte sur trois domaines principaux : le développement du management de la sûreté et de la culture de sûreté, l'amélioration des situations sociotechniques et organisationnelles, le développement des compétences Facteurs Humains. Au cours des dernières années, ils ont particulièrement accompagné le management et la culture de sûreté : nouvelle méthode d'analyse d'événements, évolution de l'analyse de risques, soutien aux pratiques de performance humaine, mise en place de la prise de décision opérationnelle, renvoi d'image en matière de culture de sûreté.

Les conditions d'exploitation et la maîtrise des risques en exploitation sont renforcées sur le plan des FOH à travers :

- la mise en œuvre des Pratiques de Fiabilisation des Interventions de manière systématique et en mode réflexe pour toutes les activités touchant l'installation industrielle (outil de production et installations supports) : la minute d'arrêt avant toute activité, l'autocontrôle, le contrôle croisé, la communication sécurisée, le pré-job briefing et le débriefing ;
- le renforcement de la démarche sécurité interne à EDF : au-delà du respect des règles vitales édictées par EDF, une démarche de responsabilisation et de co-vigilance des salariés, appelée « Vigilance partagée », est déployée largement à travers des actions de sensibilisation et de formation, des incitations comportementales (« nudges ») et la mesure de la démarche auprès des salariés EDF et prestataires.

La prise en compte des Facteurs Organisationnels et Humains en situation accidentelle est renforcée par l'intégration des enseignements de l'accident de Fukushima-Daiichi, qui amène, d'une part à envisager les différents moyens d'actions dans des conditions extrêmes, pour en assurer l'exploitabilité, et d'autre part à mieux préparer les équipes à faire face à des situations imprévues. Des travaux importants incluant une phase de recherche et développement ont été menés depuis 2012 sur la résilience organisationnelle en situation. Ces travaux ont en particulier mis en évidence l'importance de préserver une latitude aux équipes de conduite des réacteurs pour décider / prioriser en situation, et ne pas augmenter sans limite les règles liées à l'anticipation de situations. La perte de résilience provient notamment d'un déséquilibre au profit de l'anticipation, et la capacité à décider et arbitrer en situation de crise constitue un des facteurs de bonne gestion du stress.

Les conditions de travail et de formation constituent un sujet permanent de recherche d'amélioration :

- EDF simplifie et harmonise les six référentiels de compétences qui s'appliquent aux salariés prestataires : robinetterie, machines tournantes, moteurs diesel, assemblages boulonnés, supportage / dispositifs autobloquants / ancrage, prestations globales d'assistance chantier ;
- en lien avec les médecins du travail, diverses thématiques font l'objet d'études et d'amélioration continue des conditions de travail des intervenants. Par exemple, pour les travaux en ambiance thermique chaude, de nouvelles technologies sont expérimentées (utilisation de gilets réfrigérés), et des dispositions sont prises afin de limiter l'exposition (répétition des gestes en chantier-école pour réduire le temps d'exposition, et prévenir toute modification de l'installation ou des conditions d'exploitation) ;
- faisant suite à l'accord social conclu au sein de la Division Production Nucléaire pour la période 2019-2021, un groupe d'analyse de la transformation du travail a été mis en place. Composé de représentants du management, de représentants du personnel et d'experts (Ressources Humaines, médecins du travail, facteurs humains...), il a un rôle

d'observatoire ayant pour objectif de prévenir, repérer et faire des recommandations sur les situations dégradées en matière de conditions de travail et de santé, afin de mieux prendre en compte la dimension du travail réel dans la conception, l'organisation, et la conduite des transformations.

L'optimisation de la radioprotection pendant les 4e visites décennales 900 MWe

La protection des intervenants — salariés EDF ou prestataires — contre les rayonnements ionisants est une priorité pour EDF. La radioprotection, que ce soit lors de la réalisation des travaux ou pour l'exploitation de l'installation, est intégrée dès la conception des installations.

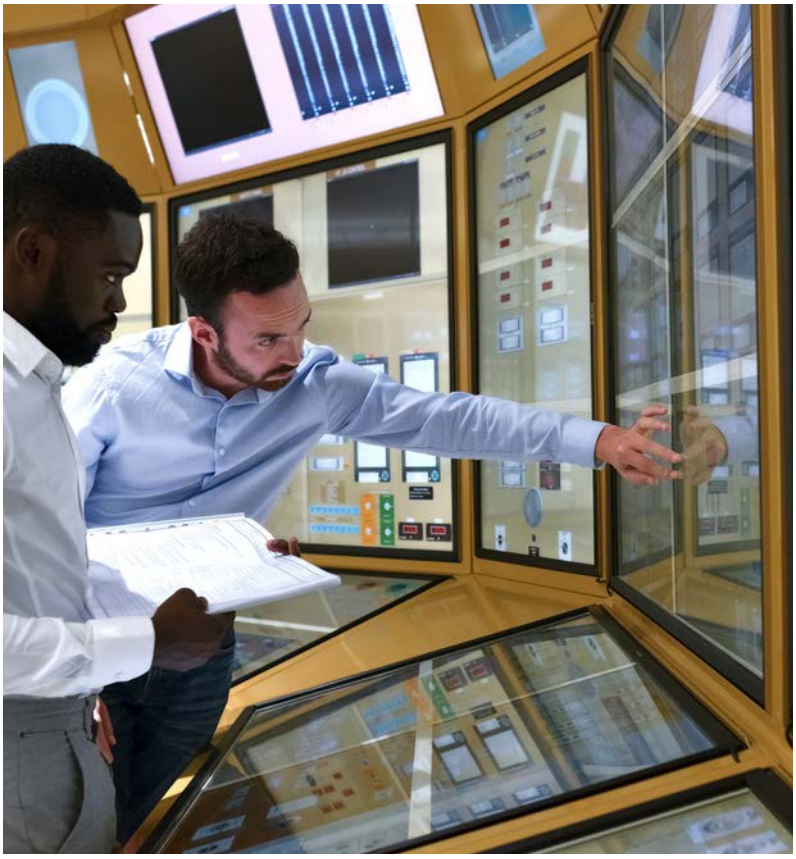
Le principe ALARA (« As Low As Reasonably Achievable » / « Aussi bas que raisonnablement possible ») est appliqué tout au long des études de conception et de réalisation des travaux. L'élaboration des actions d'optimisation afin de limiter les doses prises par les travailleurs est un point clé de cette démarche, et peut passer — lorsque l'enjeu radioprotection le justifie — par des modélisations des postes de travail, afin de déterminer au mieux l'impact des modifications sur la dosimétrie des travailleurs, ou la propreté radiologique des installations, et de spécifier la conception des installations ou les parades à mettre en place. C'est ce qui est mis en œuvre dans le cadre de la modification « prévention de la percée radier », où l'impact des trémies réalisées dans le génie civil et les protections biologiques pérennes ont été modélisés.

Le maintien des compétences chez nos partenaires industriels étant un élément clé pour la réussite de la démarche ALARA, EDF met à leur disposition des sensibilisations afin d'assurer une bonne intégration de la radioprotection dans leurs études, en adéquation avec les exigences du référentiel d'EDF.

L'accompagnement des équipes pour intégrer les évolutions techniques

Dans le cadre des 4e Visites Décennales (VD4) des 32 réacteurs de 900 MWe, une attention particulière est portée à la formation des équipes et à l'information interne des salariés des centrales concernées, comme l'illustre le dispositif initié par la centrale du Tricastin pour la 1re VD4 des réacteurs 900 MWe.

- Les équipes de conduite des réacteurs ont suivi un programme de formation afin de s'approprier les modifications de la VD4 900. Il représente selon les fonctions un volume de 3 à 6 jours complets de stage. Ce programme était structuré autour de formations théoriques en salle, permettant d'appréhender les évolutions matérielles en salle de commande ainsi que les nouveaux référentiels applicables. Des séances sur le simulateur du site ont également permis de mettre en pratique les évolutions. Un simulateur numérique intégrant les modifications majeures du contrôle-commande « noyau dur » et de son pupitre de commande (PSCC) a été mis en service 6 mois avant la VD4 sur le centre de formation du Bugey, pour assurer la représentativité du futur environnement. Ce programme de formation a été réalisé de manière anticipée à partir d'un an avant l'arrêt, et complété par des formations réalisées juste avant le redémarrage.
- Les équipes de terrain ont pu compléter leur formation en salle par des mises en situation ciblées autour des principales modifications. Une offre digitale complète, en libre-service, est venue enrichir le dispositif d'accompagnement.
- Un an avant la VD4, les principales modifications apportées sur les installations ont été présentées pour identifier et comprendre les finalités et impacts de ces évolutions, notamment en termes de renforcement du niveau de sûreté des installations et de changement des modalités d'exploitation.
- Des réunions ont été organisées dans chaque équipe pour présenter la visite décennale et la contribution attendue de chacun, identifier les impacts spécifiques des modifications sur le travail de chacun et l'organisation collective, et enfin les évolutions du référentiel VD4. Des présentations spécifiques ont été élaborées en fonction des cibles, du manager jusqu'à l'intervenant.
- Les documents relatifs à la VD4 sont accessibles à l'ensemble des salariés et aux autres centrales dans une base de partage, conservée à des fins de retour d'expérience.



Stagiaires dans un simulateur de conduite de centrale nucléaire EDF.

La rentabilité financière des investissements

Plusieurs questions ont porté sur le coût et le financement du 4e réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, en parallèle des nombreux autres investissements lourds d'EDF et de leur impact sur la stabilité financière d'EDF. Des interrogations ont porté sur la rentabilité financière pour EDF de la poursuite de fonctionnement des centrales, notamment sur la capacité de l'entreprise à financer des améliorations de sûreté efficaces au vu de la qualité de la maintenance attendue dans le cadre du 4e réexamen périodique.

Les investissements associés au 4e réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe et à la poursuite du fonctionnement après 40 ans des réacteurs de 900 MWe sont intégrés au programme « Grand Carénage » d'EDF(9). Ce programme induit sur sa durée une augmentation d'environ 30 % des investissements réalisés sur le parc en exploitation, ce qui représente moins de 10 % du coût de production de l'électricité par les centrales nucléaires d'EDF. Cet investissement permet de maintenir dans la durée la compétitivité du parc nucléaire existant par rapport à tout autre moyen de production qui pourrait lui être substitué.

Travaux du « Grand Carénage » au Centre Nucléaire de Production d'Électricité de Saint-Laurent-des-Eaux : équipe de techniciens au travail pour la mise en place d'un Diesel d'Ultime Secours.

(9) Le 22 janvier 2015, le Conseil d'administration d'EDF a approuvé le principe du programme du « Grand Carénage », destiné à rénover le parc nucléaire français, à augmenter le niveau de sûreté des réacteurs et, si les conditions sont réunies, à poursuivre leur fonctionnement.

L'information du public

De nombreux participants ont demandé à être mieux informés sur les enjeux de sûreté nucléaire actuels et les choix d'amélioration proposés par EDF, avec une communication à grande échelle et des documents plus accessibles à tous les publics, dont les publics jeunes, etc. Les participants ont également souhaité qu'EDF propose une information plus complète et plus régulière à destination du public habitant à proximité des centrales en situation normale (par exemple, sur les incidents nucléaires et leurs conséquences) et en situation accidentelle.

Guide et visiteurs en salle de commande au Centre Nucléaire de Production d'Électricité de Dampierre-en-Burly, lors des Journées de l'Industrie Électrique 2018.

Depuis de nombreuses années, EDF mène à son initiative des actions d'information pour aller au-devant du public :

- dans chaque centrale nucléaire, des outils de communication diversifiés ont été mis en place afin d'informer au plus vite les parties prenantes, le grand public et les relais d'opinion, de tout événement concernant la sûreté, l'environnement, la radioprotection ou la continuité de la production ;
- toute déclaration d'un événement significatif de sûreté, environnement ou radioprotection, fait l'objet d'une communication réactive sur le site internet de la centrale ou dans sa lettre d'information externe ;
- certains événements d'exploitation, comme des essais périodiques de matériels ou des arrêts non programmés, pouvant s'accompagner de bruit ou de production de vapeur importante, sont relayés sur Twitter, afin d'informer les riverains et le public ;
- Chaque mois, les résultats des analyses environnementales sont publiés dans la lettre d'information de chaque centrale, disponible aux formats papier et numérique ;
- EDF assure un dialogue continu avec ses parties prenantes, en particulier les Commissions Locales d'Information (CLI) : près de 70 réunions de travail se tiennent chaque année avec les membres des CLI ; ceux-ci participent à des inspections menées par l'ASN avec l'autorisation d'EDF, auxquelles s'ajoutent des visites sur le terrain ;
- un rapport annuel reprenant les faits marquants d'exploitation, les événements en lien avec la sûreté, la protection de l'environnement et la radioprotection, est édité tous les ans par chacune des centrales. Il est remis aux parties prenantes locales et mis en ligne sur le site internet du Groupe EDF ;
- tous les sites accueillent régulièrement des visiteurs sur leurs installations industrielles et dans leurs centres d'information du public (110 000 en 2019). Chaque année, le grand public peut également visiter les installations nucléaires à l'occasion des Journées de l'Industrie Électrique. Par ailleurs, les responsables des sites rencontrent régulièrement les élus, les pouvoirs publics et les journalistes.

Visiteurs devant une ancienne turbine du Centre Nucléaire de Production d'Électricité du Bugey.

Ces actions viennent compléter les **obligations réglementaires de l'exploitant en matière d'information et de transparence(10) :** informer, expliquer, répondre aux questions et fournir les éléments de preuve au public, notamment aux Commissions Locales d'Information ; déclarer à l'ASN les événements de sûreté, radioprotection, environnement et transport ; informer les pouvoirs publics de toute situation incidentelle ou accidentelle, dans le cadre du Plan d'Urgence Interne ; concerter les décisions importantes concernant les infrastructures nucléaires (projet, création ou modification), à différents stades (débats publics, voie électronique ou enquêtes publiques).

Pour EDF, l'information du public est une priorité. Elle relève non seulement de ses obligations de transparence mais, bien au-delà, elle est indispensable pour pou-voir exercer ses activités, en particulier dans le domaine nucléaire. EDF s'engage à poursuivre et développer ses actions d'in-formation en allant encore plus au-devant du public.

- EDF s'engage à la continuité de l'information du public sur les suites de la concertation d'ici aux enquêtes publiques, via notamment la poursuite des informations sur la plate-forme numérique de la concertation.
- Pour permettre au public de suivre la mise en œuvre des perspectives présentées dans la note d'enseignements, EDF publiera régulièrement dans les supports d'information de chaque centrale concernée une synthèse écrite accompagnée d'une infographie à destination du grand public. Cette synthèse pourra être relayée sur le site national d'EDF.
- EDF proposera de faire un point d'actualité du 4e réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe et de la mise en œuvre des perspectives présentées dans cette note lors d'une réunion d'information locale, à la demande des CLI concernées, des assemblées intercommunales, etc., ou lors d'un rendez-vous numérique, type Webinaire à l'échelle nationale à destination des publics intéressés. Des visites de site ciblées sur les modifications du 4e réexamen périodique, ainsi qu'une visite guidée de la maquette VeRCoRs pourront également leur être proposées, dans le respect des règles sanitaires et de sécurité.
- À l'occasion d'événements grand public liés à l'énergie ou à l'électricité (Journées de l'Industrie Électrique EDF, Fête de la Science, Journées Européennes du Patrimoine...), EDF proposera des visites guidées de ses installations et, dans un souci d'accessibilité, une visite virtuelle commentée sera mise en ligne sur les sites internet des centrales 900 MWe.
- Afin de mieux informer sur les enjeux de sûreté actuels, des visites pourront être organisées pour des représentants du public (CLI, élus, etc.), et des visites virtuelles ou des infographies sur des thèmes de la concertation seront disponibles pour tous sur les sites internet des centrales concernées.

(10) L'article L. 125-10 du Code de l'environnement consacre un droit à l'information en matière nucléaire s'agissant des « risques ou inconvénients que l'installation peut présenter sur les intérêts protégés et sur les mesures prises pour prévenir ou réduire ces risques ou inconvénients ».

ENSEIGNEMENTS TIRÉS PAR EDF POUR LE PROCHAIN 4E RÉEXAMEN PÉRIODIQUE RELATIF AUX RÉACTEURS NUCLÉAIRES DE 1 300 MWE

Atelier concertation à Audruicq, le 15 mars 2019.

- EDF suivra la recommandation n° 5 du HCTISN de conduire une nouvelle concertation dans le cadre du processus du 4e réexamen périodique des réacteurs nucléaires de 1 300 MWe, en capitalisant le retour d'expérience de la présente concertation.

- En vue de cette future concertation, EDF proposera aux autres acteurs de la démarche de mettre en œuvre de nouveaux canaux d'information pour mobiliser davantage le grand public et favoriser la diversité des participants.

DOCUMENT

5

TEXTES RÉGISSANT L'ENQUÊTE PUBLIQUE AINSI QUE SON ARTICULATION AVEC LA PROCÉDURE RELATIVE AU RÉEXAMEN PÉRIODIQUE PRÉVU AU TROISIÈME ALINÉA DE L'ARTICLE L. 593-19 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

Enquête publique concernant le rapport du du 4e réexamen périodique

CENTRALE NUCLÉAIRE DU BLAYAIS - RÉACTEUR N°1

Dispositions prises au regard des règles applicables et du retour d'expérience

La conformité des équipements et des activités de l'installation lors du réexamen périodique s'apprécie au regard des exigences réglementaires applicables. Cette analyse est complétée par l'examen du retour d'expérience de dix années d'exploitation portant sur les événements significatifs ainsi que sur la maîtrise des prélèvements et de la consommation d'eau, des rejets, des nuisances et de la gestion des déchets.

1. Liste des textes régissant l'enquête publique

- Articles L.593-18 et L. 593-19 du code de l'environnement.
- Articles R. 593-62 à R. 593-62-9 du code de l'environnement.
- Articles R. 123-2 à R. 123-27 du code de l'environnement.
- Article 6 du décret n° 2023-1104 du 28 novembre 2023 portant diverses dispositions relatives aux réexamens périodiques des réacteurs électronucléaires et à la mise à l'arrêt des installations nucléaires de base

2. Articulation de l'enquête publique avec la procédure relative au réexamen périodique prévu à l'article L. 593-19 du code de l'environnement

Contexte du réexamen périodique

En France, le code de l'environnement prévoit que les réacteurs électronucléaires sont autorisés par décret sans limitation de durée de fonctionnement et font l'objet d'un réexamen périodique dont les objectifs sont :

- d'apprécier la situation de l'installation au regard des règles qui lui sont applicables ;
- d'actualiser l'appréciation des risques ou inconvénients que peut présenter l'installation pour les intérêts mentionnés à l'article L.593-1 du code de l'environnement (la sécurité, la santé et la salubrité publiques ou la protection de la nature et de l'environnement) en prenant en compte les meilleures pratiques internationales.

A l'issue du réexamen, l'exploitant adresse un rapport de conclusions du réexamen (« RCR ») à l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (« ASNR ») et au ministre chargé de la sûreté nucléaire. Après analyse du rapport, l'ASNR peut imposer de nouvelles prescriptions. Elle communique au ministre chargé de la sûreté nucléaire son analyse du rapport, ainsi que les prescriptions qu'elle prend.

Au-delà de la 35e année de fonctionnement d'un réacteur, le RCR fait l'objet d'une enquête publique (cf. ci-après). L'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection tient compte des conclusions de l'enquête publique dans son analyse du rapport de l'exploitant et dans les prescriptions qu'elle prend.

Articulation de l'enquête publique avec la procédure relative au réexamen périodique prévu à l'article L. 593-19 du code de l'environnement

La présente enquête publique porte sur le RCR lors des réexamens au-delà de la trente-cinquième année de fonctionnement d'un réacteur électronucléaire et s'articule avec la procédure relative au réexamen périodique de la façon suivante :

- **L'exploitant adresse son RCR à l'ASNR** et au ministre chargé de la sûreté nucléaire,
- **Puis l'exploitant constitue le dossier**, prévu à l'article R593-62-4 du code de l'environnement1, **qui sera mis à l'enquête publique** et l'adresse à l'ASNR (copie ministre chargé de la sûreté nucléaire),

    - *1° Une note de présentation précisant les coordonnées de l'exploitant, l'objet de l'enquête, les principales dispositions mentionnées au 3° et les principales raisons pour lesquelles, notamment du point de vue de la protection des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1, elles sont proposées par l'exploitant, ainsi que les principales dispositions prises pour améliorer la protection des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 depuis le précédent réexamen périodique ;*
    - *2° Le rapport mentionné au premier alinéa de l'article L. 593-19, à l'exception, le cas échéant, des éléments fournis sous la forme d'un rapport séparé en application du dernier alinéa de l'article L. 593-18 ;*
    - *3° La description des dispositions proposées par l'exploitant pour remédier aux anomalies constatées ou pour améliorer la protection des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1, à la suite du réexamen périodique et figurant dans le rapport mentionné au premier alinéa de l'article L. 593-19 ;*
    - *4° Le cas échéant, le bilan des actions de concertation mises en œuvre pour la partie commune du réexamen périodique dans le cadre de l'application de l'article R. 593-62-1 ;*
    - *5° La liste des textes régissant l'enquête publique ainsi que son articulation avec la procédure relative au réexamen périodique prévu au troisième alinéa de l'article L. 593-19 (la présente pièce).*

1 Dans sa version antérieure au décret n° 2023-1104 du 28 novembre 2023 qui, en vertu de son article 6, n'est pas applicable au réexamen périodique dont le rapport a été adressé à l'ASNR avant le 1er janvier 2024.

- **L'ASNR transmet le dossier au préfet** du département dans lequel l'enquête publique doit être organisée. Lorsque l'enquête doit être organisée dans plusieurs départements, elle transmet le dossier à chacun des préfets territorialement compétents.
- **Le préfet** (coordinateur le cas échéant) **est chargé de la préparation et de l'ouverture de l'enquête publique** (détermination du périmètre de consultation, saisine du président du tribunal administratif pour qu'il procède à la désignation du commissaire enquêteur/commission d'enquête, réalisation des différentes mesures de publicités relatives à l'affichage, à la publication par voie de presse et à la mise en ligne sur internet des différents supports).
- **Le préfet est également chargé de consulter les différentes collectivités territoriales** dans le périmètre de consultation (communes et leurs groupements, les départements et régions concernés) au plus tard lors de l'ouverture de l'enquête publique. Il consulte la **commission locale d'information (CLI)** dans les mêmes conditions.
- **le préfet consulte l'Etat étranger contiguë au périmètre de la consultation** : la note de présentation et l'articulation de l'enquête publique avec la procédure relative au réexamen périodique sont traduits.
- **L'enquête publique est ouverte pour la durée arrêtée par le préfet** sous l'égide du commissaire enquêteur ou de la commission d'enquête qui est indépendant de l'ASNR, du préfet et de l'exploitant.
- **A l'issue de l'enquête publique, le commissaire enquêteur** (ou le président de la commission d'enquête) **est chargé d'établir un rapport** qui relate le déroulement de l'enquête et analyse les observations du public et les propositions produites durant l'enquête et, le cas échéant, les observations de l'exploitant. Il produit son rapport et ses conclusions motivées, **qu'il adresse au préfet.**
- **Le préfet adresse à l'ASNR** le rapport et les conclusions du commissaire enquêteur assortis de son avis et, le cas échéant, des résultats des consultations des collectivités territoriales, de la CLI et des Etats étrangers. Il en adresse copie au ministre chargé de la sûreté nucléaire.
- **L'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection tient compte des conclusions de l'enquête publique et des résultats de la consultation éventuelle des Etats étrangers** dans son analyse du rapport de l'exploitant et dans les prescriptions qu'elle prend.