DOCUMENT

1

**NOTE DE PRÉSENTATION**

# Enquête publique concernant le rapport du du 4e réexamen périodique

**CENTRALE NUCLÉAIRE DU BLAYAIS - RÉACTEUR N°2**

# *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. Pour autant, la réglementation prévoit un réexamen approfondi de l'installation tous les 10 ans[2], 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[3] 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°2 de la centrale nucléaire du Blayais (Blayais 2). 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 2, 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 nucléaire 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 2 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 2 ; 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] Voir Art.L593-18 du code de l'Environnement.
[3] Le rapport de réexamen (RCR) est une note technique réglementaire établie par EDF à l'issue de chaque réexamen périodique et qu'elle adresse au ministre chargé de la sûreté nucléaire et à l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (*cf.* § 1 Introduction).

# Sommaire

*1. Introduction : l'enquête publique et son contexte* 4

*2. La centrale nucléaire EDF du Blayais* 10

*3. Les réacteurs électronucléaires : fonctionnement et sûreté* 12

*3.1. Fonctionnement d'une centrale nucléaire* 12
*3.2. Les fondamentaux de sûreté* 14

3.2.1. Les trois barrières de confinement 14
3.2.2. Les trois fonctions de sûreté 15
3.2.3. La défense en profondeur 16

*3.3. La sûreté sur le terrain* 17

3.3.1. Enseignements de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi 17
3.3.2. La sûreté dans le bâtiment réacteur 19
3.3.3. La sûreté dans le bâtiment combustible 21
3.3.4. La sûreté en cas de fusion du combustible 23

*4. Volet « risques » du réexamen de Blayais 2* 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* 28

4.2.1. Les principales dispositions «Noyau Dur» 30
4.2.2. Accidents sans fusion du cœur 33
4.2.3. Agressions 35
4.2.4. Piscine d'entreposage du combustible usé 42
4.2.5. Accidents avec fusion du cœur 44

*5. Volet « inconvénients » du réexamen de Blayais 2* 49

*5.1. Dispositions prises au regard des règles applicables et au retour d'expérience* 51

5.1.1. Respect de la réglementation 51
5.1.2. Bilan de l'expérience acquise et principales dispositions d'amélioration continue 51

*5.2. Dispositions vis-à-vis de l'actualisation de l'appréciation des inconvénients* 59

*6. Maintien dans le temps des installations* 61

*6.1. Maîtrise du vieillissement et de l'obsolescence* 61
*6.2. Matériels qualifiés aux conditions accidentelles* 64

*7. Conclusion* 65

*8. Glossaire* 67

# 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. Pour autant, la réglementation prévoit un réexamen approfondi de l'installation tous les 10 ans[2], 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°2 de la centrale nucléaire EDF du Blayais (Blayais 2) sise BP 27 à Braud et Saint Louis (33820) est soumis à enquête publique[4]. Cette enquête vise à informer le public et lui permettre de formuler ses observations et propositions.*

[4] 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.

### 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.

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).

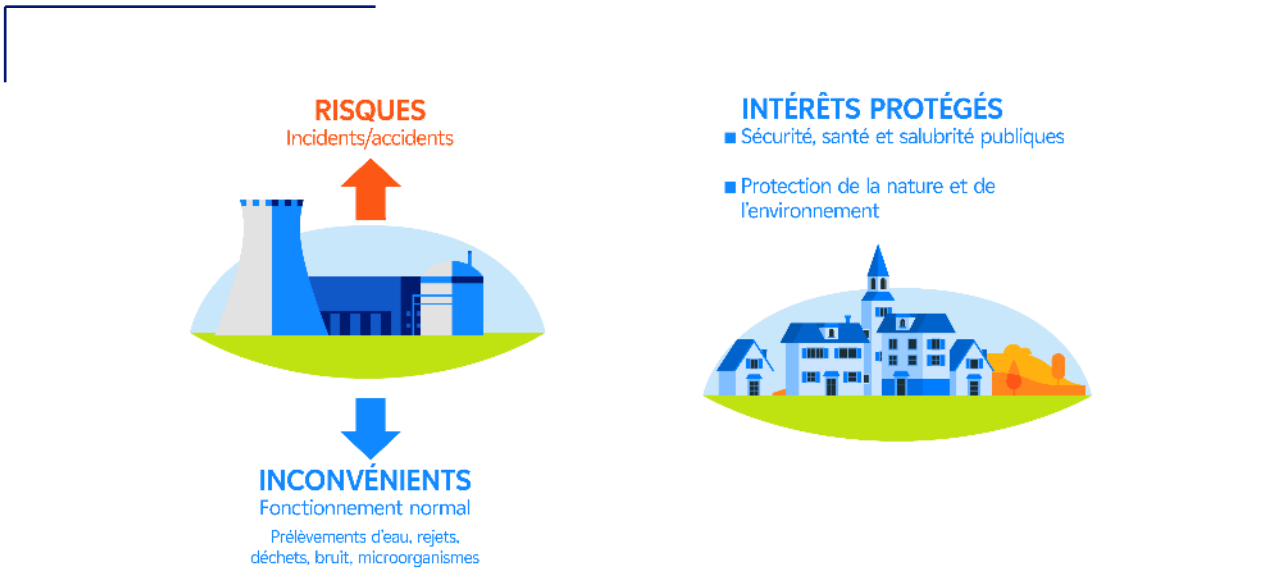



*Figure 1. La protection des intérêts contre les risques et inconvénients*

## 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 leur puissance électrique unitaire. 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 (devenue ASNR en 2025, www.asnr.fr) qui a consulté ses Groupes Permanents d'Experts (GPE)[5]. 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 4e réexamen périodique des réacteurs 900 MWe, assortie de demandes à l'exploitant EDF[6].

*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'ASN.*

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 4e réexamen périodique des réacteurs 900 MWe et aux demandes de l'ASN formulées au moment des orientations.

***Une concertation auprès du public sur la phase générique du 4e réexamen périodique des réacteurs 900 MWe** 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[7].*

[5] 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.

[6] ASN – Orientations génériques du RP4 900 – CODEP -DCN-2016-007286 du 20 avril 2016.

[7] Pièce n°4 du dossier de l'enquête publique

La phase générique s'est achevée par la publication le 23 février 2021 de l'avis de l'ASN assorti de prescriptions génériques[8] qui ont fait l'objet au préalable d'une consultation du public.

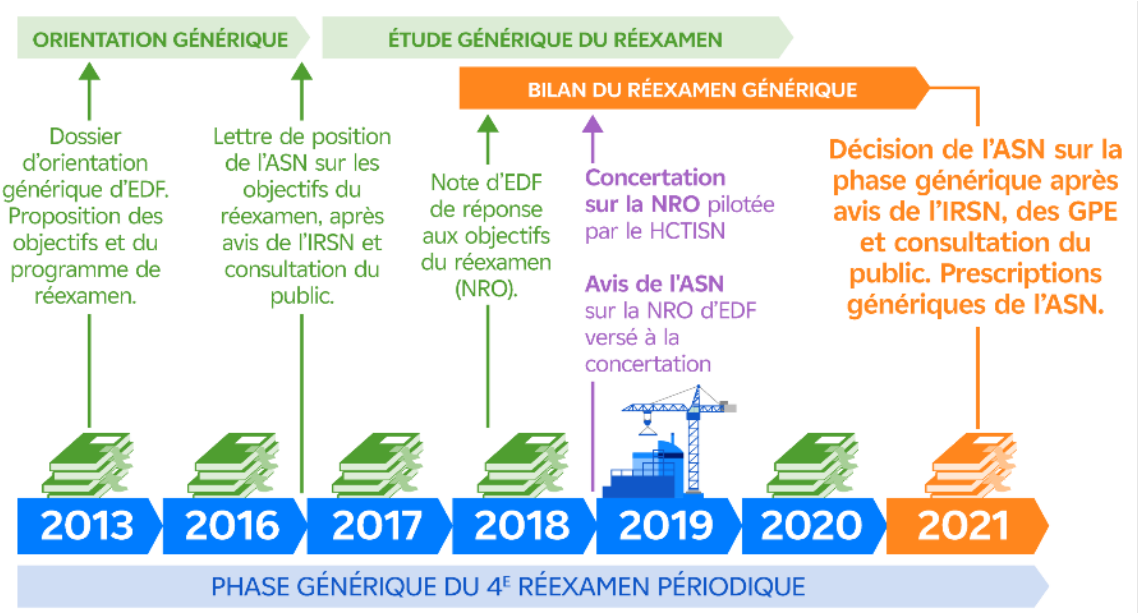



*Figure 2. Frise chronologique de la phase générique du 4e réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe*

[8] 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 2

Ce 4e réexamen périodique est réalisé en deux phases complémentaires : une phase générique commune à tous les réacteurs du palier 900 MWe et une phase spécifique au réacteur n°2 de la centrale nucléaire du 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 ministre en charge de la sûreté nucléaire et à l'ASNR. Il est élaboré après 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 2.

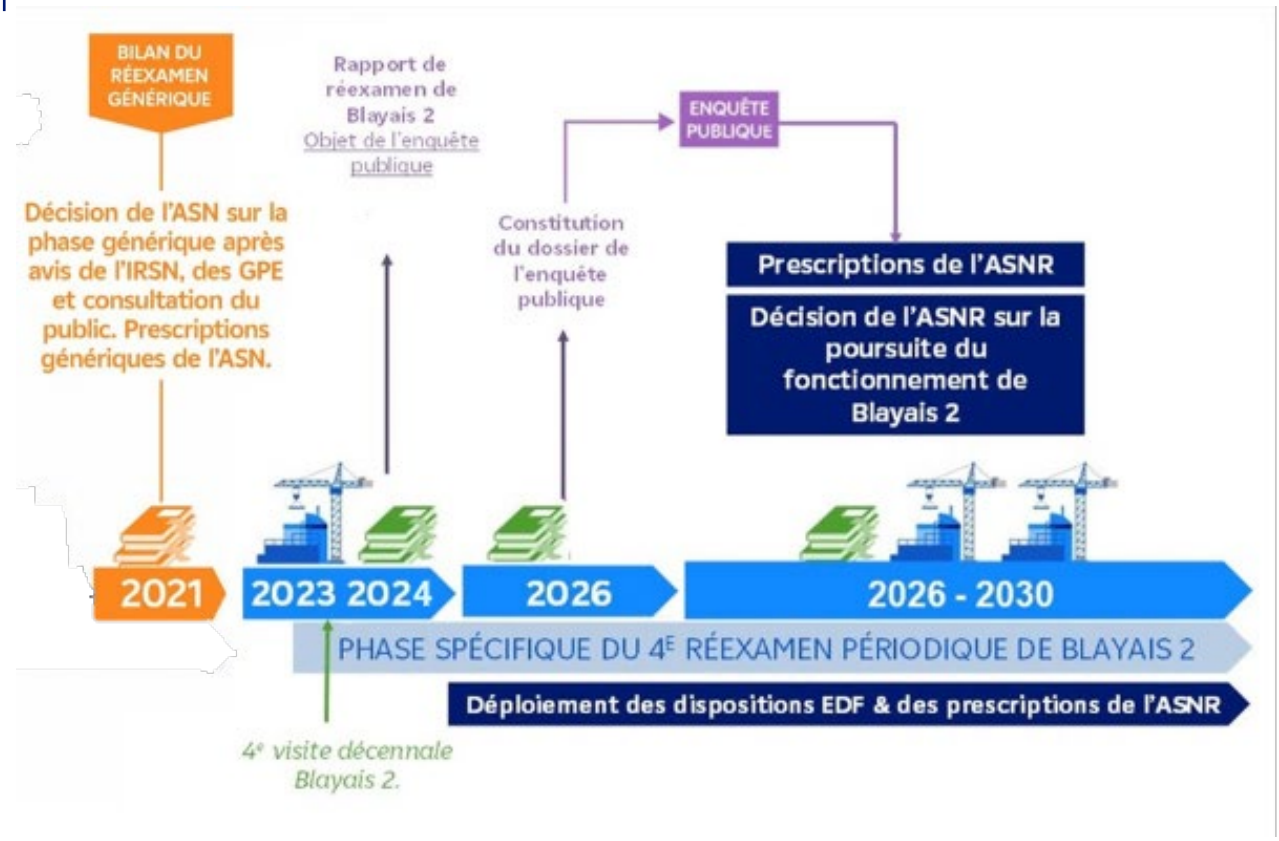



*Figure 3. Frise chronologique de la phase spécifique du 4e réexamen périodique du réacteur n°2 de la centrale nucléaire du Blayais.*

## L'enquête publique sur le rapport du 4e réexamen de Blayais 2

La visite décennale de Blayais 2 s'est déroulée du 24 juin 2023 au 31 mars 2024. Le rapport de conclusions du 4e réexamen périodique a été transmis par EDF, le 29 juillet 2024, au ministre en charge de la sûreté nucléaire et à l'ASN.

Le dossier de l'enquête publique du 4e réexamen périodique de Blayais 2 comprend les pièces suivantes :

| *Pièce 1* | *Pièce 2* | *Pièce 3* | *Pièce 3bis* | *Pièce 4* | *Pièce 5* |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| Note de présentation, le présent document | Rapport du 4e réexamen périodique de Blayais 2, **objet de l'enquête publique** | Description des dispositions proposées par l'exploitant à la suite du réexamen périodique | Document relatif aux effets sur l'environnement associés à l'exploitation du réacteur pour les dix années suivantes | Bilan des actions de concertation mises en œuvre pour la partie générique du 4e réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe | Liste des textes régissant l'enquête publique ainsi que son articulation avec la procédure relative au réexamen périodique prévu à l'article L. 593-19 du code de l'environnement |

Ce document (pièce 1) présente les principales dispositions prises par EDF sur Blayais 2 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 4e réexamen. Elles sont signalées par le pictogramme « Proposé ».

Une fois l'enquête publique achevée, l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection tient compte des conclusions de l'enquête publique dans son analyse du rapport de réexamen de Blayais 2 et dans les prescriptions qu'elle prend.

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

# 2. La centrale nucléaire EDF du Blayais

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, elle occupe 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 mise en service des quatre unités de production a été réalisée entre 1981 et 1983.

En 2025, la centrale nucléaire du Blayais a produit près de 23 milliards de kilowattheure d'électricité bas carbone, soit l'équivalent de 50% 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, déployé de 2020 à 2030, 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 nucléaire du Blayais, le programme Grand Carénage prévoit notamment la réalisation des quatrièmes visites décennales des réacteurs, désormais toutes achevées.

La centrale nucléaire du Blayais est le 2e employeur industriel de la Gironde. En moyenne 1500 salariés EDF et 900 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 à travers sa politique d'achats, le choix de ses partenaires industriels, ainsi que la mise en place de partenariats et le reversement de taxes et impôts.

La centrale nucléaire 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 2025, La centrale du Blayais a eu le plaisir de recruter 64 nouveaux collaborateurs et d'accueillir 100 alternants et 155 stagiaires venus se former aux métiers du nucléaire.

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

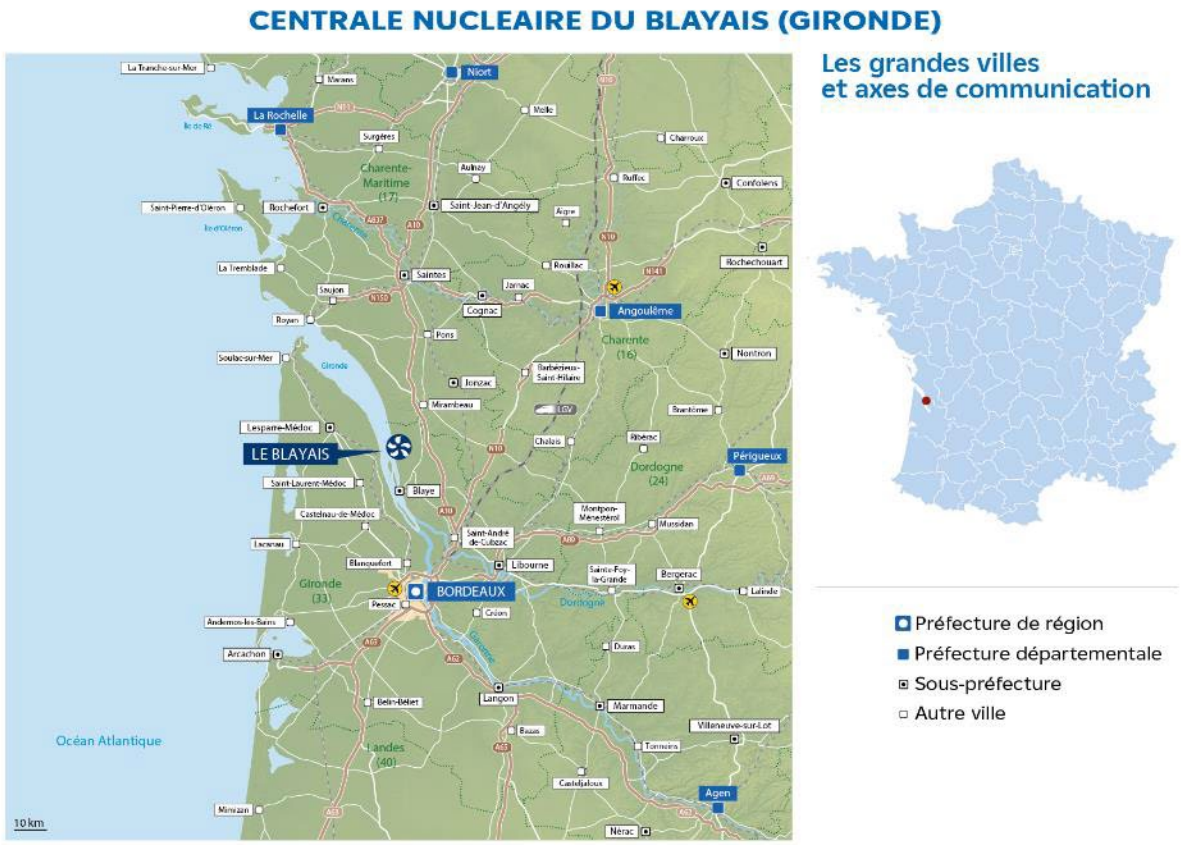



*Figure 4. Carte de l'implantation de la centrale nucléaire du Blayais*

# 3. Les réacteurs électronucléaires : fonctionnement et sûreté[9]

Centrale nucléaire EDF 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 du 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

[9] 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.

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, en estuaire (comme c'est le cas pour la centrale du Blayais) ou dans un cours d'eau.

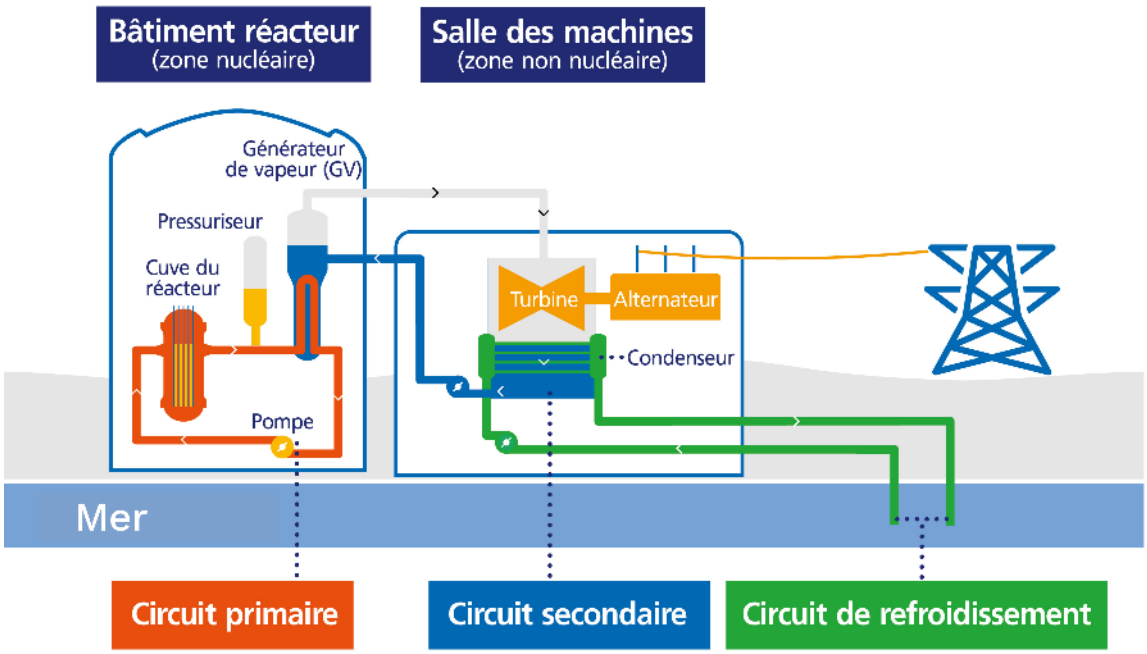



*Figure 5. Schéma de principe de fonctionnement de la centrale nucléaire, sans aéroréfrigérant*

# 3.2. Les fondamentaux de sûreté

## 3.2.1. Les trois barrières de confinement

Dans une centrale nucléaire, un objectif général de la 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.

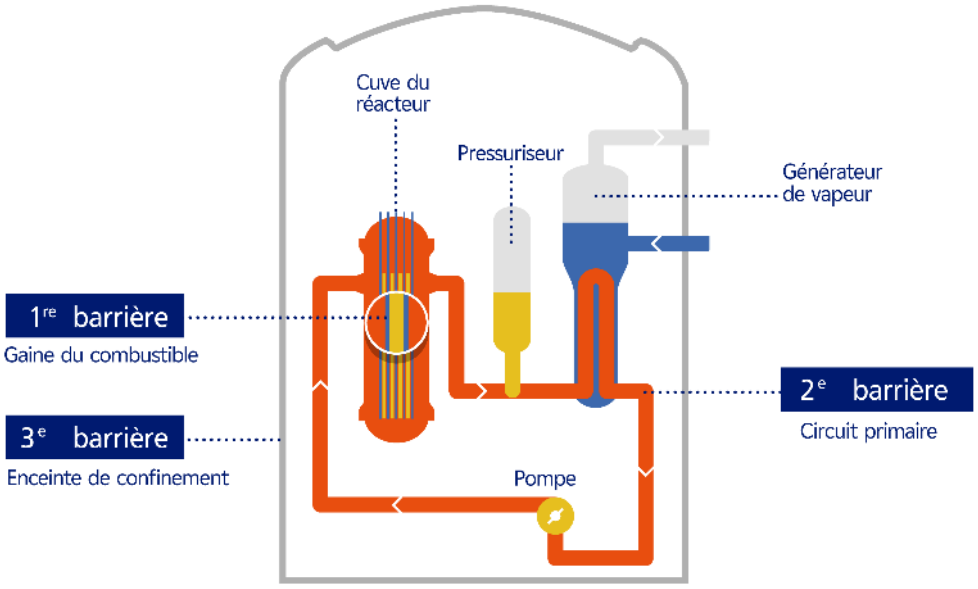



*Figure 6. Schéma des trois barrières de confinement*

## *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 ».

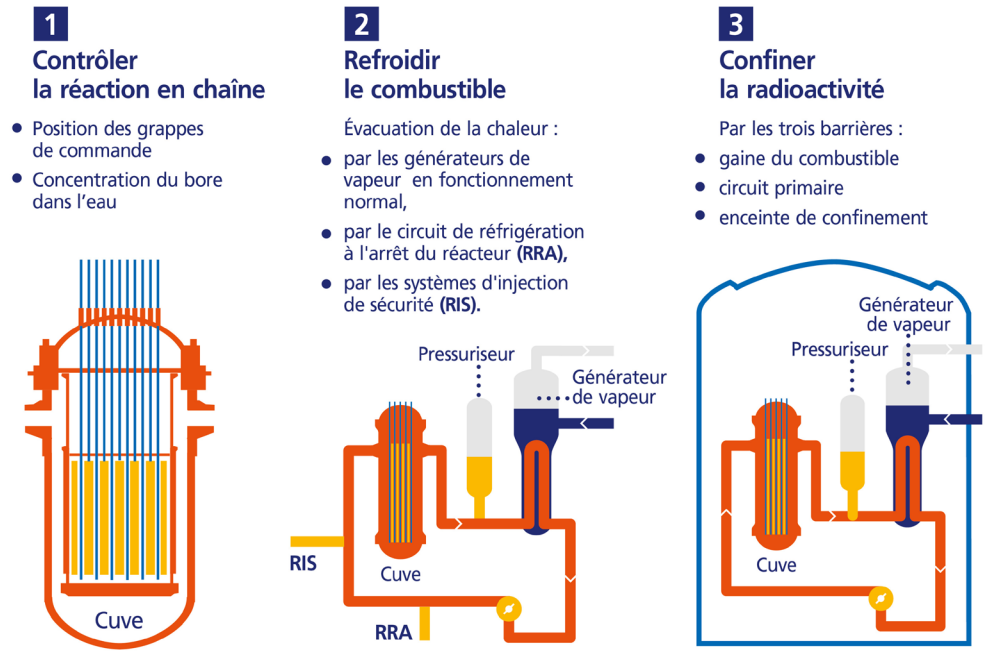



*Figure 7. Schéma des trois fonctions de sûreté*

*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,

ainsi que le bon fonctionnement des systèmes nécessaires pour le maintien de ces conditions.

### *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. détail des modifications au § 4.2.1*), comme le dispositif de stabilisation du corium, ou encore une alimentation électrique supplémentaire.

***Le «Noyau Dur» (ND)*** *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) (mise à l'abri, 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 aux §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 :

- la 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,

- 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,

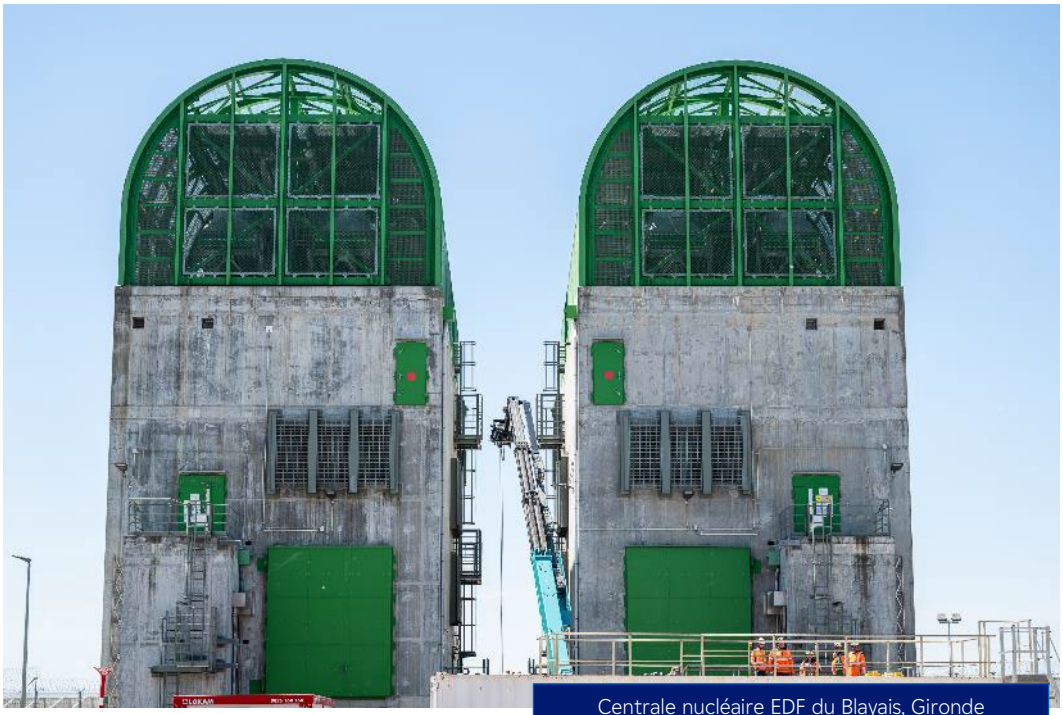
- un plan d'urgence pour faire face à une situation accidentelle affectant plusieurs réacteurs.


› une phase de mise en place de « dispositions pérennes » d'approvisionnement en eau et en électricité, avec notamment :

- sur chaque réacteur, une source électrique de secours supplémentaire : le Diesel d'Ultime Secours (DUS),

- une source d'eau diversifiée (SEG) par l'utilisation de réserves d'eau existantes de grande capacité,

- un renforcement des équipes de conduite des réacteurs (+ 250 personnes sur la France), entraînées à la gestion de l'inattendu.



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

*Figure 8. Photo de deux Diesels 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'estuaire de la Gironde, afin de poursuivre le cycle vers les GV,
- lorsque le réacteur s'arrête, la puissance thermique résiduelle produite par le 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.

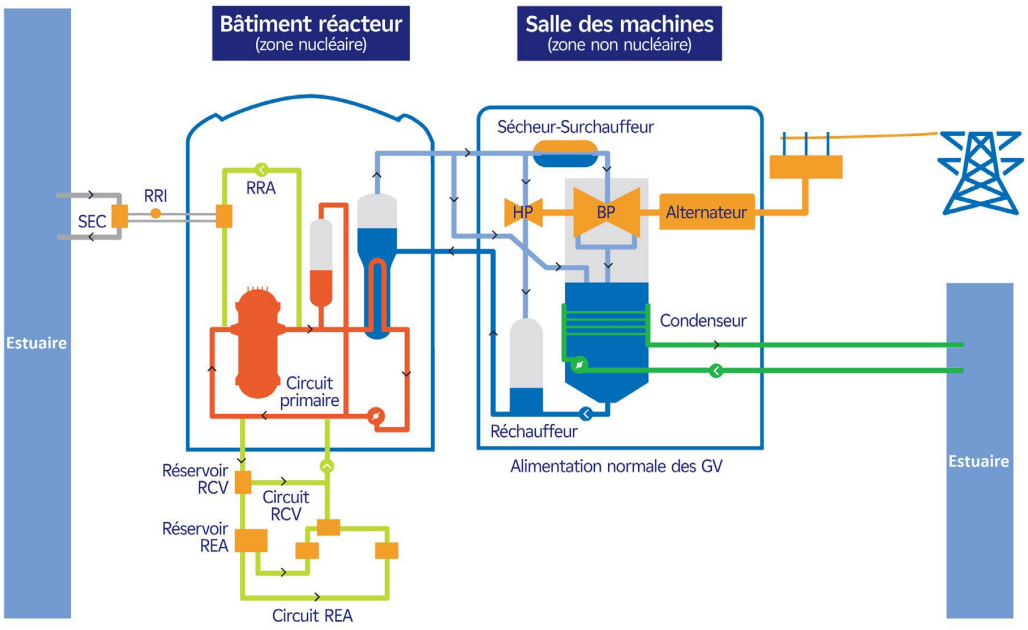



*Figure 9. Schéma d'un réacteur en fonctionnement normal : les principaux circuits annexes*

**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.

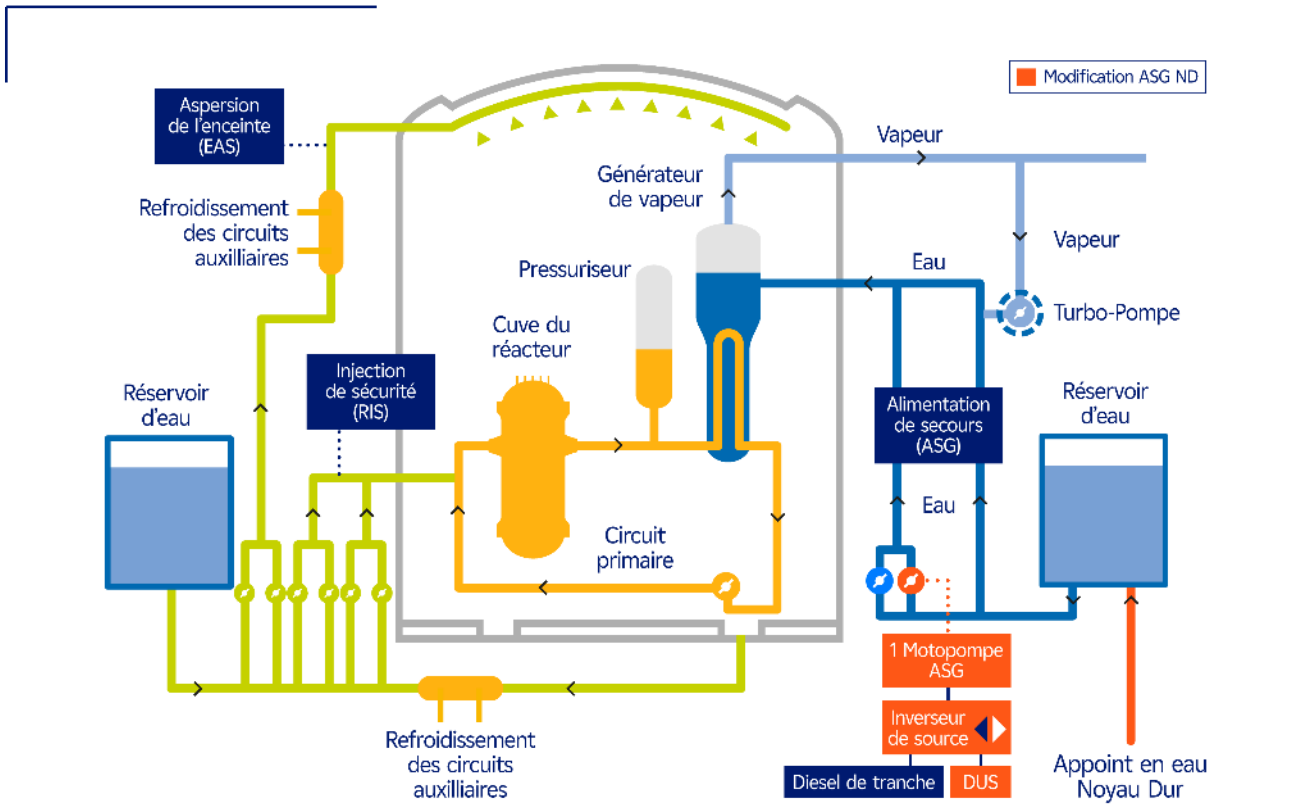



*Figure 10. Schéma de l'intégration de la modification ASG-ND*

### *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.

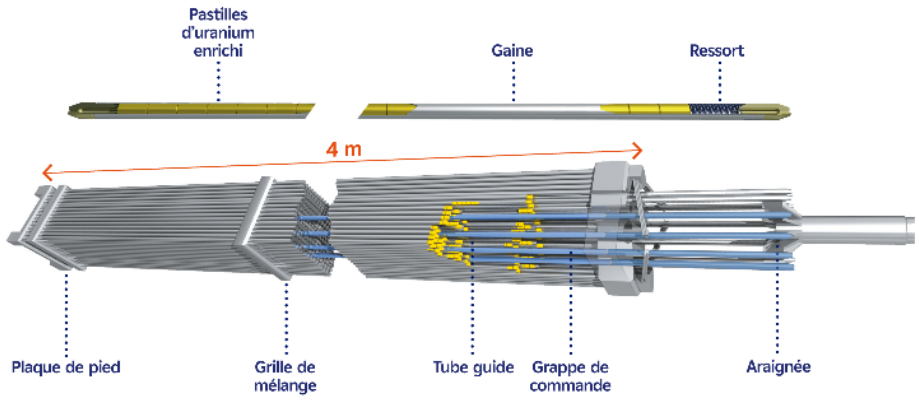



*Figure 11. Schéma d'un assemblage combustible*

*Figure 12. Photo d'une piscine d'entreposage du combustible au sein du bâtiment combustible*

**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,

- 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.

### *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 potentiel du fond de la cuve.

L'agglomérat de métal sous forme d'un liquide visqueux issu de ce processus s'appelle **le corium.**

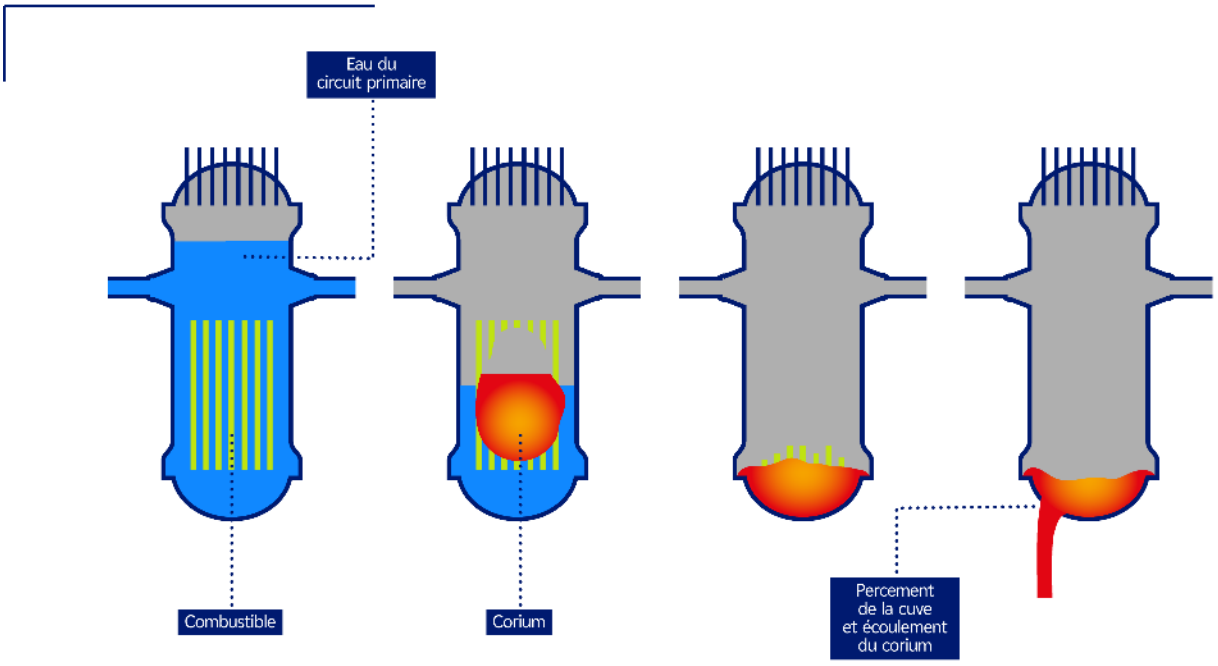



*Figure 13. Schéma du processus d'endommagement du réacteur lors d'un accident de fusion du combustible*

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°2 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

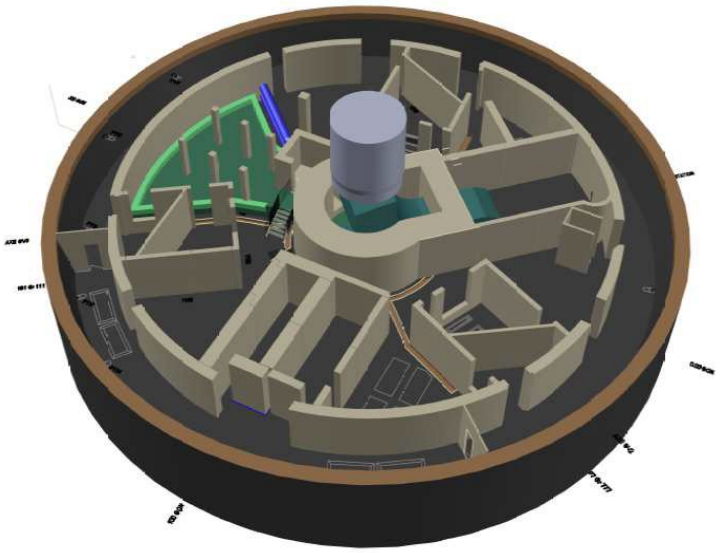


*Figure 14. Schéma des locaux (puits de cuve et local d'instrumentation du cœur) utilisés pour l'étalement du corium*

*Avec ces dispositions, les études effectuées montrent pour le réacteur n°2 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.*

# 4. Volet « Risques » du réexamen de Blayais 2

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

## 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[10].

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. En cas de difficulté particulière pour traiter un écart, ayant un impact sur la sureté, EDF 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.

Pour Blayais 2, 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 tous été 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 et réacteur 3. 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 4e réexamen périodique des réacteurs 900 MWe, 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 2, les écarts détectés pendant l'ECOT concernent principalement les ancrages ; ils ont tous été résorbés (exemple : remplacement ou réfection d'ancrage).

---

[10] 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 4e réexamen périodique des réacteurs 900 MWe, 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 2, aucun contrôle n'était demandé au titre du PIC.

### 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 4e réexamen périodique des réacteurs 900 MWe, 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 2 par le DUS du réacteur voisin (Blayais 1),
- 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.

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 2 est réalisé à environ 20% et sera finalisé en 2026.

### *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 des 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, dont celles sur le changement climatique et ses effets.

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 :

*Figure 15. Les 4 grandes thématiques de sûreté*

***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 du4e réexamen périodique des réacteurs 900 MWe, 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 2. Ci-dessous sont rappelées les principales dispositions dites «Noyau Dur» (*cf.* § 3.3).

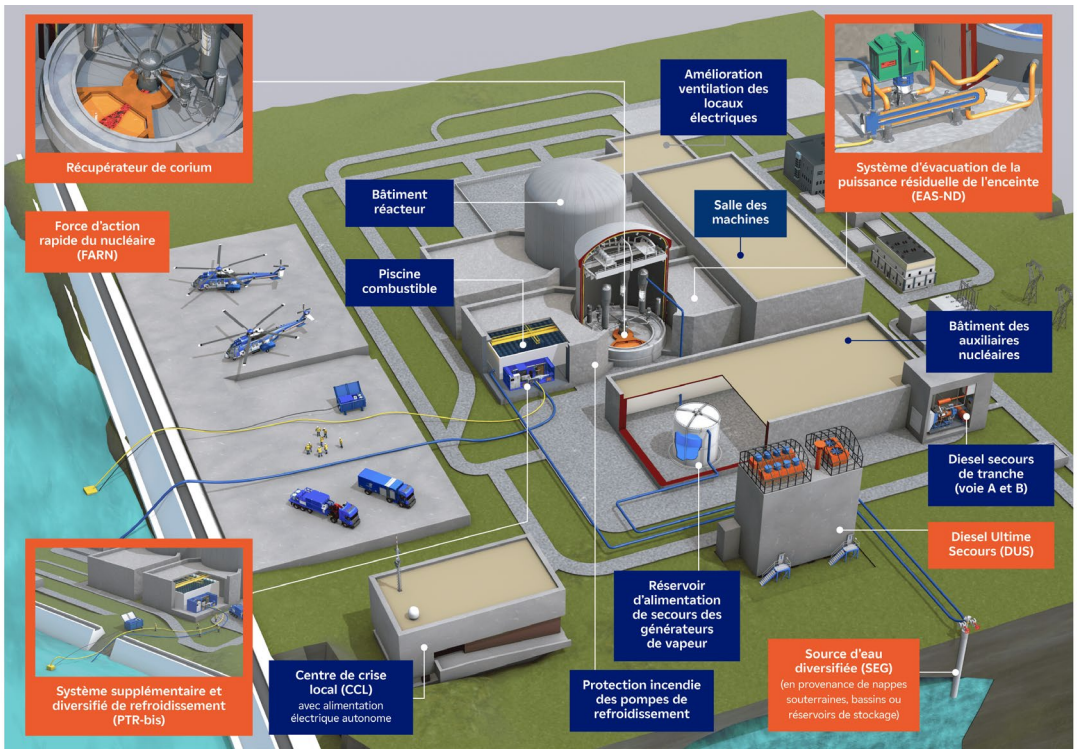



*Figure 16. Schéma des principales dispositions du «Noyau Dur»*

**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 (SEG) :** 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.

**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.

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

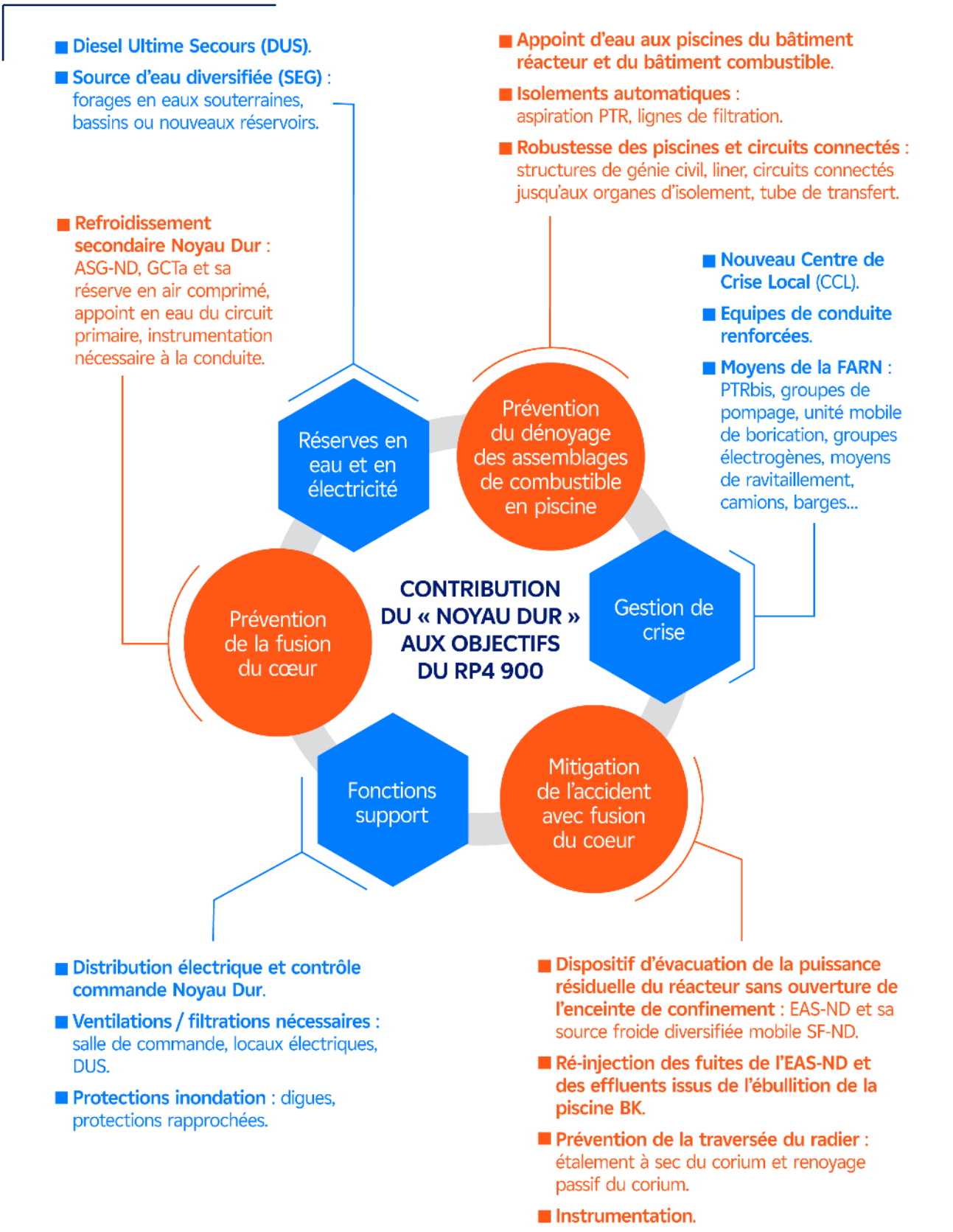



*Figure 17. Les principales dispositions «Noyau Dur» (ND) reprises par grandes thématiques de sûreté*

## *4.2.2. Accidents sans fusion du cœur*

### 4.2.2.1. Cadre général de la thématique

A l'occasion du 4e réexamen périodique des réacteurs 900 MWe, 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. Illustrations 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 4e réexamen périodique des réacteurs 900 MWe, 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 4e réexamen périodique des réacteurs 900 MWe, 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].

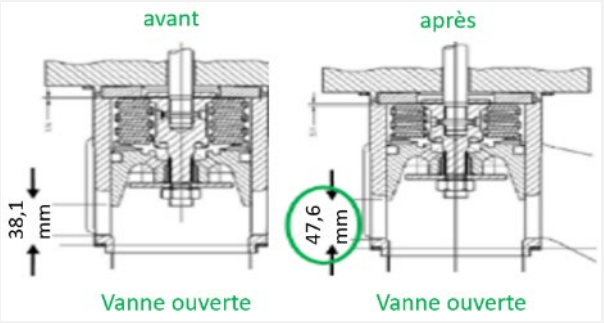
RÉALISÉ

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 :

## *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 thyroïde 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.

[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.

## *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.

Le déploiement, dans le cadre du réexamen, 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 de la centrale nucléaire 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 de la centrale et/ou de l'absence de source de danger.

A l'occasion du 4e réexamen périodique, l'évaluation des risques pour Blayais 2 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.

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

### 4.2.3.2. Illustrations des principales dispositions

***Concernant la protection contre le risque « Incendie » :***

- enrubannage de câbles, PROPOSÉ
- 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 4e réexamen périodique des réacteurs 900 MWe, 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.

*Exemple de protection de chemin de câbles*

**Description de la disposition**

Les dispositions envisagées permettent d'améliorer la résistance au feu de certains composants (portes coupe-feu, éléments de sectorisation incendie, 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. D'autres dispositions consistent à protéger des câbles avec un enrubannage résistant au feu. Des dispositions sont aussi prises dans certains cas pour diminuer les charges calorifiques.

***Concernant la 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 les locaux les plus sensibles afin d'éviter la formation d'une atmosphère explosive, RÉALISÉ
- doublement de la détection d'hydrogène dans les locaux du Bâtiment des Auxiliaires Nucléaires (BAN). RÉALISÉ

***Concernant la protection contre le risque « Inondation externe » :***

- renforcement de la protection périphérique, spécifique au site de Blayais (*cf.* ci-après), RÉALISÉ
- 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 la centrale nucléaire du 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 a été rehaussé le long de l'estuaire sur une longueur de 1km environ. La digue ceinturant le site a également été réhaussée pour protéger le site d'un débordement éventuel de l'estuaire. Cette digue fait environ 3 km de long.

*Protection périphérique de la centrale nucléaire du Blayais*

***Concernant la 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 avec un très haut degré de couverture (de l'ordre de 98%) pour laquelle tous les matériels importants pour la sûreté ont des conditions d'ambiance acceptables. La TLD de l'air retenue pour le site 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 site 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 d'étiage de cours d'eau (source froide) ou de canicule (« Grands Chauds »).

*Nouveau groupe froid*
*(+ 50% de capacité frigorifique)*

### Description de la disposition

Dans le cadre du 4e réexamen périodique des réacteurs 900 MWe, 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).

***Concernant la 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, EDF a renforcé la tenue de ses équipements aux éventuels objets projetés lors d'épisodes de coups de vents violents. Dans le cadre du 4e réexamen périodique des réacteurs 900 MWe les vitesses de vent ont été réévaluées jusqu'au niveau de la tornade, pour les matériels du «Noyau Dur».

*Exemple de grilles anti-projectiles*

### Description de la disposition

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

***Concernant la 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), PROPOSÉ

## *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» 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).

*Ajout de supports pour les chemins de câbles*

### 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».

***Concernant la protection contre le risque « Frasil » :***

- le référentiel d'exigences de sûreté, applicable dans le cadre du 4e réexamen périodique des réacteurs 900 MWe, 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*

***Concernant la protection contre le risque « Foudre » :***

- le référentiel d'exigences de sûreté, applicable dans le cadre du 4e réexamen périodique des réacteurs 900 MWe, intègre de nouvelles exigences visant à garantir, en cas de coup 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.

## *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 coup de foudre cumulé avec la défaillance d'un parafoudre existant sur les lignes du réseau 220kV.

PROPOSÉ

### 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 4e réexamen périodique des réacteurs 900 MWe 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, RÉALISÉ
- 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 études 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 dans le cadre du 4e réexamen périodique des réacteurs 900 MWe (*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 (SEG) permet l'appoint d'eau à la piscine du bâtiment combustible.

Lors du 4e réexamen périodique des réacteurs 900 MWe, 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 le refroidissement de la piscine combustible par ce système.

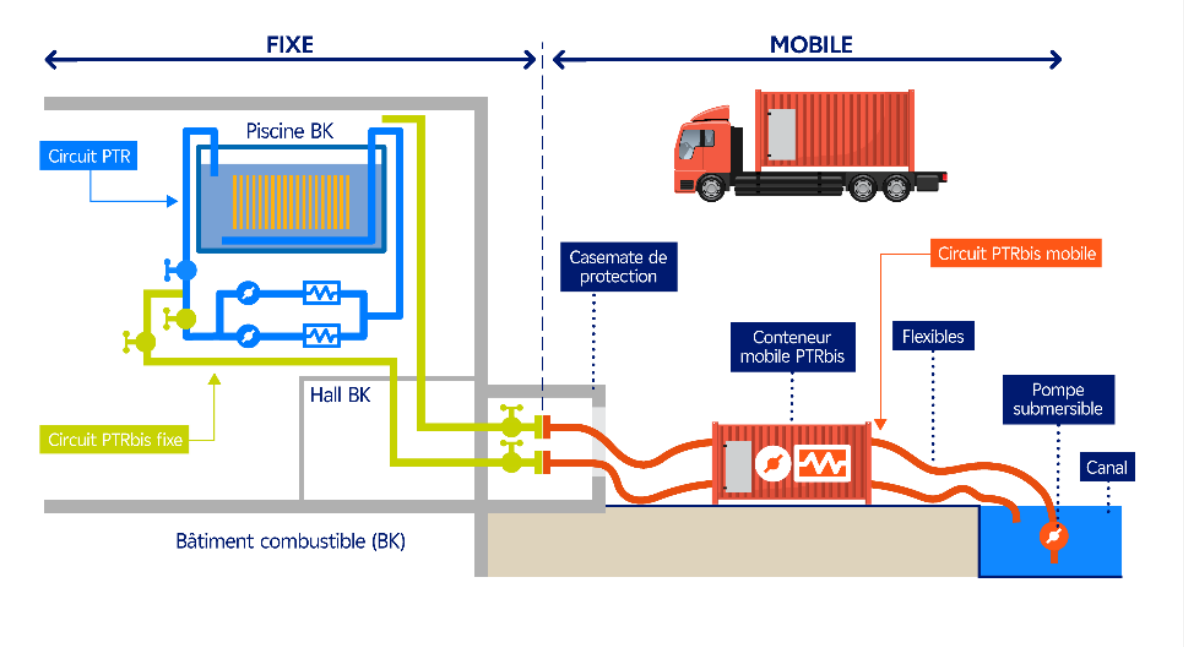



*Figure 18. Schéma du système de refroidissement PTR bis*

***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 de 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.

RÉALISÉ

## 4.2.5. *Accidents avec fusion du cœur*

### 4.2.5.1. Cadre général de la thématique

Dans le cadre du 4e réexamen périodique des réacteurs 900 MWe, 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 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 :***

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

**Eléments de pédagogie**

RÉALISÉ

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 à terme de percer la cuve puis de conduire à l'érosion du radier(2). 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).

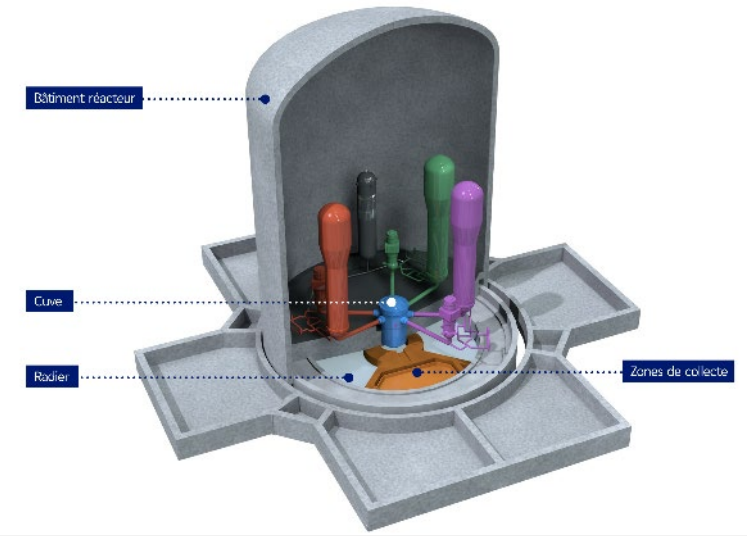



*Schéma de principe issu de l'EPR*

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

### Elément de pédagogie

En cas de perte des systèmes de sauvegarde, le cœur va s'échauffer jusqu'à la fusion. Après étalement et renoyage du corium, l'énergie libérée pourrait, en l'absence de refroidissement, 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.

RÉALISÉ

### 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 pouvant fonctionner en injection directe depuis le réservoir PTR ou en recirculation depuis les puisards du bâtiment réacteur alimentée par le diesel DUS,
- 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.

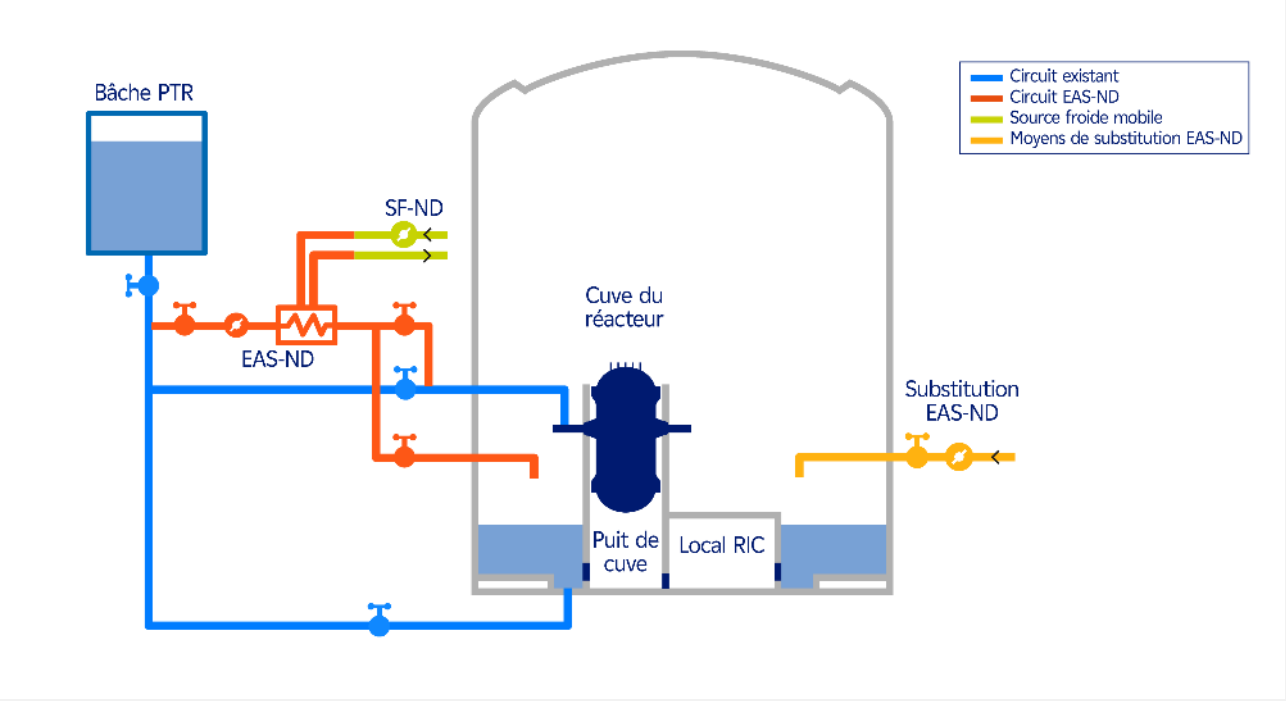



*Figure 19. Schéma du refroidissement en situation de fusion du cœur*

Par ailleurs, afin de maintenir une épaisseur significative de béton conservant l'essentiel de ses caractéristiques mécaniques, EDF réalisera un épaississement du radier en béton dans les locaux servant à l'étalement du corium, c'est-à-dire dans le puits de cuve et dans le local d'instrumentation du cœur (local RIC). Cette disposition vise à garantir le confinement radiologique par la 3e barrière de confinement dans ces situations d'accident avec fusion du cœur.

PROPOSÉ

En complément et faisant suite à l'instruction de l'ASNR, 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 «Noyau Dur» de refroidissement du corium (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 4e réexamen périodique des réacteurs 900 MWe, 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

## *Ré-injection dans le bâtiment réacteur d'éventuelles fuites d'eau du dispositif EAS-ND*

### Eléments de pédagogie

La gestion des accidents avec fusion du combustible met en 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.

*Échangeur du dispositif EAS-ND*

*Pompe du dispositif EAS-ND*

### Description de la disposition

La disposition 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.

RÉALISÉ

Un dispositif de décontamination de l'eau ainsi entreposée est proposé.

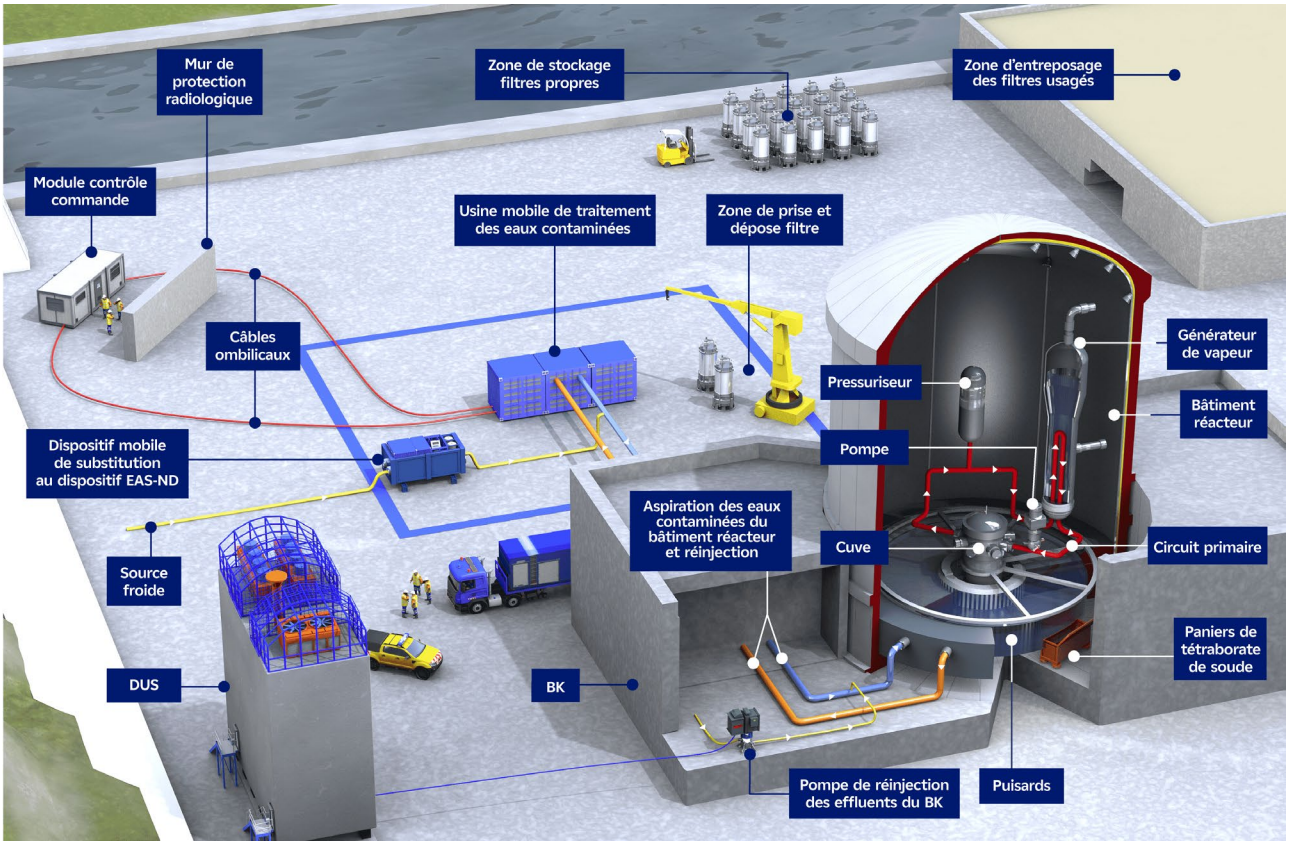



*Figure 20. Schéma du dispositif de décontamination de l'eau du bâtiment réacteur*

# 5. Volet « inconvénients » du réexamen de Blayais 2

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

Ce volet du réexamen périodique de Blayais 2 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).

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°2.

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 »).

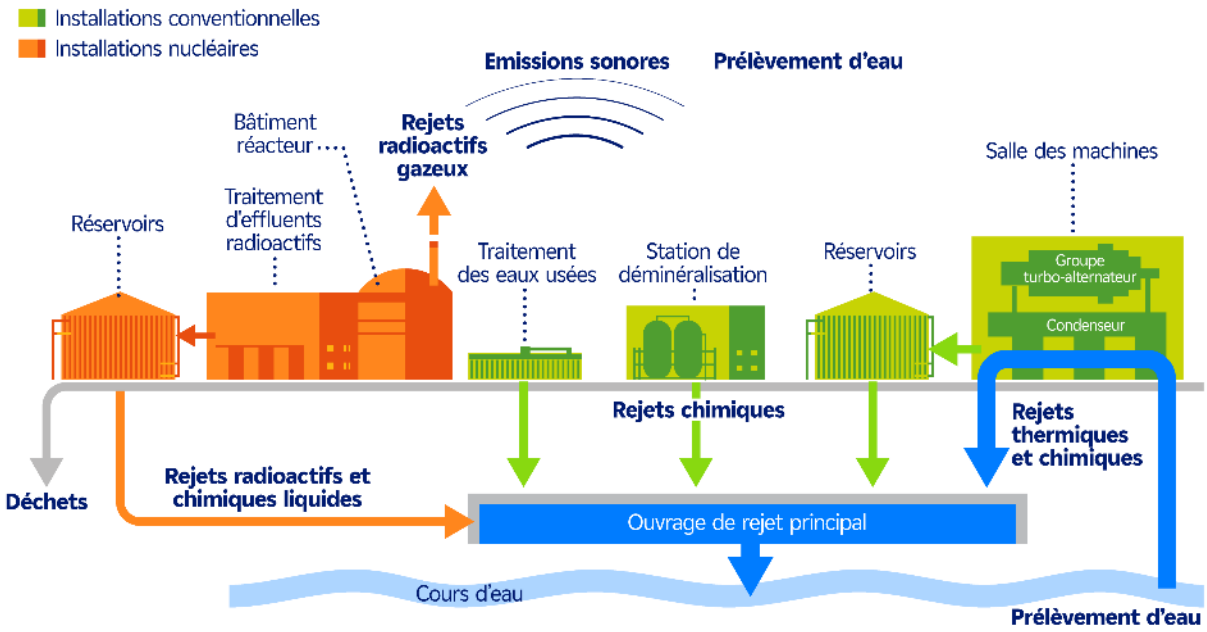



*Figure 21. Représentation des inconvénients selon les parties de l'installation Source froide en circuit « ouvert »*

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, en tenant compte des évolutions des connaissances, dont celles sur le changement climatique et ses effets.

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

Lors du réexamen périodique, la conformité des équipements et des activités de l'installation 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 nucléaire du Blayais, un bilan complet de l'état de conformité réglementaire a été mené en janvier 2024 dans le cadre du 4e réexamen périodique des réacteurs 900 MWe. Sur un total d'environ 3 700 exigences, aucune exigence à enjeu n'a été identifiée en gestion de conformité.

Des contrôles réalisés dans le cadre du 4e réexamen périodique des réacteurs 900 MWe 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 2 permettent de confirmer que la centrale nucléaire du Blayais 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 2012 et décembre 2021, la centrale nucléaire du Blayais a déclaré 65 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 nucléaire 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 de l'estuaire de la Gironde.

La centrale nucléaire du Blayais utilise également de l'eau douce provenant de l'Isle, en moyenne 700 milliers $m^3$ d'eau par an. Cette eau est distribuée par la Société d'Aménagement Urbain et Rural (SAUR Société Lyonnaise des Eaux et de l'Eclairage (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.

## *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.

### 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 nucléaire du Blayais 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

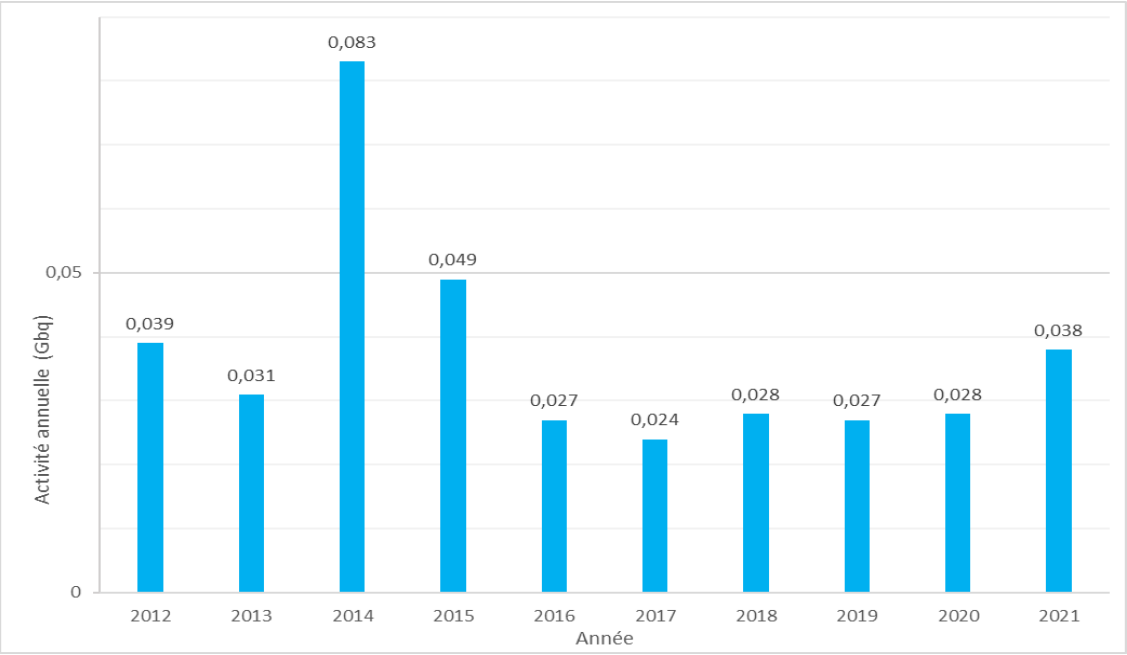



*Figure 22. Activité en iodes rejetée à l'atmosphère sur la période 2012-2021 de la centrale nucléaire du Blayais*

› 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

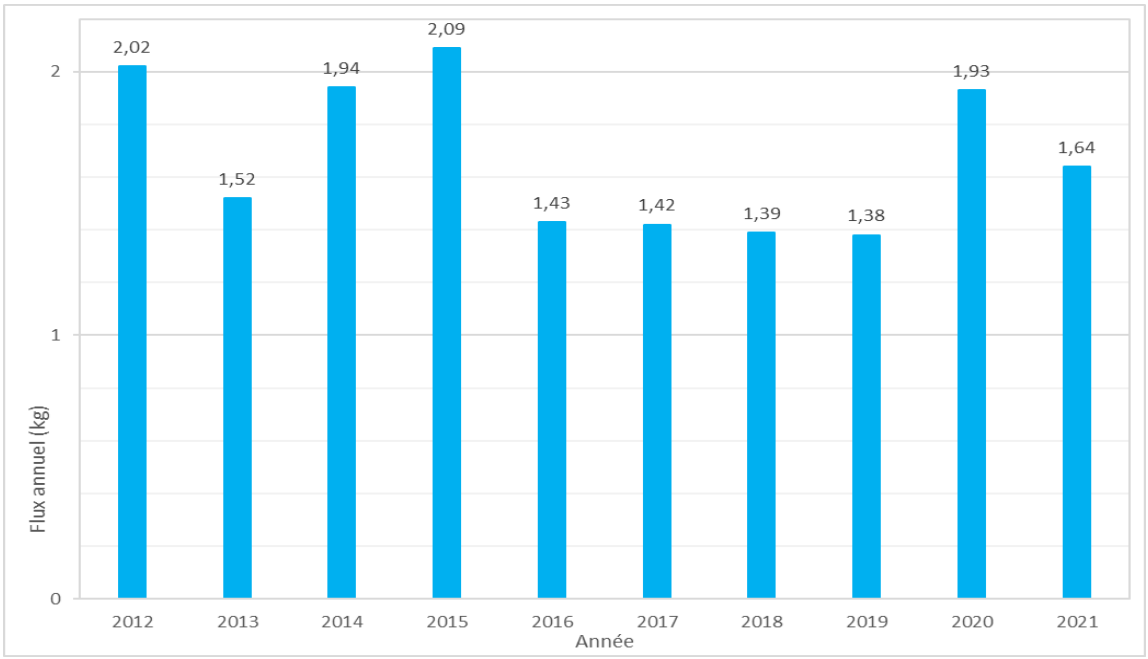



*Figure 23. Rejets annuels d'hydrazine sur la période 2012 – 2021 de la centrale nucléaire du Blayais*

› depuis 2017, l'eau du circuit secondaire des réacteurs de la centrale nucléaire 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.

RÉALISÉ

**Bilan des rejets thermiques**

Sur la période décennale, les rejets thermiques sont conformes aux prescriptions réglementaires à l'exception de quelques dépassements 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 disposition spécifique.

**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. A partir de 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 du 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).

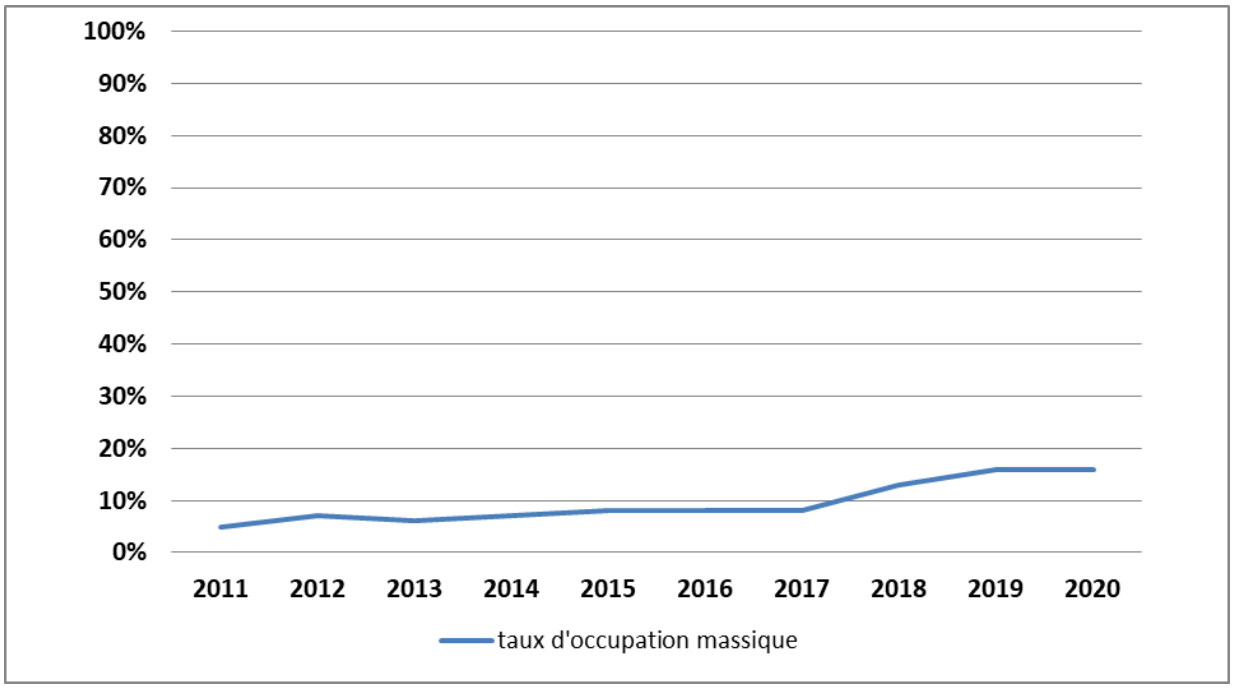



*Figure 24. Évolution du taux d'occupation massique de l'aire TFA sur la période 2011 - 2020*

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.* graphe ci-dessous)).

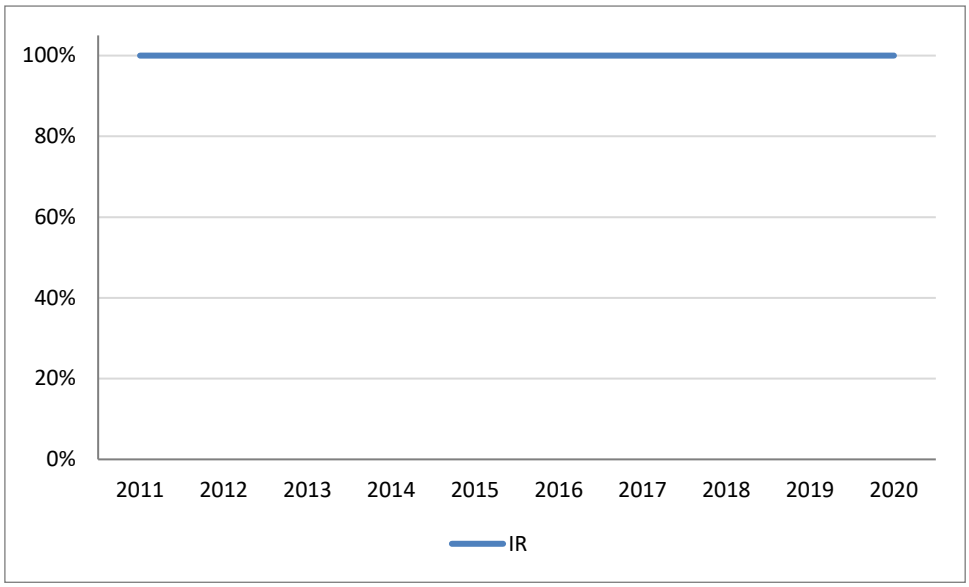



*Figure 25. Evolution de l'indicateur de valorisation des déchets réglementés (IR)*

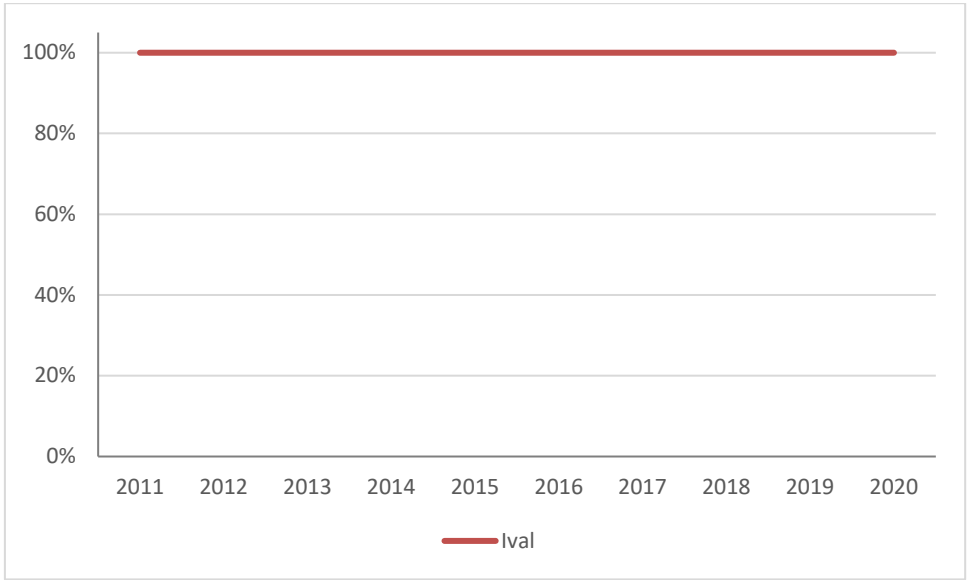



*Figure 26. Evolution de l'indicateur de valorisation des déchets de la liste verte (Ival)*

### Management de l'environnement

La certification ISO 14001 de l'ensemble des centrales nucléaires EDF, intégrant la centrale nucléaire 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), RÉALISÉ
- à la refonte du référentiel environnement. RÉALISÉ

### 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 terrestres et aquatiques et en tant que propriétaire foncier, EDF est directement concerné par des enjeux liés à la biodiversité. La centrale nculéaire 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 nucléaire du Blayais en 2021 sur quatre portions des conduites de rejets implantées dans le lit de l'estuaire.

Pour mieux comprendre les interactions entre la centrale nucléaire du Blayais 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 de la centrale nucléaire 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 4$^{e}$ réexamen périodique des réacteurs 900 MWe. 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.

# 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 nucléaire 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 ces 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 nucléaire 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 nucléaire 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.

[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.

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 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 2012-2021, 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 2012-2021, au titre des dispositions vis-à-vis des déchets radioactifs, le site a conditionné près de 31 000 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 nucléaire du Blayais entre février et mars 2021. L'analyse des mesures réalisées montre que les niveaux sonores de la centrale nucléaire 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'ASN une demande de disposition contraire dans le cadre du renouvellement des autorisations de prélèvements et rejets de la centrale nucléaire du Blayais.

Ainsi, lors de la parution des nouvelles autorisations de prélèvements et de rejets de la centrale nucléaire 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 2, est satisfaisante,

- des dossiers de synthèses 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 Visite décennale n°4 (VD4),
- l'introduction d'hafnium, un matériau absorbeur de neutrons, dans les assemblages de combustible du réacteur de Blayais 2, 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 23 au 26 novembre 2023 sur l'enceinte de Blayais 2, 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.

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 4e réexamen périodique des réacteurs 900 MWe dont les deux dispositions principales sont présentées ci-après.

RÉALISÉ

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

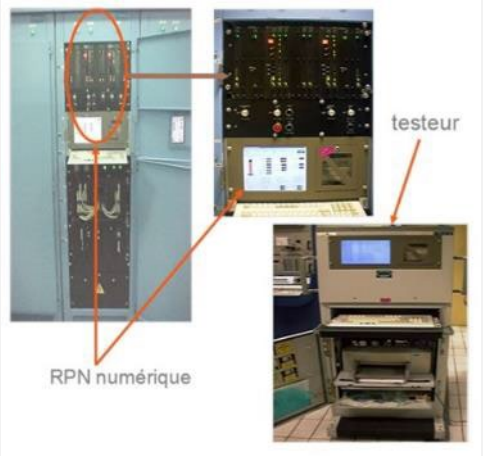
### Eléments de pédagogie

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).



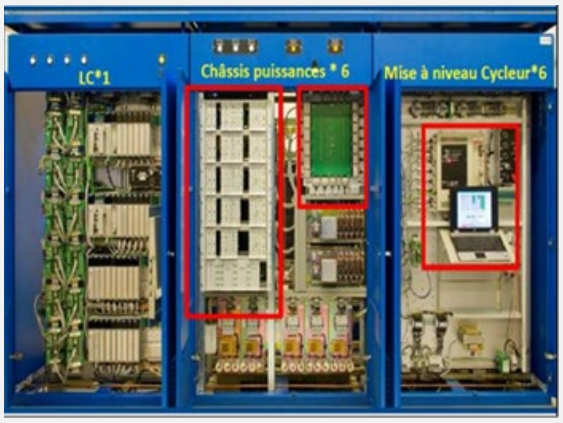
## *Traitement de l'obsolescence ou de la défaillance de composants du système de commande des grappes de contrôle du réacteur (RGL)*

### 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.




*Armoire de régulation et de relayage*

Dans le cadre de l'affaire de « Corrosion Sous Contrainte » sur les lignes auxiliaires du Circuit Primaire Principal (CSC) débutée fin 2021, les expertises réalisées sur les différents réacteurs du parc nucléaire ont permis de démontrer que les réacteurs de 900 MWe, comme ceux du Blayais, sont peu ou pas sensibles au phénomène de CSC. 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 et de radioprotection.

Concernant le réacteur n°2 de Blayais, les contrôles ont conduit aux remplacements de quatre soudures sur la ligne d'Injection des accumulateurs RIS connectée à la Branche Froide n°2 et du coude incluant deux soudures sur la ligne du système de refroidissement à l'arrêt connectée à la Branche Chaude n°2, en 2023.

# 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.

### *Remplacements de composants électriques*

**Description de la disposition**

Remplacement de :

- disjoncteurs 48V et 125V,
- relais 48V et 125V,
- contacts auxiliaires, sur des départs électriques,
- divers composants électriques et de contrôle-commande.

# 7. Conclusion

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

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 nucléaire 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 2 lors des prochains arrêts programmés de l'installation.

# 8. Glossaire

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

| 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'Énergie 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 |
| ASG | Système d"alimentation de secours des Générateurs de Vapeur |
| ASG-ND | Système de refroidissement secondaire «Noyau Dur» |
| ASN | Autorité de Sûreté Nucléaire |
| ASNR | Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (Ex-ASN) |
| 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 |
| 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 Electrogène 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 |
| GON | Groupe Ornithologique et Naturaliste |
| GP/GPE | Groupe Permanents d'Experts |
| GPO | Groupe Permanent d'Orientations |
| GPR | Groupe Permanent d'experts pour les Réacteurs |
| GRV | Système de remplissage et vidange de dihydrogène ($H_2$) 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 |
| JPI | Système de Protection incendie de l'îlot nucléaire |
| JPL | Système de Protection incendie des locaux électriques |
| 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 ($UO_2$ et $PuO_2$) 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 |
| REP | Réacteur à Eau Pressurisée |
| 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 |
| 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 |
| RPC | Règles Particulières de Conduite |
| RPE | Circuit de collecte des effluents de l'îlot nucléaire |
| 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 |