

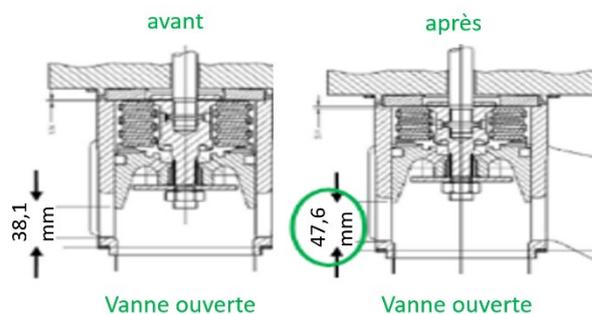
Afin de répondre à cet objectif pour le cas le plus sévère, à savoir l'accident de rupture de tube de générateur de vapeur (RTGV), avec simultanément un rejet possible à l'atmosphère via la défaillance d'une soupape, des dispositions sont mises en œuvre :



### Augmentation des débits des vannes d'évacuation de vapeur

#### Éléments 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 entraîner 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.

## 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<sup>12</sup>. En pratique, l'analyse de sûreté est rendue encore plus exigeante :

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

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

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

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

#### 4.2.3.2 Illustrations des principales dispositions

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



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

###### Éléments de pédagogie

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

###### Description de la disposition

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



<sup>12</sup> WENRA : association des autorités de sûreté nucléaire des pays d'Europe de l'Ouest (Western European Nuclear Regulators Association)

#### Protection contre le risque « Explosion » :

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

RÉALISÉ

RÉALISÉ

PROPOSÉ

#### Protection contre le risque « Inondation externe » :

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

PROPOSÉ

RÉALISÉ

### Renforcement de la protection périphérique de Blayais

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

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



### Protection contre le risque « Grands Chauds » :

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

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

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

- modification du suivi de l'encrassement des échangeurs RRI/SEC pour améliorer le refroidissement par la source froide (estuaire de la Gironde),
- 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, ... ,
- ajout ou remplacement de groupes frigorifiques (cf. ci-après),
- secours électriques et renfort sismique de circuits de ventilation.



Des dispositions complémentaires ont été mises en œuvre dans le cadre du 4<sup>e</sup> 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.



## Remplacement de groupes frigorifiques

### Éléments de pédagogie

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

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



Exemple de groupe frigorifique

### Description de la disposition

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

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

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



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

#### Éléments de pédagogie

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

#### Description de la disposition

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



Protection contre le risque « Séisme » :

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



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

#### Éléments de pédagogie

Les caractéristiques des séismes de référence retenus pour le risque sismique (SMHV et SMS) sont réévaluées à chaque réexamen périodique à partir de l'évolution des connaissances (zonage sismotechnique, caractéristiques des séismes historiques, nouveaux séismes), avec mise en œuvre, le cas échéant, de renforcements.

A la suite de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima-Daiichi (2011), un aléa sismique Noyau Dur (SND) a été défini ; il est enveloppe du Séisme Majoré de Sûreté de site (SMS) majoré de 50 % et des séismes d'une période de retour de 20 000 ans (évalués de manière probabiliste).

#### Description de la disposition

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



Ajout de support pour les chemins de câble

Protection contre le risque « Frasil » :

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

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

#### Éléments de pédagogie

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

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



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

Protection contre le risque « Foudre » :

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



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

#### Éléments de pédagogie

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

#### Description de la disposition

Les dispositions proposées consistent à installer de nouveaux parafoudres au plus près des Transformateurs Auxiliaires (TA), en dérivation sur les bornes Basse Tension (6,6 kV). Ces parafoudres permettront d'écarter 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 3<sup>e</sup> réexamen périodique des centrales 1300 MWe, un volet probabiliste est introduit dans la démonstration de sûreté nucléaire pour certaines agressions. Le RP4 900 marque une étape supplémentaire dans cette démarche avec le passage à la réalisation d'études probabilistes de sûreté pour un spectre étendu d'agressions : incendie, séisme, inondation interne, crue fluviale, niveau marin, explosion interne.

Les agressions qui contribuent de manière prépondérante au risque de fusion du cœur sont les incendies survenant dans le bâtiment électrique ainsi que le séisme.

Ces études probabilistes de sûreté ont été porteuses d'enseignements au niveau de l'amélioration de la sûreté de l'installation comme par exemple :

- la modification du contrôle-commande des soupapes du pressuriseur du circuit primaire pour éviter leur ouverture en cas d'ordre intempestif provoqué par un incendie,
- le renforcement de la tenue au séisme des réservoirs de fioul des groupes électrogènes de secours,
- 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.



## 4.2.4 Piscine d'entreposage du combustible usé

### 4.2.4.1 Cadre général de la thématique

EDF s'est fixé comme objectif de sûreté d'assurer le maintien sous eau des assemblages de combustible lors de vidanges accidentelles et de perte de refroidissement.

La sûreté des piscines d'entreposage du combustible a été réévaluée :

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

Les études déterministes ont permis de montrer que les critères de sûreté sont respectés pour tous les initiateurs d'accidents retenus dans le cadre de la démonstration de sûreté grâce aux dispositions existantes. Cette démarche a été étendue aux agressions internes ; elle a montré que l'évacuation de la puissance résiduelle et le niveau d'eau de la piscine combustible sont également assurés dans ces situations.

Des études probabilistes ont été menées afin de compléter la démarche déterministe. Ces dernières montrent que les risques de découverture du combustible sont déjà extrêmement faibles grâce aux moyens de protection existants :

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

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