

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 :

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

- 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.

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 incendie, protection incendie de câbles électriques...) ou de diminuer l'ampleur ou l'intensité d'éventuels incendies. 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.

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 le local le plus sensible afin d'éviter la formation d'une atmosphère explosive,
doublement de la détection d'hydrogène dans les locaux du Bâtiment des Auxiliaires Nucléaires (BAN).

Protection contre le risque « Inondation externe » :

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



Renforcement de la digue de Tricastin

Éléments de pédagogie

La tenue de la totalité de la digue du canal de Donzère-Mondragon a été démontrée pour le Séisme Noyau Dur (SND), sauf sur la portion située en amont immédiat de la plateforme du site en rive droite pour laquelle la tenue a été démontrée pour le Séisme Majoré Historiquement Vraisemblable (SMHV).

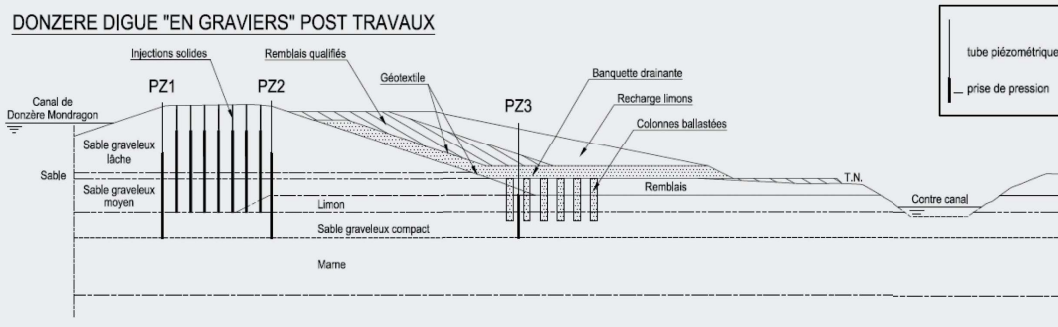
Ce secteur d'environ 400 mètres linéaires, appelé également « digue en graviers », a fait l'objet en 2017 d'un confortement provisoire et la mise en place de mesures compensatoires pour assurer sa résistance au Séisme Majoré de Sécurité (SMS) du référentiel. Ces mesures compensatoires ont consisté en la mise en œuvre d'une digue en big-bag ainsi que de l'élargissement de la digue sur 250m et d'un renforcement de l'auscultation avec mise en place d'une astreinte d'intervention en cas de séisme.

Description de la disposition

La digue en graviers fait actuellement l'objet de travaux définitifs de renforcement pour garantir sa résistance au Séisme Noyau Dur (SND), avec un solde prévu avant fin 2022.

La disposition a pour objectif d'apporter des marges supplémentaires par rapport au confortement actuel, de remplacer les mesures compensatoires en place et de garantir la non-formation de brèches suite à un séisme de type Séisme Noyau Dur (SND) : réalisation de colonnes ballastées, réalisation d'injections solides, mise en œuvre de remblai drainant et de remblai tout-venant, traitement de la zone spécifique des ouvrages ORANO, travaux de remise en état (revégétalisation) après terrassement, installation de dispositifs de mesures pour la surveillance de la digue après travaux (y compris la remise en état du système existant).

DONZERE DIGUE "EN GRAVIERS" POST TRAVAUX



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 sû-

reté ont des conditions d'ambiance acceptables. La TLD de l'air retenue pour le site de Tricastin est de 36°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 de Tricastin est de 45,7°C.

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

- amélioration du suivi de l'encrassement des échangeurs RRI/SEC pour améliorer le refroidissement par la source froide (canal de Donzère-Mondragon),



- 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^e 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.
- amélioration de la tenue à la température d'éléments importants pour la sûreté nucléaire et notamment remplacement des moteurs des ventilateurs des aéro-réfrigérants des diesels (LHP/LHQ) par des matériels dimensionnés pour face aux températures maximales extérieures retenues dans les études d'agression canicule.



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.
- Renforcement de la cheminée du BAN contre les agressions Grand Vent et Tornade EF2.



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

Éléments de pédagogie

Au cours du 3^e 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.



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 »).



Nouveau groupe froid (+ 50% de capacité frigorifique)

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),
- concernant les impacts éventuels du séisme du Teil du 11 novembre 2019, au vu des données aujourd'hui disponibles et de leur interprétation,



EDF n'identifie aucun impact sur la démonstration de sûreté du site du Tricastin. Les études se poursuivent pour mieux caractériser cet événement (réseaux de failles et activités potentielles), en lien avec les meilleurs spécialistes du domaine, ainsi que l'ASNR.



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.

À 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).



Ajout de supports pour les chemins de câble

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.

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 semi 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 du canal d'amenée), conduisant à un risque d'obstruction des grilles de préfiltration ou des tambours filtrants au niveau de la prise d'eau.

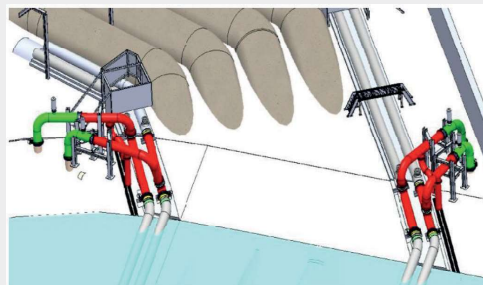


Description de la disposition

La disposition proposée consiste en une recirculation hivernale du SEC (dérivation des eaux de rejets chaudes sur les organes de préfiltration).

Il s'agit de mettre en place une dérivation du SEC sur la berge du canal d'amenée à proximité de l'ouvrage de rejet et à faire cheminer les conduites de recirculation sur la pente du canal d'amenée au travers de celui-ci, au droit des grilles à protéger sur un dispositif de supportage immergé dans le canal d'amenée et d'un diffuseur.

La mise en service de la recirculation hivernale est demandée, lorsque nécessaire, dans le cadre de la règle particulière de conduite relative à la source froide.



Vue d'ensemble des piquages créés sur les rejets SEC des réacteurs n° 3 et n° 4 (tuyauteries vertes et rouges)

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 coup 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.

→ 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.



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^e 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.

