



4^e RÉEXAMEN PÉRIODIQUE DES CENTRALES 1300 MWe

Synthèse de la note de réponse
aux objectifs



SOMMAIRE

Généralités sur la sûreté nucléaire des réacteurs EDF 1

1 Cadre et points de repère du 4^e réexamen des réacteurs 1300 MWe 3

2 Maîtrise des risques 6

2.1	Conformité de l'installation	6
2.1.1	Examen de conformité des tranches	6
2.1.2	Programme d'investigations complémentaires	7
2.1.3	Traitement des écarts de conformité	7
2.1.4	Revue de la fonction « recirculation » et de vérification des exigences de sûreté	7
2.2	Réévaluation de sûreté de l'installation	8
2.2.1	Accidents sans fusion du cœur	9
2.2.2	Agressions	9
2.2.3	Piscine d'entreposage du combustible	10
2.2.4	Accidents avec fusion du cœur et contribution du noyau dur	10
2.2.5	Risques conventionnels et études transverses	11

3 Maîtrise des inconvénients 12

3.1	Conformité de l'installation	12
3.2	Réévaluation	12

4 Poursuite du fonctionnement après 40 ans 14

4.1	Maîtrise du vieillissement et de l'obsolescence	14
4.2	Maintien de la qualification des matériels qualifiés aux conditions accidentelles	15

Conclusion 16

Annexe 17

RÉSUMÉ

Pour le quatrième réexamen périodique des réacteurs 1300 MWe de son parc de Centres Nucléaires de Production d'Electricité (CNPE), EDF a retenu comme orientation générale de tendre vers les objectifs de sûreté nucléaire fixés pour les réacteurs de 3^e génération dont le réacteur de référence EDF est l'EPR Flamanville 3.

La réponse à cet objectif général passe en préalable par une conformité des installations aux règles applicables qui repose sur :

- > la mise en place de contrôles ciblés via l'examen de conformité des tranches ;
- > le déroulement d'un programme d'investigations complémentaires pour identifier les potentielles faiblesses du programme de maintenance et y remédier ;
- > la réalisation d'un programme de revues portant sur les systèmes de refroidissement et de sauvegarde du cœur, ainsi que sur les fonctions supports ;
- > la résorption des écarts ayant un impact sur les intérêts protégés.

Cet objectif général est aussi décliné en objectifs particuliers de réévaluation du niveau de sûreté nucléaire, répartis selon 4 grandes thématiques de sûreté :

1. Accidents sans fusion du cœur

- > Tendre vers des niveaux de conséquences radiologiques ne nécessitant pas la mise en œuvre de mesure de protection de la population.
- > Viser un risque de fusion du cœur calculé dans les études probabilistes de sûreté (événements internes de niveau 1) de quelques 10⁻⁶ /année réacteur.

2. Agressions

- > S'assurer de la robustesse des installations à des niveaux d'agressions réévaluées à l'occasion du réexamen ainsi qu'aux préconisations internationales.
- > Tirer les enseignements des études probabilistes de sûreté concernant les agressions.

3. Piscine d'entreposage du combustible

- > Rendre extrêmement improbable le découvrage des assemblages de combustible en cas de vidanges accidentelles et de pertes de refroidissement de la piscine d'entreposage du combustible et tirer les enseignements des études probabilistes de sûreté concernant les agressions pour la piscine d'entreposage du combustible.
- > En cas de situation d'agression, d'incident ou d'accident, vérifier qu'un retour à l'absence d'ébullition de la piscine d'entreposage du combustible peut être atteint et maintenu.

4. Accidents avec fusion du cœur

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

En complément du volet risques couvert par la sûreté nucléaire, EDF répond aux objectifs de conformité aux règles du volet « inconvénients » des réexamens périodiques par des bilans pluriannuels, des prélèvements et consommations d'eau, des rejets, des nuisances et de la gestion des déchets. La réévaluation de la maîtrise des inconvénients fait l'objet d'actions d'amélioration ainsi que d'une actualisation de l'appréciation des inconvénients que présente le CNPE sur les personnes et l'environnement.

Le 4^e réexamen périodique des réacteurs 1300 MWe comporte également un volet relatif à la « poursuite du fonctionnement » qui couvre la maîtrise du vieillissement, de l'obsolescence et le maintien de la qualification des matériels aux conditions accidentelles. Il est basé sur un important programme de vérification de l'aptitude des matériels à remplir leurs fonctions, avec le remplacement de certains de ces matériels.

Le 4^e réexamen périodique marque le passage du 40^e anniversaire de leur fonctionnement ; il s'accompagne de l'amélioration significative de la sûreté nucléaire de chacun des réacteurs concernés.

La note de réponse aux objectifs (NRO) permet d'exposer les réponses apportées par EDF aux objectifs fixés pour ce réexamen avec l'ensemble des leviers mis en œuvre : réalisation d'études, dispositions matérielles et dispositions d'exploitation.

GÉNÉRALITÉS SUR LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE DES RÉACTEURS EDF



Vue de la centrale de Paluel
(Seine-Maritime) © Rouen Drone

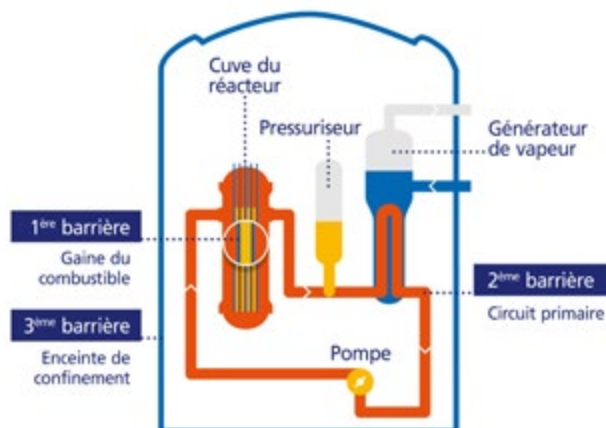
Dans une installation nucléaire, l'objectif général de sûreté nucléaire est d'établir et de maintenir une défense efficace pour prévenir les accidents et en limiter les effets sur l'homme et son environnement.

Les dispositions de conception et d'exploitation prises à cet effet portent sur la prévention pour éviter qu'une situation anormale ne se produise, et, le cas échéant, sur la mitigation pour en limiter les conséquences.

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.

Les trois barrières de sûreté



La sûreté nucléaire repose sur le concept de **défense en profondeur** qui consiste à mettre en œuvre des niveaux de défense successifs et suffisamment indépendants pour se prémunir de défaillances humaines, techniques et opérationnelles.

À la conception et en exploitation, la défense en profondeur se décline en quatre niveaux, visant à :

1. Prévenir les incidents. Ce premier niveau repose sur une combinaison de marges de conception, de qualité de fabrication, de prise en compte des aspects socio-organisationnels et humains, d'organisation de l'exploitation, assurant le maintien de l'installation dans les limites du fonctionnement normal. Sur le plan matériel, des automatismes et des systèmes de régulation permettent de ramener 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, etc.

Le « noyau dur » est un ensemble de moyens matériels fixes et robustes complétés par des moyens mobiles visant à éviter des rejets radioactifs massifs et des effets durables dans l'environnement pour des situations extrêmes potentiellement consécutives à une agression naturelle externe extrême.

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

- Contrôle de la réaction nucléaire en chaîne dans le réacteur,
- Refroidissement du combustible,
- Confinement de la radioactivité.

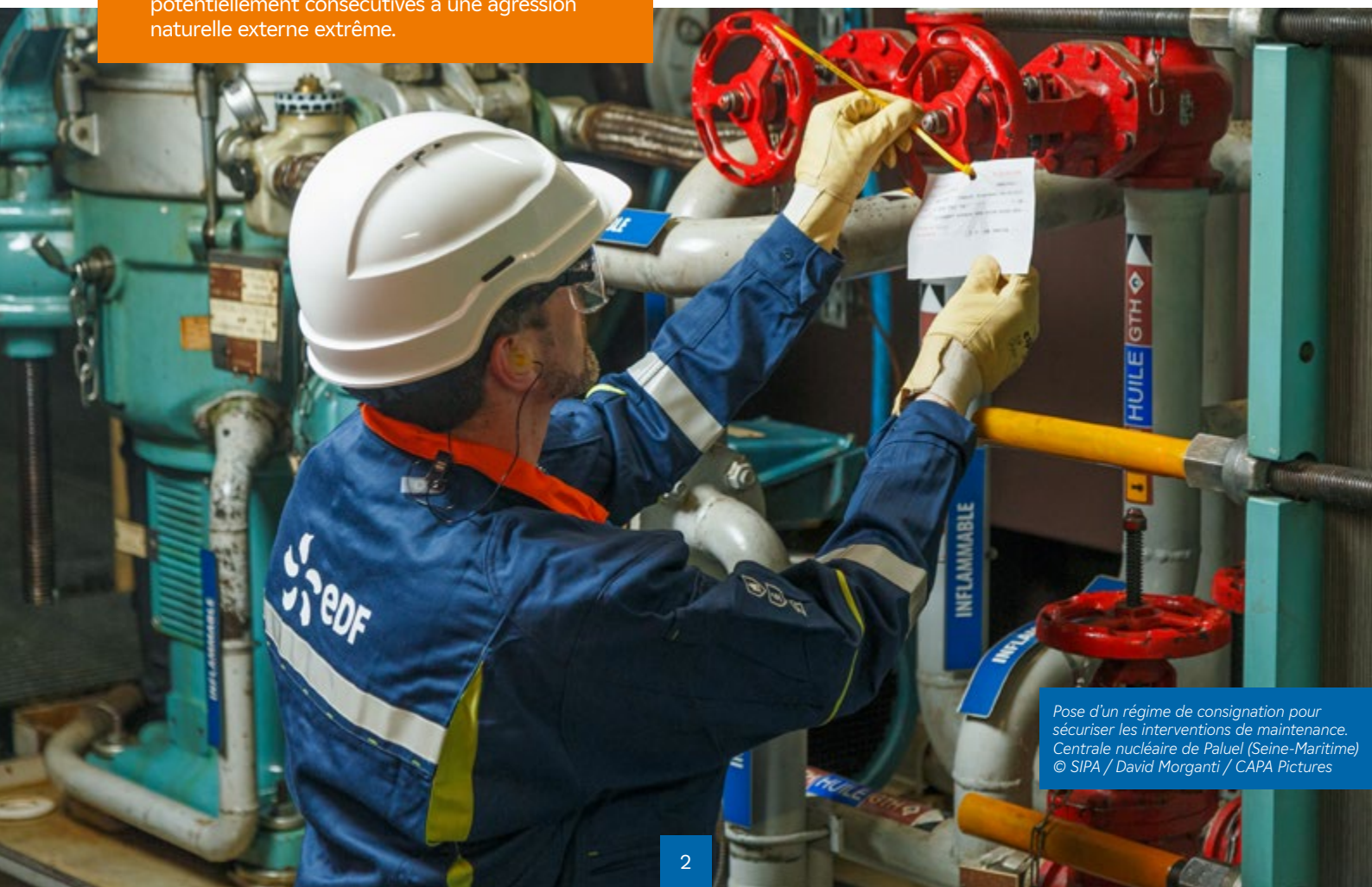
3. Maîtriser les accidents n'ayant pu être évités, ou limiter leur aggravation en reprenant la maîtrise de l'installation afin de la ramener et de la maintenir dans un état sûr.

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 incidentelle ou accidentelle.

4. Gérer les situations d'accident avec fusion du cœur n'ayant pas 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 constituant la troisième barrière de confinement. Les dispositions permettant de répondre à cet objectif sont par exemple les recombineurs passifs qui permettent d'éviter l'accumulation d'hydrogène formé lors de la fusion de gaines de combustible (élimination du risque d'explosion), ou encore des moyens supplémentaires mobiles comme des pompes avec leur alimentation électrique.

Relèvent également de ce dernier niveau des équipements dits « noyau dur » comme des sources d'eau diversifiées pour réaliser des appoints en eau vers les générateurs de vapeur ou la piscine combustible, et des alimentations électriques supplémentaires (« diesels d'ultime secours »).



Pose d'un régime de consignation pour sécuriser les interventions de maintenance.
Centrale nucléaire de Paluel (Seine-Maritime)
© SIPA / David Morganti / CAPA Pictures

1

CADRE ET POINTS DE REPÈRE DU 4^e RÉEXAMEN DES RÉACTEURS 1300 MWE

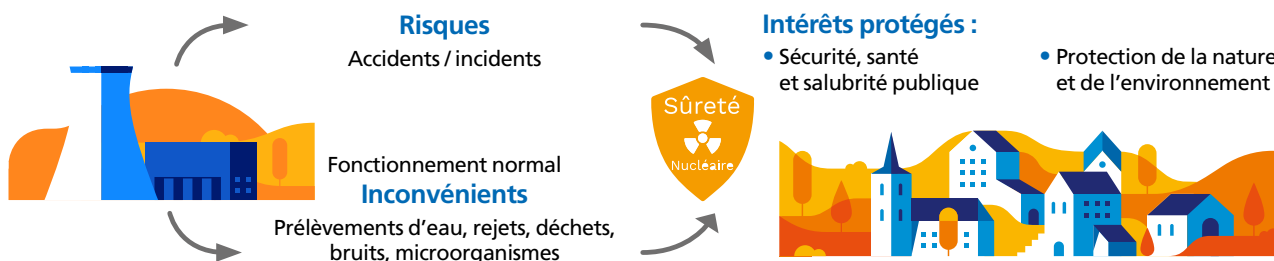


Centrale nucléaire de Belleville-sur-Loire (Cher)
© Romain Beaumont

Conformément aux exigences du code de l'environnement, EDF réalise des réexamens périodiques de ses réacteurs tous les dix ans. Ces réexamens permettent d'apprécier la situation de ces installations au regard des règles qui leur sont applicables, et d'actualiser l'appréciation des risques

ou inconvénients que ses installations présentent pour les intérêts protégés, en tenant compte notamment de leur état, de l'expérience acquise au cours de l'exploitation, de l'évolution des connaissances et des règles applicables aux installations similaires.

Protection des intérêts contre les risques et inconvénients



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

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

Les risques sont générés par le fonctionnement incidentel ou accidentel des installations et peuvent conduire à des conséquences radiologiques ou non radiologiques. Les inconvénients sont générés par le fonctionnement normal ou en mode dégradé des installations. La gestion des déchets issus du fonctionnement normal des installations est également considérée.

La démarche de réexamen est déclinée selon une approche proportionnée aux enjeux de sûreté et de protection de l'environnement. Elle intègre la vérification de la conformité des installations aux référentiels et règles applicables en entrée du réexamen. Elle présente une réévaluation de l'installation répondant à l'objectif d'améliorer autant que raisonnablement possible la protection des intérêts protégés. Elle intègre par ailleurs un volet relatif à la poursuite du fonctionnement des installations après 40 ans. Ce dernier volet couvre la maîtrise du vieillissement des matériels et le maintien de la qualification des matériels aux conditions accidentelles.

Le réexamen comporte une phase dite « générique » commune à l'ensemble des tranches du palier 1300 MWe. Cette phase tire parti du caractère standardisé des installations. Les études réalisées dans ce cadre sont mutualisées.

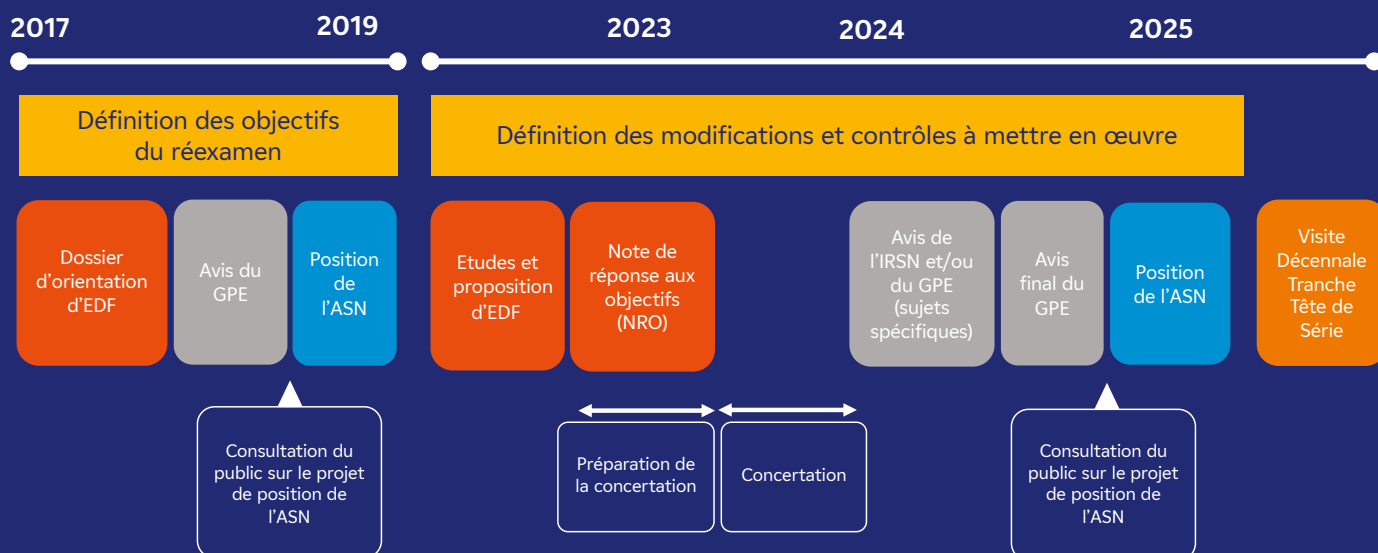
Cette phase générique a débuté par une phase d'orientation qui a permis de déterminer les thèmes du réexamen et fixer les objectifs. Ces éléments sont repris dans les Dossiers d'Orientations du Réexamen transmis à l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) en 2015 pour la partie relative aux inconvénients, et en 2017 pour la partie relative aux risques. Le Groupe Permanent d'experts pour les Réacteurs nucléaires, saisi par l'ASN, a expertisé le programme d'EDF en 2019. L'ASN a transmis sa position à la suite de cette expertise. La Note de Réponse aux Objectifs (NRO) intègre les suites données à cette prise de position.

Une concertation auprès du public sur cette phase générique est organisée sous l'égide du Haut Comité pour la Transparence et l'Information sur la Sécurité Nucléaire, sur la base de la NRO en tant que dossier du Maître d'Ouvrage du Projet. Cette concertation se déroulera au 1^{er} semestre 2024, en amont de l'expertise des différents Groupes Permanents mobilisés sur des thématiques majeures du réexamen et qui éclaireront la prise de position de l'ASN projetée en 2025.

Le réexamen comporte également une phase dite « spécifique », postérieure à la phase générique, et déclinant les conclusions du réexamen pour chaque tranche. Cette phase comprend la réalisation des contrôles de la conformité avec le référentiel des exigences applicables en entrée de réexamen, et le déploiement des dispositions d'amélioration de la sûreté et de la protection de l'environnement. Les Rapports de Conclusions des Réexamens (RCR) de chaque réacteur reprennent ces éléments et intègrent les éventuelles actualisations des données génériques de la NRO.

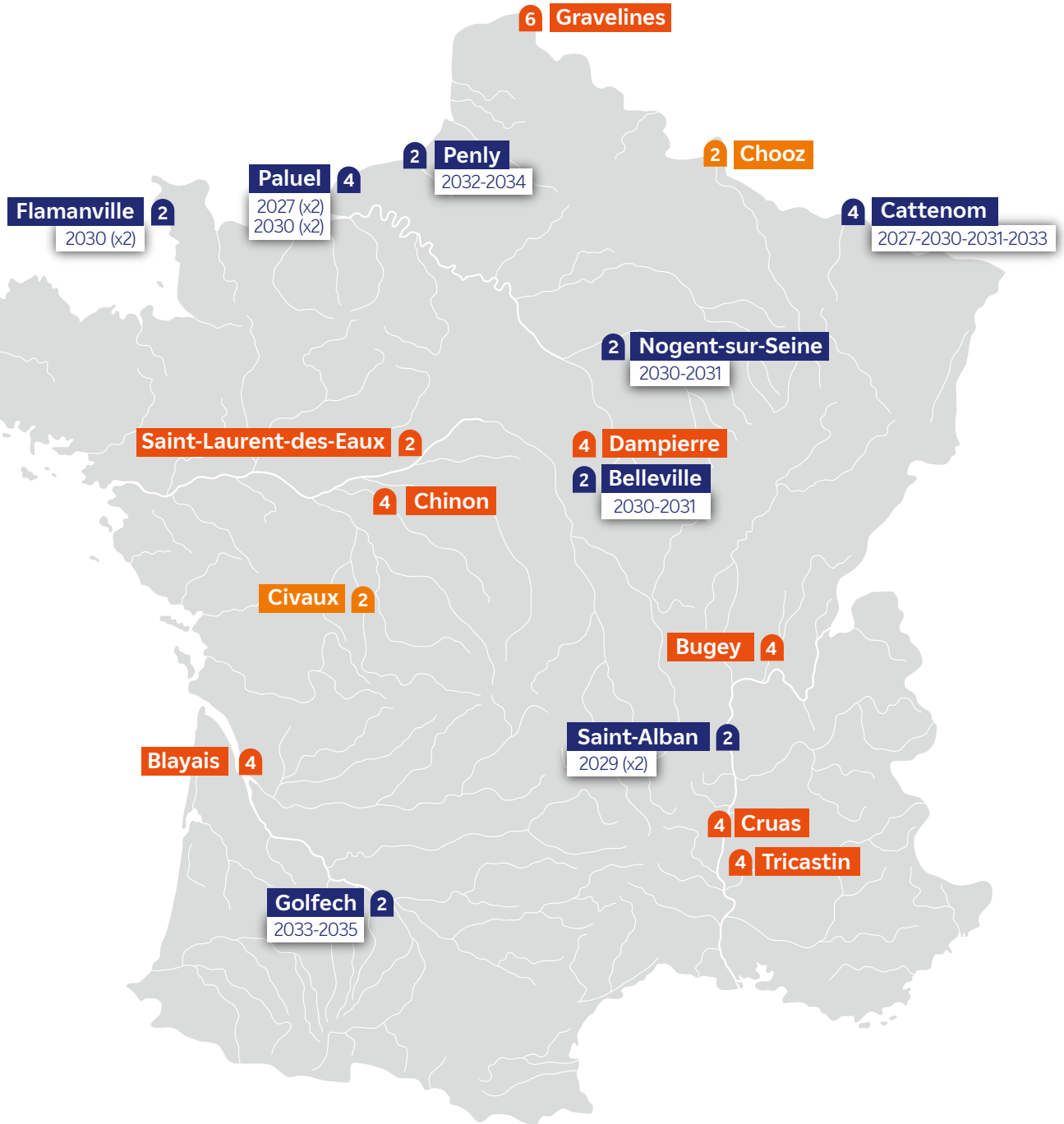
Cette phase spécifique se conclura aussi par une prise de position de l'ASN pour chaque réacteur, après remise des RCR.

Phase générique 4^e réexamen périodique des centrales 1300MWe



Les centrales nucléaires françaises en fonctionnement

Dates d'envoi (années) des rapports de conclusion
des 4^{es} réexamens des réacteurs 1300 MWe



- 900 MWe (32 réacteurs)
- 1300 MWe (20 réacteurs)
- 1450 MWe (4 réacteurs)



Vue de la centrale
de Saint-Alban (Isère)
© Romain Beaumont

2.1 Conformité de l'installation

2.1.1 Examen de conformité des tranches

L'examen de conformité des tranches complète les dispositions courantes d'exploitation et de maintenance existantes, et vise à vérifier la conformité de l'installation au référentiel des exigences applicables avant le passage des tranches à « l'état VD4 ».

Dans le cadre du RP4 1300, sur la base du retour d'expérience d'exploitation de son parc nucléaire et des demandes formulées par l'ASN, EDF a retenu plusieurs thèmes pour ces contrôles, en particulier la maîtrise du confinement (dispositifs de ventilation), la robustesse

des installations face aux risques d'agressions internes et externe (séisme, explosion, incendie, inondation), la bonne qualification des matériels aux conditions accidentelles, et le bon suivi des équipements classés importants pour la protection des intérêts définis au code de l'environnement.

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

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

L'ensemble des contrôles du programme de l'examen de conformité des tranches sera mené sur chaque tranche. A l'issue de ces contrôles, une synthèse des résultats sera présentée dans les RCR de chaque réacteur.

2.1.2 Programme d'investigations complémentaires

Le programme d'investigations complémentaires vise à consolider la pertinence de la maintenance préventive des matériels et à confirmer l'absence de dégradations en fonctionnement dans des zones habituellement non contrôlées car réputées non sensibles à l'endommagement. L'objectif est de s'assurer que les hypothèses, prises en compte dans les programmes de maintenance ne sont pas remises en cause. La démarche repose principalement sur l'analyse des référentiels en place, le résultat des programmes précédents, l'analyse du processus de vieillissement, le retour d'expérience national et international et l'analyse du maintien de la qualification des matériels.

Dans le cadre du RP4 1300, quatre domaines ont été retenus :

- Matériels mécaniques rattachés aux circuits primaire et secondaire,
- Matériels mécaniques rattachés aux autres circuits hors primaire et secondaire,
- Matériels électriques et contrôle-commande,
- Éléments de génie civil.

Les examens prévus dans le cadre de ce programme seront réalisés pendant les quatrièmes visites décennales. Si des indications sont constatées à l'occasion de ces examens, elles seront traitées conformément aux règles en vigueur. Le cas échéant, en cas de détection d'un mécanisme inattendu, les enseignements sur le référentiel de maintenance seront tirés et présentés dans les RCR de chaque réacteur et dans le dossier d'aptitude à la poursuite d'exploitation qui porte le programme de maîtrise du vieillissement adapté à l'installation.

2.1.3 Traitement des écarts de conformité

EDF se définit pour objectif de résorber les éventuels écarts de conformité ayant un impact sur la protection des intérêts mentionnés au code de l'environnement, avant la divergence des réacteurs à l'issue de leurs visites décennales. EDF déploie à ce titre l'ensemble des dispositions nécessaires.

Les écarts résiduels qui n'auront pu être résorbés à cette échéance seront listés dans le RCR qui précisera le caractère acceptable de la situation, ainsi que les mesures compensatoires nécessaires et les éventuelles échéances retenues de traitement.

La visite décennale correspond à la période d'arrêt du réacteur pendant laquelle sont réalisées les principales opérations de contrôle et de maintenance relevant du réexamen périodique. Au titre des contrôles pendant cet arrêt, sont menés l'inspection de la cuve du réacteur, l'épreuve hydraulique de circuits permettant de tester leur étanchéité, ainsi que le contrôle de l'étanchéité et la résistance mécanique de l'enceinte du bâtiment réacteur. La durée d'une visite décennale est de l'ordre de 130 jours, à comparer aux 30 jours des arrêts pour simple rechargement (ASR) et aux 60 jours des visites périodiques (VP). Les cycles d'exploitation des tranches s'étalent sur 12 à 18 mois, afin de permettre la recharge du combustible et la réalisation des opérations de maintenance.



Après l'accident de la centrale de Tchernobyl (Ukraine, 1986) et afin d'aider la population et les médias à comprendre immédiatement la gravité d'un accident dans le domaine nucléaire, une échelle de gravité a été créée, semblable à l'échelle de Richter qui informe sur la puissance des tremblements de terre. Utilisée sur le plan international depuis 1991, l'échelle INES (International Nuclear Event Scale) comporte 8 niveaux. Deux événements ont été classés au niveau maximal : l'accident de Tchernobyl en avril 1986 et celui de Fukushima-Daiichi, au Japon, en mars 2011.

2.1.4 Revues de la fonction « recirculation » et de vérification des exigences de sûreté

L'injection d'eau borée dans le circuit primaire ou dans l'enceinte du bâtiment réacteur peut être nécessaire dans certains scénarios accidentels, dans le but d'assurer le refroidissement du combustible et de maintenir à un niveau acceptable la pression dans l'enceinte. Cette eau est récupérée dans des puisards en fond du bâtiment réacteur pour être ensuite réinjectée. Ce mode de fonctionnement s'appuie sur une fonction dite de « recirculation ».

Dans le cadre du RP4 1300, EDF passe en revue la conformité de cette fonction de recirculation, tant sur les débris susceptibles d'impacter ce système que sur les phénomènes chimiques en jeu et le fonctionnement des matériels utilisés, en valorisant notamment différentes modifications prévues sur les calorifuges. Les résultats de ces analyses en cours seront présentés dans les RCR.

EDF réalise par ailleurs des revues de vérification d'exigences de sûreté dans le but de vérifier la cohérence de ces exigences dans la documentation, sur des systèmes pour lesquels les études de conception n'ont pas été réexaminées depuis la mise en service des installations, ou pour lesquels le retour d'expérience d'exploitation est défavorable. Ces revues sont aussi réalisées sur des systèmes où la défaillance augmenterait notablement les risques de fusion du cœur.

La démarche déclinée dans le cadre du RP4 1300 a amené à retenir des systèmes qui contribuent directement au refroidissement de sauvegarde du cœur du réacteur, au refroidissement du réacteur à l'arrêt, au refroidissement dit intermédiaire, et au refroidissement de la piscine d'entreposage du combustible. Un système de distribution d'air comprimé et des systèmes relatifs aux sources électriques ont également été retenus. Un bilan de ces revues sera présenté dans les RCR.

2.2 Réévaluation de sûreté de l'installation

La réévaluation du niveau de sûreté, c'est-à-dire l'amélioration de la protection des intérêts contre les risques de l'installation, consiste à intégrer dans le référentiel de règles applicables de nouvelles exigences issues :

- > De la comparaison des exigences avec celles en vigueur pour des installations plus récentes ;
- > De l'examen des enseignements pour la sûreté tirés du retour d'expérience national et international ;
- > Du progrès des connaissances.

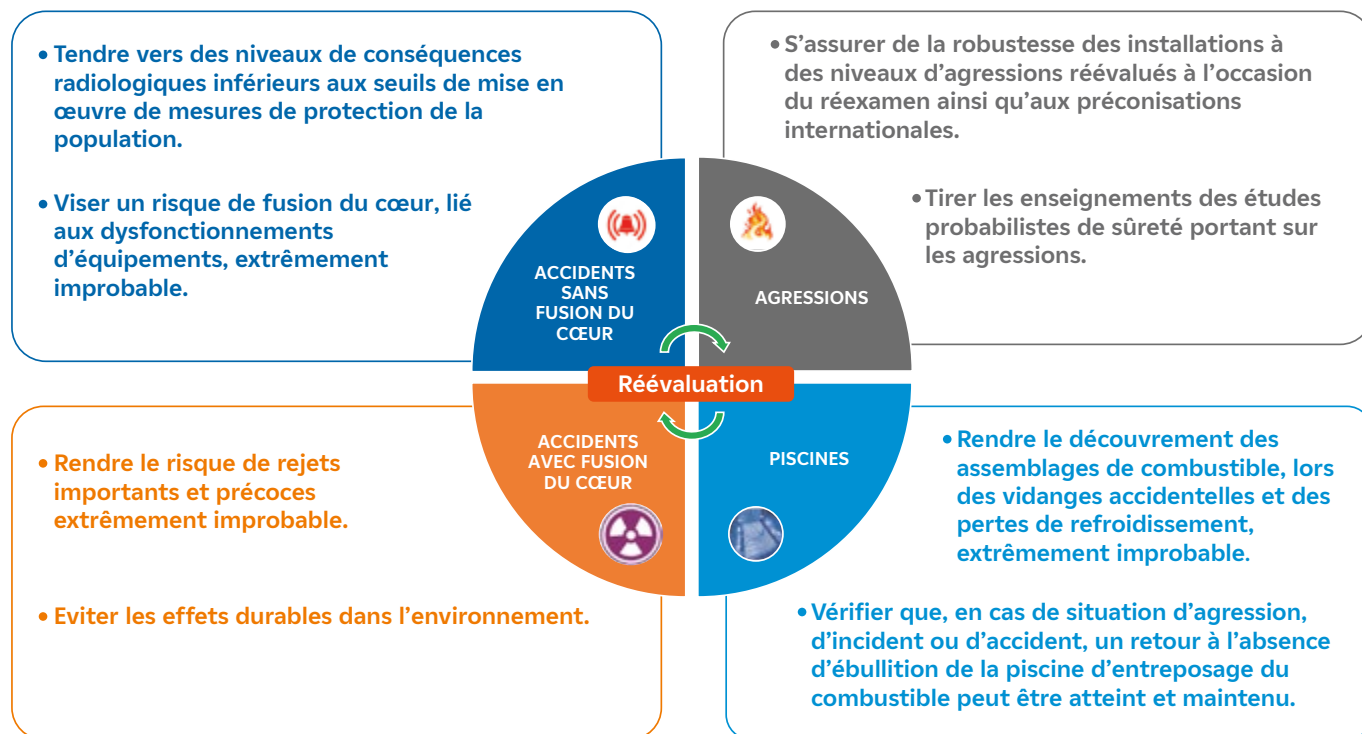
EDF a retenu comme orientation générale de sûreté du RP4 1300 de tendre vers les objectifs de sûreté nucléaire fixés pour les réacteurs de 3^e génération (réacteur de référence : EPR de Flamanville 3). Cette ambition est déclinée avec des objectifs répartis selon 4 quadrants : maîtrise des accidents sans fusion du cœur, tenue de l'installation aux agressions internes et externes, maîtrise des accidents avec fusion du cœur et robustesse de la piscine d'entreposage du combustible.

Le réexamen intègre aussi le déploiement de la dernière phase d'intégration des dispositions dites « noyau dur » associées au retour d'expérience de l'accident survenu sur la centrale de Fukushima-Daiichi le 11 mars 2011.



Intervention dans le bâtiment réacteur n°3 de la centrale de Cattenom (Moselle) © David Queyrel

Objectifs du réexamen RP4 1300 (volet risques, partie réévaluation)



Compte tenu du volume important d'évolutions introduites, une démarche d'analyse transverse des impacts des dispositions déployées dans le cadre du RP4 1300 est menée par EDF. Elle concerne :

- > Le personnel : analyse des impacts socio-organisationnels et humains du programme sur les sites ;
- > L'installation : analyse de l'exhaustivité des essais de requalification après intégration des modifications.

Enfin, les études menées dans le cadre du réexamen évaluent également les risques non radiologiques liés à un accident et justifient leur acceptabilité.

2.2.1 Accidents sans fusion du cœur

Au titre du RP4 1300, EDF a retenu deux objectifs visant à renforcer les référentiels encadrant la maîtrise des accidents sans fusion du cœur, au-delà de la valorisation des dernières évolutions de connaissance :

- Tendre vers les objectifs radiologiques des réacteurs de troisième génération sans besoin de mise en œuvre de mesures de protection de la population,
- Viser un risque de fusion du cœur du réacteur, lié aux dysfonctionnements d'équipements, extrêmement improbable. Ce risque est évalué par le biais d'études probabilistes de sûreté.

Les études d'accidents du référentiel sont reprises pour les besoins du RP4 1300, et retiennent de manière enveloppe une gestion combustible MOX (OXydes Mixtes), UNE (Uranium Naturellement Enrichi) ou URE (Uranium de Retraitement Enrichi). Pour l'ensemble des études finalisées à date, les dispositions actuellement projetées, orientées notamment sur le renforcement de la robustesse des installations aux situations accidentelles avec perte totale des alimentations électriques, ou perte totale de la source froide nécessaire au refroidissement du réacteur, permettent de garantir le respect des critères définis. Des travaux de confortement de l'étanchéité des enceintes, et les dispositions de maintenance et surveillance de ces ouvrages, justifient par ailleurs un maintien de la performance actuelle des enceintes de confinement.

Sur la base des dispositions projetées, les résultats des études probabilistes rejoignent l'objectif fixé du réexamen.

Les RCR préciseront les conclusions de ces études d'accident ainsi que les conséquences radiologiques évaluées pour les différents scénarios retenus.

2.2.2 Agressions

Les agressions représentent des événements ou des situations qui peuvent entraîner de manière directe et indirecte des dommages aux structures, systèmes ou composants nécessaires pour remplir les fonctions fondamentales de sûreté. L'ensemble des agressions listées dans la réglementation sont prises en compte. Deux familles sont considérées :

- Les agressions internes : incendie, explosion, inondation, défaillance d'équipements sous pression, collision et chute de charge, interférences électromagnétiques, émissions de substances dangereuses et actes de malveillance.
- Les agressions externes naturelles ou d'origine humaine : séismes, conditions météorologiques ou climatiques extrêmes (inondations, neiges, canicules, grands froids, grands vents, tornades), agressions spécifiques des systèmes et ouvrages de prise d'eau (frasil, prise en glace, colmatants, nappe d'hydrocarbures, ensablement, étiage), foudre et interférences électromagnétiques, incendies, risques industriels de proximité (explosion, substances dangereuses), chute d'avion et actes de malveillance.

Le RP4 1300 intègre un double volet déterministe et probabiliste dont le périmètre a été considérablement étendu par rapport aux réexamens précédents.

ETUDES DÉTERMINISTES

Les études déterministes permettent de réévaluer les exigences de dimensionnement des installations pour tenir compte notamment de l'état de l'installation, du REX d'exploitation, de l'évolution des connaissances, des règles applicables aux installations similaires et de la veille climatique. Les dispositions projetées associées à ces études visent à minimiser les risques sur les systèmes nécessaires au retour et au maintien à l'état sûr, et à assurer l'acceptabilité des conséquences radiologiques de ces agressions. Dans une démarche proportionnée aux enjeux de sûreté, EDF prévoit d'appliquer un classement de sûreté aux équipements nécessaires à la protection contre les agressions.

EDF intègre aussi les préconisations des standards européens les plus avancés de la Western European Nuclear Regulators Association (WENRA).

Ainsi, EDF postule dans ces études d'agressions des défaillances sur les matériels requis. EDF retient aussi des délais d'intervention du personnel similaires aux délais requis pour le traitement des scénarios accidentels de dimensionnement. Enfin, EDF retient des fréquences d'occurrence annuelle pour la définition des niveaux de référence des agressions naturelles. Dans les cas où il ne serait pas possible de calculer de telles fréquences, EDF justifie un niveau de sûreté équivalent.

Sur le domaine du changement climatique, EDF s'assure que celui-ci ne remet pas en cause le bon dimensionnement des installations. Les niveaux d'aléas climatiques sont actualisés en se basant sur l'état des connaissances scientifiques les plus récentes, et sont pris comme données d'entrées des études d'agressions.

ETUDES PROBABILISTES

EDF tire les enseignements de l'ensemble des études probabilistes menées dans la limite de la pertinence et de la faisabilité de ces études, et des pratiques internationales en la matière. Ces études sont utilisées pour évaluer le risque de fusion du cœur et les risques de rejets radiologiques afin d'apprécier le niveau de sûreté des installations. Elles permettent de vérifier la robustesse des installations, en validant ou en complétant les analyses déterministes, et apportent une aide dans la hiérarchisation et la définition des actions à mener compte tenu du risque identifié.

La pertinence et la priorisation des analyses probabilistes sont appréciées en se basant notamment sur l'état des connaissances, les enjeux associés, et les modifications d'installation et de conduite prévues dans le cadre du réexamen. Ces analyses ont conduit à retenir des études probabilistes sur les agressions incendie, explosion interne, inondation interne et externe, séisme, vent extrême et canicule. Les résultats de ces études probabilistes conduisent par exemple à renforcer l'installation des bâtiments électriques, ou à renforcer la protection de certains sites vis-à-vis de l'inondation externe.

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'un nombre limité d'accidents dits de dimensionnement et par l'application de règles et de critères qui incluent des marges de précaution. Cette approche est complétée par la réalisation d'études probabilistes de sûreté qui permettent d'apprécier les risques liés aux installations nucléaires en termes de fréquence des événements redoutés et de leurs conséquences.

2.2.3 Piscine d'entreposage du combustible

À la suite de l'accident de Fukushima, des moyens matériels et organisationnels complémentaires renforçant la prévention du découvrément des assemblages de combustible, ont été intégrés sur les sites. C'est le cas par exemple des diesels d'ultime secours qui permettent de fiabiliser les matériels de mesure de cette piscine, ou de sources d'eau d'appoint qui permettent une réalimentation de cette piscine en « situation noyau dur ».

Un certain nombre de dispositions renforçant la robustesse de l'installation du bâtiment combustible ont aussi été intégrées au titre du 3^e réexamen des sites 1300 MWe (mise en place de dispositifs d'arrêts automatiques de pompes, isolement de lignes d'aspiration conditionné au niveau de la piscine, motorisation de vannes, etc.).

EDF s'est fixé comme objectif du RP4 1300 de rendre extrêmement improbable le découvrément des assemblages de combustible en cas de vidanges accidentelles ou de pertes de refroidissement de la piscine d'entreposage du combustible. EDF s'engage aussi à tirer les enseignements des études probabilistes couvrant les agressions impactant cette piscine. EDF vérifie enfin qu'un retour à l'absence d'ébullition de la piscine d'entreposage du combustible peut être atteint et maintenu en situations d'agression, d'incident ou d'accident.

EDF évalue par ailleurs le comportement des piscines d'entreposage du combustible vis-à-vis des conditions de fonctionnement du référentiel de dimensionnement de l'EPR.

EDF conforte ainsi au titre du RP4 1300 le niveau de sûreté de ses installations en renforçant notamment les dispositions d'appoint en eau en situations accidentelles par la mise en place d'un nouveau circuit d'appoint en eau qualifié pour les situations noyau dur (dispositif dit « SEG »). EDF prévoit aussi le déploiement d'un moyen de refroidissement mobile robuste aux situations noyau dur, dit « PTR bis », qui permet de diversifier la source froide de la piscine d'entreposage du combustible en situation d'ébullition et de rapprocher le design des réacteurs du palier 1300 MWe de celui des réacteurs de type EPR de Flamanville 3.

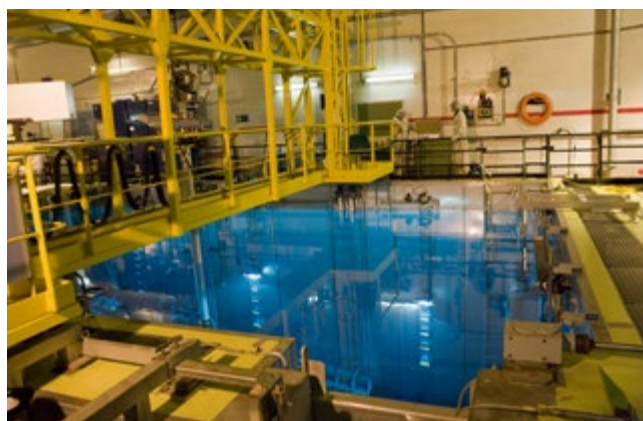
Les études probabilistes montrent que le risque de découvrément des assemblages de combustible lors de vidanges accidentelles et de perte de refroidissement de la piscine d'entreposage du combustible, est extrêmement improbable. Vis-à-vis des agressions, les études probabilistes réalisées permettent d'apporter un éclairage complémentaire et confirment l'intérêt des dispositions projetées.

À la suite de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, EDF a décidé de créer la Force d'action rapide du nucléaire (FARN), un dispositif permettant d'apporter un appui externe à un site nucléaire en difficulté. Les objectifs de la FARN sont d'intervenir dans les domaines de la conduite, de la maintenance et de la logistique sur un site en situation d'accident pour retrouver les moyens en eau, air et électricité en moins de 24 heures.

2.2.4 Accidents avec fusion du cœur et contribution du noyau dur

Dans le cadre de la démonstration de sûreté de ses installations nucléaires, EDF applique le principe de défense en profondeur qui consiste à prendre en compte des défaillances techniques matérielles, humaines ou organisationnelles, et à s'en prémunir par la mise en place de lignes de défense successives complémentaires.

La prise en compte des situations d'accidents avec fusion du cœur a fait l'objet d'études approfondies à l'occasion des précédents réexamens périodiques des différents paliers en intégrant le retour d'expérience international (Tchernobyl, Three Mile Island). Les enseignements issus de l'accident de Fukushima sont aussi pris en compte dans le cadre du RP4 1300. A ce titre, des améliorations significatives sont apportées par rapport à la conception initiale des installations.



Intérieur du bâtiment d'entreposage du combustible du réacteur n°2 de la centrale de Belleville (Cher) - © Bruno Conty

Ainsi, sur le palier 1300 MWe, des dispositions ont déjà été mises en œuvre comme par exemple la mise en place de dispositifs de décompression-filtration de l'enceinte, l'installation de recombinés autocatalytiques passifs permettant d'éviter l'accumulation d'hydrogène dans l'enceinte, le renforcement du système de dépressurisation de l'espace situé entre les deux enceintes du bâtiment réacteur, la mise en place de paniers de tétraborate de sodium permettant de piéger l'iode radioactif, le déploiement des diesels d'ultime secours, ou encore le déploiement d'une instrumentation permettant de fiabiliser la conduite de l'installation dans ces situations accidentelles.

Dans le cadre du 4^e réexamen, EDF retient l'objectif de rendre le risque de rejets importants précoces extrêmement improbable et d'éviter tout effet durable dans l'environnement, dans l'esprit de tendre vers les objectifs de sûreté de l'EPR.

Les études déterministes et probabilistes en appui à l'atteinte de ces objectifs amènent à retenir un certain nombre de dispositions complémentaires. Ces dispositions permettront en particulier :

- D'évacuer la puissance résiduelle au sein du bâtiment réacteur sans recourir au dispositif de décompression-filtration de l'enceinte,
- De stabiliser le corium sur le radier du bâtiment réacteur (BR) pour réduire le risque de perte du confinement par percée du radier,

- D'avoir la capacité de décontaminer l'eau du BR,
- De réinjecter dans le BR des potentielles fuites du circuit de recirculation dit « EAS ND »,
- De renforcer la distribution électrique et le contrôle-commande pour garantir l'alimentation des matériels valorisés en situation de noyau dur,
- Ou encore de renforcer l'instrumentation pour fiabiliser la conduite de l'installation.

L'ensemble de ces dispositions permettent de réduire sensiblement les conséquences radiologiques d'un accident avec fusion du cœur. Sur le plan probabiliste, ces dispositions rendent les rejets précoces et importants extrêmement improbables.

2.2.5 Risques conventionnels et études transverses

Les risques d'accidents dits « conventionnels » sont associés aux accidents sans conséquence radiologique ou à faibles conséquences radiologiques. Les équipements valorisés dans la démonstration de sûreté ne doivent pas être à l'origine d'accidents conventionnels inacceptables pour les intérêts à protéger. La maîtrise de ces risques s'appuie sur la maîtrise du confinement des substances dangereuses et radioactives, ainsi que sur la protection des personnes et de l'environnement contre les effets toxiques, les effets de surpression, les effets thermiques et les effets liés à l'impact de projectiles. Pour les besoins du RP4 1300, les études relatives à la maîtrise des risques conventionnels sont mises à jour et leurs conclusions présentées dans les RCR de chaque tranche.

Les Facteurs organisationnels et humains font aussi l'objet d'une attention particulière. L'ampleur des modifications projetées sur l'installation et leur cumul sont susceptibles d'engendrer des évolutions significatives d'organisation sur les sites. EDF se fixe l'ambition d'adapter les modifications aux contextes réels de travail et aux besoins des métiers en tenant compte des capacités d'appropriation par le personnel d'exploitation. La démarche s'appuie sur : l'analyse des aspects socio-organisationnels et humains déclinée dès la conception des modifications, et l'analyse de la maîtrise de la diversité des situations d'exploitation. Cette seconde étude tire les enseignements des analyses terrain du déploiement des dispositions lors des réexamens précédents, et identifie les conditions favorables d'appropriation par l'exploitant de l'ensemble des dispositions projetées.

Par ailleurs, des essais sont retenus à la suite de l'intégration des modifications et des évolutions de référentiel. Ils visent à s'assurer de la sûreté et de la disponibilité des installations, et contribuent à garantir leur conformité aux nouveaux référentiels déployés. La démarche d'essais s'appuie sur des essais dits de « requalification » afin de valider la conception et la réalisation des modifications, et démontrer l'absence de régression sur le fonctionnement des systèmes en interface. Au regard du nombre important de modifications, cette démarche s'appuie aussi sur une analyse complémentaire conduisant à des essais décennaux spécifiques et des essais particuliers qui visent respectivement à garantir l'exhaustivité des essais après l'intégration de l'ensemble des modifications du réexamen périodique, et vérifier certaines hypothèses prises à la conception. Les RCR présenteront les bilans de ces essais.

Les Dossiers de Référence Réglementaires portant la démonstration de l'intégrité mécanique des composants des circuits primaires et secondaires sont aussi mis à jour.

Enfin, EDF intègre au réexamen le déploiement de la dernière phase des dispositions dites « noyau dur » associées au retour d'expérience de l'accident survenu sur la centrale de Fukushima-Daiichi le 11 mars 2011. Ces dispositions ont pour objectif de prévenir un accident avec fusion du combustible ou en limiter la progression, limiter les rejets radioactifs massifs, et permettre à l'exploitant d'assurer les missions qui lui incombent dans la gestion d'une crise. Ces dispositions couvrent les situations de perte totale des alimentations électriques hors alimentation électrique noyau dur, de perte totale de la source froide hors source froide du noyau dur ; et couvrent des situations extrêmes potentiellement consécutives à une agression « externe noyau dur ». Ces dispositions préviennent la fusion du cœur, en assurant la fonction de refroidissement du cœur et d'évacuation de la puissance résiduelle hors de l'enceinte de confinement du bâtiment réacteur lorsque le circuit primaire est pressurisable.

Certaines dispositions rattachées au noyau dur ont déjà été déployées sur site ou sont en cours de l'être pour permettre à l'exploitant d'assurer les missions de gestion d'une crise. EDF met ainsi en place sur chaque site un Centre de crise local, et déploie des dispositifs de connexion des moyens mobiles de la Force d'action rapide du nucléaire nécessaires à la conduite des situations noyau dur. EDF garantit une complémentarité fonctionnelle entre les moyens de conception de l'installation et les moyens mobiles de résilience.

Vue aérienne de la centrale de Flamanville (Manche)
© EDF Flamanville





3

MAÎTRISE DES INCONVÉNIENTS

Surveillance devant un écran de contrôle pendant une opération de maintenance dans le bâtiment réacteur Centrale de Paluel (Seine-Maritime) © Marc Caraveo

D'un point de vue réglementaire, les incon vénients incluent d'une part les impacts occasionnés par l'installation sur la santé et l'environnement du fait des prélèvements d'eau et rejets en fonctionnement normal, et, d'autre part, les nuisances qu'elle peut engendrer, notamment par la dispersion de micro-organismes pathogènes et le bruit.

La gestion des déchets est également retenue par EDF comme relevant du domaine des incon vénients dans la mesure où elle est liée au fonctionnement normal des installations.

3.1 Conformité de l'installation

EDF examine la conformité réglementaire de ses installations vis-à-vis de la maîtrise des incon vénients au regard de l'ensemble des textes du domaine de l'environnement applicables à chaque CNPE. Les exigences relevées en « gestion de conformité », dont le non-respect pourrait entraîner un impact potentiel sur les intérêts protégés, sont tracées avec les actions et échéances associées.

Un bilan décennal est aussi réalisé sur les évènements significatifs survenus sur site et susceptibles d'impacter la maîtrise de ces incon vénients. La bonne prise en compte du retour d'expérience associé est vérifiée, avec une analyse de l'efficacité des actions engagées.

Par ailleurs, l'appréciation de la conformité des éléments importants pour la protection des intérêts vis-à-vis des incon vénients s'appuie sur des dispositions préventives de surveillance et de maintenance. Le respect de ces dispositions est vérifié au travers de la mise en œuvre d'un examen de conformité de tranche.

Enfin, suivant le principe d'amélioration continue et au titre du réexamen, des bilans décennaux complètent les bilans annuels produits par les CNPE, et permettent d'avoir une vision à 10 ans des évolutions des performances du CNPE sur les prélèvements et consommations d'eau, les rejets d'effluents radioactifs et chimiques des substances considérées à enjeu pour les sites, les rejets thermiques, les déchets conventionnels et radioactifs, et les nuisances. Dans ce cadre les dispositions préventives de contrôle et de maintenance sur les équipements de traitement des effluents et de conditionnement des déchets est vérifié.

Les RCR de chaque tranche reprendront la synthèse des résultats associés à l'ensemble de ces contrôles et analyses.

3.2 Réévaluation

La partie « Réévaluation » du volet Inconvénients du réexamen consiste en l'actualisation de l'appréciation des inconvénients présentés par les CNPE pour les intérêts protégés, développée sur la base des interactions de l'installation avec les différentes composantes de son environnement : l'air, les eaux superficielles et souterraines, les sols et la biodiversité.

Pour chacune de ces composantes, cette actualisation vise à évaluer l'état à date de ces interactions selon les quatre thèmes suivants :

- changement climatique,
- préservation des ressources et biodiversité,
- impact des installations,
- déchets.

Cette actualisation s'appuie sur des études menées à l'échelle de chaque CNPE, telles que :

- l'analyse des performances des moyens de prévention et la réduction des impacts et nuisances engendrés par les installations au regard de l'efficacité des meilleures techniques disponibles,
- l'analyse de l'état chimique et radiologique de l'environnement, y compris l'état des sols de l'installation,
- l'analyse des mesures des niveaux d'émission sonore.

Les conclusions de ces études seront présentées dans les RCR de chaque installation.

EDF a mis en œuvre un processus d'amélioration continue de la maîtrise des inconvénients que ses installations présentent. Cette démarche d'amélioration continue repose sur une approche proportionnée à l'importance des inconvénients présentés par l'installation, qui se traduit par la mise en œuvre d'actions contribuant à la réduction des impacts sur la santé humaine et l'environnement induits par le fonctionnement des CNPE. Un point d'avancement de ces actions sera présenté dans les RCR, à l'échelle du CNPE concerné.

Vue de la centrale de Penly
© Steeve Boulanger





4

POURSUITE DU FONCTIONNEMENT APRÈS 40 ANS

*Technicienne du Service Environnement lors d'une tournée de surveillance, à la centrale de Flamanville (Manche)
© Stéphanie Jayet / CAPA Pictures*

4.1 Maîtrise du vieillissement et de l'obsolescence

La démarche de maîtrise du vieillissement et de l'obsolescence pour les besoins du 4^e réexamen périodique vise à démontrer l'aptitude des matériels à assurer leur fonction au-delà de 40 ans. Plusieurs dossiers consolident cette démonstration, notamment le dossier d'aptitude à la poursuite de l'exploitation propre à chaque tranche, les dossiers spécifiques pour les composants non remplaçables (cuve du réacteur et enceinte de confinement), les documents d'inspection en service et de maintenance, les dossiers de traitement de l'obsolescence des composants, et le programme d'amélioration des connaissances ainsi que le programme de R&D en support.

Pour le cas particulier de la cuve, deux zones sensibles font l'objet d'une attention particulière : la zone de cœur et les tubulures. L'introduction en RP4 1300 de grappes en hafnium dans les assemblages en face des zones de la cuve les plus irradiées par les neutrons permet de réduire le flux de neutrons intégré dans la durée de fonctionnement de la cuve du réacteur. Le dossier réglementaire démontrant la tenue en service de ces cuves du palier 1300 MWe après 40 ans

est construit dans le respect de l'approche similaire instruite pour les besoins du 4^e réexamen des tranches 900 MWe.

Pour les enceintes de confinement, les principaux mécanismes de vieillissement susceptibles de se développer sont le retrait et le fluage du béton, la corrosion des aciers passifs, et la corrosion des câbles de précontrainte. L'état de performance mécanique des enceintes internes de confinement fait l'objet d'un suivi en continu par des dispositions de maintenance préventive, complétées des dispositifs d'auscultation en place. Les essais périodiques à la pression de dimensionnement des enceintes permettent de vérifier la projection de maintien des performances dans le temps, tant du point de vue de la résistance mécanique que de l'étanchéité. Des compléments d'étanchéité par revêtements composites sont notamment mis en place en fonction des besoins de chaque tranche, dans le but de conforter le respect des exigences d'étanchéité.

Les dispositions issues de ces études de vieillissement des composants de l'installation seront présentées dans les RCR.

4.2 Maintien de la qualification des matériels qualifiés aux conditions accidentelles

La qualification aux conditions accidentelles garantit la disponibilité des matériels requis au titre de la démonstration de sûreté, dans les situations accidentelles où ils sont nécessaires. Les équipements concernés par ce processus sont principalement les matériels mécaniques non statiques, les matériels électriques et de contrôle-commande, ainsi que les matériels concernés par un critère d'étanchéité. Des profils enveloppes de sollicitations physiques sont définis pour couvrir les études de qualification.

Une approche spécifique est retenue pour les besoins de qualification de ces matériels initialement qualifiés pour 40 ans. Cette approche s'appuie sur une démarche dite « progressive ».

Pour les matériels mécaniques, la démarche valorise le remplacement des composants sensibles aux conditions

radioactives, thermodynamiques et chimiques, le contrôle des parties mécaniques et le contrôle du maintien des performances par des essais périodiques. Les expertises ont permis de vérifier que les phénomènes de vieillissement constatés sur la robinetterie et les pompes sont conformes à l'attendu et n'ont pas mis en évidence de nouveaux mécanismes de vieillissement.

Pour les matériels électriques et de contrôle-commande, la démarche valorise des méthodes de qualification par analyses, par prélèvements, par expertises et essais, ainsi que des méthodes de qualification par remplacement.

Les résultats de cette démarche graduée et exhaustive seront présentés dans les RCR.

Vue de la centrale de Golfech
(Tarn-et-Garonne) © Romain Beaumont



CONCLUSION



Vue de la centrale de Nogent-sur-Seine (Aube) © EDF CNPE de Nogent-sur-Seine

Pour le 4^e réexamen périodique des réacteurs 1300 MWe, EDF a retenu comme orientation générale de tendre vers les objectifs de sûreté nucléaire pour les réacteurs de 3^e génération dont le réacteur de référence EDF est l'EPR de Flamanville 3.

La réponse à cet objectif général passe au préalable par une conformité de l'installation aux règles applicables. Sur ce champ, EDF retient une approche volontariste visant à résorber les écarts ayant un impact sur la protection des intérêts mentionnés au code de l'environnement avant la divergence de ses réacteurs en fin de visite décennale. Les contrôles d'examen de conformité des tranches et la revue de la fonction recirculation permettront aussi de vérifier l'état de conformité des installations au référentiel applicable en entrée de réexamen.

Le programme d'investigations complémentaires retenu contribuera à confirmer l'adéquation du référentiel de maintenance en vérifiant les hypothèses servant de base aux principaux programmes de maintenance préventive. Les revues de vérification des exigences de sûreté des systèmes permettront de disposer d'un référentiel de conception conforme aux exigences définies.

La réponse à l'objectif fixé passe aussi par une réévaluation de sûreté de l'installation réalisée sur la base de l'intégration de nouveaux référentiels issus d'analyses, s'appuyant en particulier sur les études déterministes, les études probabilistes de sûreté, le retour d'expérience d'exploitation, les réexamens périodiques précédents, l'évolution des connaissances dont les effets du changement climatique, et la prise en compte de nouvelles exigences réglementaires. Cette réévaluation conduit EDF à mettre en œuvre des dispositions permettant d'améliorer la maîtrise des situations accidentelles avec ou sans fusion du cœur, d'améliorer la tenue de l'installation aux effets des agressions internes et externes, et de renforcer la robustesse de la piscine d'entreposage du combustible. Les dispositions « noyau dur » apportent une importante contribution à ces améliorations.

Les trois fonctions fondamentales de sûreté (réactivité, refroidissement et confinement) font l'objet d'améliorations significatives grâce à de nouvelles dispositions, générant pour certaines des gains de sûreté notables dans le domaine de dimensionnement, dans

le domaine complémentaire ou pour les accidents avec fusion du cœur.

L'ensemble des nouvelles dispositions prises par EDF pour répondre aux objectifs visés et aux demandes formulées par l'ASN s'intègre dans un programme industriel de grande ampleur, tenant compte des impacts induits pour le personnel et les organisations en place sur les sites nucléaires. EDF retient un déploiement de ces dispositions en deux lots distincts :

- Le lot A, qui correspond aux dispositions à plus fort enjeu de sûreté, déployées en amont ou pendant les quatrièmes visites décennales,
- Le lot B, qui correspond aux dispositions déployées à l'occasion des visites partielles postérieures aux visites décennales.

Une démarche complémentaire d'analyse transverse des interactions des dispositions est menée afin de maîtriser les potentiels impacts croisés sur :

- L'installation, avec l'analyse relative à l'exhaustivité des essais de requalification individuels après intégration de l'ensemble des dispositions ;
- Les hommes et les organisations, par une analyse SOH transverse et une analyse sur la maîtrise de la diversité des situations d'exploitation.

En complément du volet « risques » du réexamen, EDF répond aux objectifs de conformité aux règles du volet « inconvénients » des réexamens périodiques par des bilans pluriannuels des prélèvements et consommations d'eau, des rejets, des nuisances et de la gestion des déchets. La réévaluation de la maîtrise des inconvénients fait l'objet d'actions d'amélioration ainsi que d'une actualisation de l'appréciation des inconvénients que présente le CNPE sur les personnes et l'environnement.

Le quatrième réexamen périodique comporte également un volet relatif à la « poursuite du fonctionnement après 40 ans » qui couvre la maîtrise du vieillissement, de l'obsolescence et le maintien de la qualification des matériels qualifiés aux conditions accidentelles. Dans ce cadre, EDF met en place un vaste programme de vérifications visant à justifier l'aptitude des tranches du palier 1300 MWe à poursuivre leur fonctionnement après 40 ans, et pouvant conduire au remplacement de certains matériels.

ANNEXE

Principales dispositions mises en œuvre pour répondre aux objectifs du RP4 1300.

La figure ci-dessous schématise une installation nucléaire du palier 1300 MWe avec les principales modifications, intégrées en amont ou au cours du 4^e réexamen périodique, qui permettent de répondre aux objectifs du RP4 1300 :

Appoint en eau du primaire et évacuation de la puissance résiduelle en situation noyau dur (EAS ND et ASG ND) : Circuits de refroidissement permettant le noyage et le refroidissement du corium en cuve ou hors cuve ainsi que l'évacuation de la puissance résiduelle hors de l'enceinte.

Système supplémentaire et diversifié de refroidissement (PTR-bis) : Moyen diversifié de refroidissement de la piscine combustible.

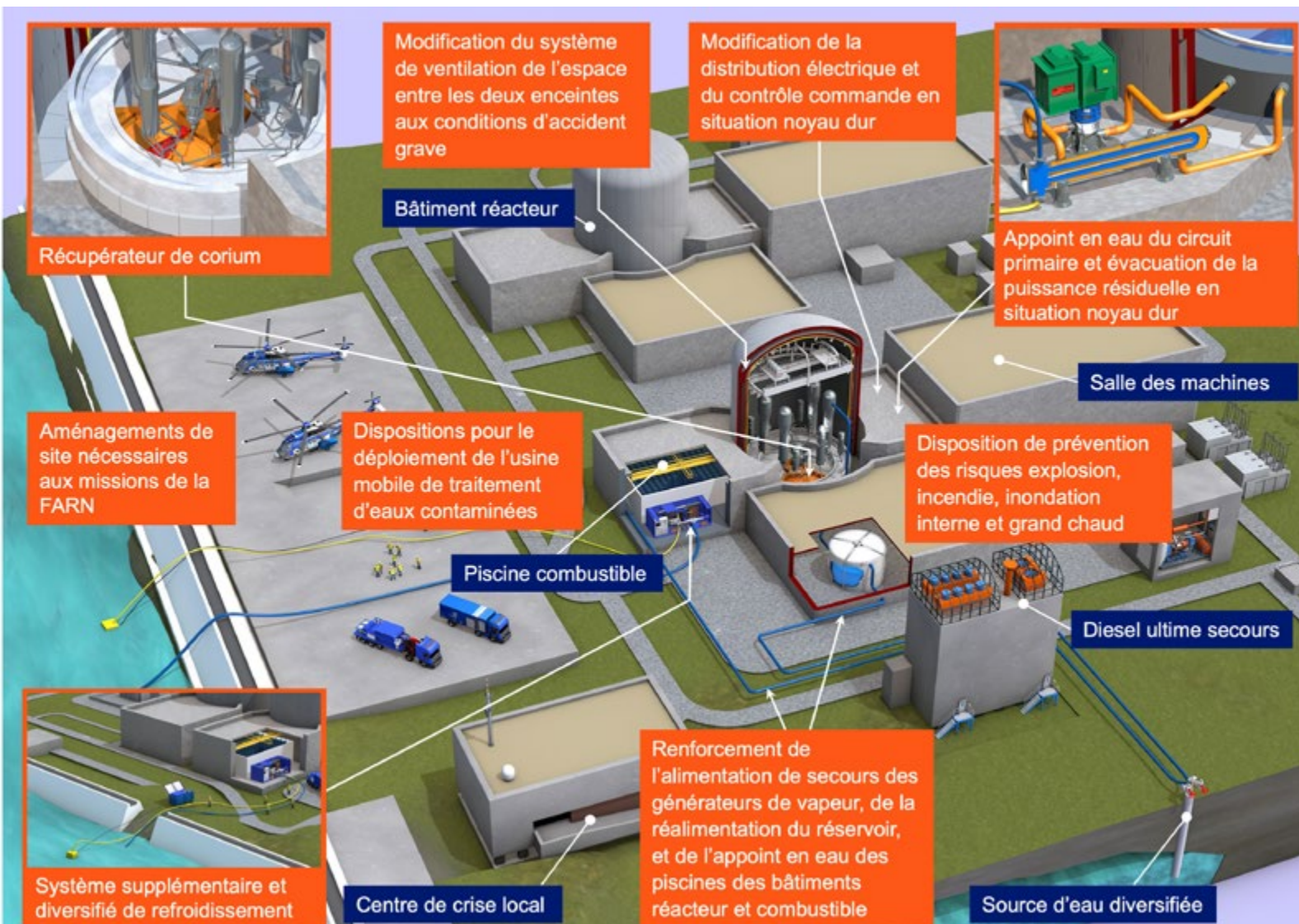
Force d'action rapide du nucléaire (FARN) : Équipe en charge d'acheminer les moyens matériels et humains pour appuyer les équipes d'une centrale nucléaire dans la gestion d'une crise avec menace de rejets dans l'environnement.

Source d'eau diversifiée (SEU) : Alimentation en eau de la bâche ASG du refroidissement secondaire noyau dur et alimentation en eau de la piscine d'entreposage du combustible.

Diesel d'ultime secours (DUS) : Alimentation électrique supplémentaire en cas de perte de l'ensemble des sources électriques de la centrale.

Centre de crise local (CCL) : Bâtiment permettant la gestion de crise dans la durée avec une accessibilité, une autonomie et une habitabilité suffisantes en cas de crise.

Récupérateur de corium : Dispositif en fond du bâtiment réacteur pour se prémunir du risque de perte du confinement en situation d'accident avec fusion du cœur par érosion du radier.





Salle de commande numérique réduite pour le développement et le maintien des compétences des équipes de quart, en complément des formations initiales et maintien des capacités réalisés sur le simulateur pleine échelle - Centrale nucléaire de Saint-Alban (Isère) © Agence REA / Denis Allard

© 2023-EDF - Conception ComCComCa Document non contractuel - Le groupe EDF est certifié ISO 14001 - OCTOBRE 2023



EDF SA
22-30 avenue de Wagram
75382 Paris cedex 08 - France
Capital de 2 000 466 841 euros
552 081 317 R.C.S. Paris
www.edf.fr

Direction de la Communication
Nucléaire & Thermique Groupe

Cap Ampère
1 place Pleyel
93282 Saint-Denis cedex

Origine 2021 de l'électricité vendue par EDF :
76,9% nucléaire, 14,5% renouvelables (dont 8,6% hydraulique),
7% gaz 0,8% charbon, 0,4% pétrole.

Indicateurs d'impact environnemental sur www.edf.fr

L'énergie est notre avenir, économisons-la !

