

La poursuite de fonctionnement du parc en exploitation au-delà de 60 ans

Alain MORVAN

Colloque SFEN 20/03/26 – Aix-en-Provence

DIPDE

La Division de l'Ingénierie du Parc et De l'Environnement



Les missions de la DIPDE



Conception et mise en œuvre des modifications des matériels, systèmes et bâtiments de **l'îlot nucléaire** des tranches REP existantes, afin d'améliorer les performances et de répondre aux exigences dictées par les réexamens de sûreté.



Garant du respect de l'ensemble des **intérêts protégés** au sens de l'arrêté INB par sa mission de **Design Authority**.



Maîtrise des activités d'ingénierie d'étude de **l'environnement**, tant pour le parc existant que pour les projets de déconstruction et du programme « nouveau nucléaire ».

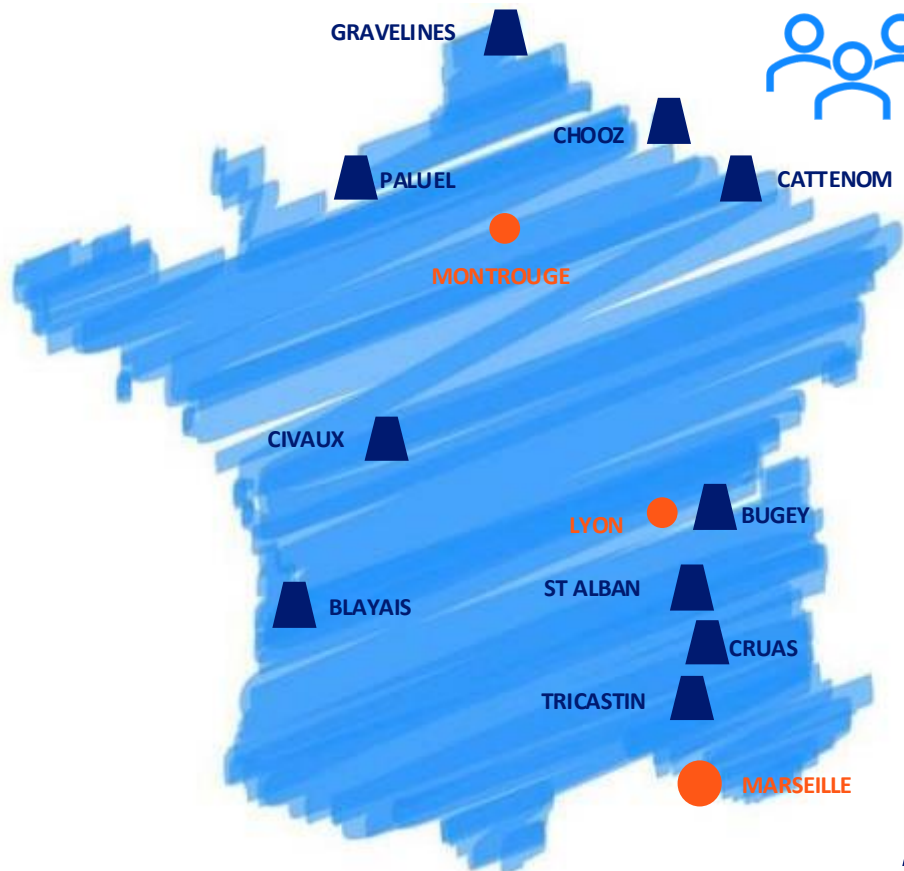


Optimisation des capacités de financement du Groupe par la maîtrise des productions des projets liés au **Grand Carénage** et amélioration de la **productivité de l'ingénierie**.



Pilotage du **programme industriel** et animation de la **filière nucléaire** (réseaux Cap'Ten, Magellan) pour le compte de la DPNT.

Les hommes et les femmes de la DIPDE



2 650 salariés

Au 31 décembre 2025

→ **1770** au siège, à **Marseille**

→ **120** à **Lyon**

→ **40** à **Montrouge**

→ **720 (*)** sur **10 équipes**

communes

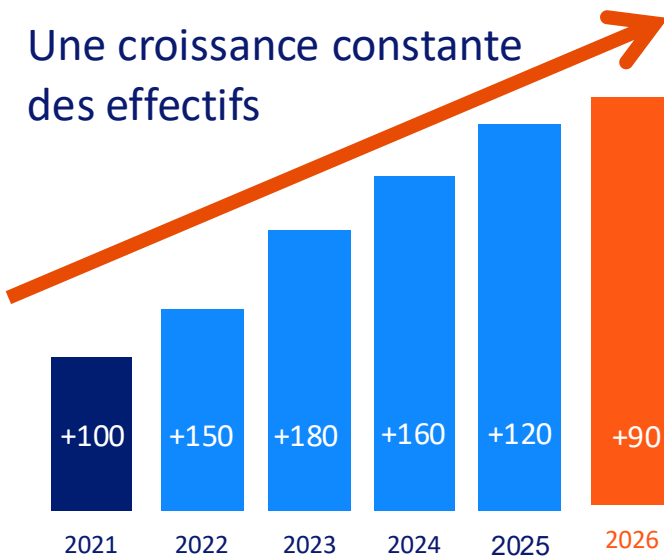
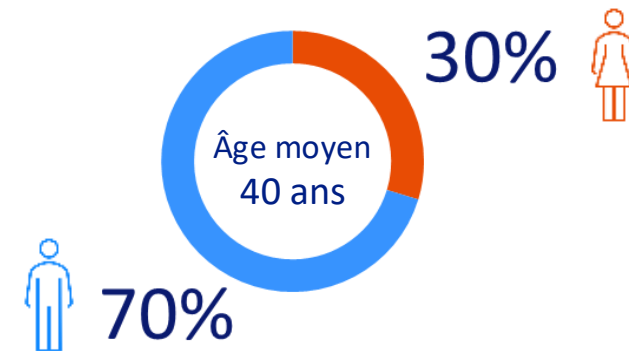
(présentes sur 36 des 57 réacteurs en exploitation)

▲ centrale accueillant une équipe commune DIPDE

● Siège et direction de la Division

● Antenne

(*) + 200 DPN intégrés aux Equipes





Réalisés

- + 100 visites décennales
- 34 remplacements de générateurs de vapeur
- 58 changements de couvercles de cuve
- 56 bâtiments « Diesel d'Ultime Secours » (DUS)
- 55 opérations de nettoyage de générateurs de vapeur
- chantiers CSC sur 32 tranches
- 3 remplacements de coudes sur le circuit primaire



Programme industriel en cours (2026)

- 3 VD4 900 Phase A
- 4 VD4 900 Phase B
- 1 VD4 900 Phase B + complément (TTS)
- 2 VD4 1300 Lot A (TTS)
- 2 VD3 1300 Lot B
- 1 RGV
- 1 Remplacement de couvercle de cuve
- 2 NPGV





1.

Éléments de contexte

La poursuite de fonctionnement au rythme des réexamens périodiques

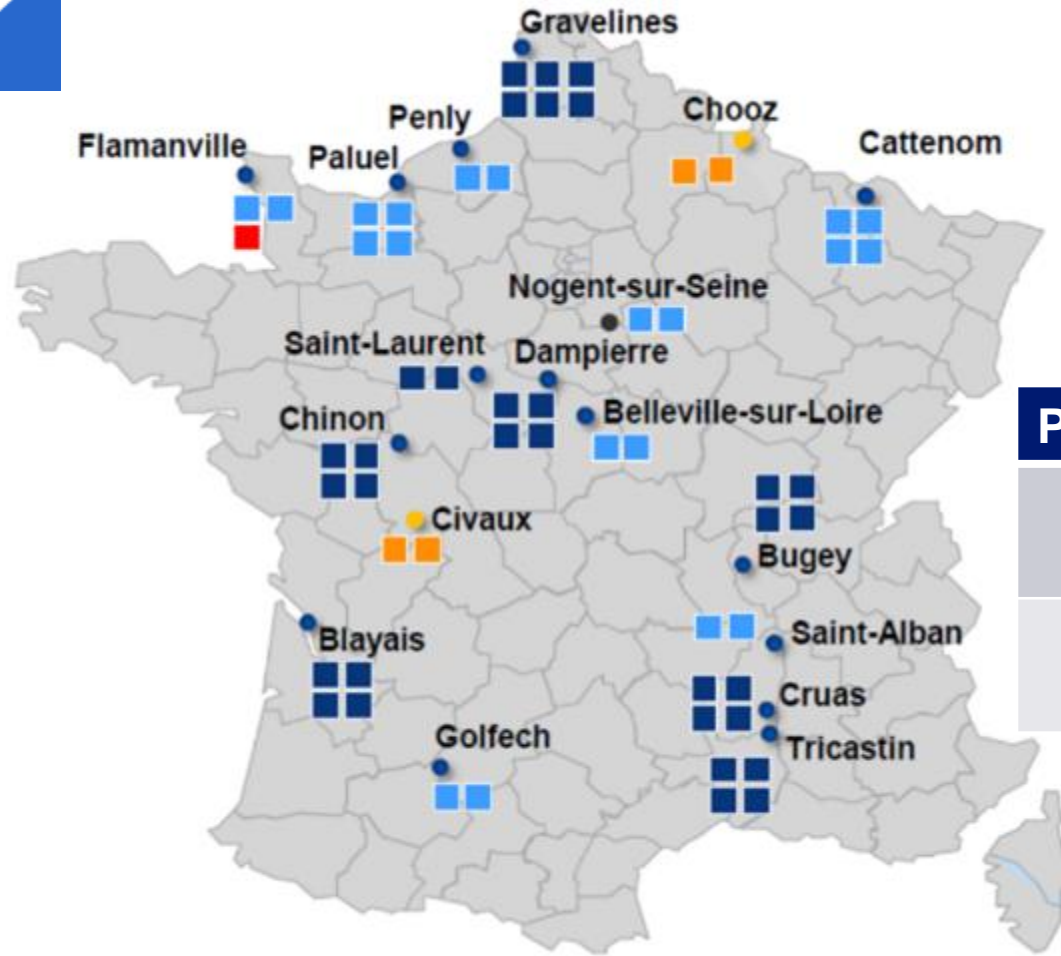
- ❑ En France, l'**autorisation d'exploiter** un réacteur nucléaire est délivrée **pour une période de 10 ans**
- ❑ Conformément au code de l'environnement, EDF réalise tous les 10 ans les **réexamens périodiques de ses réacteurs afin de :**
 - Apprécier la situation de l'installation par rapport aux règles applicables - volet conformité
 - Actualiser l'appréciation des risques ou inconvénients que peut présenter l'installation pour « les intérêts protégés » (sécurité, la santé et la salubrité publique ou la protection de la nature et de l'environnement) – volet réévaluation



➔ Réexamen périodique = Etape incontournable dans la vie des centrales nucléaires françaises. Examen des installations visant à se **réinterroger** sur leur **conformité** et leur **niveau de sûreté** (risques) et de **protection de l'environnement et du public** (inconvénients) de façon approfondie et à définir, quand cela est possible, des **améliorations** permettant d'augmenter leur niveau de **sûreté** et leur **performance**.



Le parc français en fonctionnement



■ 900 MW
 ■ 1 300 MW
 ■ 1 450 MW
 ■ EPR

Palier	900	1300	N4	EPR
Nb réacteurs	32	20	4	1
Mise en Service	1979-1988	1985-1993	1994-1997	2024



2.

**Le passage des 40 ans .
Tendre vers les objectifs de
sûreté GENERATION 3**

REEVALUATION DE SURETE RP4 900



Un step de sûreté
majeur

→ **Objectif : tendre vers les objectifs de sûreté des réacteurs de 3ème génération (EPR FLA3), dans le cadre de la poursuite du fonctionnement**

ACCIDENTS SANS FUSION DU CŒUR

Objectifs

Respecter les critères de sûreté des études d'accidents en intégrant les évolutions des connaissances.

Tendre vers des niveaux de conséquences radiologiques ne nécessitant pas la mise en œuvre de mesures de protection de la population.

AGRESSIONS

Objectifs

S'assurer de la robustesse des installations à des niveaux d'agressions réévalués à l'occasion du réexamen ainsi qu'aux préconisations internationales (WENRA).

Viser un risque de fusion du cœur global incluant les agressions de quelques 10^{-5} /année.réacteur.

ACCIDENTS AVEC FUSION DU CŒUR

Objectifs

Rendre le risque de rejets précoces et importants extrêmement improbable.

Éviter les effets durables dans l'environnement.

PISCINE COMBUSTIBLE

Objectifs

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

REEVALUATION DU NIVEAU DE SURETE



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

ACCIDENTS SANS FUSION DU CŒUR

Objectifs

Respecter les critères de sûreté des études d'accidents en intégrant les évolutions des connaissances.

Tendre vers des niveaux de conséquences radiologiques ne nécessitant pas la mise en œuvre de mesures de protection de la population.



Réalimentation du réservoir d'alimentation de secours des générateurs de vapeur par le réseau incendie

REEVALUATION DU NIVEAU DE SURETE



Les centrales nucléaires ont été conçues pour être protégées contre les agressions internes et externes

AGRESSIONS

Objectifs

S'assurer de la robustesse des installations à des niveaux d'agressions réévalués à l'occasion du réexamen ainsi qu'aux préconisations internationales (WENRA).

Viser un risque de fusion du cœur global incluant les agressions de quelques 10^{-5} /année.réacteur.

La robustesse des installations a été renforcée et des protections mises en place pour :

- L'incendie
- Des conditions météorologiques extrêmes : inondation, canicule, grand froid, grand vent et tornade
- Le séisme



REEVALUATION DU NIVEAU DE SURETE



Mise en place d'un système de refroidissement de la piscine combustible supplémentaire

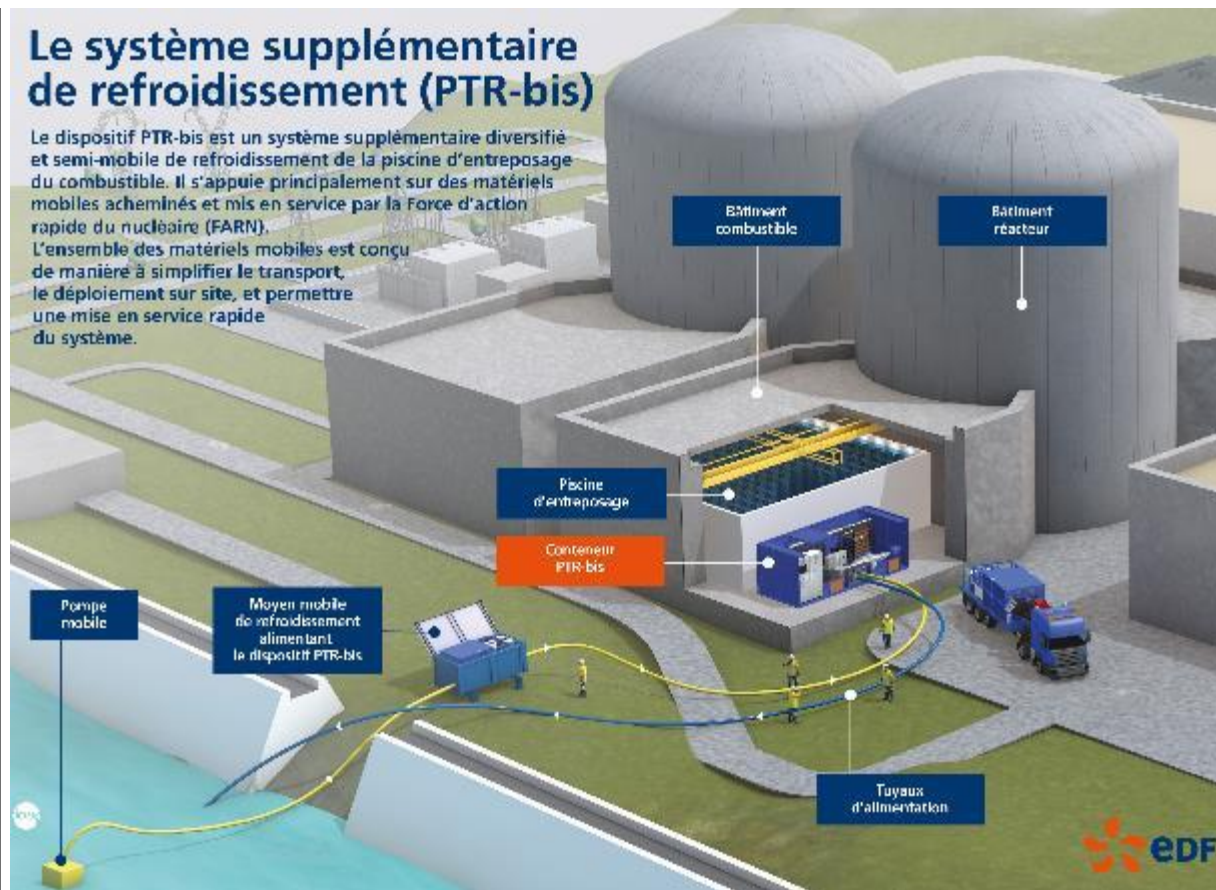
PISCINE COMBUSTIBLE

Objectifs

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

Le système supplémentaire de refroidissement (PTR-bis)

Le dispositif PTR-bis est un système supplémentaire diversifié et semi-mobile de refroidissement de la piscine d'entreposage du combustible. Il s'appuie principalement sur des matériels mobiles acheminés et mis en service par la Force d'action rapide du nucléaire (FARN). L'ensemble des matériels mobiles est conçu de manière à simplifier le transport, le déploiement sur site, et permettre une mise en service rapide du système.



REEVALUATION DU NIVEAU DE SURETE



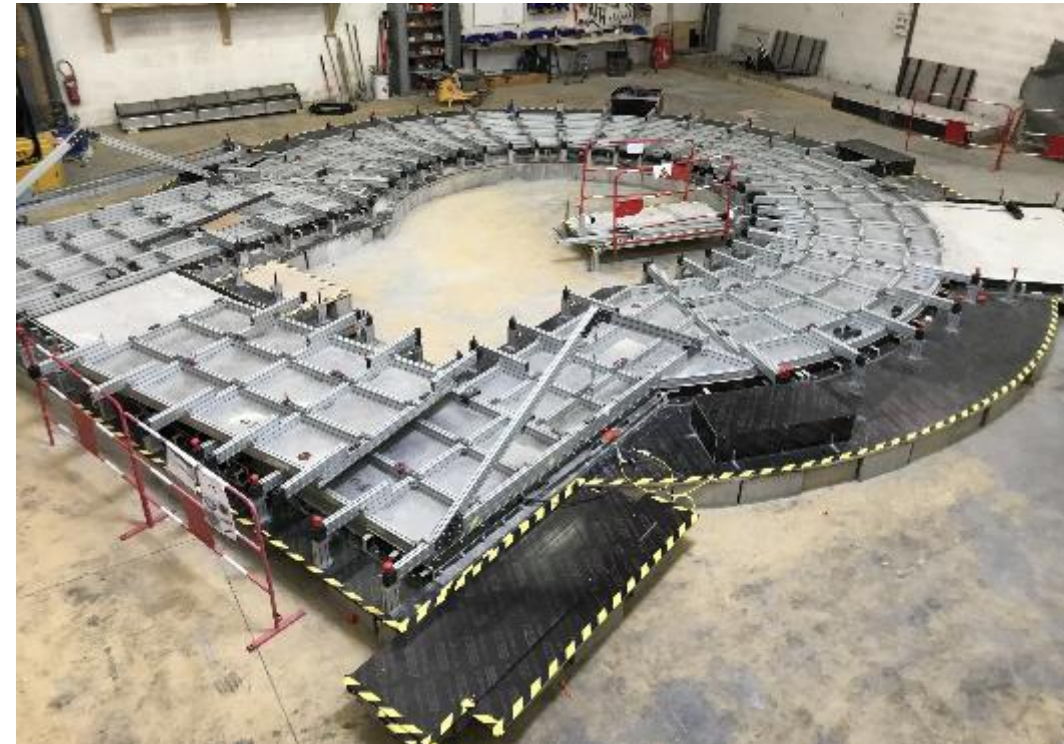
Dispositions matérielles et organisationnelles visant à limiter les conséquences d'une fusion du cœur

ACCIDENTS AVEC FUSION DU CŒUR

Objectifs

Rendre le risque de rejets précoces et importants extrêmement improbable.

Éviter les effets durables dans l'environnement.



CONTENIR EN CAS D'ACCIDENT LES SUBSTANCES RADIOACTIVES



Un répartiteur de corium est construit sous la cuve du réacteur

Le répartiteur de corium

Situé sous la cuve du réacteur, il est destiné à contenir les substances radioactives en cas de fusion des assemblages combustibles et permet de garantir l'intégrité durable du radier de l'enceinte du réacteur.



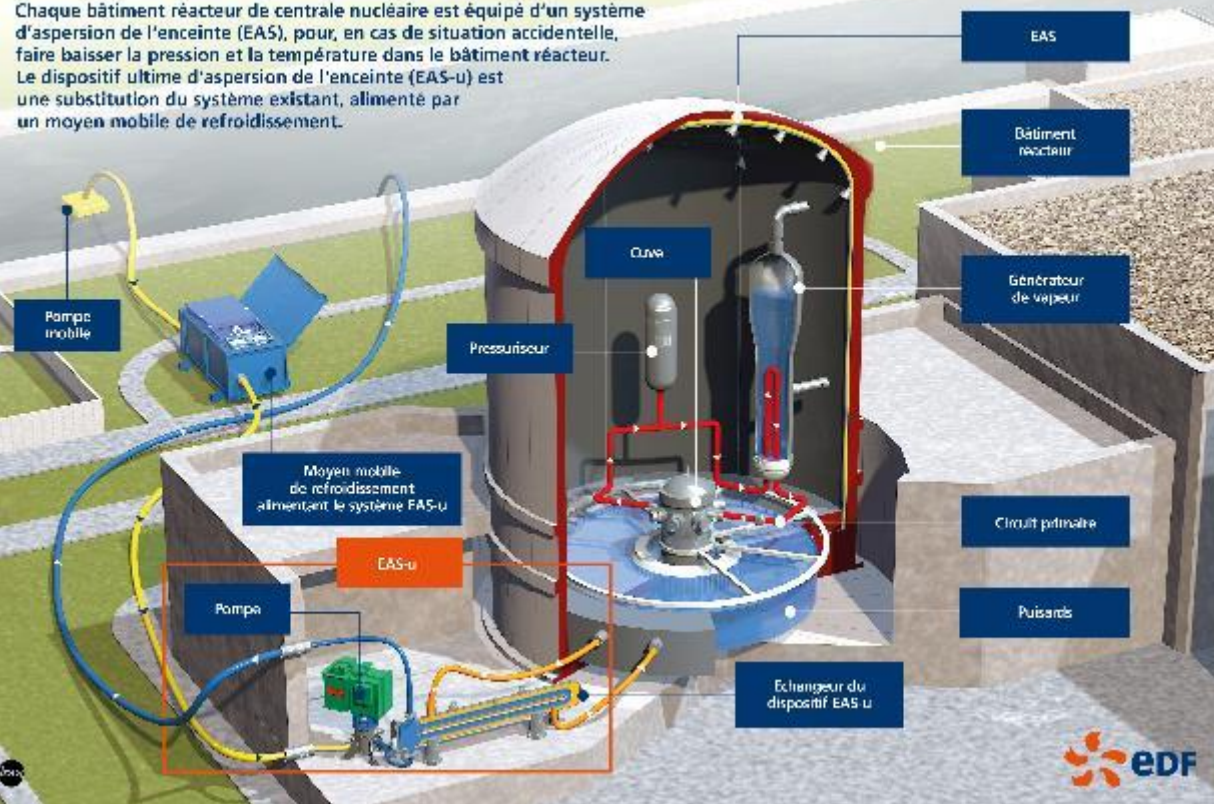
LIMITER PLUS ENCORE LES IMPACTS EXTERNES



Ajout d'un second système d'aspersion autonome de l'enceinte de l'enceinte du bâtiment réacteur pour réduire la pression et la température

Le dispositif ultime d'aspersion de l'enceinte

Chaque bâtiment réacteur de centrale nucléaire est équipé d'un système d'aspersion de l'enceinte (EAS), pour, en cas de situation accidentelle, faire baisser la pression et la température dans le bâtiment réacteur. Le dispositif ultime d'aspersion de l'enceinte (EAS-u) est une substitution du système existant, alimenté par un moyen mobile de refroidissement.





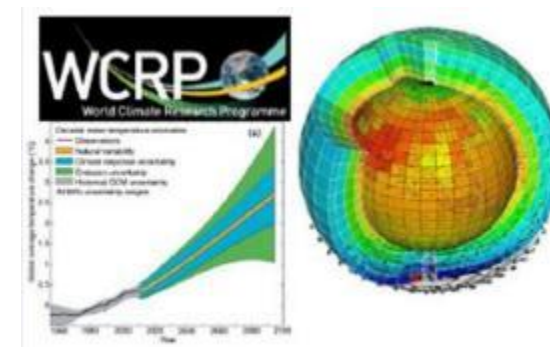
3.

Les VD5 : le réexamen du changement climatique



Une même ambition, dans le volet risques (sûreté) et le volet inconvénients (impacts environnement), la prise en compte des effets du climat

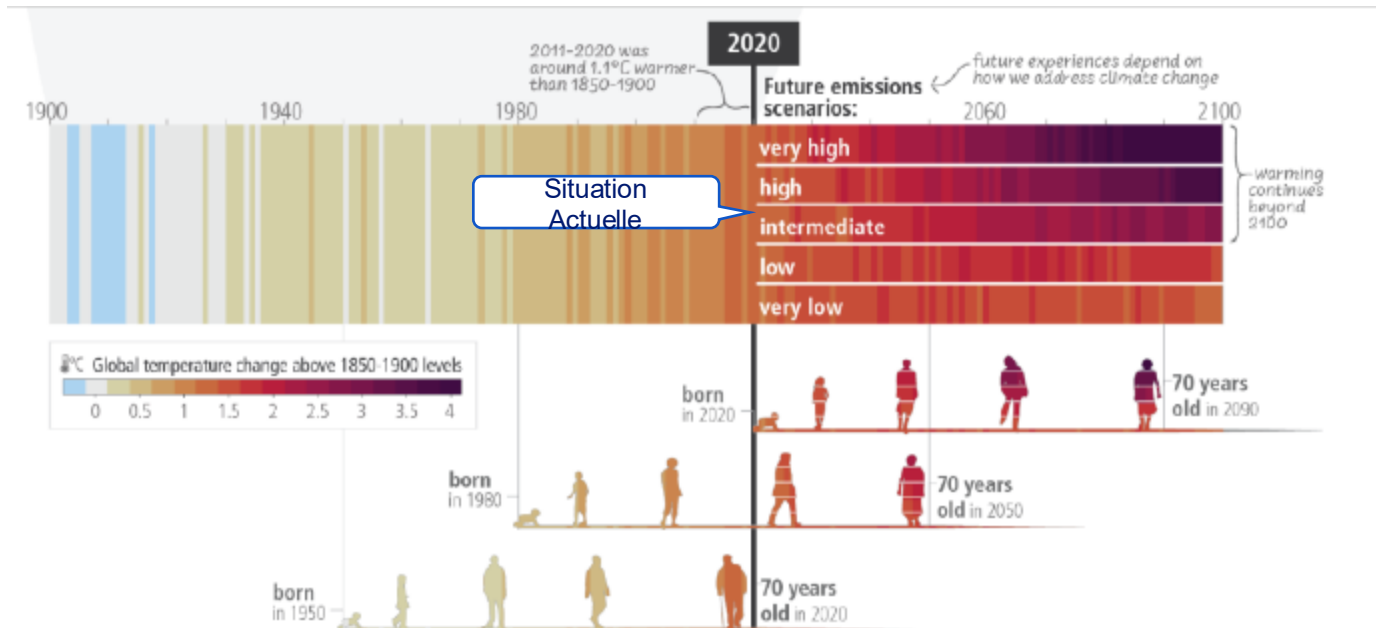
- Une réévaluation de sûreté centrée autour des agressions externes, en lien avec les effets perceptibles du **changement climatique**
- La volonté de réduire les **consommations d'eau**
- Une **veille climatique** réalisée entre deux réexamens pour anticiper et garantir la résilience climatique de nos installations dans la durée



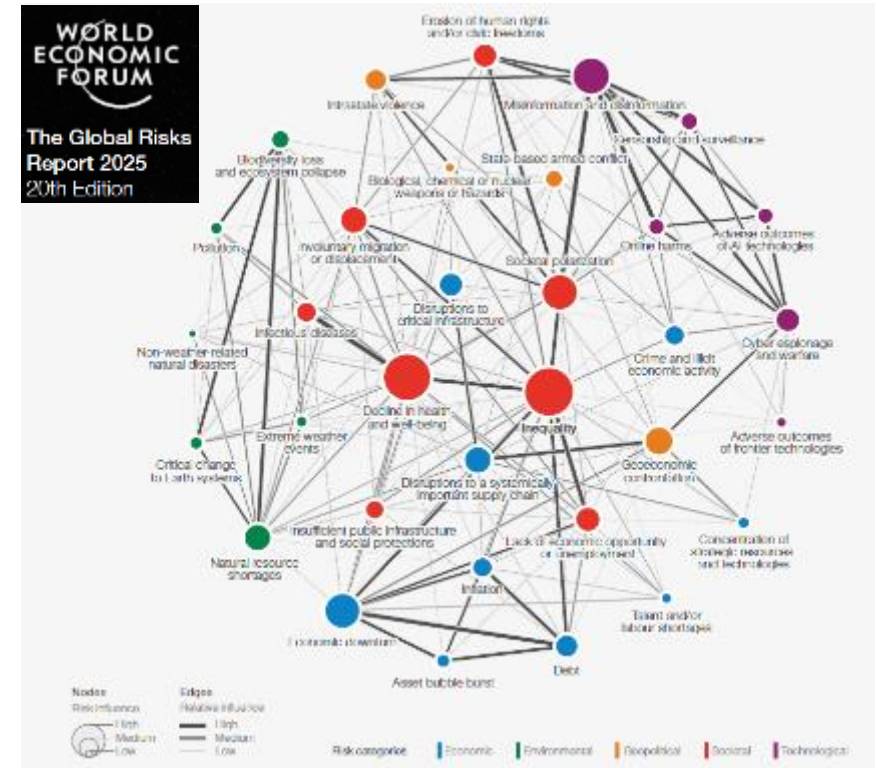


Changement Climatique – Un phénomène évolutif et systémique

Un phénomène de long terme dont l'intensité évolue avec le temps et dépend des choix de l'Humanité



Un phénomène aux conséquences systémiques

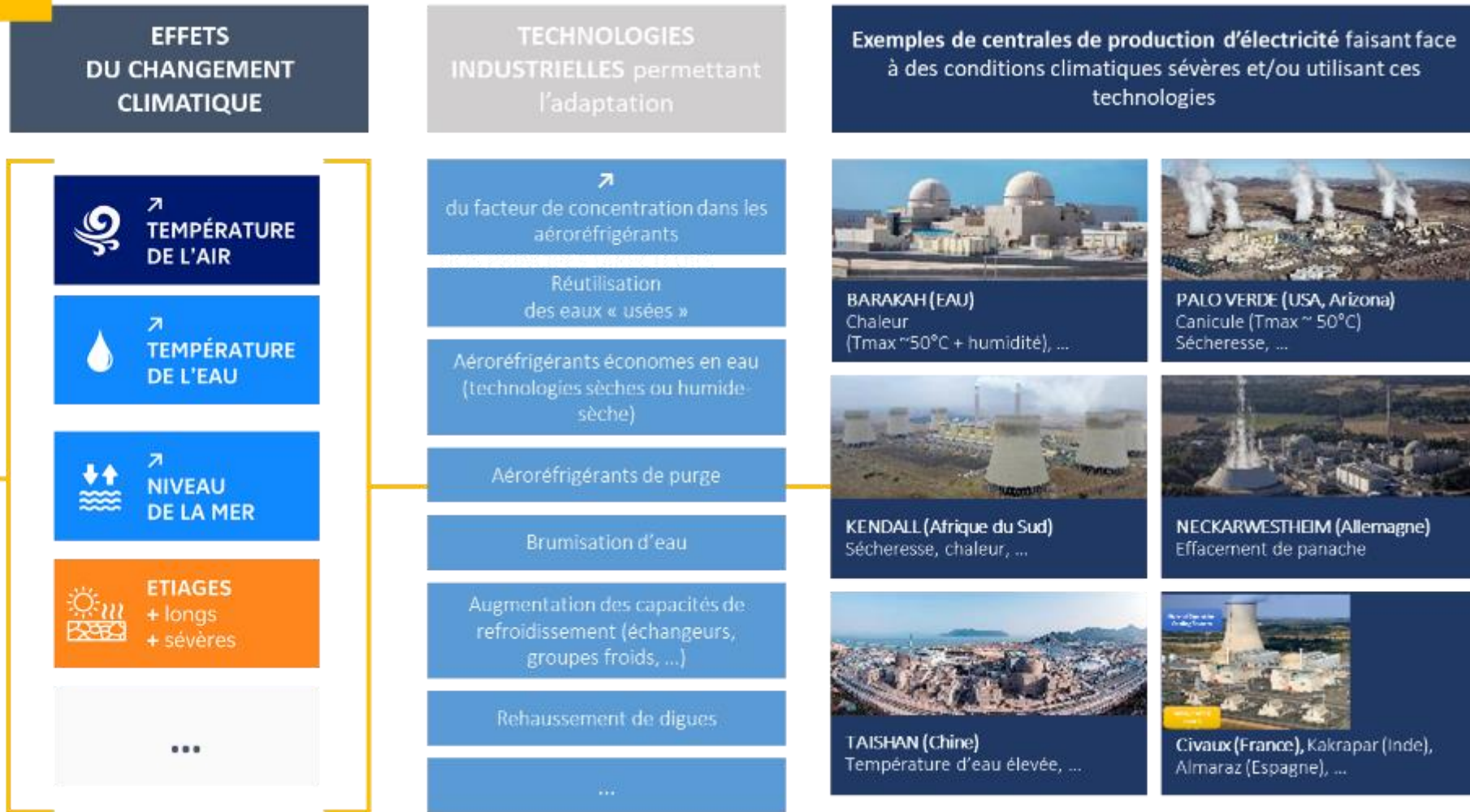
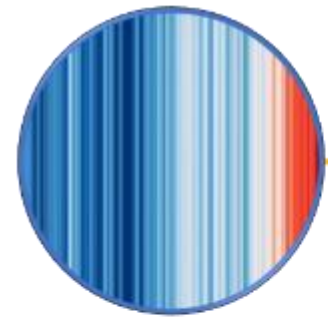


**EDF intègre les conséquences du changement climatique sur les volets « Risques » et « Inconvénients » en VD5-900
Ainsi que, depuis 2020 et en continu, sur la sécurisation de la production électrique avec le projet ADAPT**





UNE ADAPTATION PROUVEE AUX CONDITIONS EXTREMES



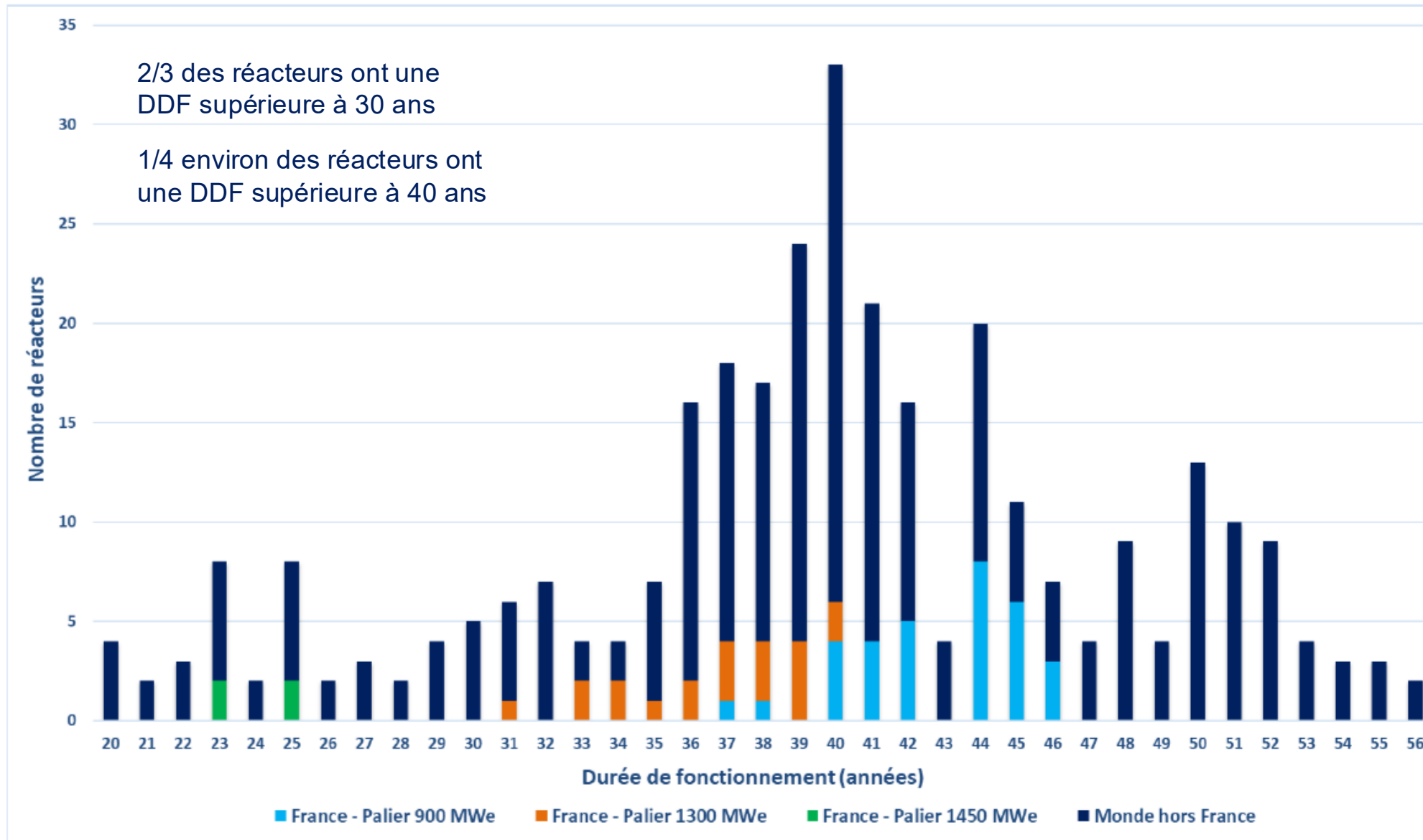
Les solutions d'adaptation sont disponibles à l'échelle industrielle
La clé de l'adaptation est **la capacité d'anticipation** des conditions futures



4.

La poursuite de fonctionnement au-delà de 60 ans

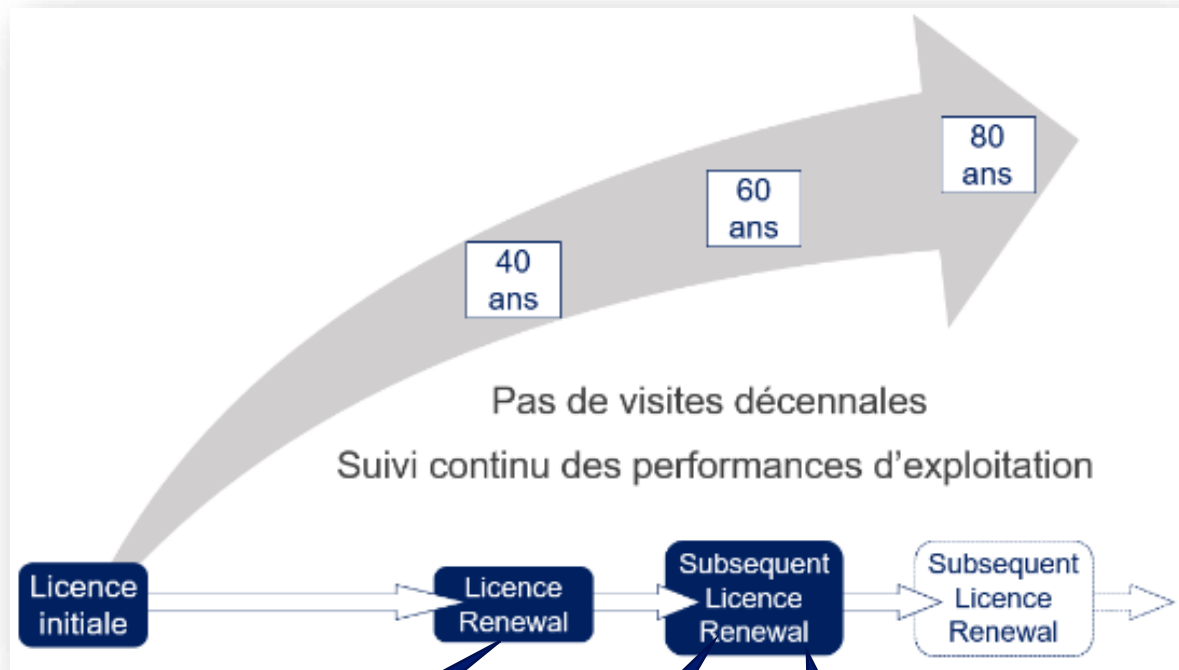
Les réacteurs en exploitation dans le monde à fin 2025



Le contexte international

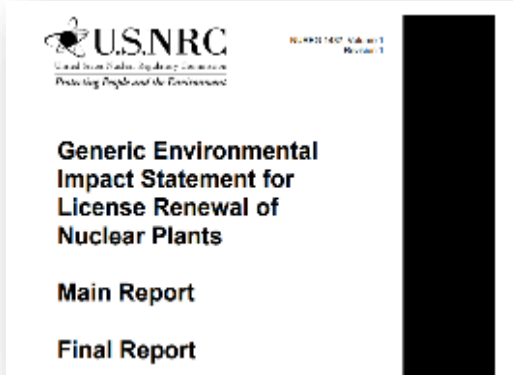
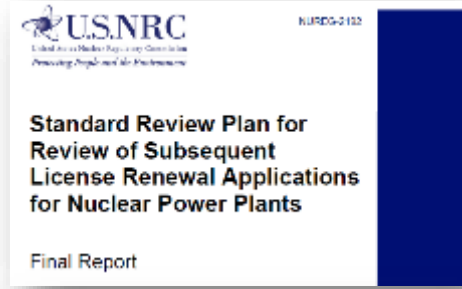
- ❑ Renouvellement de licence et autorisation de fonctionnement au-delà de 60 ans, notamment aux Etats Unis (renouvellement de licences jusqu'à 80 ans pour 20 réacteurs) et en Finlande (avis favorable pour la poursuite du fonctionnement de Loviisa 1 et 2 jusqu'en 2050, soit plus de 70 ans d'opération)
- ❑ Cas des USA :
 - Constitution d'un dossier **License Renewal** (40 à 60 ans) puis **Subsequent License Renewal** (60 à 80 ans)

→ Base réglementaire encadrée de **plusieurs guides** établis par la NRC, l'autorité de sûreté américaine



Maîtrise du vieillissement

Impact environnemental



93 % des réacteurs autorisés

20 réacteurs autorisés

5 demandes déposées



Les enjeux scientifiques de la DDF

COMPOSANTS NON REMPLAÇABLES

1. Cuve

- Etude du vieillissement de l'acier sous irradiation
- Développement d'approches avancées pour la justification des cuves

2. Puit de cuve

- Etude du comportement du béton sous irradiation
- Développement de la démarche de justification des ouvrages



Enceinte

- Exploitation de la maquette Vercors pour l'étude du vieillissement des enceintes
- Etude d'étanchéité et de tenue en accident grave
- Développement de nouveaux Examens Non Destructifs (END)



COMPOSANTS REMPLAÇABLES

Contribution à l'optimisation de la maintenance des composants remplaçables, évaluation des opportunités de modernisation



COMPOSANTS DIFFICILEMENT REMPLAÇABLES



Interne de cuve

- Etude du vieillissement des matériaux aux horizons visés
- Développement de modèles multi-physiques pour les dommages considérés



Coudes E

- Etude du vieillissement thermique de l'acier
- Développement d'approches avancées pour la justification des composants



Câbles

- Développement de modèles de vieillissement sur base expérimentale et multi-échelle
- Développement de nouveaux Examens Non Destructifs (END)

Et aussi...



Innovation en traitement des données

Objectif, détecter le plus tôt possible des phénomènes précurseurs de vieillissement
#IA #BigData



Changement climatique

- Décliner les scénarios planétaires aux échelles locales
- Evaluer la résilience des centrales nucléaires au changement climatique
- Proposer des solutions d'adaptation



International

Maintien d'une R&D à l'état de l'art en s'appuyant sur des collaborations stratégiques à l'échelle planétaire





5.

Synthèse

La poursuite du fonctionnement du parc : un enjeu stratégique pour l'avenir énergétique du pays

- Le nucléaire est un atout pour l'objectif de neutralité carbone, de compétitivité, de réindustrialisation et de souveraineté
- La poursuite du parc actuel est une solution économique pertinente pour réussir la transition énergétique en France en tirant le meilleur parti des installations existantes en complément du programme industriel de construction neuve EPR2 décidé par le Président de la République
- Au fil des réexamens, EDF porte le niveau de sûreté et l'ambition environnementale du parc aux meilleurs standards internationaux avec un effet d'échelle inédit au monde (56 réacteurs de GEN2 portés au niveau GEN3)
- La préservation de l'environnement est au cœur des travaux menés par EDF sur son parc et vont s'intensifier ultérieurement avec l'accélération du changement climatique et les enjeux sur la ressource en eau
- La poursuite du fonctionnement au-delà de 60 ans fait l'objet d'une instruction avec l'ANSR dans un cadre anticipé (TTS VD6-900 en 2039) avec la tenu d'u Groupe Permanent « DDF » mi-2026 et un avis ASNR fin 2026
- Le programme industriel de poursuite du fonctionnement est porté par le Grand Carénage
- La DIPDE en tant qu'entité d'ingénierie de l'IPE au sein d'EDF est pleinement investie dans ce programme au service du parc

A large graphic composed of overlapping squares in shades of orange and yellow. A central square contains a white outline of the EDF flower logo. Below this graphic, the word 'Merci' is written in a large, white, bold, sans-serif font.

Merci