



Colloque SFEN du 24-11-23

Le renouveau du nucléaire : les enjeux

Assurer la poursuite du fonctionnement du parc existant

Antoine VASSALLO

Directeur de la Division Ingénierie du
Parc et De l'Environnement

Sommaire

1.Éléments de Contexte

2.Pourquoi poursuivre le fonctionnement des réacteurs existants ?

3.Comment poursuivre le fonctionnement des réacteurs existants ?

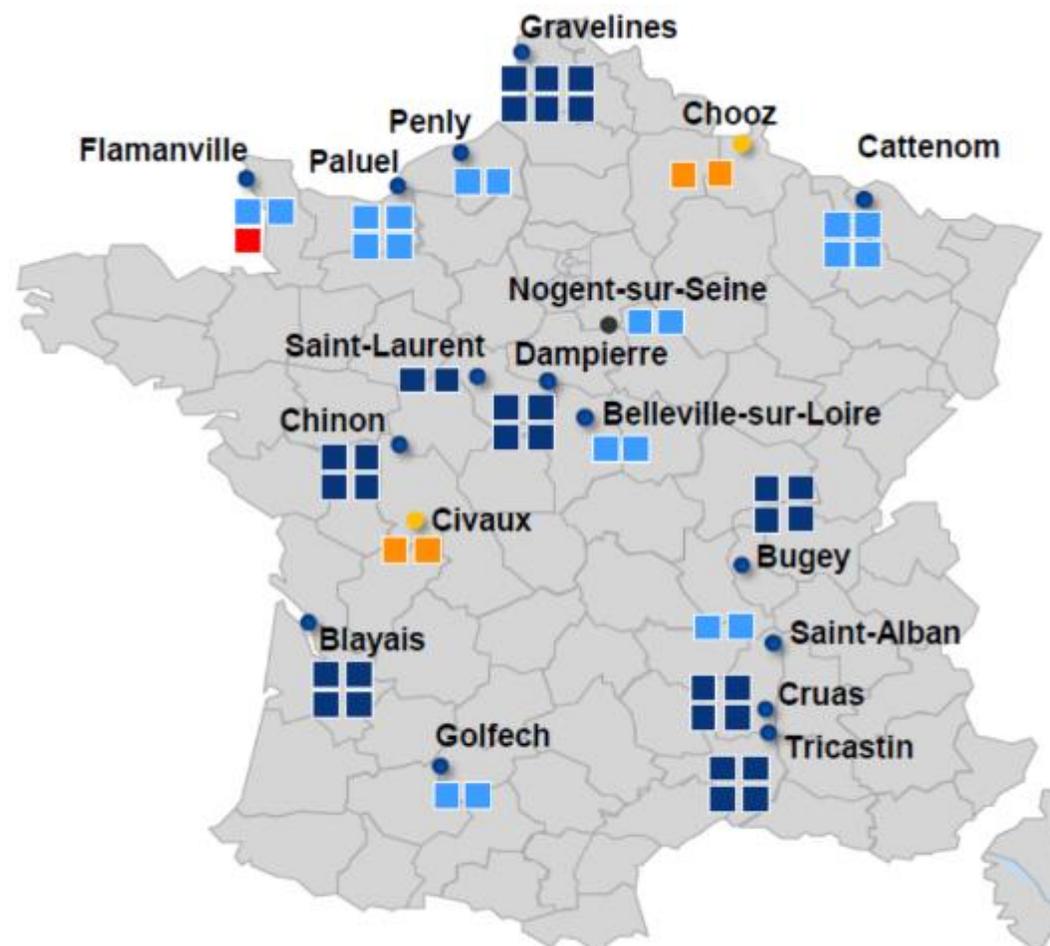


1

Eléments de contexte

1. Eléments de contexte

| Palier | CPY / Bugey | P4 / P'4 | N4 | EPR |
|--------------------|-------------|-----------|-----------|----------|
| Nombre de tranches | 32 | 20 | 4 | 1 |
| Mise en service | 1979-1988 | 1985-1993 | 1994-1997 | En cours |



■ 900 MW ■ 1 300 MW ■ 1 450 MW ■ EPR

1. Eléments de contexte



Déclaration de M. Emmanuel Macron sur la politique de l'énergie, à Belfort le 10 février 2022

« Il nous faut reprendre le fil de la grande aventure du nucléaire civil en France. »

« La première décision est de **prolonger tous les réacteurs nucléaires qui peuvent l'être sans rien céder sur la sûreté.** Ce sont des choix éclairés par l'expertise et par la science. »

1. Eléments de contexte

LOI n° 2023-491 du 22 juin 2023 relative à l'accélération des procédures liées à la construction de nouvelles installations nucléaires et au fonctionnement des installations existantes

- L'article 1 abroge l'objectif de réduction de la **part du nucléaire dans l'électricité** à 50 % à l'horizon 2035 et le **plafonnement *a priori* des autorisations d'installations de production d'électricité d'origine nucléaire** à 63,2 GW introduits dans le code de l'énergie en 2015
- L'article 28 demande que le Gouvernement remette au Parlement avant le 31 décembre 2026 un rapport relatif à la **faisabilité, aux coûts, aux bénéfices et aux conditions de la poursuite du fonctionnement jusqu'à soixante ans et au-delà des réacteurs électronucléaires en fonctionnement** en France

1. Eléments de contexte

Quelques dates clés pour le parc français :

- ❖ Décision générique en **2021** suite à l’instruction de la phase générique du 4^{ème} réexamen périodique des 32 réacteurs du palier de 900 MWe.
- ❖ 5^{ème} réexamen périodique du palier 900 MWe en préparation (1^{ère} VD5 en **2029**)
- ❖ Lancement des échanges entre ASN et EDF sur la poursuite du fonctionnement au-delà de 60 ans en **2022**
- ❖ Feuille de route stratégique EDF pour la poursuite du fonctionnement au-delà de 60 ans publiée en septembre **2023**
- ❖ Avis ASN sur les conditions de poursuite du fonctionnement au-delà de 60 ans du parc de réacteurs existants en **2026**
- ❖ Dates prévisionnelles pour les 6^{èmes} Visites Décennales sur les réacteurs têtes de série

| Palier 900 MWe | Palier 1300 MWe | Palier 1450 MWe |
|----------------|-----------------|-----------------|
| 2039 | 2046 | 2059 |

2

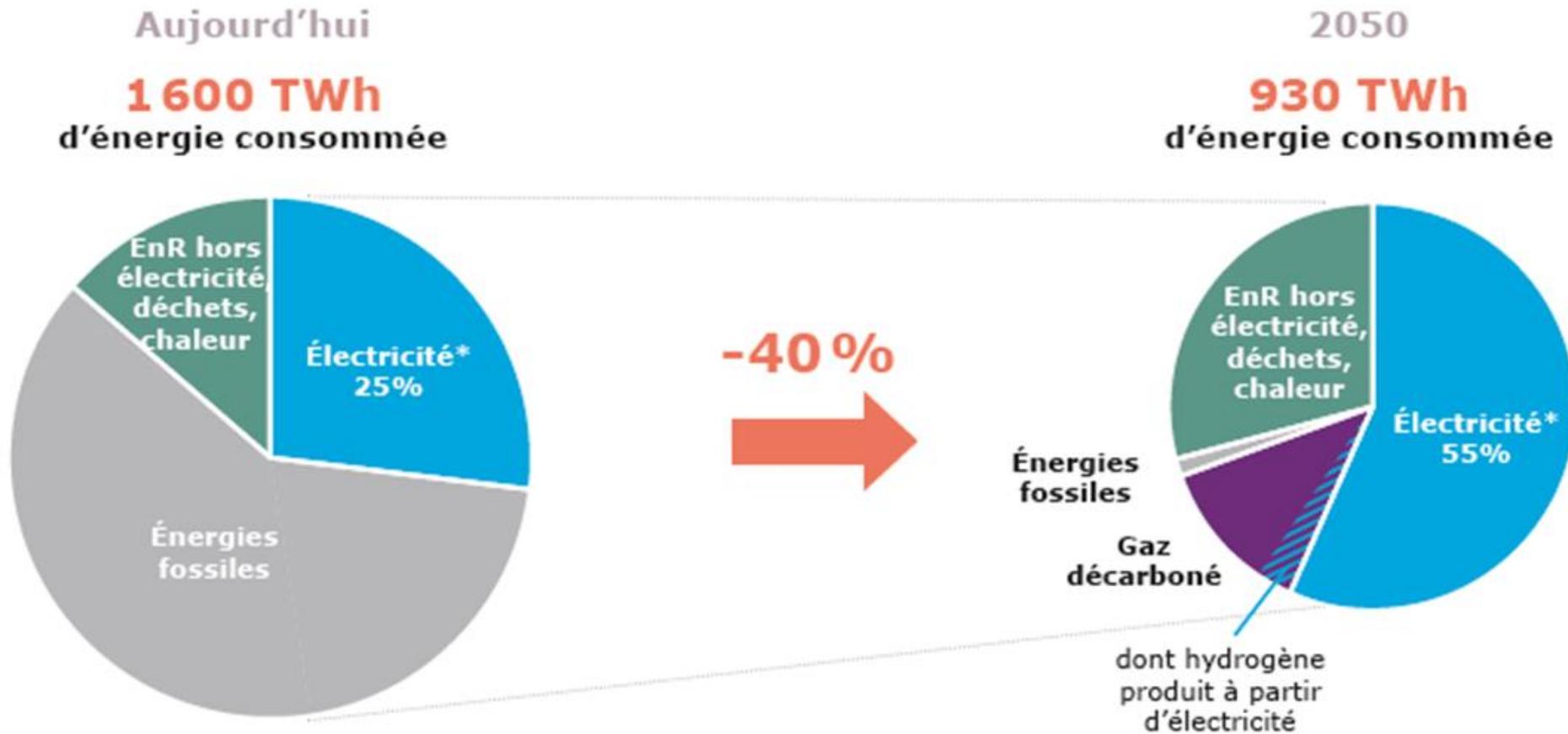
Pourquoi poursuivre le
fonctionnement des
réacteurs existants ?

Le paysage
énergétique français

La situation du parc
nucléaire mondial et
français

La poursuite du
fonctionnement dans le
monde

2. Pourquoi poursuivre le fonctionnement des réacteurs existants ?

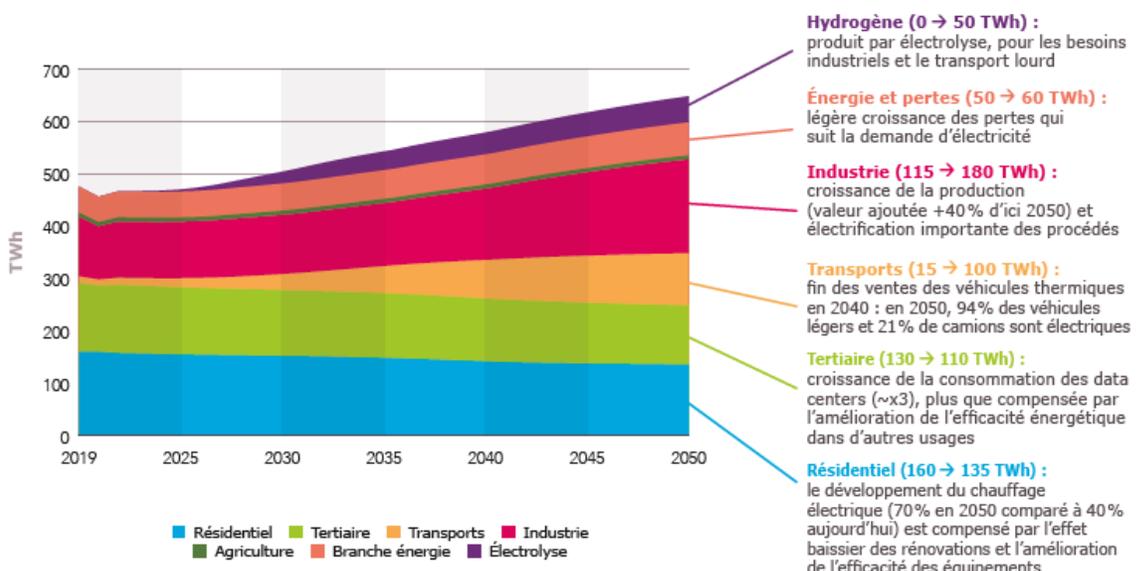


* Consommation finale d'électricité (hors pertes, hors consommation issue du secteur de l'énergie et hors consommation pour la production d'hydrogène)
Consommation finale d'électricité dans la trajectoire de référence de RTE = 645 TWh

L'atteinte de la neutralité carbone en 2050 nécessite de sortir des énergies fossiles et de réduire la consommation d'énergie finale.

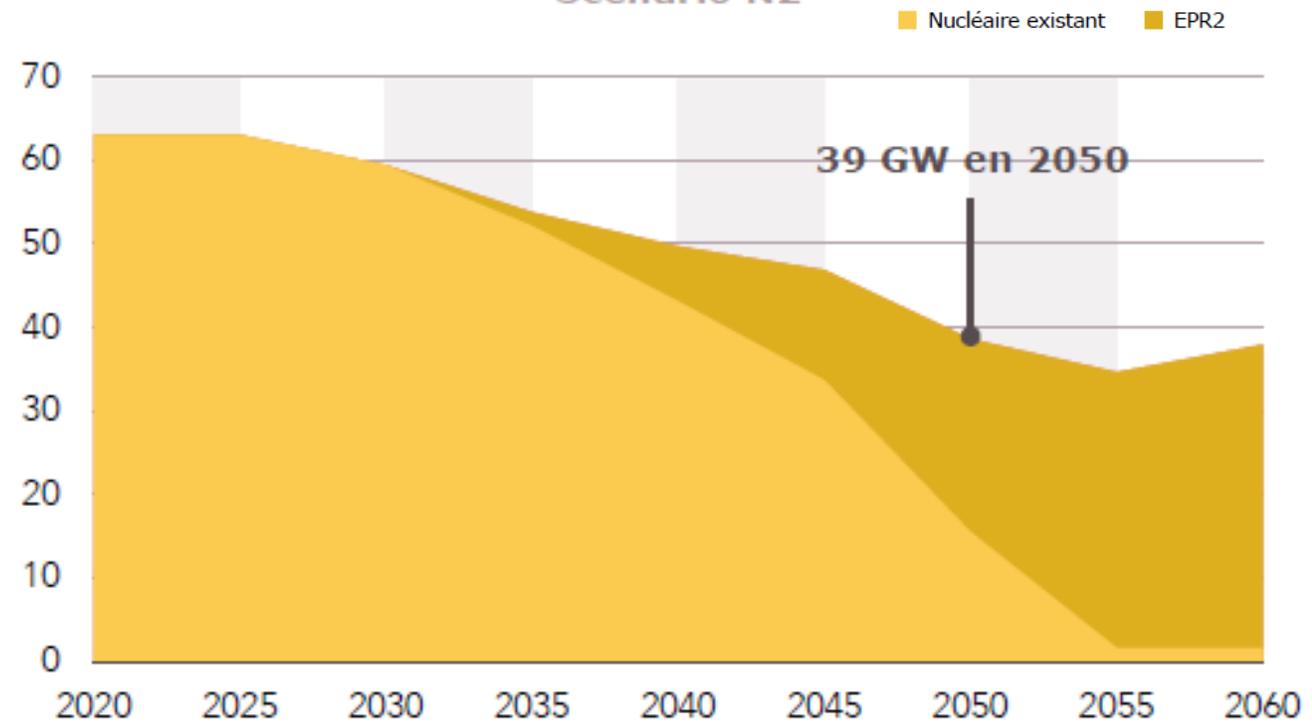
2. Pourquoi poursuivre le fonctionnement des réacteurs existants ?

Figure 3.5 Évolution de la consommation totale d'électricité dans la trajectoire de référence et décomposition sectorielle



L'électricité, vecteur d'efficacité énergétique et de décarbonation, a un rôle central à jouer : sa consommation va augmenter

Scénario N2



À l'horizon 2050, le parc nucléaire serait d'environ 40 GW, dont environ les 2/3 issus de nouveaux réacteurs

2. Pourquoi poursuivre le fonctionnement des réacteurs existants ?

La situation du parc nucléaire mondial et du parc nucléaire français

→ Sur les 13 réacteurs ayant 50 ans ou plus, 8 sont aux Etats-Unis. Les autres sont en Inde (BWR), au Canada (PHWR) et en Suisse (PWR)

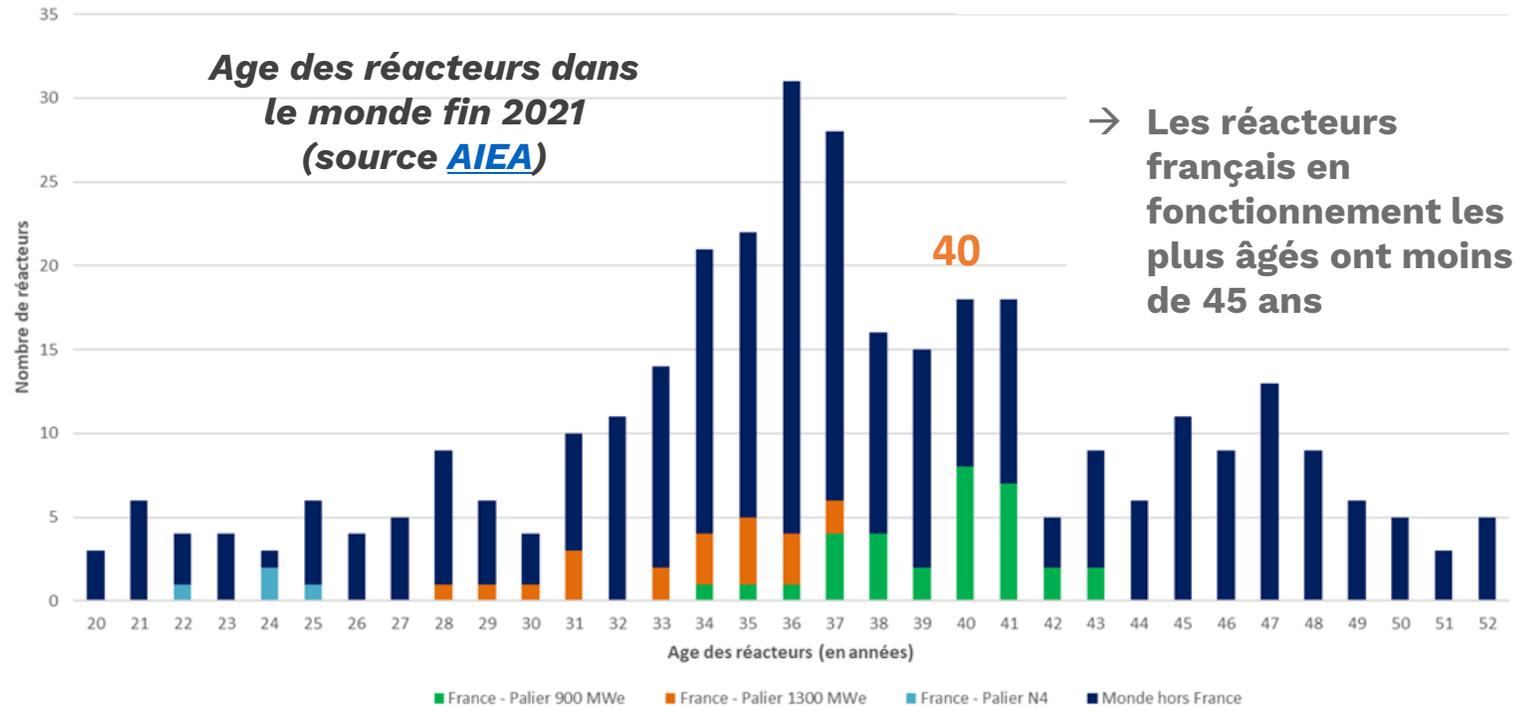
Nucléaire : quel âge ont les centrales ?

Âge moyen du parc de réacteurs nucléaires dans une sélection de pays en 2022 * (en années)

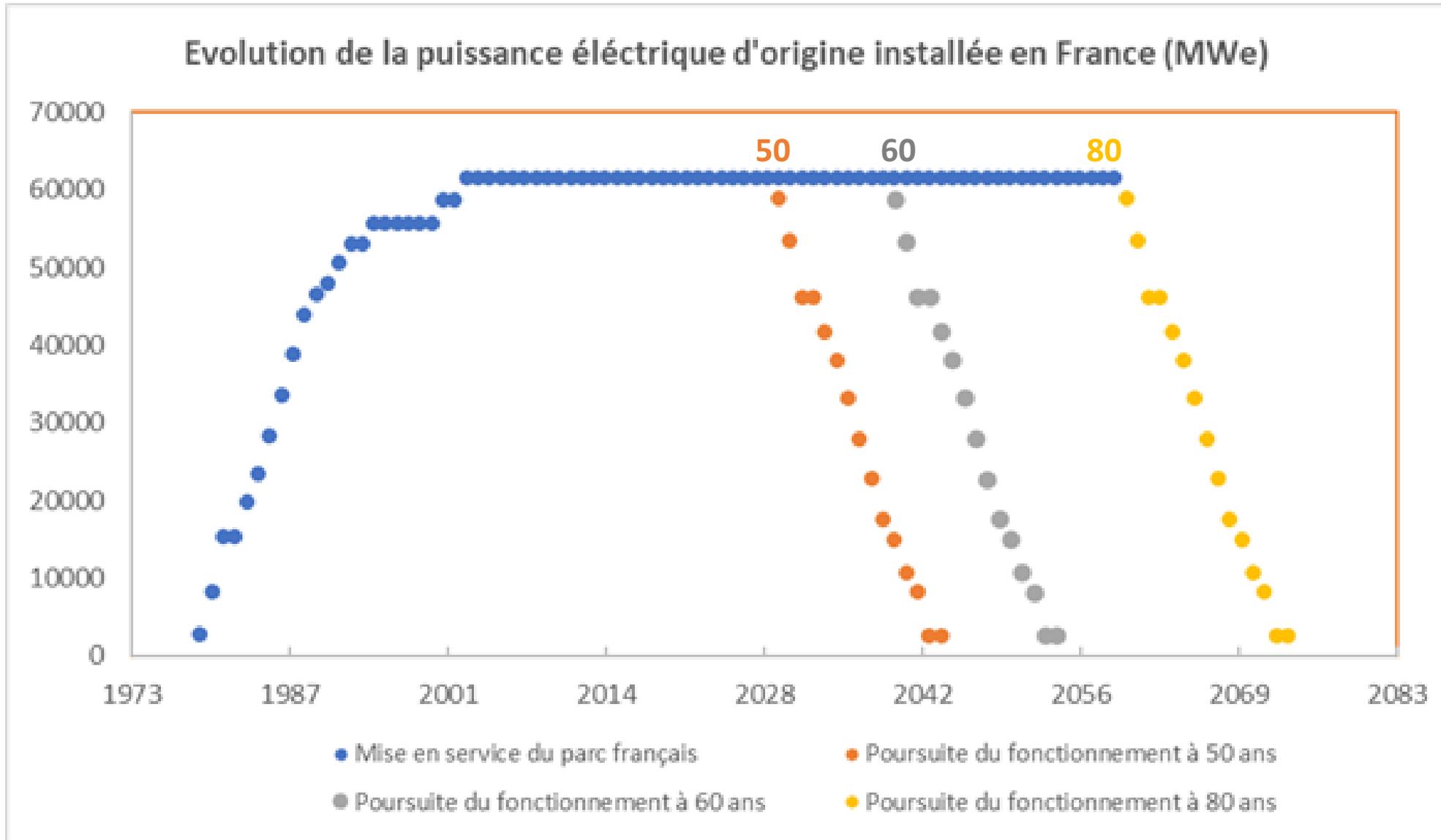
| Pays | Âge moyen (années) | Nombre de réacteurs |
|------------|--------------------|---------------------|
| Suisse | 46,3 | 4 |
| Belgique | 42,3 | 7 |
| États-Unis | 41,6 | 92 |
| Canada | 39,0 | 17 |
| France | 37,1 | 56 |
| Allemagne | 34,0 | 3 |
| Ukraine | 33,4 | 15 |
| Japon | 31,4 | 10 |
| Inde | 24,2 | 19 |
| Chine | 9,0 | 55 |

* Exclut les réacteurs de réserve. En date du 1er juillet.
Source : World Nuclear Industry Status Report 2022

Age des réacteurs dans le monde fin 2021 (source AIEA)



2. Pourquoi poursuivre le fonctionnement des réacteurs existants ?



2. Pourquoi poursuivre le fonctionnement des réacteurs existants ?

La poursuite du fonctionnement dans le monde

- De nombreux exploitants envisagent de poursuivre l'exploitation de leurs réacteurs au-delà de 60 ans
- Les modalités réglementaires varient d'un pays à l'autre
- Aux Etats-Unis, 93 réacteurs ont déjà obtenu l'autorisation de fonctionner jusqu'à 60 ans, et, parmi eux, 6 ont l'autorisation de fonctionner jusqu'à 80 ans
- Dans d'autres pays (Japon, Slovaquie, République Tchèque, Suisse,...), plusieurs réacteurs ont déjà obtenu l'autorisation de fonctionner jusqu'à 60 ans, voire au-delà

2. Pourquoi poursuivre le fonctionnement des réacteurs existants ?

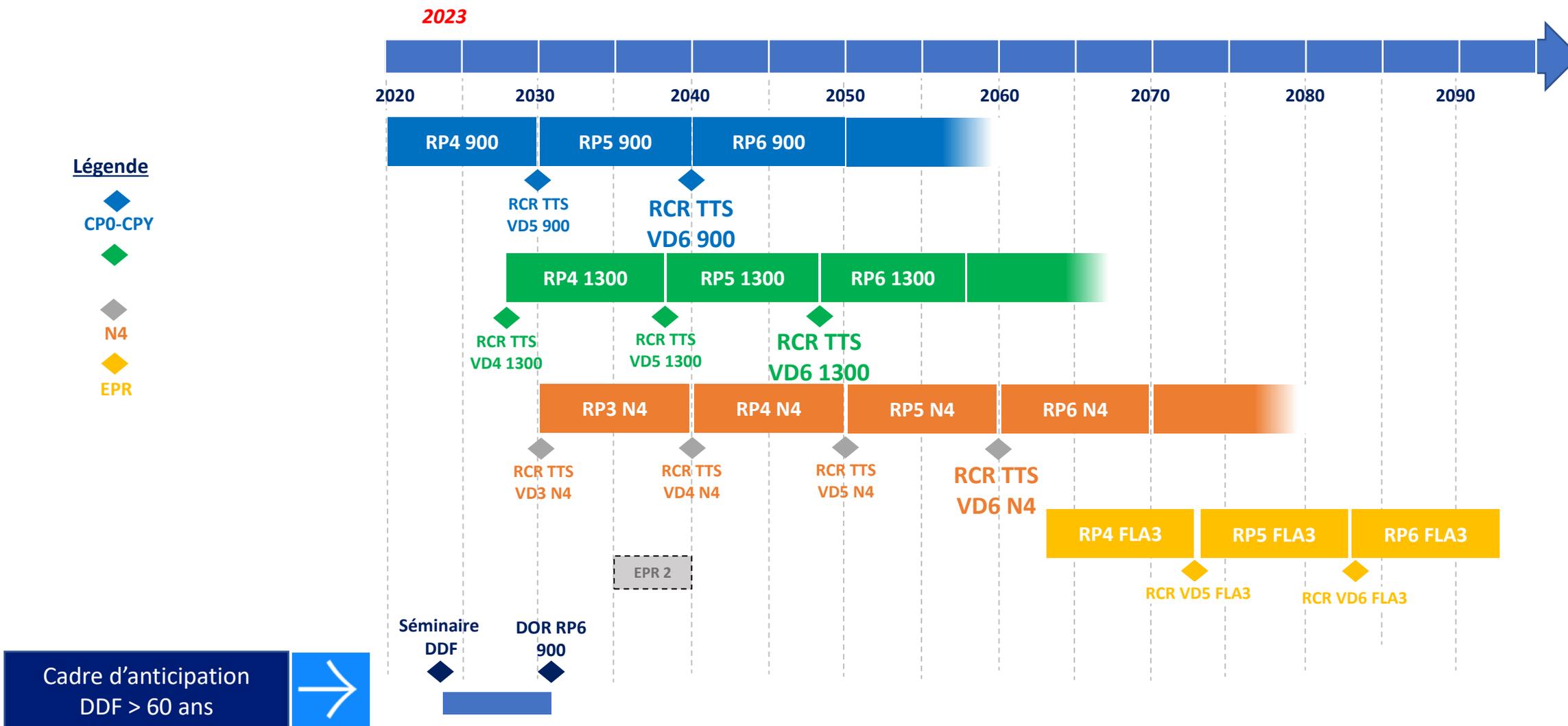
Les enseignements de la comparaison à l'international

- La démarche de poursuite du fonctionnement est axée sur la **maîtrise du vieillissement** des Systèmes, Structures et Composants des installations
- En lien avec les effets du vieillissement des réacteurs à eau pressurisée, **aucun élément technique de nature générique n'est susceptible de conduire à l'arrêt systématique avant 60 et/ou 80 ans.**
- Le **partage d'expérience internationale systématique permet de consolider la liste des sujets** d'intérêt pour la poursuite du fonctionnement

3

Comment poursuivre le
fonctionnement des
réacteurs ?

Calendrier des réexamens et Durée De Fonctionnement



Les VD4 900 : un challenge pour l'ingénierie du parc en exploitation

Un projet au format XXL... symbole du passage des 40 ans :

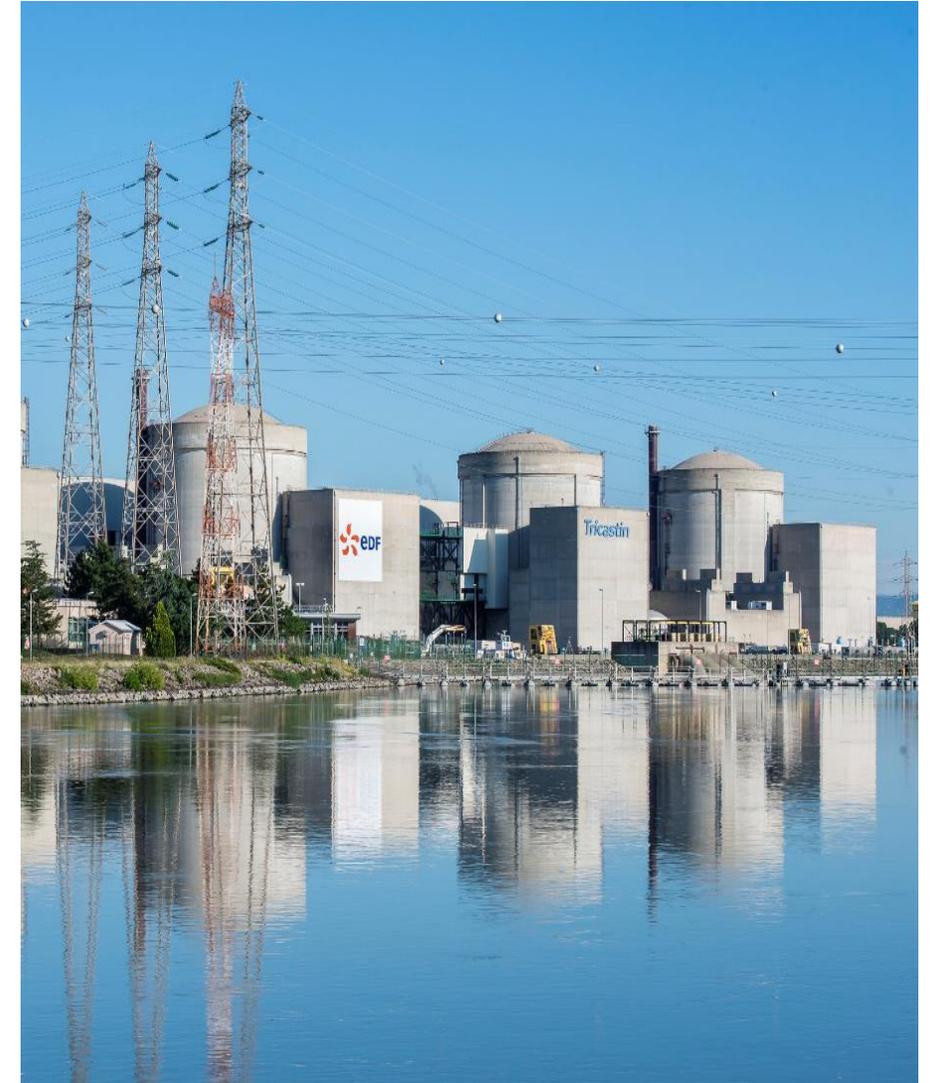
- ❖ En complément du traitement du vieillissement des matériels, **le step de sûreté visé consiste à tendre vers les standards de sûreté des réacteurs de 3^{ème} génération.**
- ❖ **Des nouveaux systèmes et la mise en place du Noyau Dur prescrit par l'ASN suite à l'accident Fukushima :** une nouvelle architecture électrique/contrôle-commande, une 3^{ème} voie de sauvegarde pour la chaudière, une 3^{ème} voie de sauvegarde pour la piscine d'entreposage du combustible usé.
- ❖ **Un volume d'activités sans précédent** représentant 3 fois les volumes d'ingénierie de conception et **6 fois les volumes de travaux réalisés en VD3 900** (ou 3 fois en VD3 1300).

Trois leviers mis en œuvre pour relever le défi :

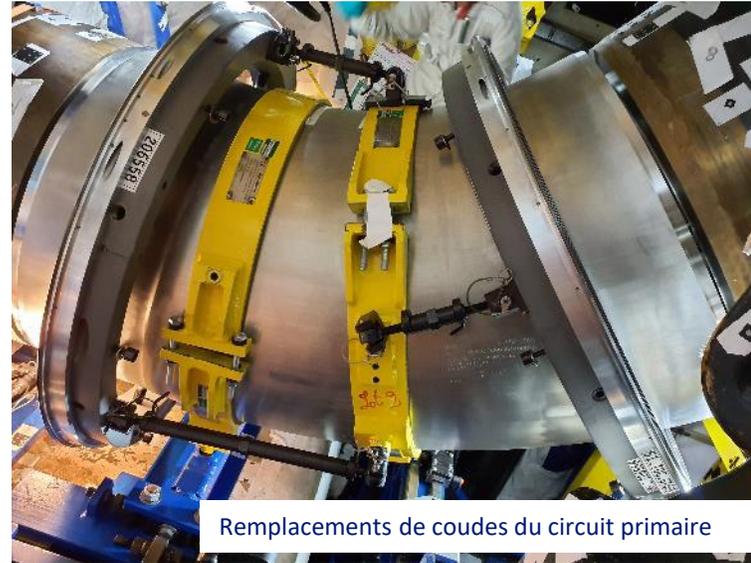
Développement important du challenge technico-économique

Mise en œuvre de travaux tranche en marche 18 mois avant chaque arrêt VD et représentant 80% du volume complet du montage

Forte collaboration à toutes les phases du projet entre tous les acteurs : ingénierie, site et partenaires industriels



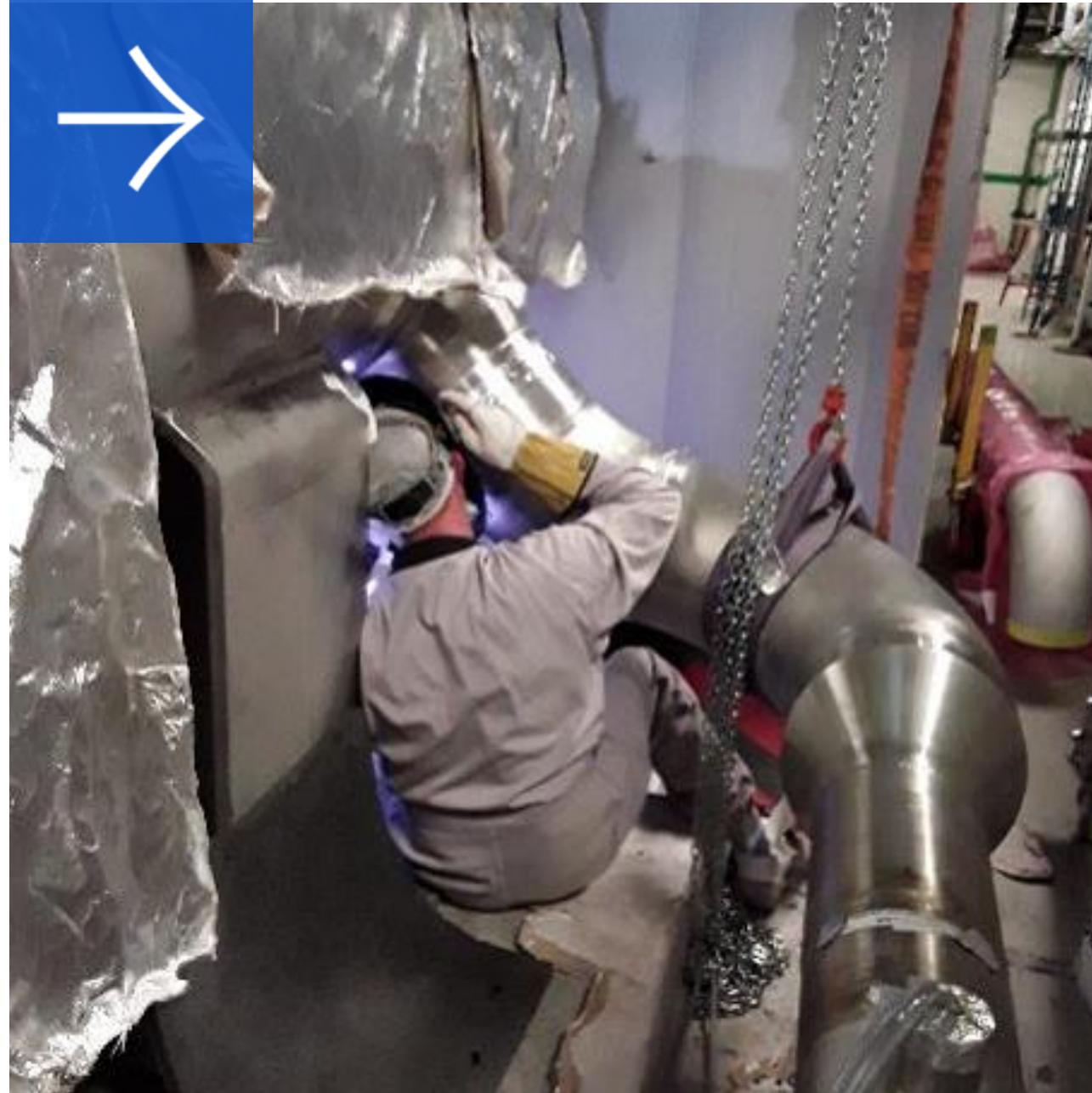
Quelques réalisations en images



3. Comment poursuivre le fonctionnement des réacteurs ?

Un programme industriel d'ampleur

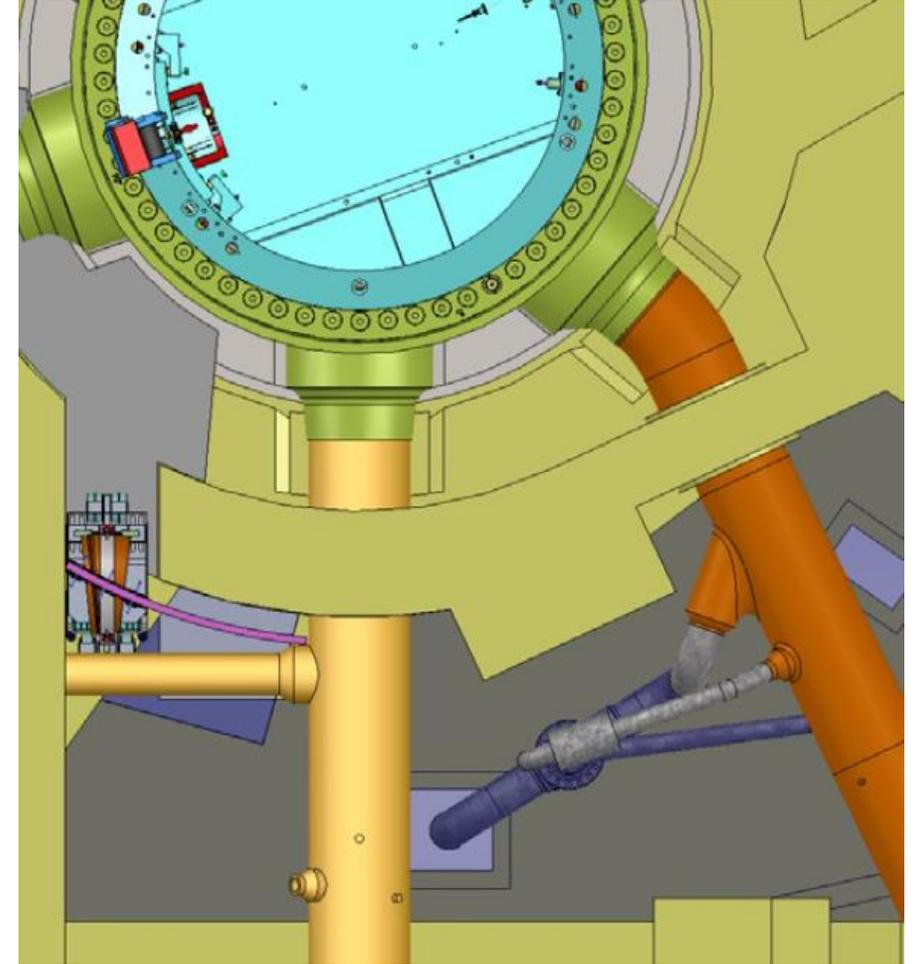
- Poursuivre la maîtrise du vieillissement des Systèmes, Structures et Composants constituant les réacteurs
- Poursuivre l'adaptation des installations au changement climatique
- Promouvoir l'innovation dans tous les domaines
- Préserver le patrimoine industriel que constitue un réacteur nucléaire
- Prendre en compte les enseignements du séisme du Teil



3. Comment poursuivre le fonctionnement des réacteurs ?

La maîtrise du vieillissement

- ❖ Composants non remplaçables : les cuves des réacteurs, les puits de cuve¹ et les enceintes de confinement
- ❖ Composants difficilement remplaçables : les coudes E², les internes de cuve et les câbles
- ❖ Composants remplaçables : stratégies de maintenance, maîtrise de l'obsolescence et maintien de la qualification aux conditions accidentelles



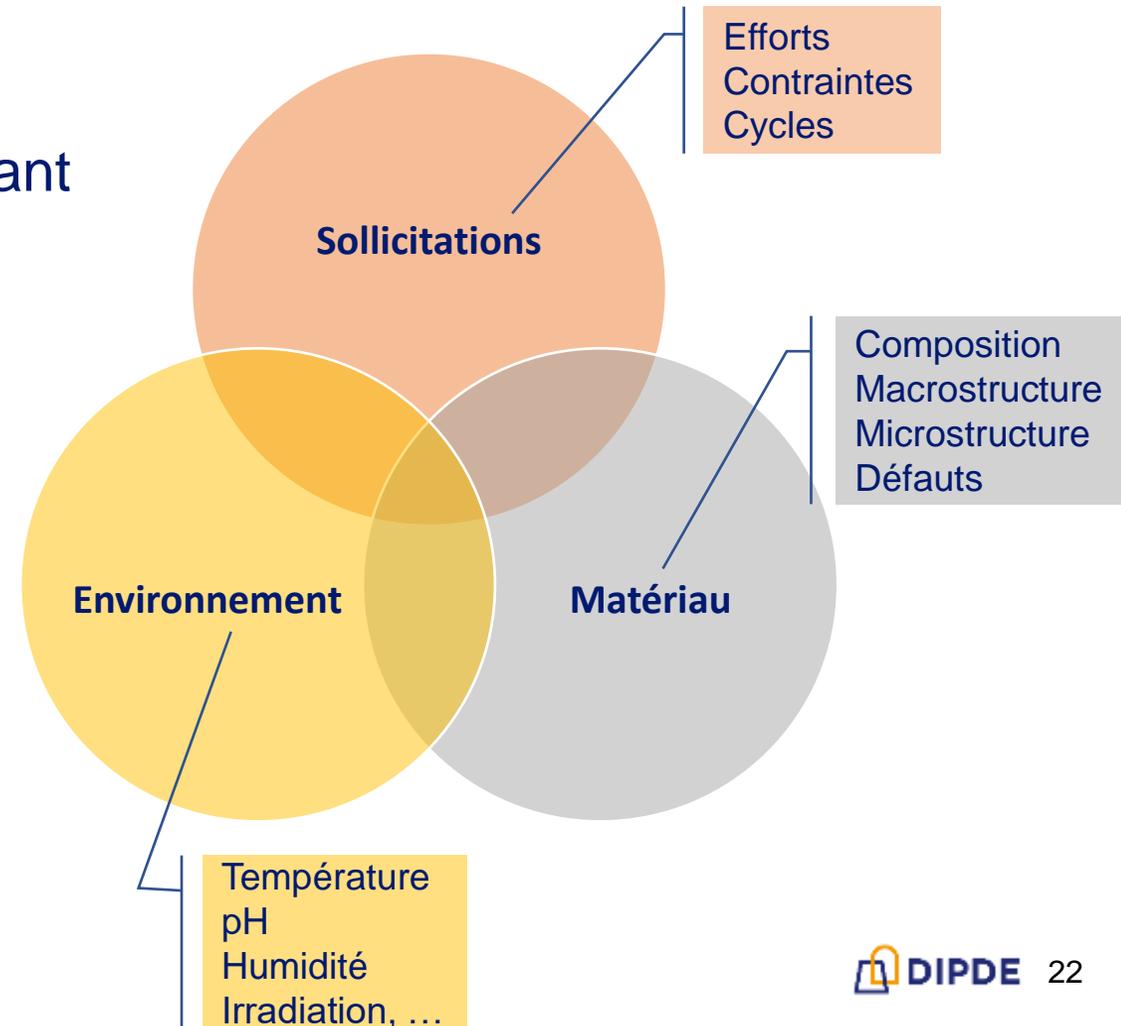
¹ Ouvrage en béton armé supportant la cuve du réacteur

² Coudes des tuyauteries principales du circuit primaire en entrée de cuve

3. Comment poursuivre le fonctionnement des réacteurs ?

La maîtrise du vieillissement passe par :

- La connaissance des mécanismes de vieillissement pouvant affecter chaque composant
- La mise en œuvre d'un suivi en exploitation et d'une stratégie de maintenance adaptés
- La prise en compte du retour d'expérience national et international
- La recherche proactive sur les réacteurs de phénomène de vieillissement non préalablement identifié sur certaines zones des réacteurs



3. Comment poursuivre le fonctionnement des réacteurs ?

Démarche de prise en compte des effets du changement climatique vis-à-vis de la sûreté nucléaire

- **Etudes d'agressions** externes d'origine naturelle réévaluées tous les 10 ans dans le cadre des réexamens périodiques
 - Dispositions matérielles et d'exploitation
- **Veille climatique** : suivi de l'évolution des connaissances internationales sur le changement climatique et l'évaluation de ses effets
 - **Veille scientifique** assurée par le service Climatique EDF réalisée tous les 5 ans environ en cohérence avec le pas de temps des rapports du GIEC
 - **Surveillance en continu autour des CNPE** de la survenue d'Evénement Climatique Majeur et REX annuel

Paramètres hydrométéorologiques d'intérêt

Températures élevées de
l'air et de l'eau

Niveau marin

Etiage (sites bord de
rivière)

En synthèse

Un programme industriel conséquent

EDF entreprend des actions sur **trois plans** pour assurer la pérennité du fonctionnement du parc nucléaire sur le long terme et répondre aux objectifs de production :

- Les Réexamens Périodiques (VD5-900 en 2029, VD4 1300 en 2026, VD5 900 et VD3 N4 en 2029)
- La feuille de route stratégique qui prépare la poursuite du fonctionnement des réacteurs existants du parc nucléaire français au-delà d'une durée de 60 ans
- La gestion du patrimoine industriel, en complément des 2 points ci-dessus, autour des trois thématiques principales suivantes :
 - o **Fonctions supports** (diesels, production air / eau / vapeur, ventilation, effluents)
 - o **Contrôle-commande**
 - o **Evolutions réglementaires**

Tout en prenant en compte des **évolutions d'exploitation** :

- Les campagnes allongées à 16 mois sur MOX 900MWe
- L'augmentation de puissance

MERCI

