HCTISN

67ème réunion plénière du HCTISN

30 novembre 2023

Poursuite du fonctionnement des réacteurs au-delà de 60 ans

Régis CLEMENT

Directeur adjoint
de la Division Production Nucléaire

Sommaire

1. **Contexte de la poursuite du fonctionnement jusqu'à 60 ans et au-delà d'une durée de 60 ans**

2. **Pourquoi poursuivre le fonctionnement des réacteurs au-delà d'une durée de 60 ans ?**

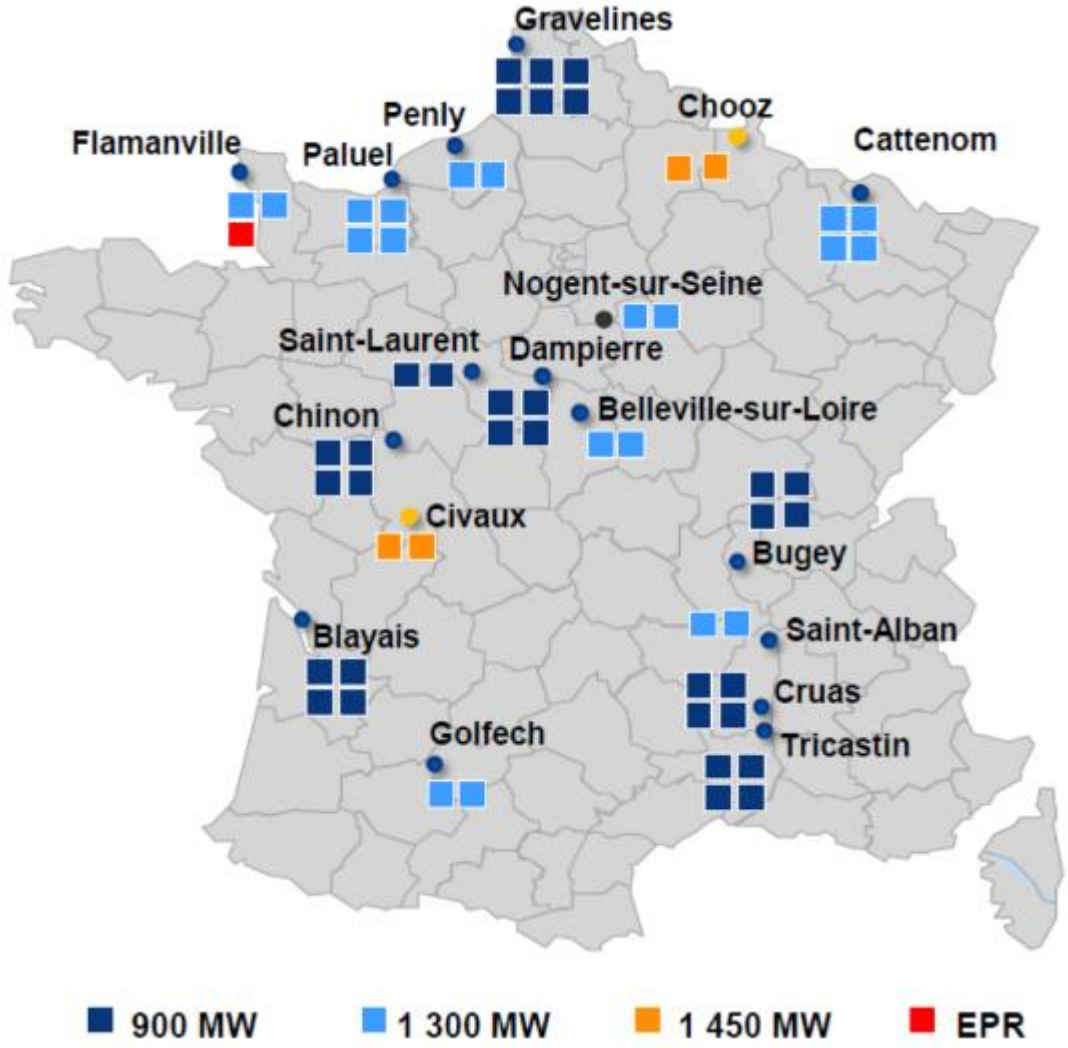
3. **Comment poursuivre le fonctionnement des réacteurs au-delà d'une durée de 60 ans ?**

1

Contexte de la poursuite du fonctionnement jusqu’à 60 ans et au-delà d’une durée de 60 ans

1. Contexte de la poursuite du fonctionnement jusqu'à 60 ans et au-delà de 60 ans

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



1. Contexte de la poursuite du fonctionnement jusqu'à 60 ans et au-delà de 60 ans

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

Ensuite, pour augmenter la production électrique nationale d'ici 2050, il nous faut à côté de cet effort historique - dont je viens de présenter le cap, et les grandes catégories en matière d'énergies renouvelables - il nous faut ***reprendre le fil de la grande aventure du nucléaire civil en France****.*

(…)

La première 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. S'il est nécessaire d'être prudent sur la capacité à prolonger nos réacteurs, je souhaite qu'aucun réacteur nucléaire en état de produire ne soit fermé à l'avenir compte tenu de la hausse très importante de nos besoins électriques, sauf, évidemment, si des raisons de sûreté s'imposaient.*

1. Contexte de la poursuite du fonctionnement jusqu'à 60 ans et au-delà de 60 ans

LOI n° 2023-491 du 22 juin 2023 relative à l'accélération des procédures liées à la construction de nouvelles installations nucléaires à proximité de sites nucléaires existants 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 d*es 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 au 1er janvier 2023, dans le respect des dispositions relatives à la protection des intérêts du code de l'environnement

1. Contexte de la poursuite du fonctionnement jusqu'à 60 ans et au-delà de 60 ans

Quelques dates clés pour le parc français :

- Décision générique en **2021** suite à l'instruction de la phase générique du 4ème réexamen périodique des 32 réacteurs du palier de 900 MWe
- Lancement des échanges entre ASN et EDF sur la poursuite du fonctionnement au-delà de 60 ans en **2022**
- Position ASN sur les conditions de poursuite du fonctionnement du parc de réacteurs existants en **2026**
- 6ème Visite Décennale sur le réacteur tête de série

Palier 900 MWe	Palier 1300 MWe	Palier 1450 MWe
2039	**2046**	**2059**

2

Pourquoi poursuivre le fonctionnement des réacteurs au-delà d’une durée de 60 ans ?

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 au-delà d'une durée de 60 ans ?

Extraits du Bilan prévisionnel des Futurs énergétiques 2050 publié par RTE

- L'équation énergétique de la France : sortir des énergies fossiles le plus rapidement possible, pour lutter contre le dérèglement climatique et renforcer la souveraineté énergétique du pays

- Pour atteindre les objectifs de décarbonation accélérée et de souveraineté énergétique, une croissance forte et rapide de la consommation d'électricité est nécessaire

- Maximiser la production annuelle du parc nucléaire existant, un élément incontournable pour réussir la décarbonation au cours de la prochaine décennie

Source : RTE – Futurs énergétiques 2050 – Bilan prévisionnel – Edition 2023

2. Pourquoi poursuivre le fonctionnement des réacteurs au-delà d'une durée de 60 ans ?

Le paysage énergétique français

Consommer moins d'énergie et être plus économe en énergie

- 40% de consommation d'ici 2050

Efficacité énergétique industrielle et résidentielle – Réduction des énergies fossiles – Usages électriques

Développement d'un des pôles industriels majeurs de l'hydrogène

Développement des Renouvelables & Usages es batteries en France

Produire davantage d'énergie bas carbone

+ 60% d'électricité supplémentaire d'ici 2050

Développement des énergies renouvelables
Consolidation du parc nucléaire

100 GW

40 GW

37 GW

Programmes industriels EDF pour accompagner la transition énergétique

LEPLANSOLAIRE

LE PLAN stockage électrique

LE PLAN MOBILITÉ ÉLECTRIQUE

LE PLAN HYDROGÈNE

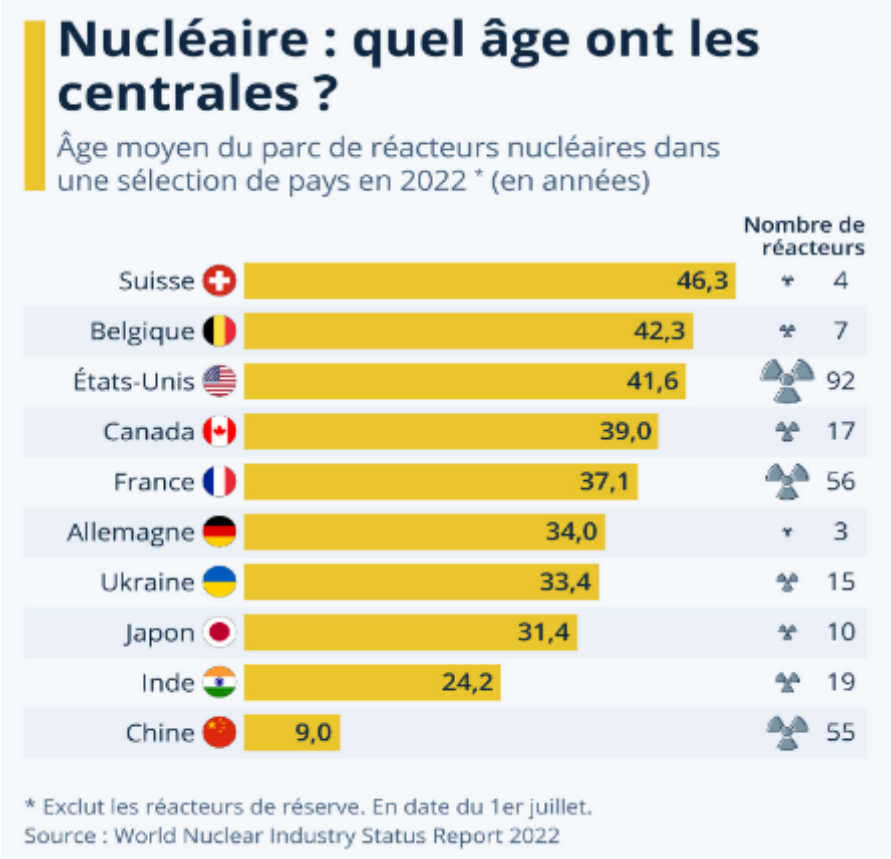
LE PLAN excell Excellence nucléaire

Poursuite du fonctionnement au-delà de 60 ans

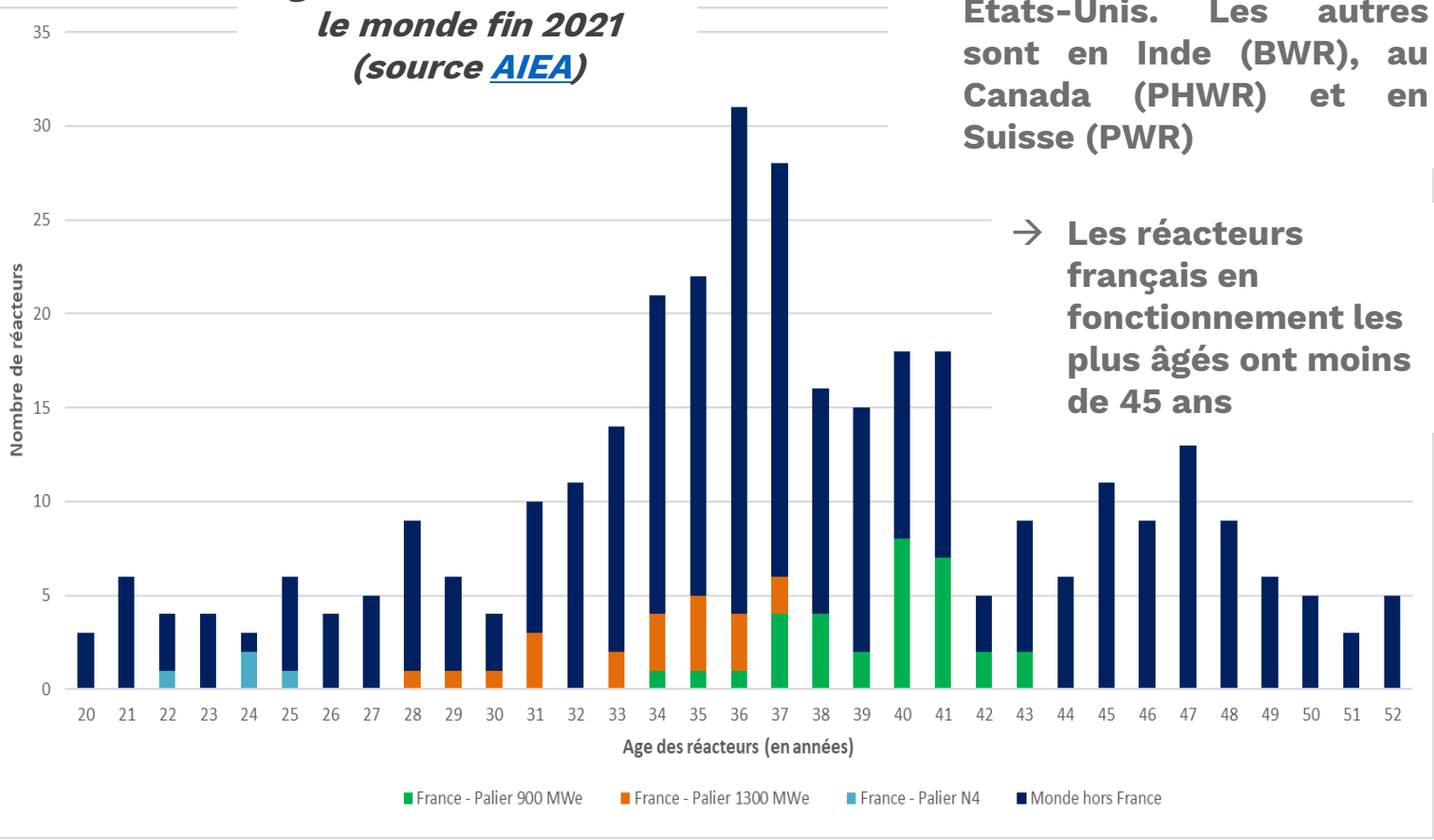
> 25 GW d'ici 2050 dont 6 (+8) EPR2 et projet SMR

2. Pourquoi poursuivre le fonctionnement des réacteurs au-delà d'une durée de 60 ans ?

La situation du parc nucléaire mondial et du parc nucléaire français



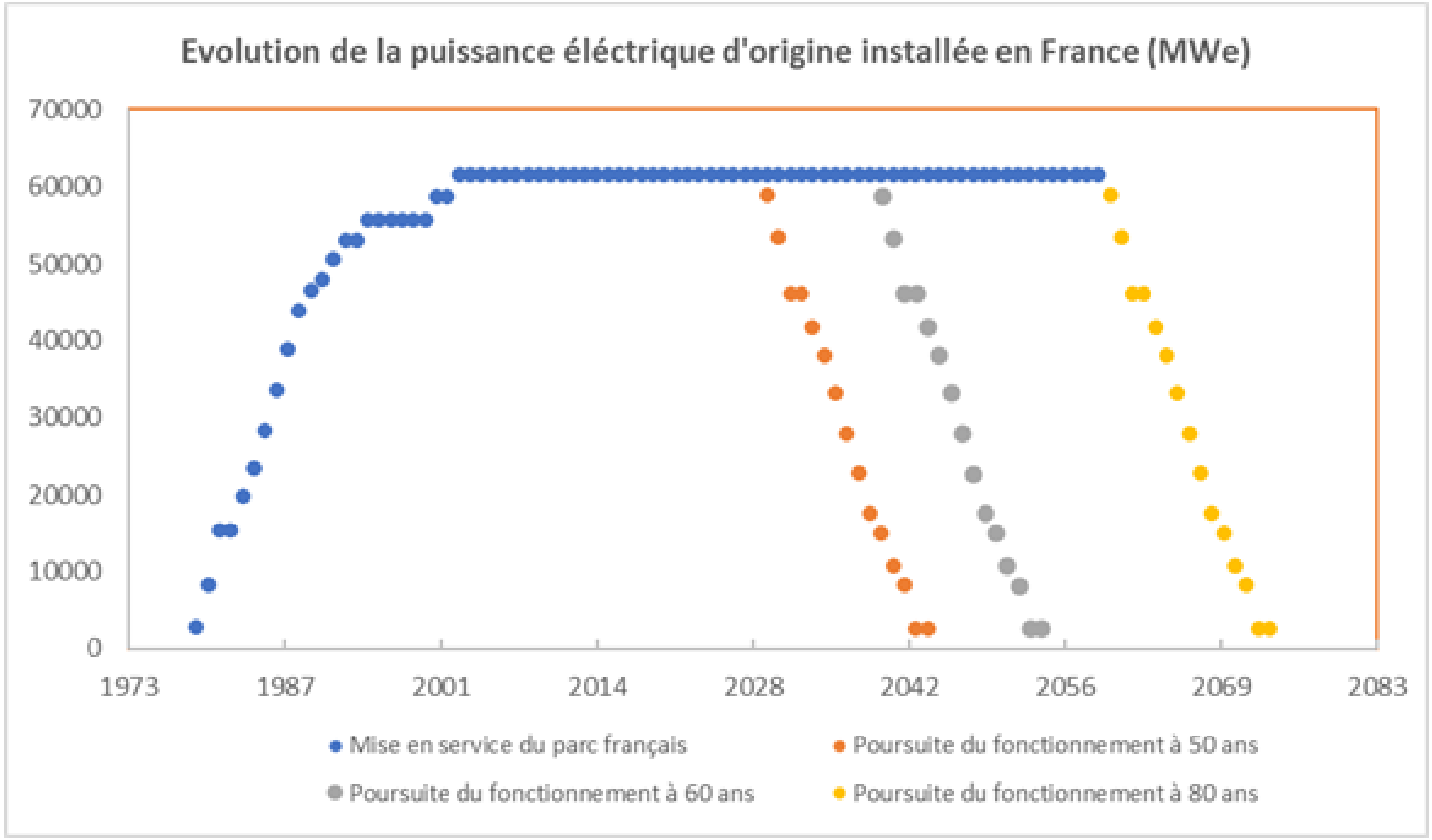
Age des réacteurs dans le monde fin 2021 (source AIEA)



→ **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)**

→ **Les réacteurs français en fonctionnement les plus âgés ont moins de 45 ans**

2. Pourquoi poursuivre le fonctionnement des réacteurs au-delà d'une durée de 60 ans ?



2. Pourquoi poursuivre le fonctionnement des réacteurs au-delà d'une durée de 60 ans ?

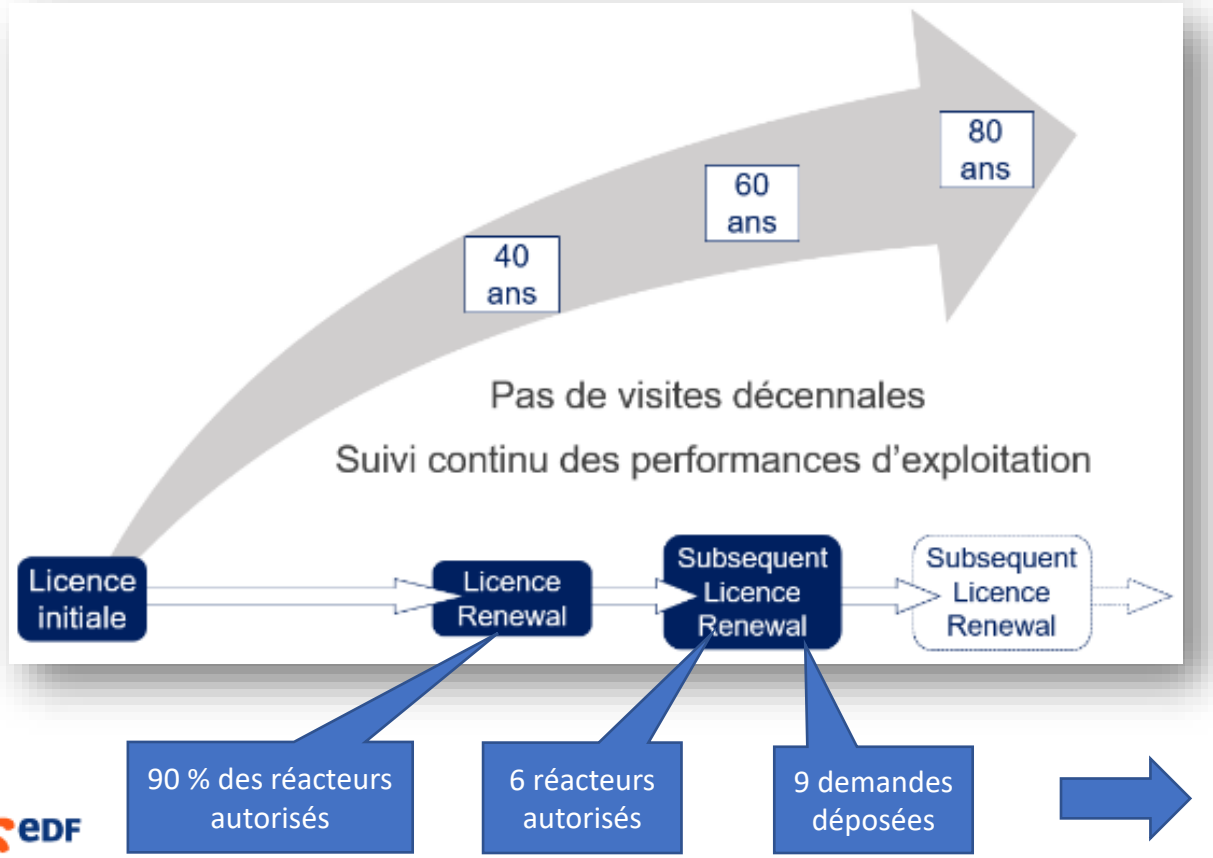
La poursuite du fonctionnement dans le monde

- De nombreux exploitants envisagent de poursuivre l'exploitation de leurs réacteurs au-delà de 60 ans en s'appuyant notamment sur des documents de référence partagés et reconnus (GALL - Generic Aging Lessons Learned Report) et la mise en œuvre de programme de maitrise du vieillissement
- 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 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 au-delà d'une durée de 60 ans ?

Le renouvellement des licences de fonctionnement aux Etats-Unis

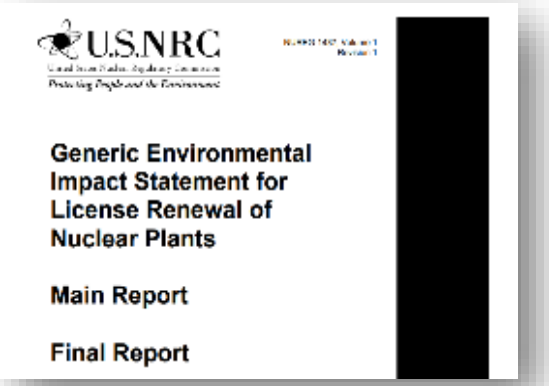
→ Constitution d'un dossier **License Renewal** (40 à 60 ans) puis **Subsequent License Renewal** (60 à 80 ans)



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

Maitrise du vieillissement

Impact environnemental



A l'horizon 2035, le quart des réacteurs aux Etats-Unis devrait être autorisé à fonctionner jusqu'à 80 ans

2. Pourquoi poursuivre le fonctionnement des réacteurs au-delà d'une durée de 60 ans ?

Les enseignements de la comparaison à l'international

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

3

Comment poursuivre le fonctionnement des réacteurs au-delà d’une durée de 60 ans ?

3. Comment poursuivre le fonctionnement des réacteurs au-delà d'une durée de 60 ans ?

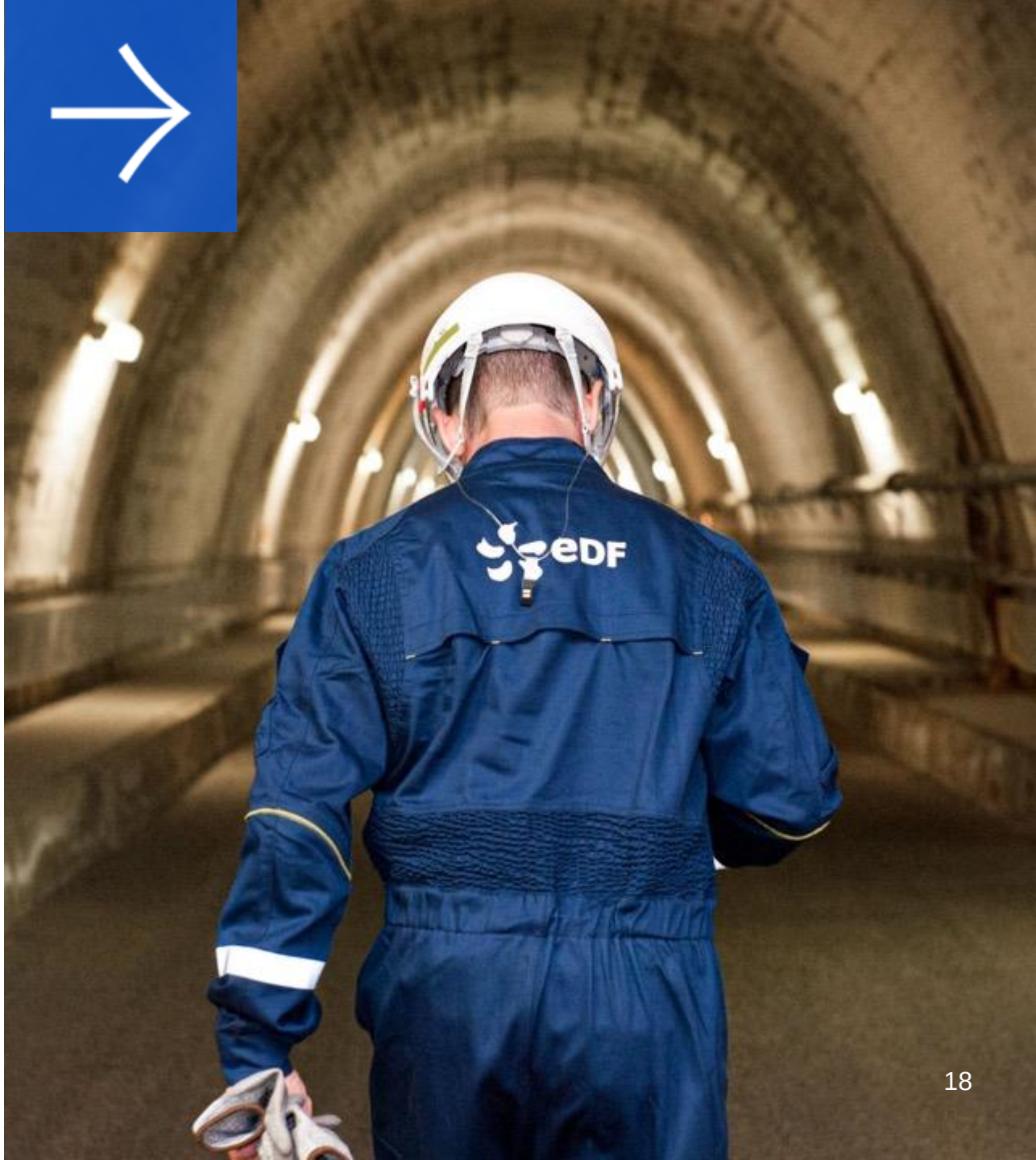
4 axes de travail pour un programme industriel d'ampleur

→ Poursuivre la démarche de 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



3. Comment poursuivre le fonctionnement des réacteurs au-delà d'une durée de 60 ans ?

La démarche de maîtrise du vieillissement

- **Composants non remplaçables** : les cuves des réacteurs, les puits de cuve[1] et les enceintes de confinement
- **Composants difficilement remplaçables** : les coudes E[2], les internes de cuve et les câbles
- **Composants remplaçables**

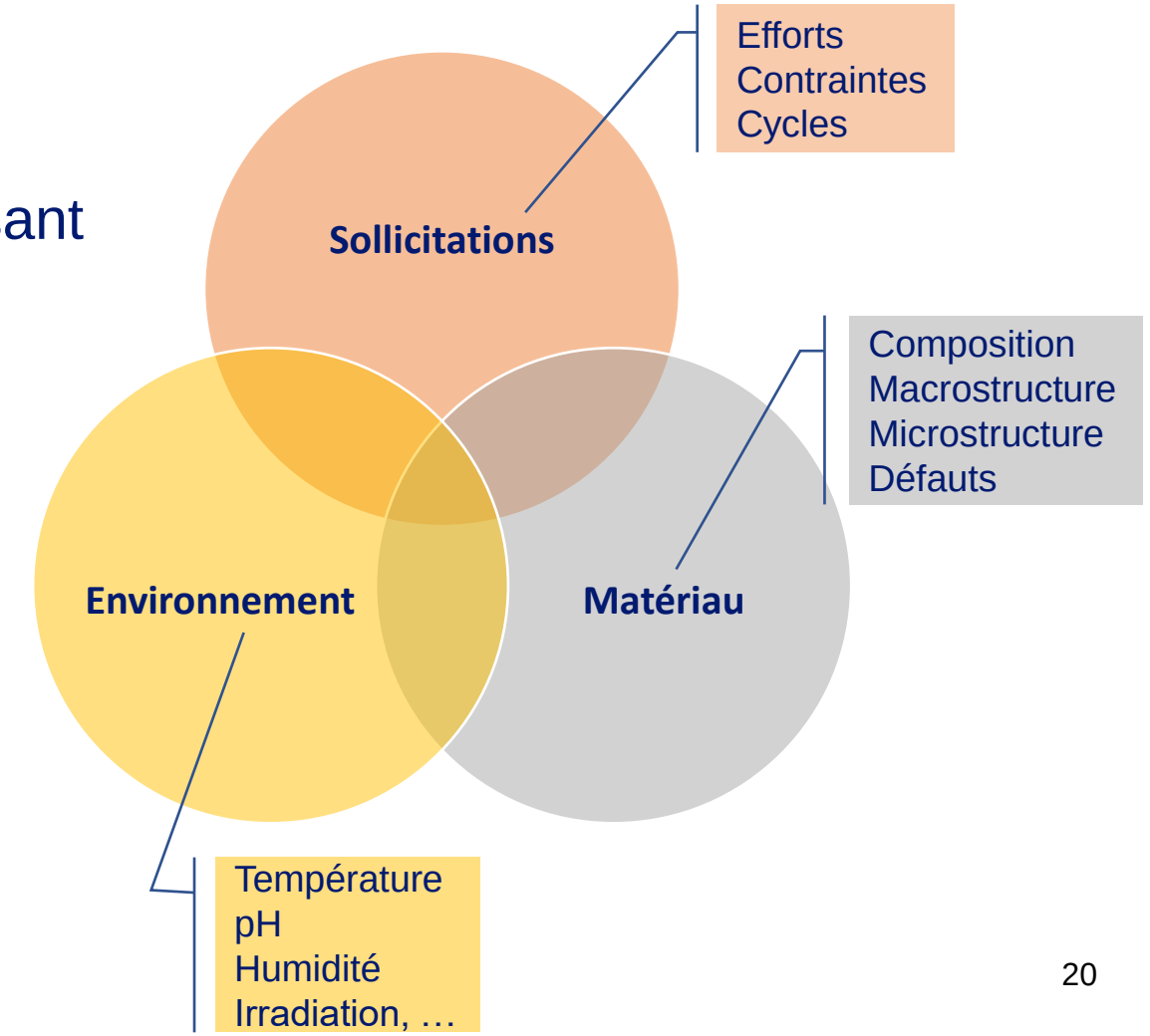
[1] Ouvrage en béton armé supportant la cuve du réacteur

[2] Coudes des tuyauteries principales du circuit primaire en entée de cuve

3. Comment poursuivre le fonctionnement des réacteurs au-delà d'une durée de 60 ans ?

La démarche de 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 au-delà d'une durée de 60 ans ?

Exemples de sujets d'intérêt relatifs à la maîtrise du vieillissement sur les réacteurs français au-delà de 60 ans

- Comportement de l'acier de la **cuve** sous irradiation → suivi en exploitation et méthodes de justification mécanique
- Comportement de l'acier des **coudes E** sous irradiation → suivi en exploitation et méthodes de justification mécanique
- Comportement du béton armé du **puits de cuve** sous irradiation → appropriation des méthodes mises en œuvre à l'international et déclinaison aux réacteurs français
- Comportement du matériau isolant des **câbles** HT et BT → suivi en exploitation, prélèvements sur site, essais et modélisations

3. Comment poursuivre le fonctionnement des réacteurs au-delà d'une durée de 60 ans ?

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)

3. Comment poursuivre le fonctionnement des réacteurs au-delà d'une durée de 60 ans ?

De la sûreté à l'habitabilité des territoires

Sûreté → **Environnement** → **Capacité à produire & habitabilité des territoires**

Etudes des risques

Etudes d'impact

Démonstration de protection des intérêts mise en œuvre dans le cadre des réexamens périodiques

Le projet **ADAPT** vient en complément de la démarche mise en œuvre dans le cadre des réexamens périodiques

La démarche d'adaptation évalue le changement climatique dans une approche évolutive et systémique pour s'inscrire résolument dans une approche de préservation de l'habitabilité des territoires

3. Comment poursuivre le fonctionnement des réacteurs au-delà d'une durée de 60 ans ?

L'innovation

- Importance de l'innovation en réponse aux enjeux liés aux compétences, à l'attractivité de la filière et aux enjeux industriels, notamment grâce au déploiement de nouvelles solutions.

- Pour la poursuite du fonctionnement, les innovations visent notamment un usage élargi :
  - De l'analyse des données («data analytics») et de la surveillance continue des paramètres d'exploitation
  - De la simulation et des maquettes numériques sur base physique (jusqu'au développement de « jumeaux numériques » de composants, d'équipements ou d'ouvrages des installations)
  - De l'intelligence artificielle afin d'analyser l'ensemble des données permettant notamment d'identifier d'éventuels nouveaux phénomènes de vieillissement et d'optimiser les programmes de maintenance
  - De la capacité à refabriquer certains composants (ex : fabrication additive, compression isostatique à chaud).

3. Comment poursuivre le fonctionnement des réacteurs au-delà d'une durée de 60 ans ?

Le programme industriel d'EDF

EDF entreprend des actions sur **trois plans** pour assurer la pérennité du fonctionnement du parc nucléaire :

- Les Réexamens Périodiques
- 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 :
  - **Fonctions supports** (diesels, production air / eau / vapeur, ventilation, effluents)
  - **Contrôle-commande**
  - **Evolutions réglementaires**

Merci