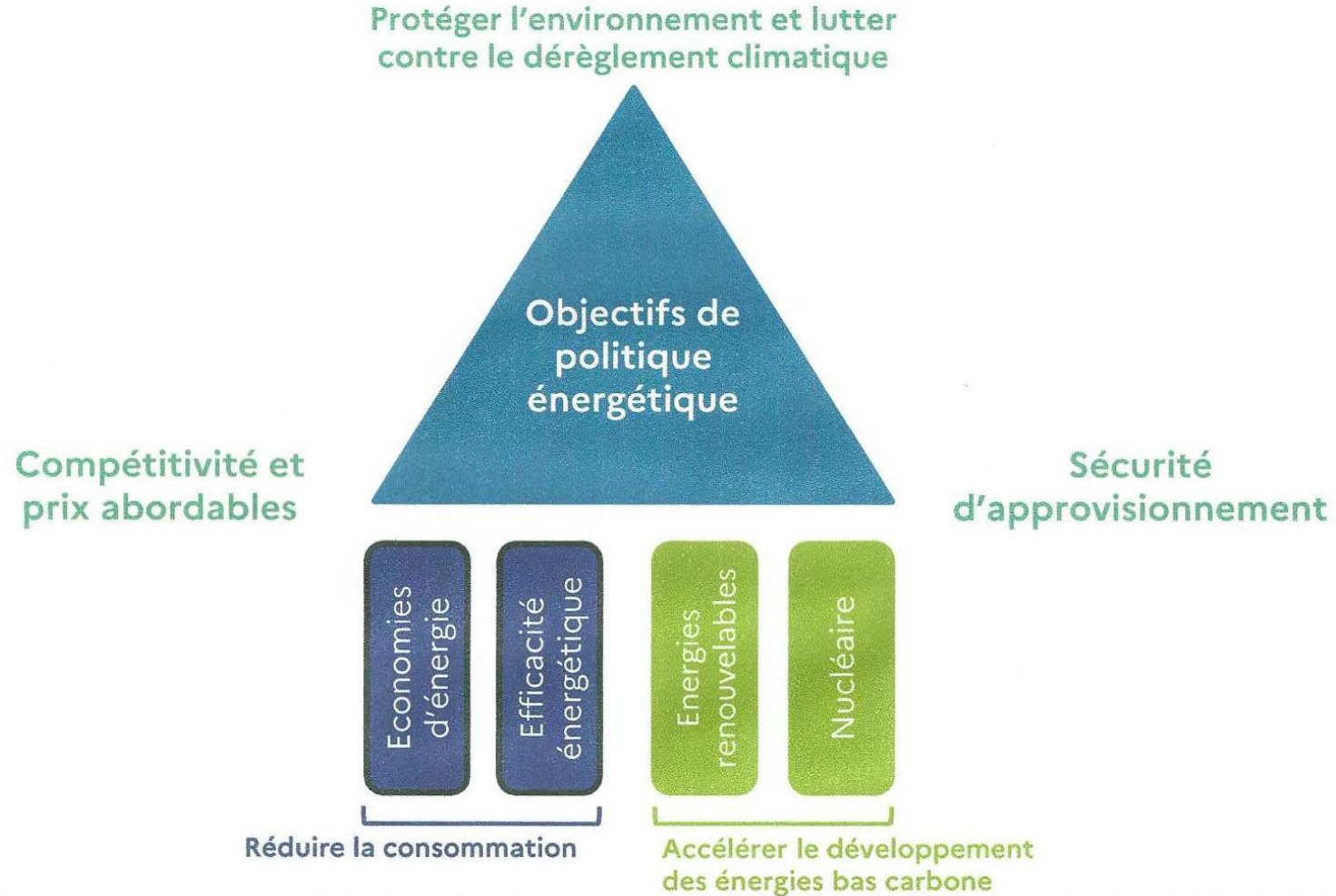


## Sfen ST 7, Technologie et Exploitation des réacteurs

### le nucléaire du futur



# Une stratégie nationale pour atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050



# Stratégie DGEC

**Les 8 EPR 2 pas décidés**, fonction de la consommation électrique, de la durée de fonctionnement du parc actuel (80 ans et augmentation de puissance), du programme des EnRi

Le parc actuel POURRAIT ETRE renforcé par un **EVENTUEL** second palier EPR2 (DGEC)

L'EPR2 doit s'inscrire dans un MIX à **fortes composantes d'EnRi** => neutralité carbone 2050

Choix des futurs sites et confirmation de la capacité industrielle de poursuivre **examinés jusqu'à fin 2026**

**PPE 3 !**, mission sur les coûts globaux des EnRi (Levy et Tuot), Rapport EDF sur les conséquences de la modularité

# RTE Bilan prévisionnel 2025 - 2035

Risque d'un excès de production (les réseaux d'exportation saturés)

et si surdimensionnement => surcoût

- **Freiner les EnRi type petits solaires** (car coût complet élevé), sans mettre en péril la filière car besoin à moyen terme
- **Renforcer les réseaux**

**Plus de modulation pour le nucléaire** ( surtout si évolution rapide de la production), modifications en fréquence et profondeur des variations.

**Si évolution lente de la consommation :**

- moins de petit solaire
- et si à long terme : éolien en mer et EPR2 à la baisse, avec une prolongation du parc existant

La France a une situation unique en Europe : 2 énergies bas carbone, Nuc et EnRi et à coûts fixes importants donc concurrence (ailleurs c'est EnRi et Gaz/charbon)

# RTE Scénario NO3, trajectoire haute du nucléaire

2050

**Installé:** 50GW nuc.: 23,5 GW EPR2, 3,5 GW SMR (11 NUWARD), 23GW du parc actuel

sur 210 GW de total installé, soit 25%

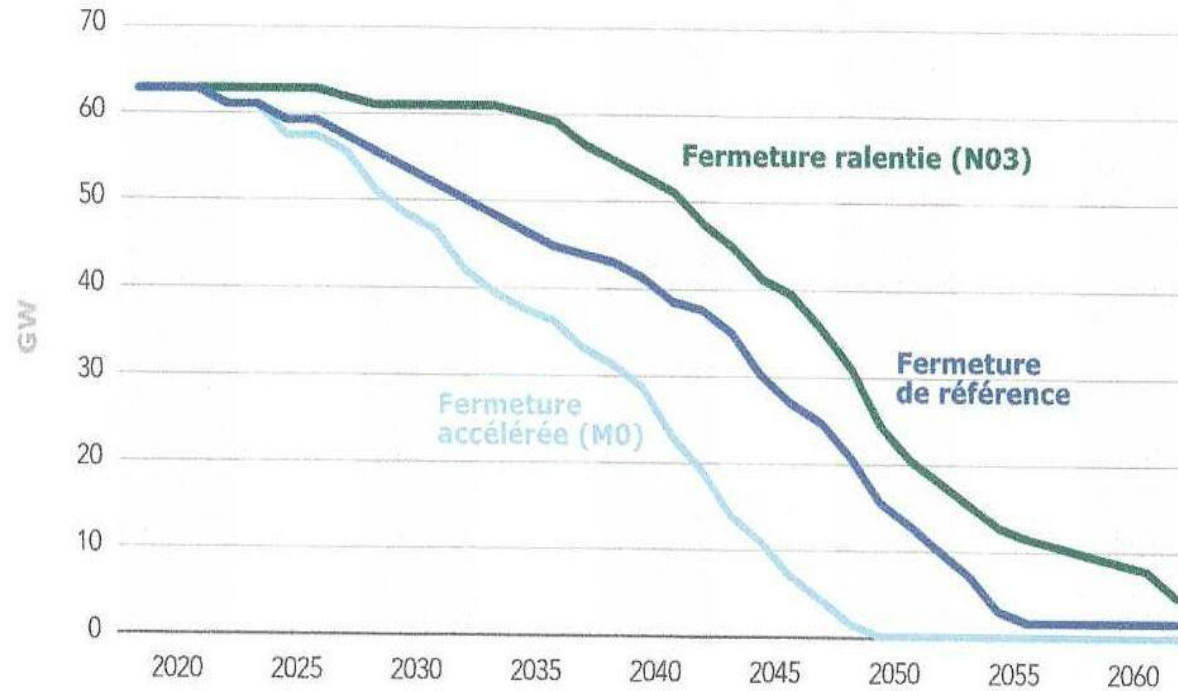
**Produit:** Nuc 50%, 325 TWh (sur 650 TWh)

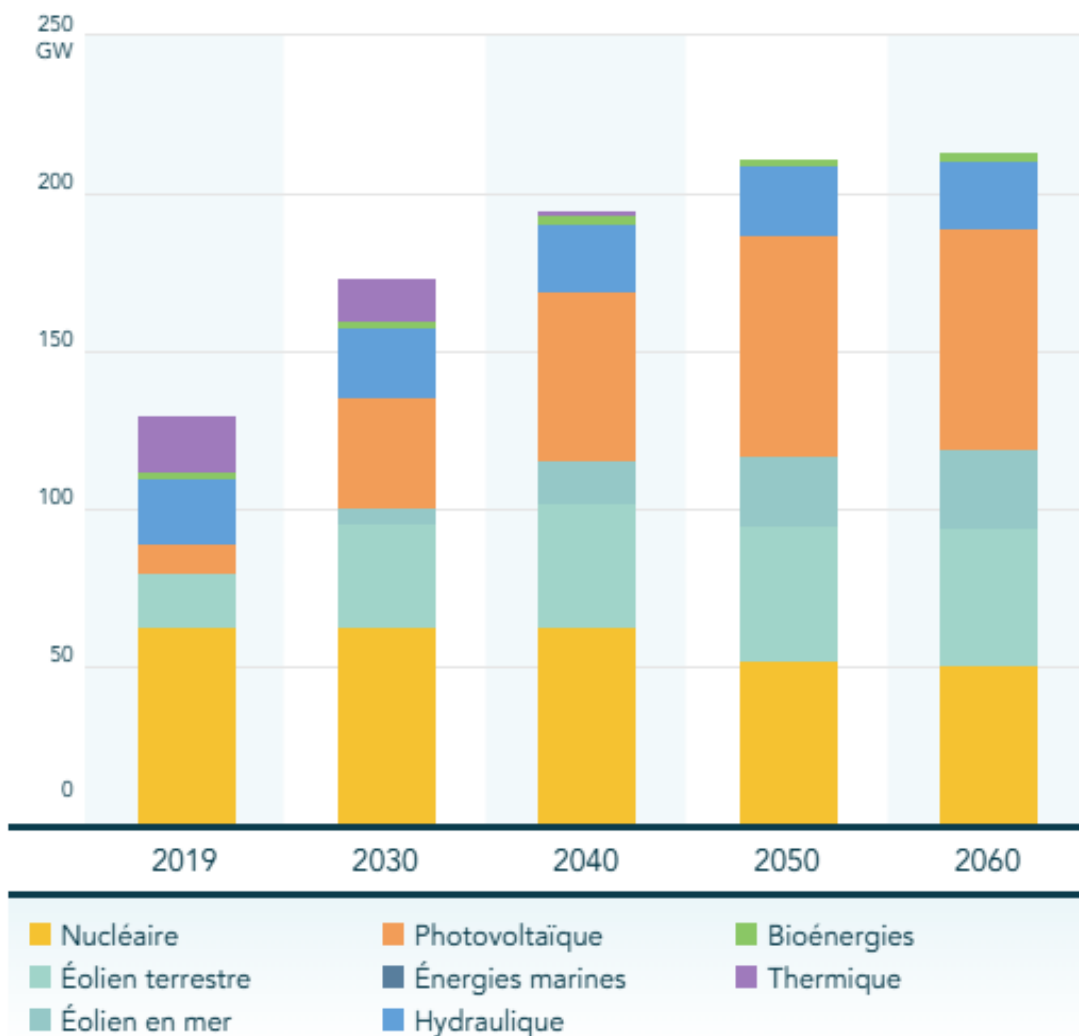
Eolien 20%, P.V. 13%, Hydraulique 10%, Divers 7%



# Trajectoires de fermeture du parc actuel

Figure 4.6 Trajectoires de fermeture du nucléaire existant





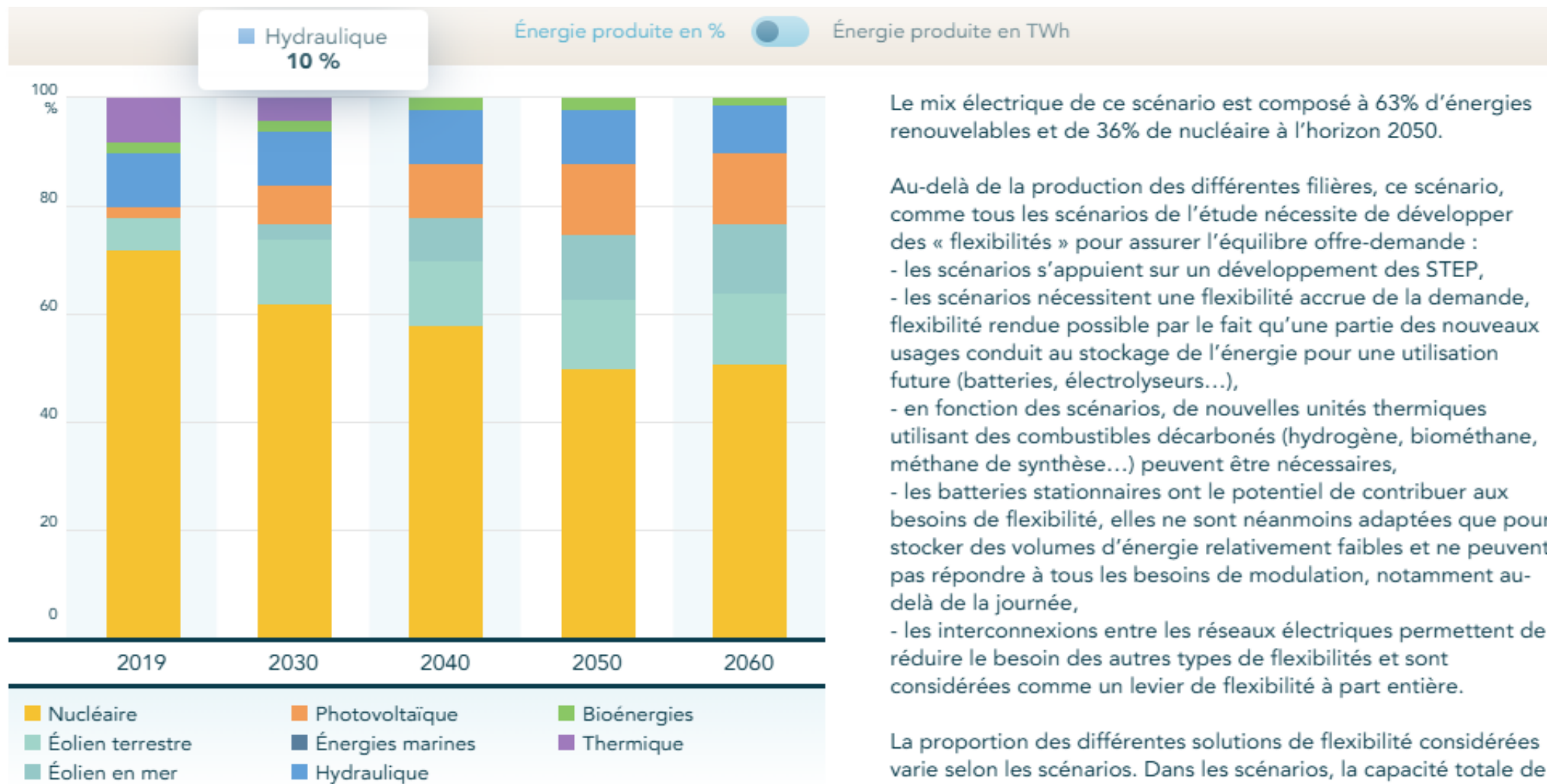
Le scénario N03 est structuré autour de la trajectoire haute de construction de nouveaux réacteurs. Il repose sur la mise en service de 14 EPR et sur le développement d'autres types de réacteurs tels que les petits réacteurs modulaires (SMR), permettant d'atteindre 27 GW de nouveau nucléaire. En parallèle, la fermeture des réacteurs existants est repoussée au maximum en prolongeant quelques réacteurs au-delà de 60 ans d'exploitation.

Pour atteindre cet objectif, la décision de construction de nouveaux EPR2 devrait être engagée dès 2022 afin de permettre la mise en service des premiers réacteurs au plus tard en 2035, puis une mise en service d'une paire de réacteurs tous les 4 ans avec une montée en puissance progressive de la cadence industrielle. Il s'agit d'un rythme soutenu, correspondant à la capacité maximale communiquée, à date, par la filière nucléaire.

Le développement des énergies renouvelables se poursuit, mais de manière plus modérée que dans les autres scénarios, et atteint 70 GW de photovoltaïque, 43 GW d'éolien terrestre et 22 GW d'éolien en mer en 2050.

Ainsi, hors renouvellement des installations existantes, le scénario repose sur l'installation de :

- 2 GW de photovoltaïque par an, contre moins de 1 GW par an observé en moyenne ces dernières années,
- 0,9 GW d'éolien terrestre par an, un rythme moins important que celui observé en France ces dernières années,
- 0,7 GW d'éolien en mer par an.



Le mix électrique de ce scénario est composé à 63% d'énergies renouvelables et de 36% de nucléaire à l'horizon 2050.

Au-delà de la production des différentes filières, ce scénario, comme tous les scénarios de l'étude nécessite de développer des « flexibilités » pour assurer l'équilibre offre-demande :

- les scénarios s'appuient sur un développement des STEP,
- les scénarios nécessitent une flexibilité accrue de la demande, flexibilité rendue possible par le fait qu'une partie des nouveaux usages conduit au stockage de l'énergie pour une utilisation future (batteries, électrolyseurs...),
- en fonction des scénarios, de nouvelles unités thermiques utilisant des combustibles décarbonés (hydrogène, biométhane, méthane de synthèse...) peuvent être nécessaires,
- les batteries stationnaires ont le potentiel de contribuer aux besoins de flexibilité, elles ne sont néanmoins adaptées que pour stocker des volumes d'énergie relativement faibles et ne peuvent pas répondre à tous les besoins de modulation, notamment au-delà de la journée,
- les interconnexions entre les réseaux électriques permettent de réduire le besoin des autres types de flexibilités et sont considérées comme un levier de flexibilité à part entière.

La proportion des différentes solutions de flexibilité considérées varie selon les scénarios. Dans les scénarios, la capacité totale de flexibilité est d'autant plus faible que la proportion de production nucléaire est importante. Pour ce scénario, le bouquet de flexibilités est le suivant : STEP (8 GW), flexibilité de la demande (13 GW), véhicule-to-grid (1,7 GW fournis par 1,1 million de véhicules électriques), batteries (1 GW) et interconnexions (39 GW). Ce scénario ne nécessite pas le développement de thermique décarboné.

# Le programme EPR2 nécessite une forme d'aide d'Etat



Compte tenu des investissements importants, de la durée du programme EPR2, du contexte économique et politique, ainsi que de la situation financière d'EDF, l'entreprise a besoin d'une forme d'aide de l'État pour financer le plus grand projet industriel d'Europe.

C'est ainsi qu'EDF et l'État travaillent à un contrat préliminaire permettant de fixer le cadre des investissements.

◆ En mars 2025, le Conseil de politique nucléaire a examiné les grands principes du schéma de financement et de régulation du programme de construction de six réacteurs EPR2, préalables à l'engagement d'échanges avec la Commission européenne en vue d'une décision finale d'investissement fin 2026.

◆ Ce schéma est fondé sur un prêt de l'État bonifié couvrant au moins la moitié des coûts de construction et un contrat pour différence sur la production nucléaire à un prix maximal de

**100 €** 2024/MWh.



Dans l'intervalle, EDF travaille sur

## 5 axes :

- › Atteindre une maturité suffisante de la conception du réacteur EPR2
- › Stabiliser les grandes options de sûreté avec l'ASNR
- › Sécuriser le licensing en vue de l'obtention de la demande d'autorisation de création (DAC) de Penly
- › Poursuivre la contractualisation avec les partenaires industriels engagés dans le programme (avec la signature du Pacte de Performance avec le TOP14)
- › Optimiser la durée de construction des réacteurs (dont les travaux de la Task Force 70 mois) et des coûts du programme



## Les chiffres clés du programme EPR2

**3 paires**  
de réacteurs  
EPR2 de  
**10 TWh**, soit  
**60 TWh**  
d'électricité  
décarbonée par  
an en France

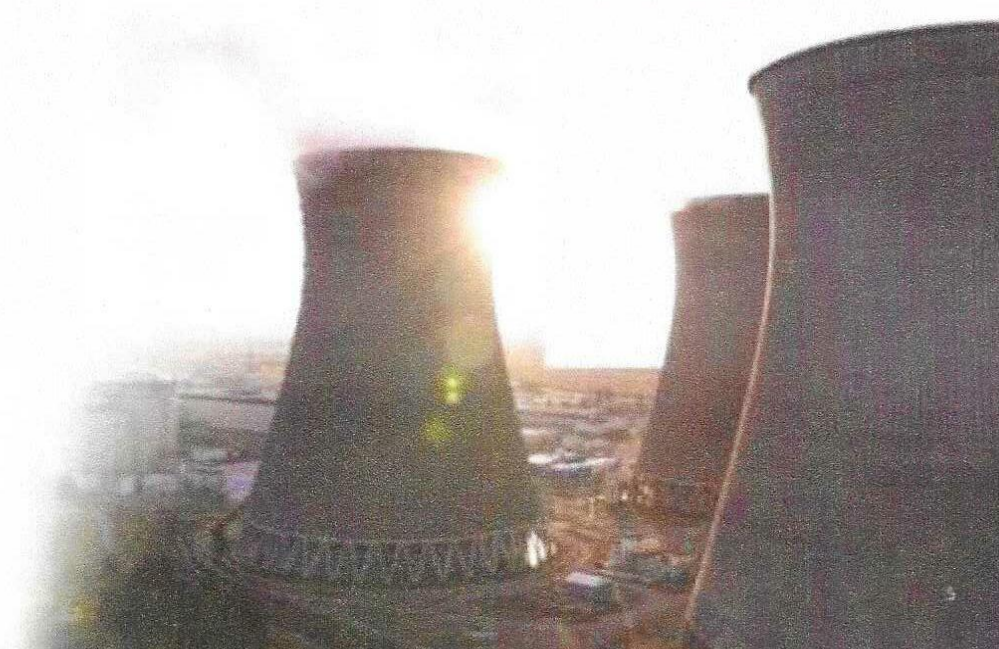
Un horizon de  
mise en service de  
**2038** pour  
la première paire  
et au milieu des années  
**2040** pour  
la troisième.

Une extension  
est envisagée pour  
8 autres réacteurs  
en **2050**

Plus de  
**30 000**  
**emplois/an**  
mobilisés par  
le programme EPR2  
pendant la phase  
de construction,  
et plus de **10 000**  
pendant la phase  
d'exploitation

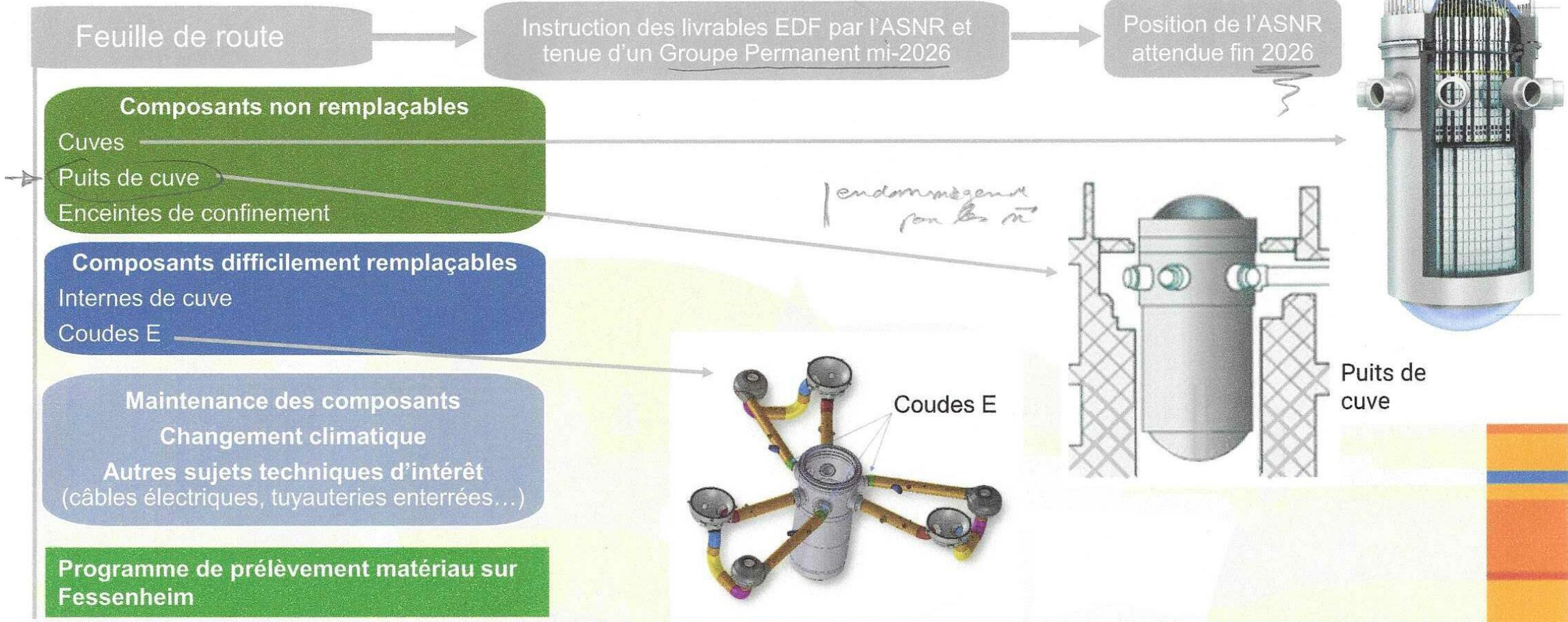
**3 dispositifs**  
« Grands Chantiers »  
à Penly, Gravelines  
et Bugey

Au moins  
**60 ans**  
de production  
d'électricité  
bas carbone



# Démarche DDF

Maîtrise du vieillissement



# Prolongation de la durée de fonctionnement ASNR

Les modifications de sûreté, phases A et B, du parc actuel sont **jugées suffisantes**,

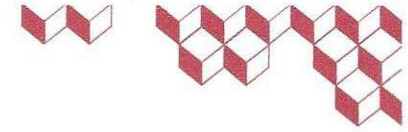
Les prochaines VD porteront principalement sur **la conformité et le réchauffement climatique**

Position de l'ASNR en **novembre 2026** pour **un fonctionnement au-delà de 60 ans**

En cours: identification des « **verrous** »

**Modulation:** impacts plutôt sur le **secondaire donc composants remplaçables**

Veiller au **facteur humain**, plus sollicité



# Réacteurs SMR & AMR : de quoi parle-t-on?

**CONVENTIONAL REACTOR**  
700+ MW(e)

**SMALL MODULAR REACTOR**  
Up to 300 MW(e)

**MICROREACTOR**  
Up to ~10 MW(e)

Micro

Les xMR (SMR, AMR, MMR) : vocable englobant « réacteurs nucléaires innovants »

SMR versus AMR + MMR : des niveaux de maturité industrielle très différents

: A. Vargas/IAEA

**Réacteurs conventionnels** : effet de taille avec une (très) forte puissance unitaire mis à profit pour réduire le coût du kWe installé

**Petits réacteurs modulaires** : un modèle économique avec des dispositions particulières pour contrer l'effet de taille

## SMR = Small Modular Reactor (3<sup>ème</sup> génération)

- Technologie maîtrisée REP/REB
- Modularité & fabrication en usine (durée et coût de construction réduits)
- Simplification de l'architecture (moins d'équipements)
- Standard de licensing

## AMR = Advanced Modular Reactor (4<sup>ème</sup> génération)

- Ruptures technologiques
- Caloporteurs: gaz, RNR métal liquide, RNR sels fondus

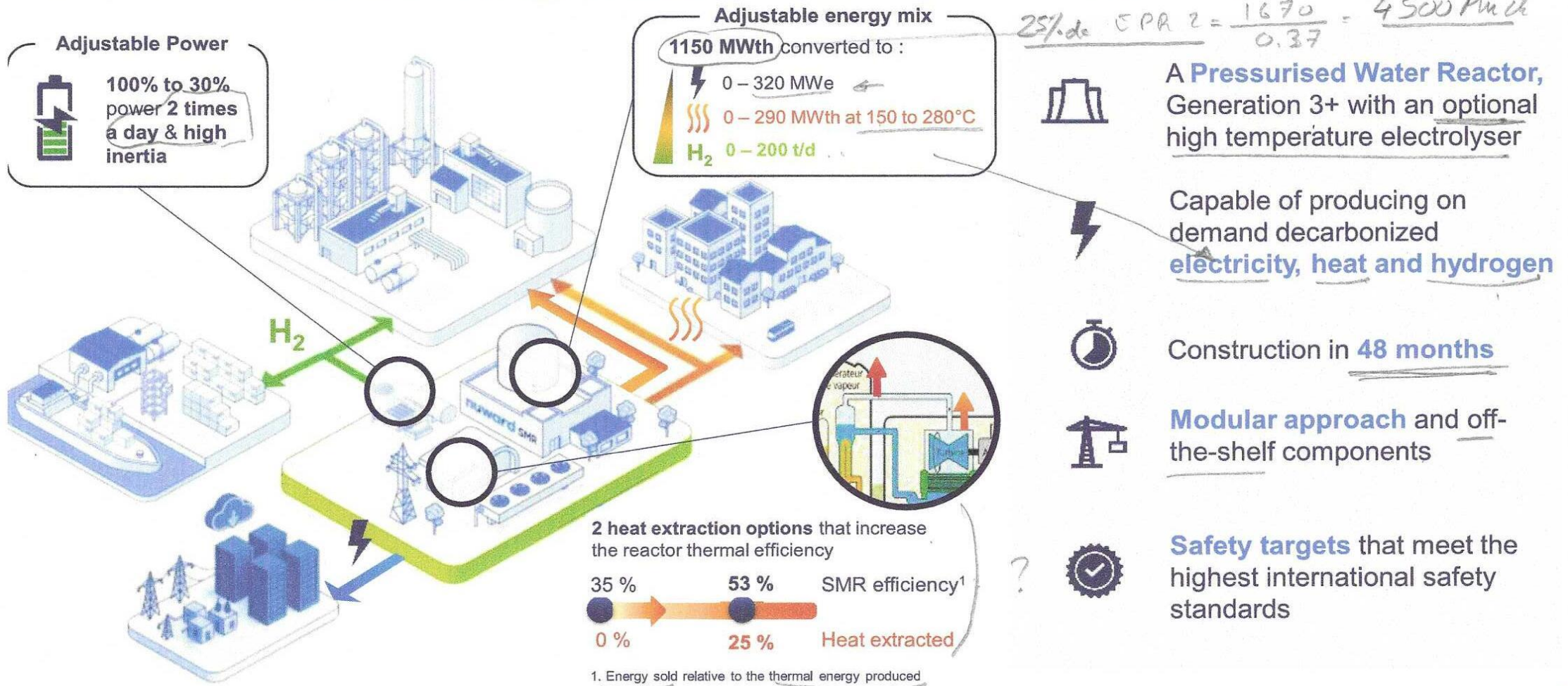
## MMR = Micro Modular Reactor :

- Réacteur de très petite puissance pour la production d'électricité et/ou de chaleur
- Réacteur intégralement transportable, pilotable à distance, avec peu ou pas de zone d'exclusion
- Marchés : sites industriels, zones isolées/îles, transport maritime

**Micro-réacteur pour l'espace** : propulsion ou générateurs électriques pour des bases spatiales

MUWARD

# Our product : a multi-energy platform designed to meet 2030s' demand



L'ASNR juge certains calendriers présentés peu réalistes  
**ont le sentiment d'avoir été instrumentalisés**

**L'adhésion du public** loin d'être gagnée, exploitants privés, pas connus, capacités techniques et financières...

Besoins en France: Data Center (électricité), chaleur urbaine et industrielle

NUWARD (EDF) évaluation des Autorités de Sûreté Européennes