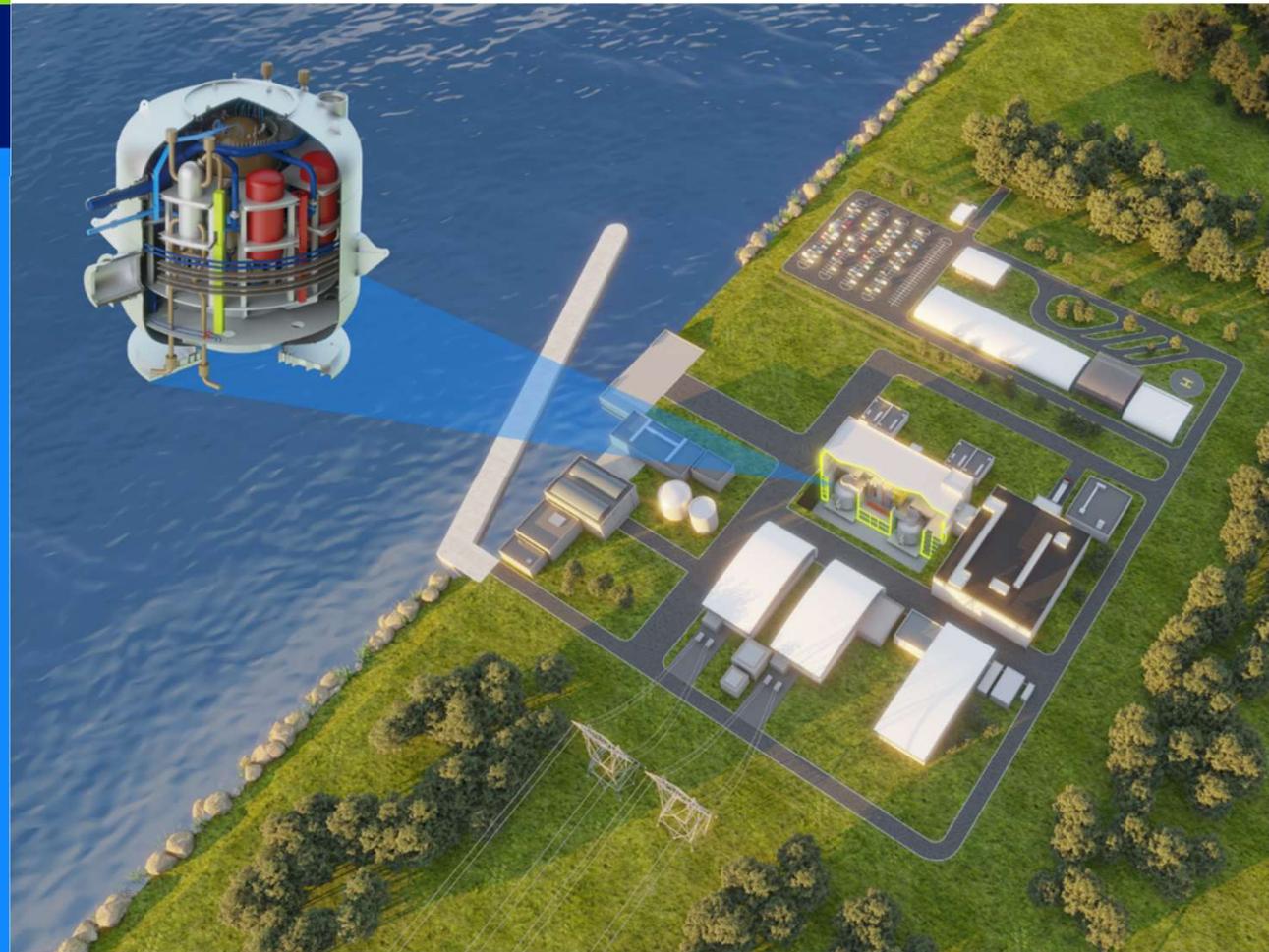




Le projet de SMR NUWARD™

Groupe professionnel Centrale-Energies
18 janvier 2023



NUWARD™ fully benefits
from a unique know-how



EDF se réserve tous les droits sur ce document
et sur les informations qu'il contient.

Toute reproduction, utilisation ou divulgation à des tiers
sans autorisation expresse est strictement interdite.

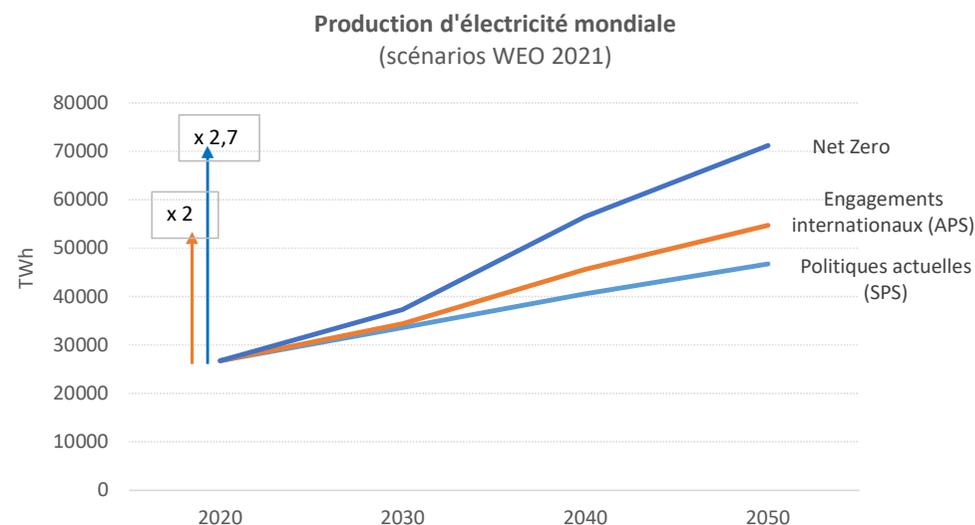
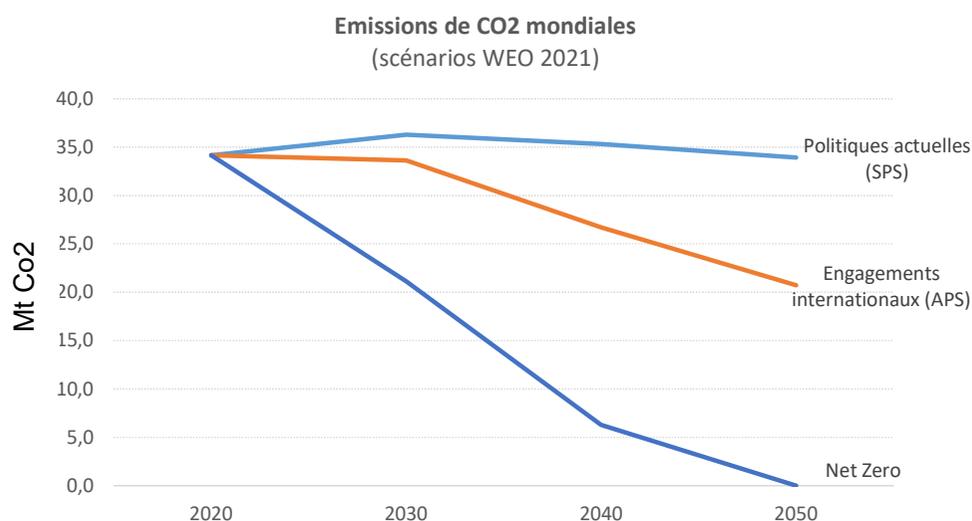


EDF se réserve tous les droits sur ce document et sur les informations
qu'il contient. Toute reproduction, utilisation ou divulgation à des tiers
sans autorisation expresse est strictement interdite



L'urgence climatique nécessite une croissance très forte et soutenue de la production d'électricité décarbonée

Pour rester en-dessous de +2°C, il faut passer de 27 000 TWh en 2020 à 37 000 TWh en 2030 et 71 000 TWh en 2050, soit +170% d'ici 2050. Cela nécessite des investissements massifs, sans commune mesure avec les 20 dernières années.



Trois horizons de temps pour tenir nos ambitions de +1,5°/2°C

- ❖ Un pic d'émissions avant 2030
- ❖ Vers une neutralité carbone en 2050
- ❖ Des émissions négatives post 2050 (scénarios d'overshoot)

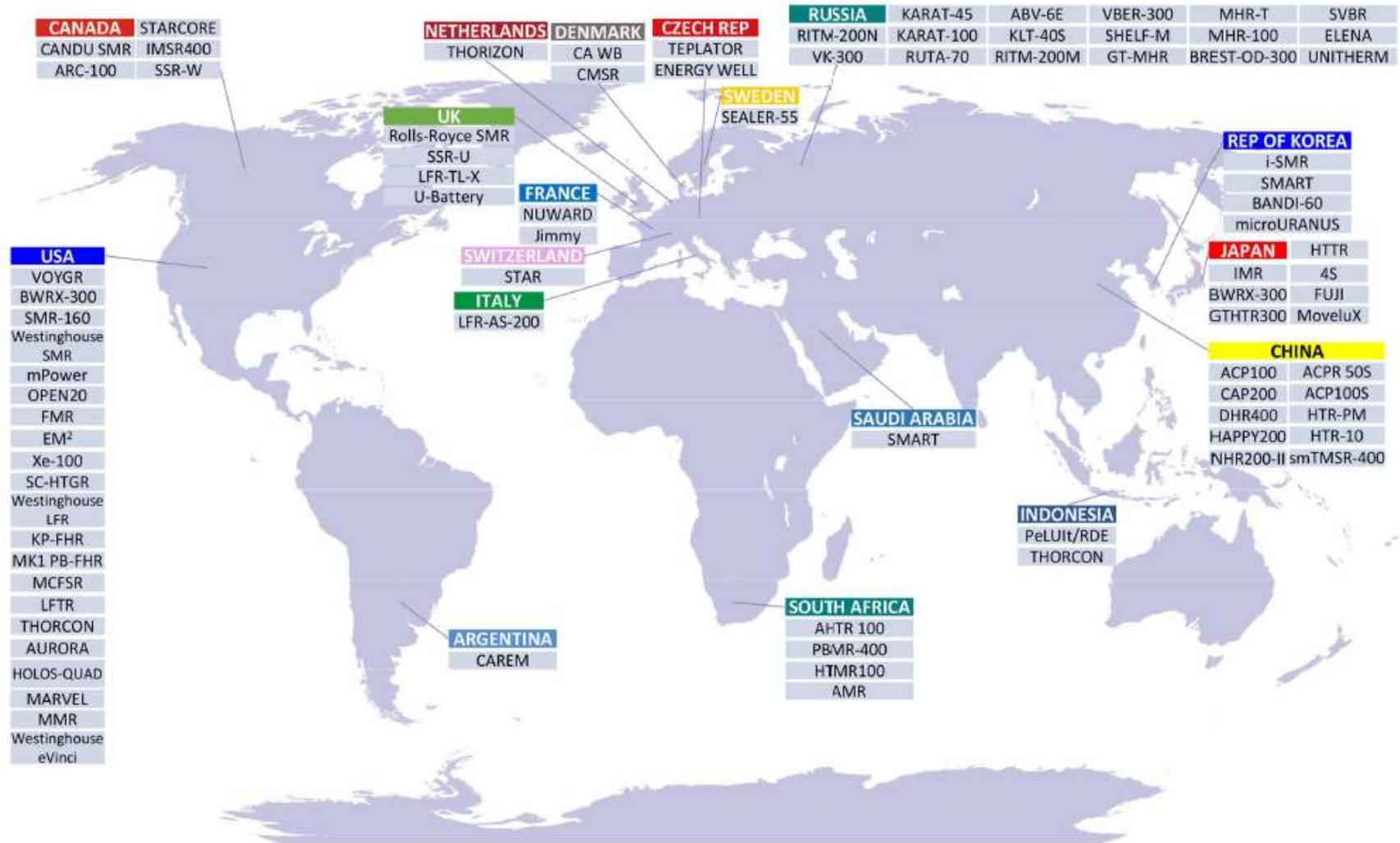
Trois forces motrices derrière cette croissance mondiale

- ❖ Développement et Démographie
- ❖ Renouvellement des capacités
- ❖ Electrification des usages

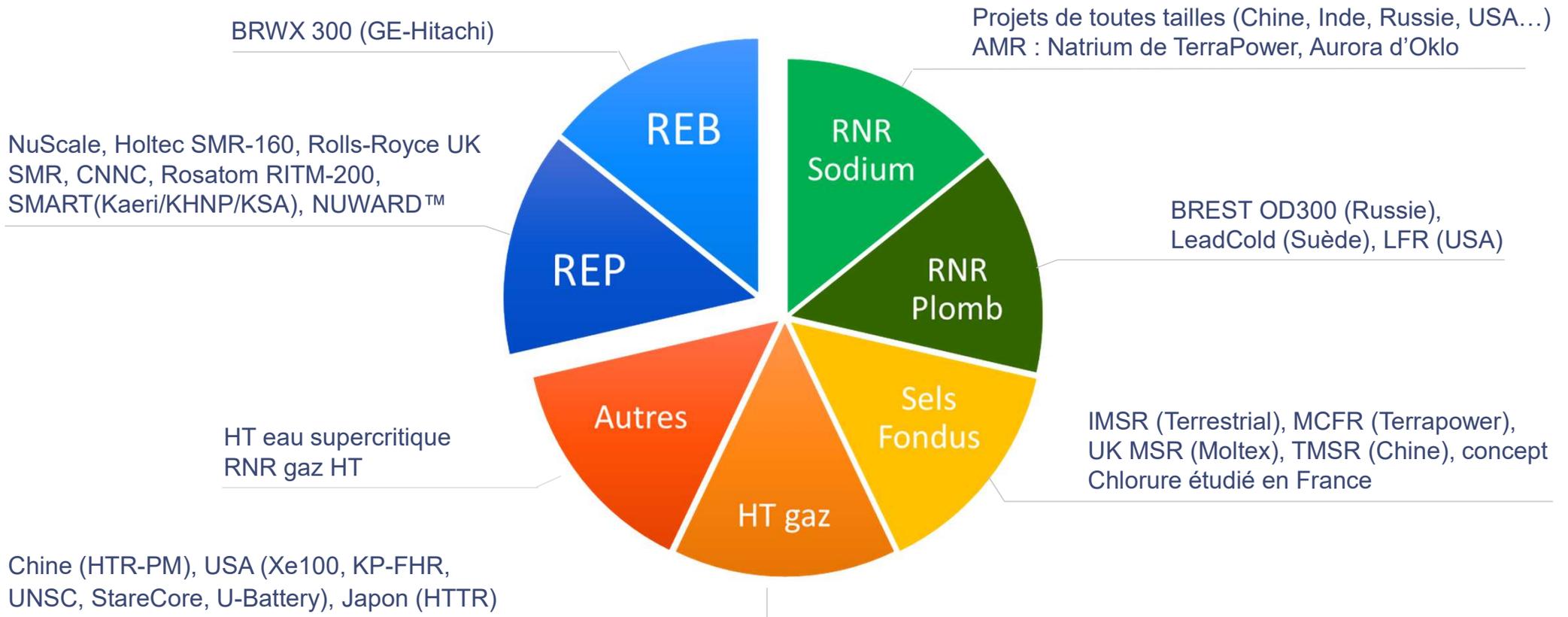
01

SMR, de quoi parle-t-on ?

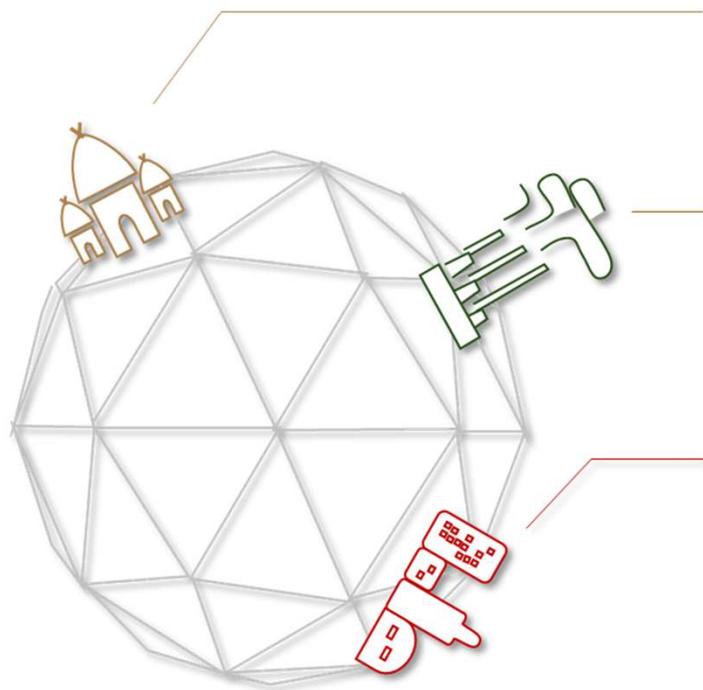
Les technologies SMRs en développement dans le monde



Dans la jungle des SMR... des modèles Gen 3 côtoient des concepts de réacteurs « avancés » sur la base des technologies Gen 4 identifiées depuis longtemps, peu ou pas développées à l'échelle industrielle



2^{ème} facteur d'hétérogénéité : des produits bien distincts selon leur puissance et leurs usages



5 à 15 MWe à destination des besoins hors réseau comme des communautés isolées ou des bases militaires.

15 à 200 MWe, vers des usages chaleur ou/et électricité de sites industriels intensifs en énergie, tels que les mines ou l'extraction de gaz et de pétrole, voire de la production d'hydrogène.

~ 200 à 400 MWe pour la production d'électricité sur des réseaux :

- Remplacement des centrales existantes au charbon ;
- Electrification de villes de taille moyenne et de pôles industriels isolés ;
- Réseaux de capacité insuffisante pour des puissances supérieures.

« Des petits réacteurs plein de promesses »...

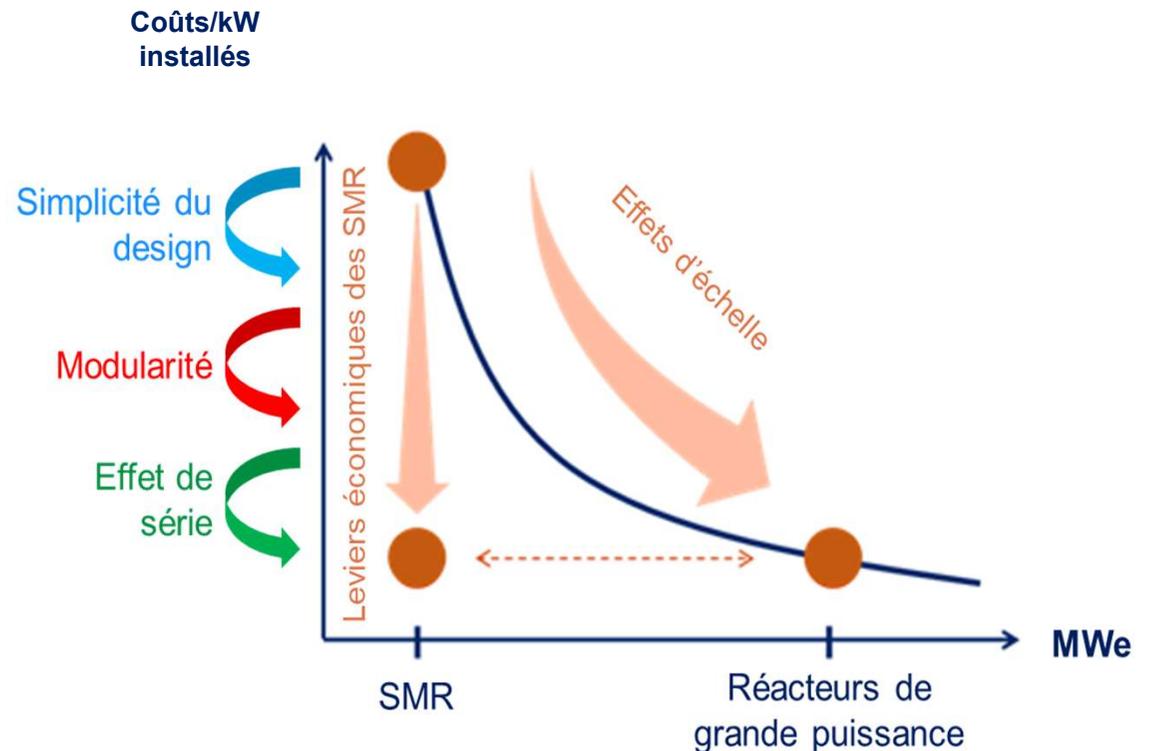
Tous les modèles SMR ont en commun de chercher les avantages d'une taille de réacteur plus modeste, en compensant les pertes d'économies d'échelle, même si la promesse économique est encore à tenir.

Une conception **plus simple** grâce à une taille plus modeste.

Une conception **modulaire** pour réduire les durées et les risques de chantier.

Une **standardisation** forte qui autorise les effets de série (usine & chantier).

Des dispositifs de **sûreté passive**.



De multiples attentes à confirmer vis-à-vis des SMRs

Des avantages uniformément attendus :

- **Sûreté** : réduction des initiateurs (safety by design), dispositifs de sûreté passive et délai de grâce de plusieurs jours, possibilité de réduire la zone d'évacuation d'urgence (EPZ)
- **Compétitivité** : des cibles affichées de 2250 €/kW à 6000 €/kW (mais aucune démonstration à ce jour)
- **Réduction du besoin d'investissement initial** (de l'ordre du Mard€)
- **Réduction des risques associés** (chantier simplifié, produit standardisé en série, pièces forgées plus petites)
- Adaptation aux réseaux de taille moyenne
- Polyvalence pour de multiples besoins industriels (chaleur, électricité, désalinisation, hydrogène)

Et des conditions de succès identifiés depuis plusieurs décennies :

- Standardisation, Modularité, Production optimisée en usine
- Harmonisation des approches de sûreté, 'Joint licensing', équivalences codes et standards



EDF se réserve tous les droits sur ce document et sur les informations qu'il contient.
Toute reproduction, utilisation ou divulgation à des tiers sans autorisation expresse est strictement interdite.

nuward

L'attrait pour les SMRs dans le monde continue à croître de façon très dynamique même si le(s) marché(s) n'existe(nt) pas encore vraiment

Du côté des soutiens politiques et institutionnels :

- Des subventions très élevées aux USA ou au UK, probablement en Russie et en Chine ;
- Complétés par des investissements privés significatifs (fonds, supply chain, utilities) ;
- Aux USA, une stratégie explicite de reconquête du leadership technologique.

Du côté des clients potentiels :

- Le Canada est le plus en avance des pays occidentaux, avec sa roadmap concertée avec les acteurs industriels et la société civile ;
- Aux USA, plusieurs projets sont encore non finalisés dans un contexte de marché non favorable ;
- Les pays d'Europe du Nord et de l'Est vus comme l'un des premiers marchés potentiels (nombreux MoU, stratégies nationales en cours d'élaboration) ;
- De multiples pays émergents ou en développement intègrent les SMRs comme une possibilité d'entrer dans le nucléaire civil.



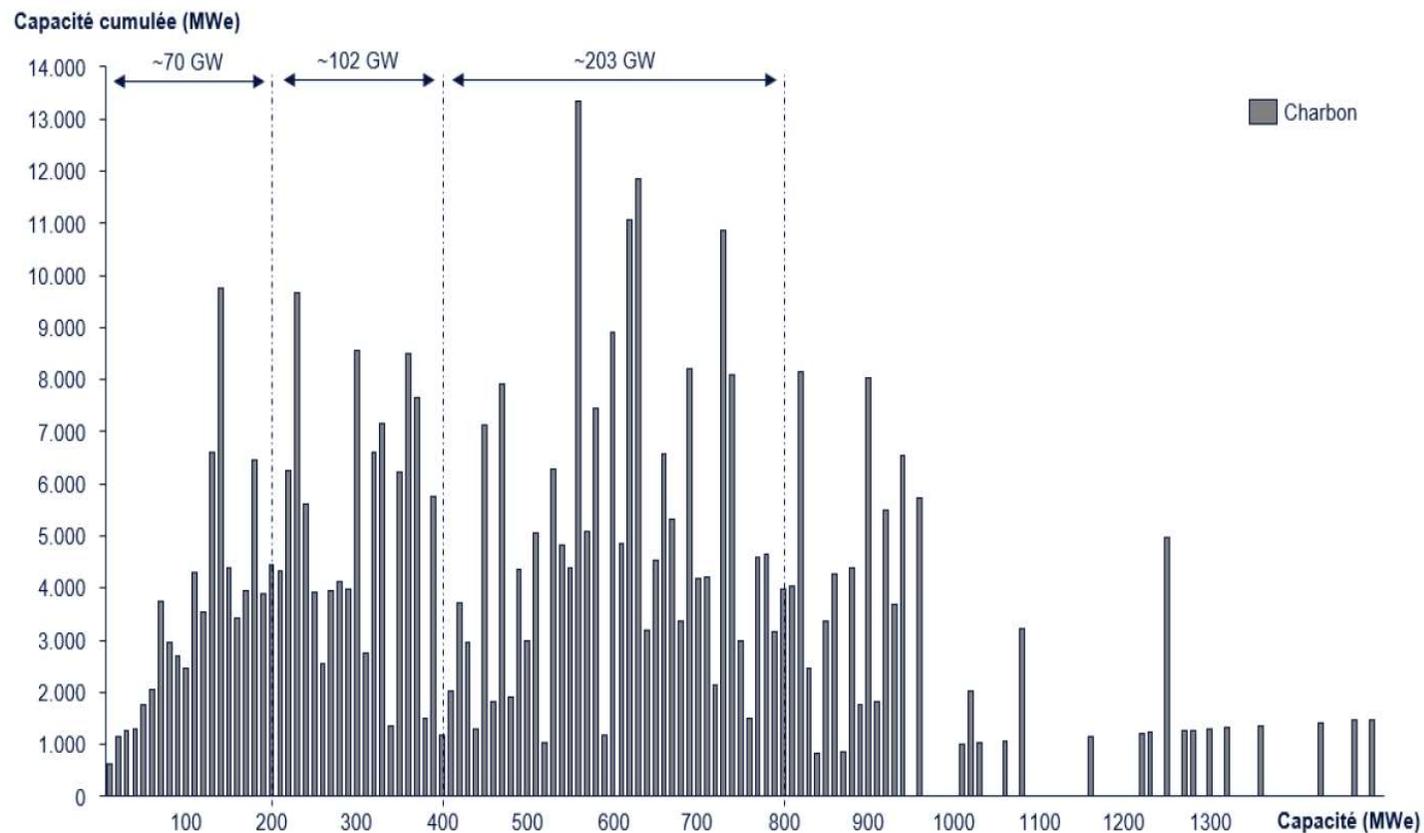
EDF se réserve tous les droits sur ce document et sur les informations qu'il contient.
Toute reproduction, utilisation ou divulgation à des tiers sans autorisation expresse est strictement interdite.

nuward

Un marché potentiel très profond

Les pays ouverts au nucléaire (déjà nucléarisés et sans décision de sortie, nouveaux entrants, pays fortement intéressés) représentent plus de 3300 tranches charbon

- dont plus de $\frac{3}{4}$ ont une capacité inférieure à 400 MW
- dont environ 60% ont un âge supérieur à 20 ans, 30% supérieur à 40 ans.



02

Le produit NUWARD™

Le SMR européen



EDF se réserve tous les droits sur ce document et sur les informations qu'il contient. Toute reproduction, utilisation ou divulgation à des tiers sans autorisation expresse est strictement interdite



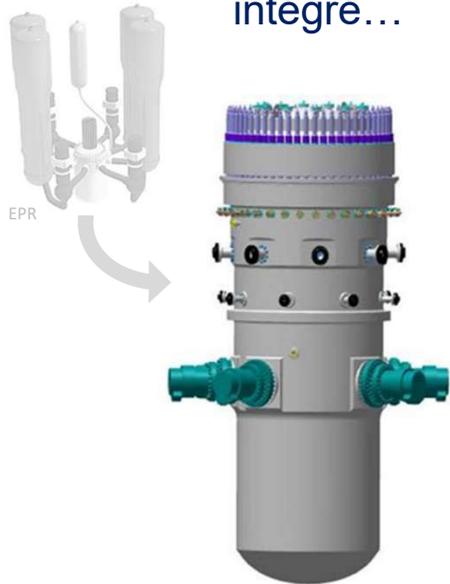
Principales caractéristiques de NUWARD™

-  Une puissance nominale de 340 MWe (2 réacteurs intégrés de 540 MWth, combustible UO2 enrichi à moins de 5%).
-  Design modulaires et standardisé, pour un assemblage en usine et un délai de chantier réduit au maximum.
-  Sûreté passive pour garantir l'absence de contre-mesures au-delà des limites du site (incl. en postulant une situation accidentelle).
-  Optimisation de l'intégration dans le paysage et de l'impact environnemental.
-  Design international pour satisfaire les exigences de multiples autorités de sûreté sans re-design important.
-  Cible de 1^{er} béton de la centrale de référence en France en 2030.
-  Polyvalence by-design pour l'usage en cogénération, production d'hydrogène, désalinisation, capture et valorisation du CO₂.

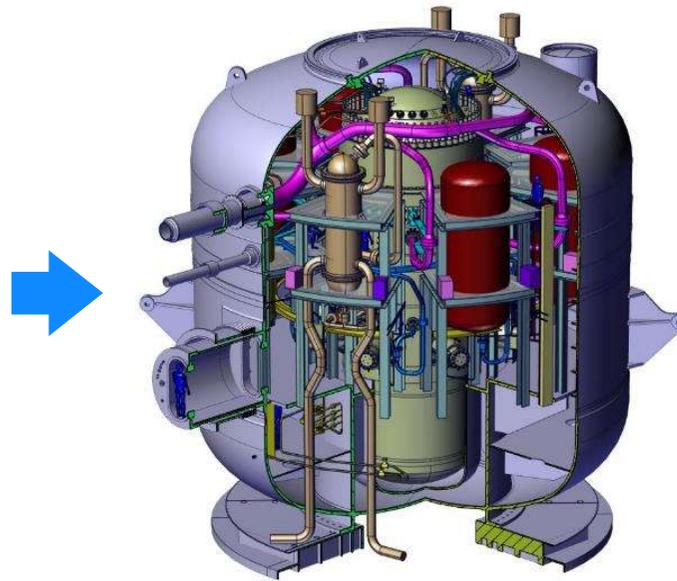
NUWARD™, un réacteur de **génération III+** conçu à partir des meilleurs standards de sûreté

Le produit NUWARD™

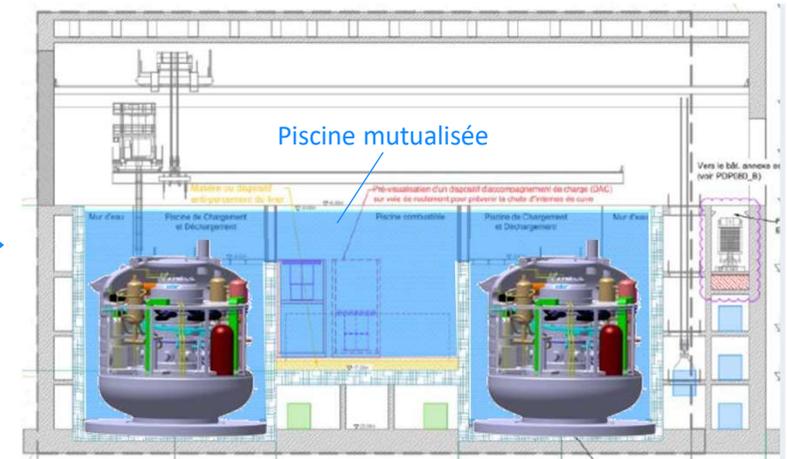
Un réacteur intégré...



...dans une enceinte métallique immergée dans un bassin d'eau



... installé dans un îlot nucléaire comprenant 2 réacteurs de 170MWe et une piscine d'entreposage



Une centrale de 340 MWe comprenant 2 réacteurs intégrés

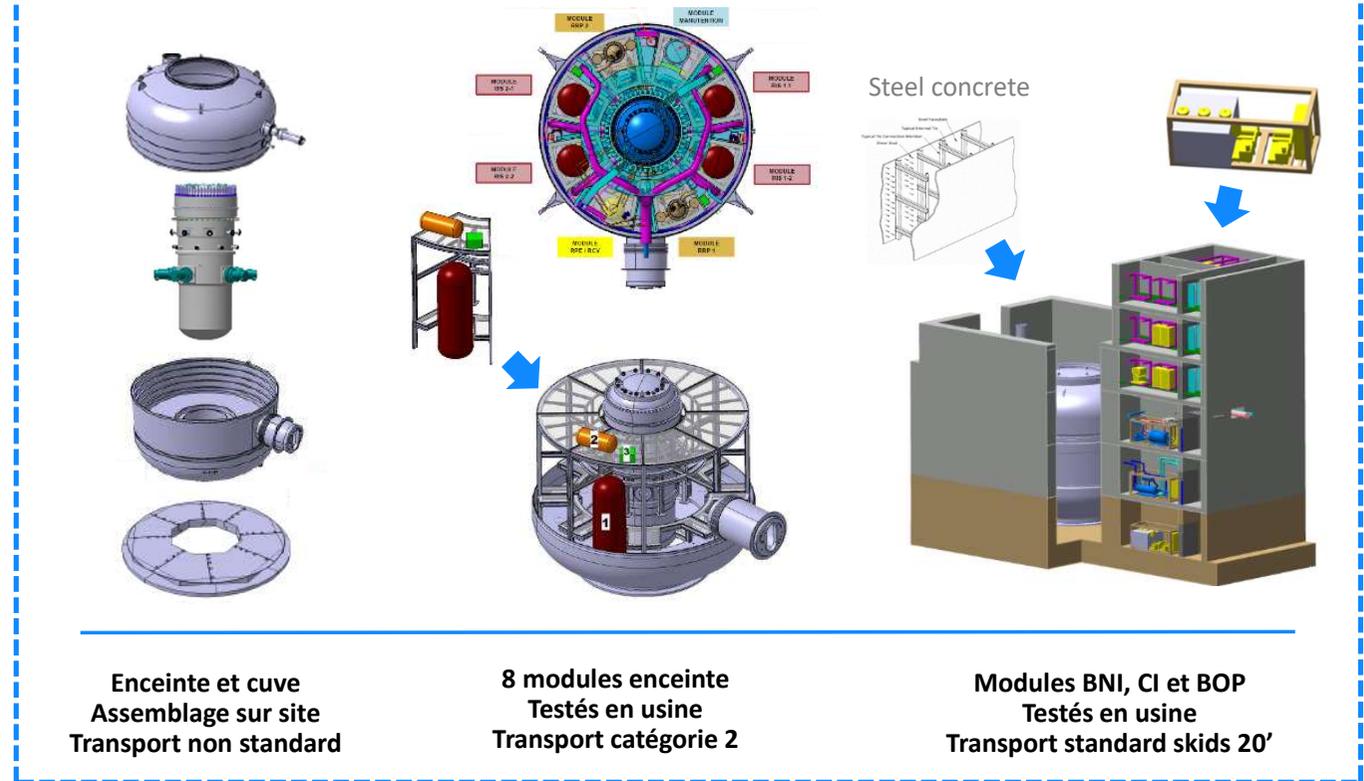
Enjeux de modularité / standardisation

**Modularité / standardisation :
une approche intégrée dès la
phase de pré-APS.**

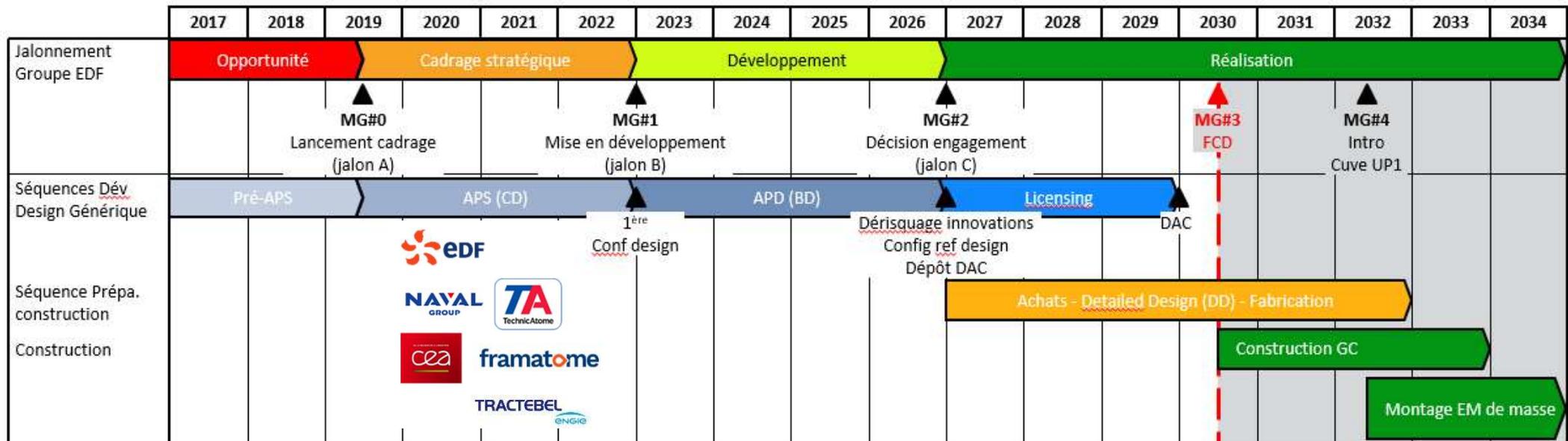
Evaluation au fil de l'eau des gains attendus par ces approches :

- Maîtrise industrielle ;
- Maîtrise du planning de développement et de construction ;
- Réduction des risques de montage sur site ;
- Réduction des coûts d'investissement et d'exploitation.

Principes de modularité



Planning du projet NUWARD™



- Soutien public pour la phase APS : 50M€, réaffirmé en septembre 20, confirmé sous forme de subvention en mars 2021, notification partie en octobre 2021, instruction en cours.
- Soutien public des phases suivantes (50% Basic design, 25% Detailed design) dans le cadre de France 2030

INAB : International NUWARD Advisory Board

Création du comité consultatif international NUWARD™ rassemblant des représentants hautement qualifiés du monde de l'industrie et de la recherche, qui aura pour fonction d'apporter des conseils sur le développement de NUWARD™.



POLITECNICO
MILANO 1863



EDF se réserve tous les droits sur ce document et sur les informations qu'il contient. Toute reproduction, utilisation ou divulgation à des tiers sans autorisation expresse est strictement interdite



NUWARD fait l'objet d'une pré-évaluation conjointe par 3 Autorités de sûreté européennes



EDF se réserve tous les droits sur ce document et sur les informations qu'il contient. Toute reproduction, utilisation ou divulgation à des tiers sans autorisation expresse est strictement interdite

- Favoriser la collaboration internationale pour la sûreté et le licensing
- Créer les conditions d'un licensing européen

Merci



nuward