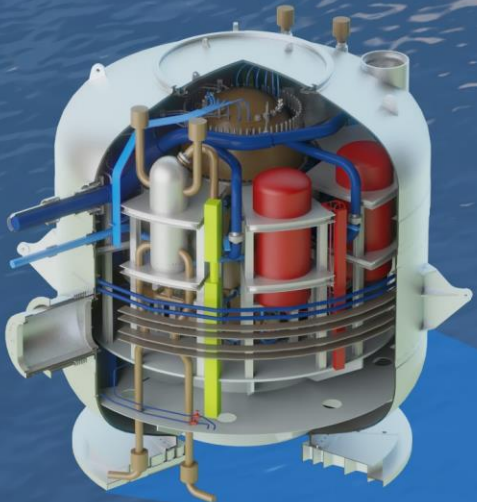


# Présentation SMR - SFEN BFC

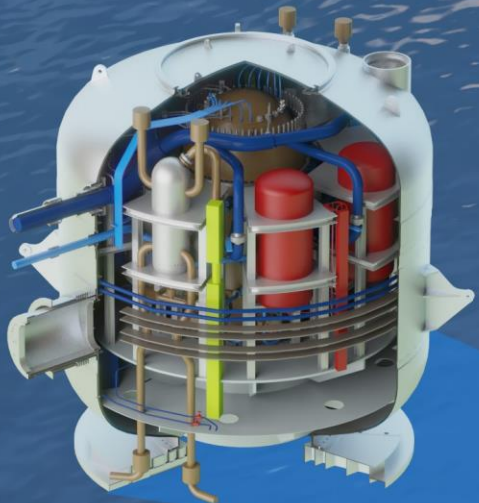
UTB Chalon, 15 décembre 2021



NUWARD™ est développé par un consortium  
de spécialistes du nucléaire conduit par EDF



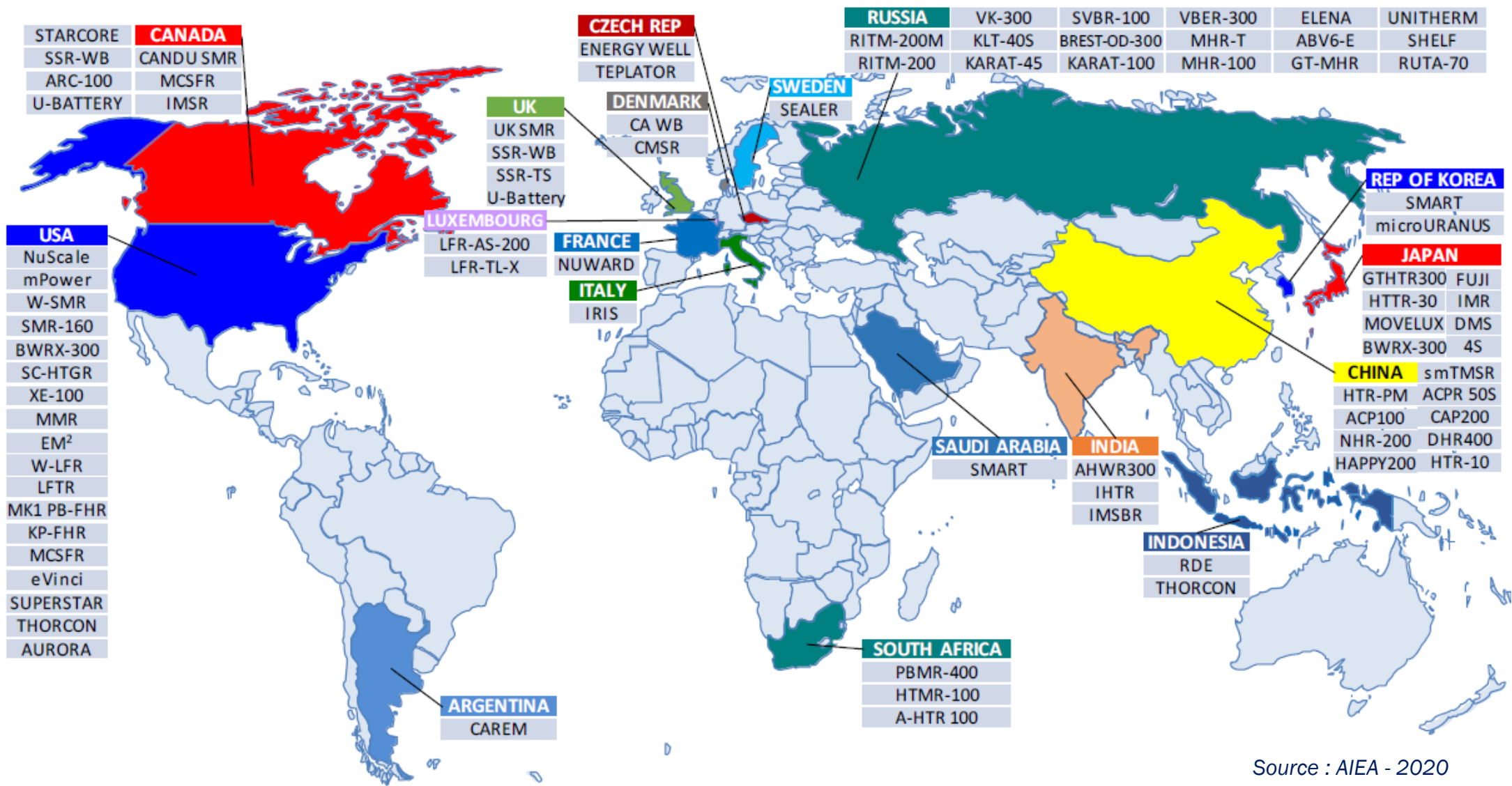
# SMRs : de quoi parle-t-on ?



# La course aux SMRs lancée aux USA au début de la décennie 2010-2020

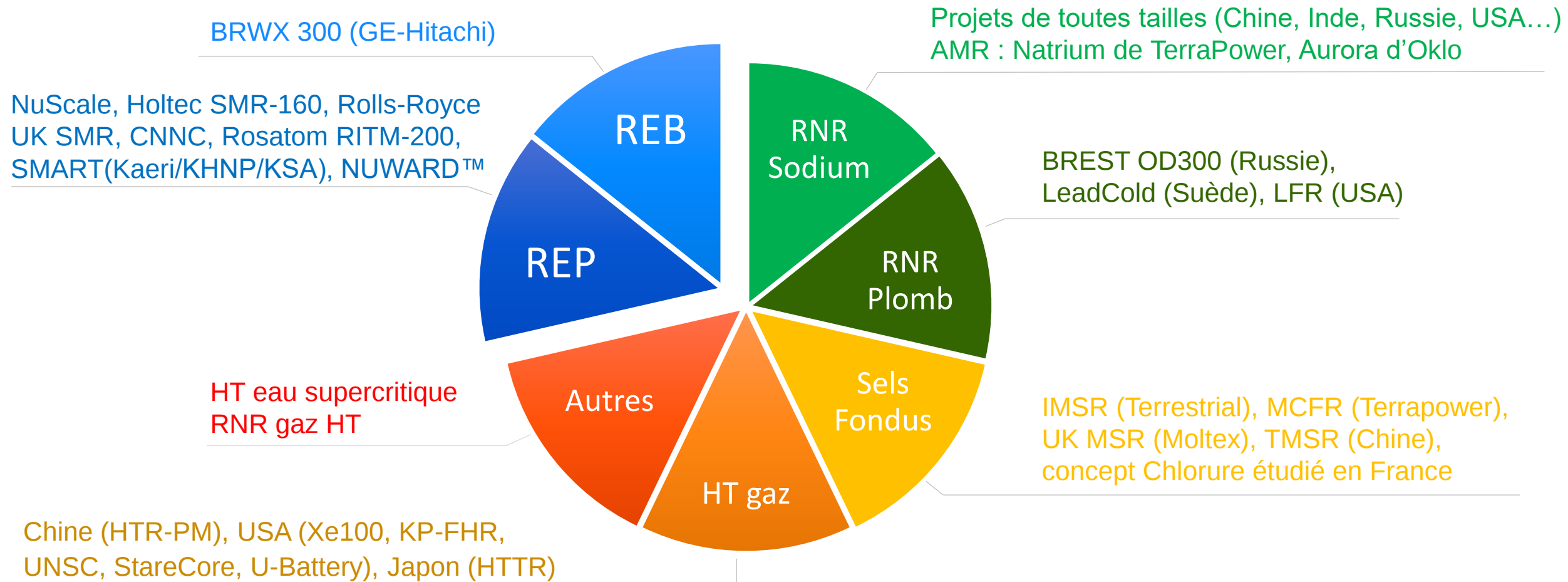
- 2011 : Stratégie industrielle **sur le nucléaire des USA**
- **Les enjeux des SMRs sont déjà clairement identifiés** : sûreté passive, challenge économique, effet de série
- NuScale se distingue en tant que structure nouvelle
- En 2015, la littérature recense 12 PWR en cours de design, aux USA, en Chine, en Argentine, au Brésil, en Russie, en France, en Corée et au Japon.
- Aujourd'hui environ 70 projets recensés par l'AIEA avec des puissances et des niveaux de maturité disparates ...

# Les technologies SMRs en développement dans le monde

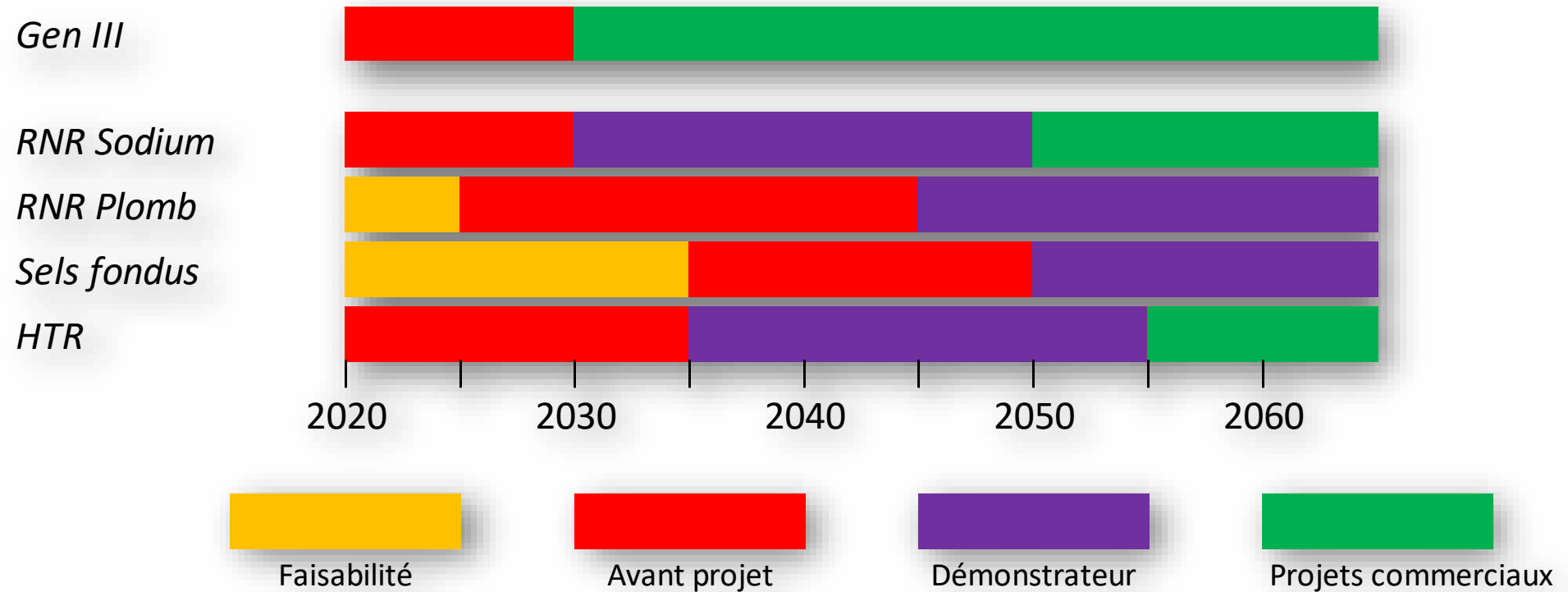


Source : AIEA - 2020

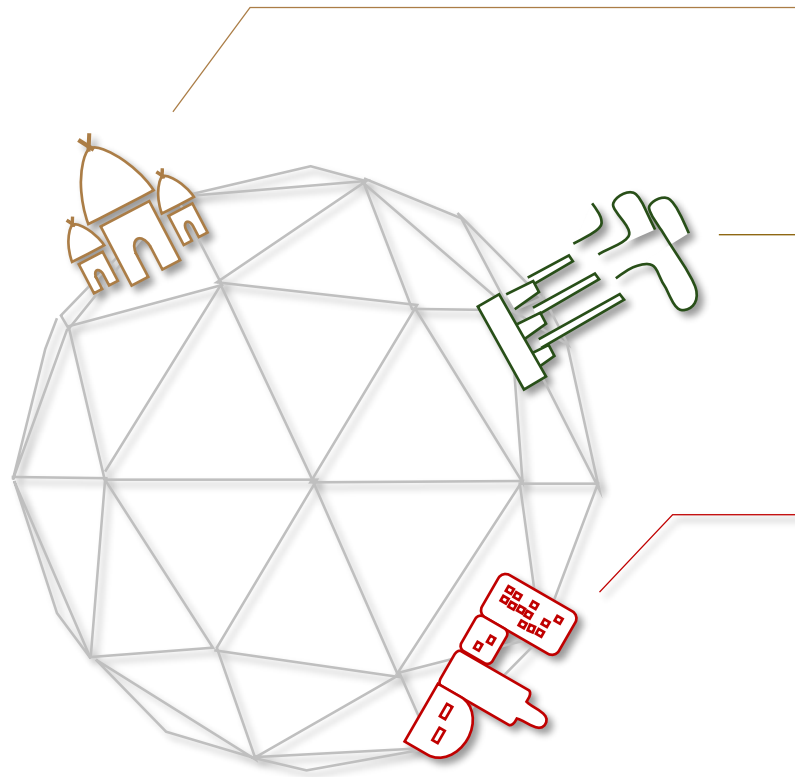
# Dans la jungle des SMRs...



# La maturité prévue à l'horizon 2030



## 2<sup>ème</sup> 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.

# La « roadmap SMR » du Canada est emblématique de cette diversité

## Schistes bitumineux

- Puissance moyenne de 210 MWe
- Besoins en chaleur et électricité



Segment 15 à 200 MWe

## Communautés et sites miniers isolés

- 79 communautés isolées (> 1 MWe)
- 24 sites miniers non connectés



Segment 5 à 15MWe

## Vapeur à haute T° pour l'ind. lourde

- 85 sites : produits chimiques, raffinage
- Puissance moyenne de 25-50 MWe



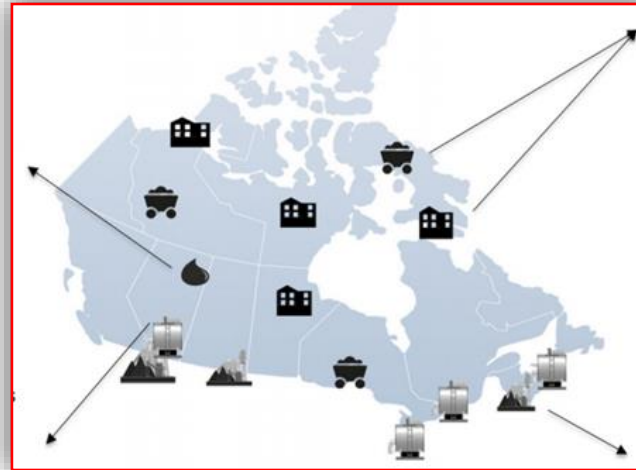
Segment 15 à 200 MWe

## Remplacement des centrales à charbon

- 29 centrales au Canada sur 17 sites
- Puissance moyenne de 343 MWe



Segment 200 à 400 MWe



# Une dynamique favorable pour les SMRs vs des marchés qui n'existent 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.

# Une dynamique favorable pour les SMRs vs des marchés qui n'existent 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 :

- Canada: le plus en avance des pays occidentaux
- USA: plusieurs projets sont encore non finalisés dans un contexte de marché non favorable ;
- Pays d'Europe du Nord et de l'Est: un des premiers marchés potentiels
- Pays émergents ou en développement: opportunité pour entrer dans le nucléaire civil

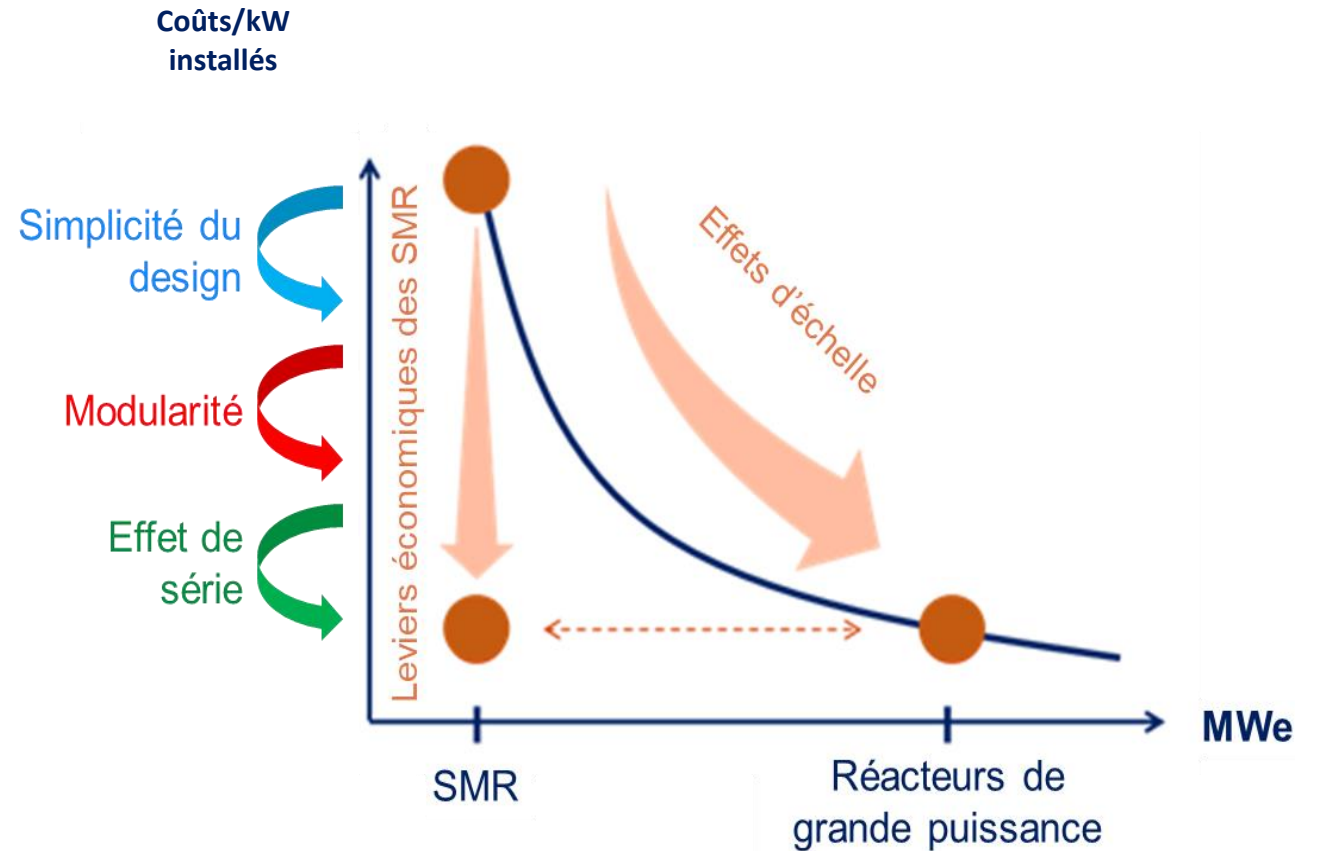
# « Des petits réacteurs plein de promesses »...

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

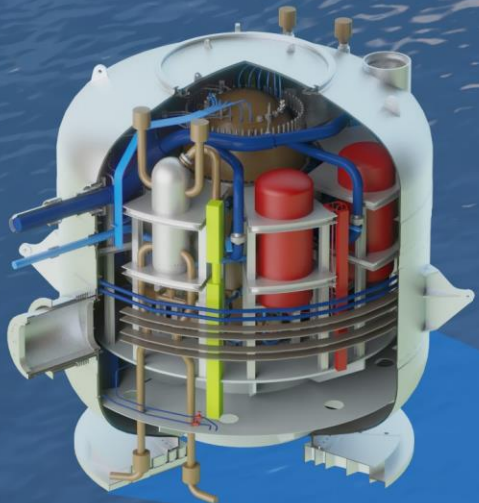
Une conception **modulaire** pour réduire les durées et les risques de chantier.

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

Des dispositifs de **sûreté passive**.

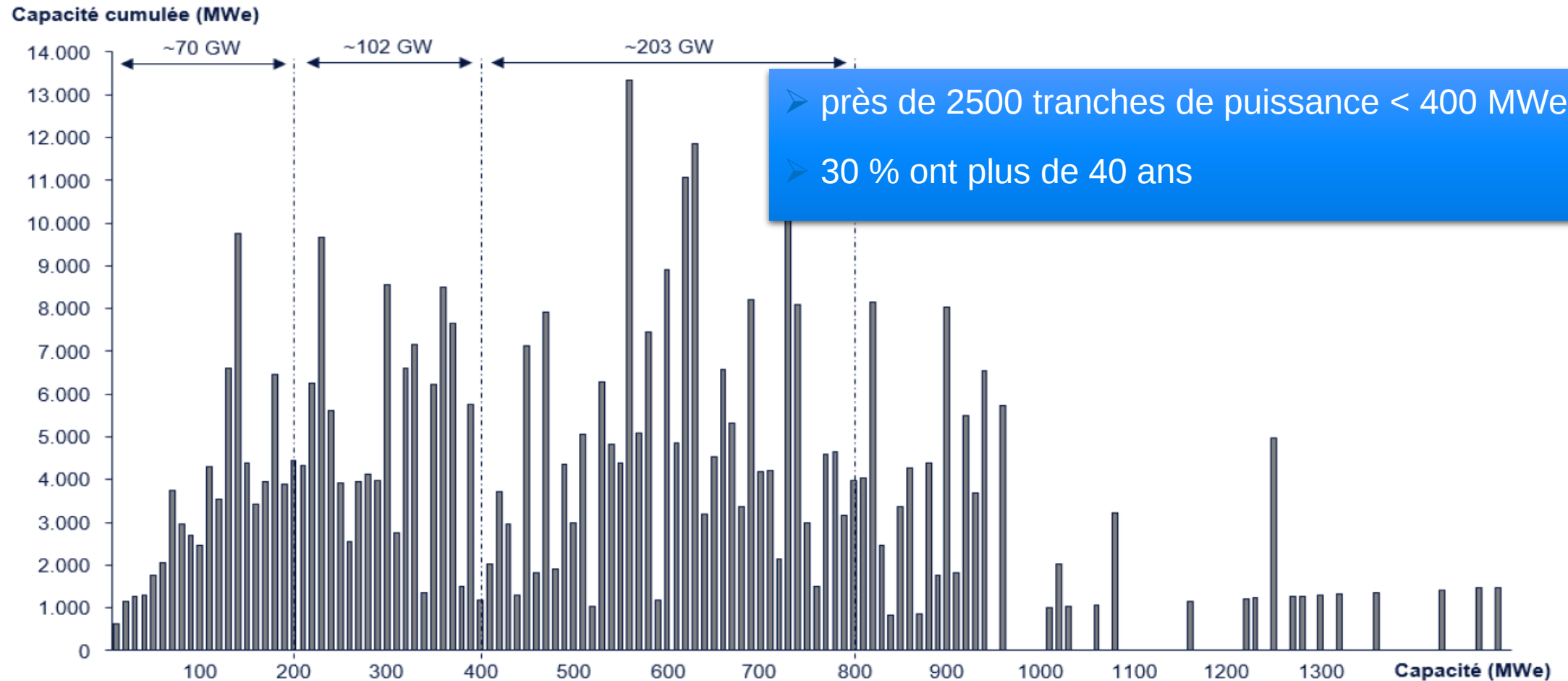


# Le produit **nuward**



# La cible : Segment 200 – 400 MWe

## ... un besoin considérable de capacités électrogènes décarbonées



# Les 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 redesign important.
-  Cible de 1<sup>er</sup> 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

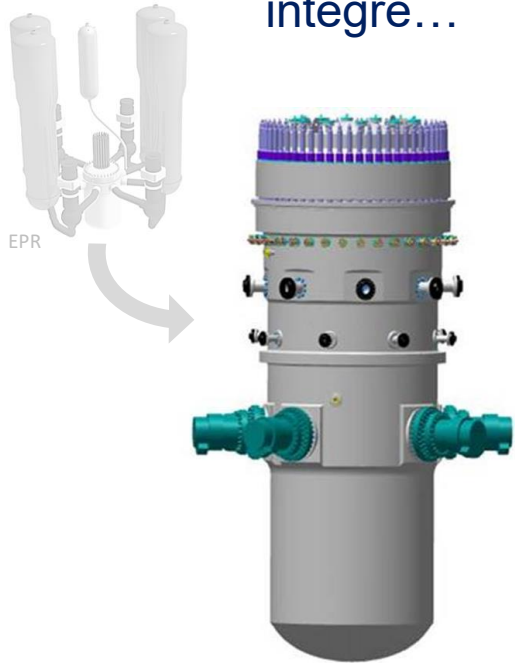


# TechnicAtome chaudiériste de NUWARD™

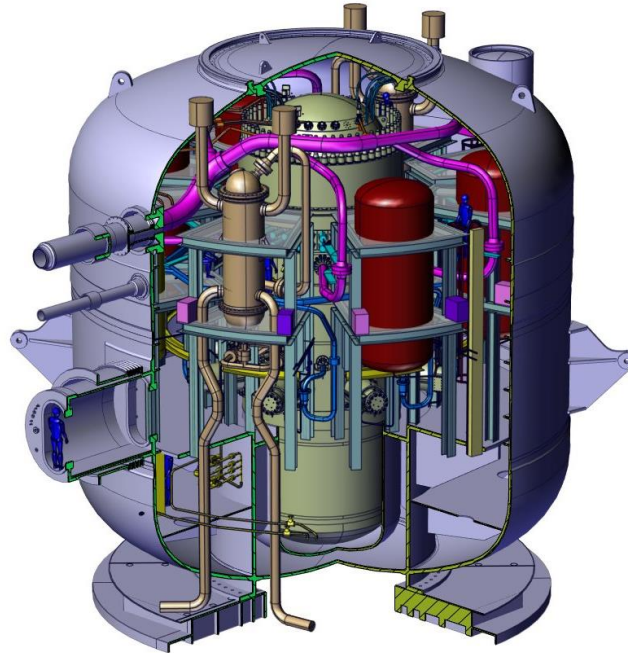
Un réacteur  
intégré...

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

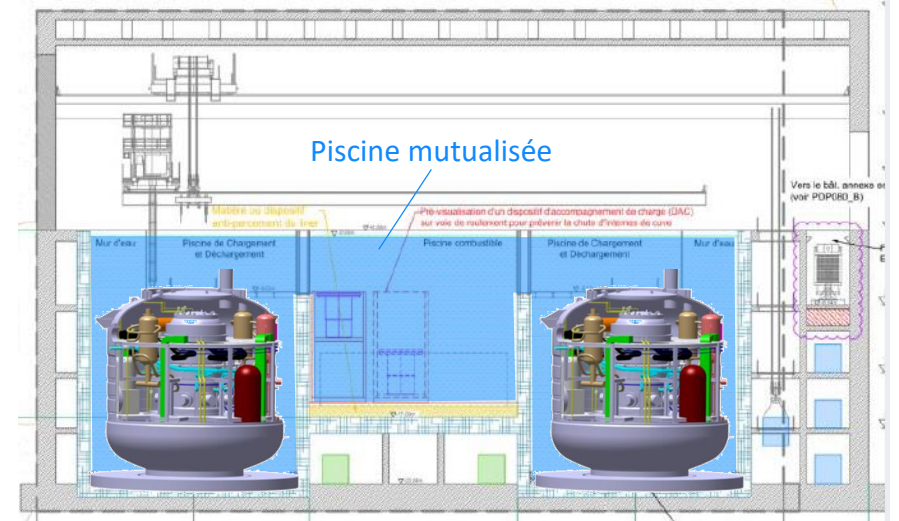
... placé dans un îlot nucléaire  
comprenant 2 réacteurs de 170MWe  
et une piscine d'entreposage



Réacteur I54



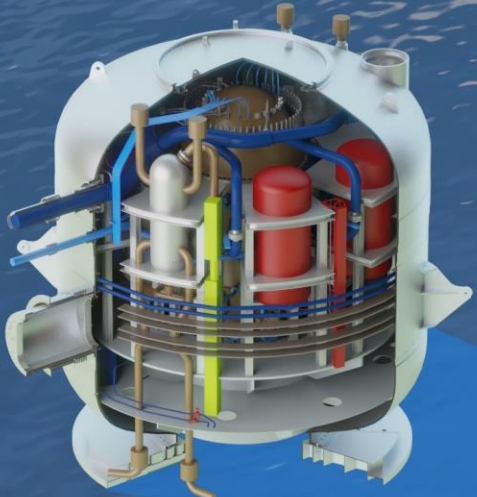
NSSS – périmètre TechnicAtome



Îlot Nucléaire

Une centrale de 340 MWe comprenant 2 réacteurs intégrés

# Quelques mots sur TechnicAtome



# TechnicAtome

Les réacteurs nucléaires compacts

---



Propulsion nucléaire &  
Défense



Réacteurs &  
Installations nucléaires



Conception, réalisation, mise  
en service et maintien en  
conditions opérationnelles  
des réacteurs compacts



Des solutions et des produits  
qui répondent aux plus hauts  
standards de sûreté et de  
disponibilité



Une expertise en ingénierie  
nucléaire pour réacteurs,  
combustibles et installations  
associées

# TechnicAtome

## Notre profil

### Chiffres clés



**1 800**

SALARIÉS SUR 9 SITES



**400/450 M€**

CHIFFRE D'AFFAIRES EN MOYENNE ANNUELLE



**1 Md€**

CARNET DE COMMANDES EN MOYENNE ANNUELLE

### Actionnariat



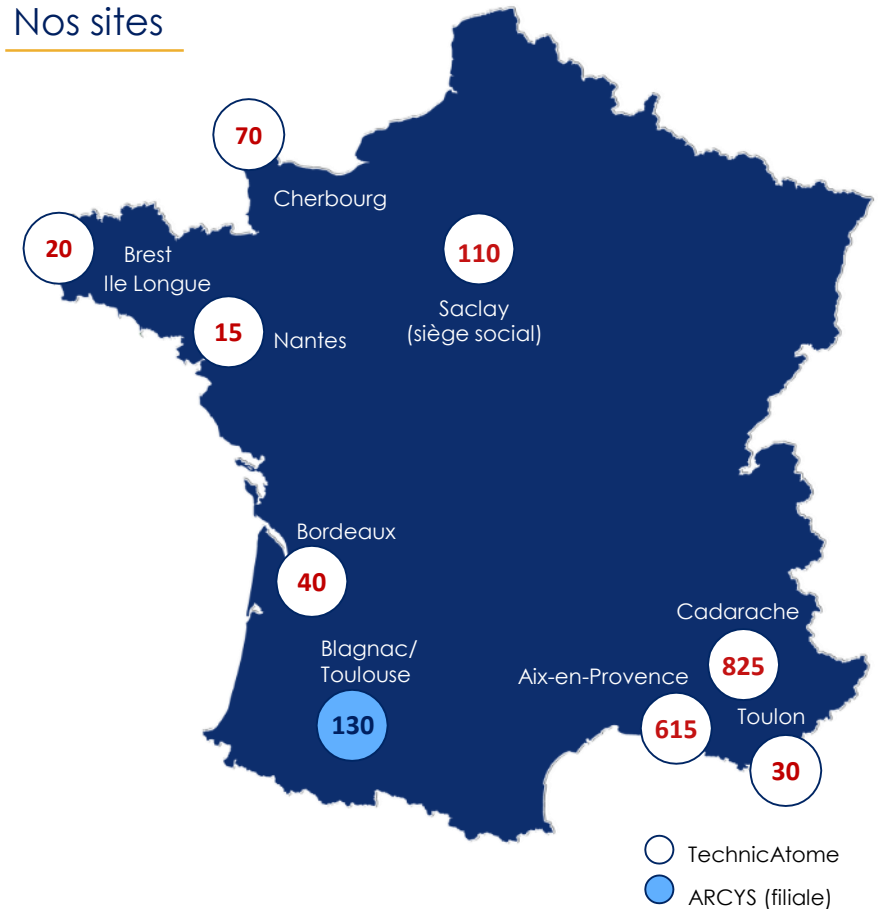
AGENCE DES  
PARTICIPATIONS  
DE L'ÉTAT



**NAVAL**  
GROUP



### Nos sites





## Nos principales réalisations



### ➤ PROGRAMME RES

Conception et réalisation du réacteur d'essais à terre de propulsion navale sur le site du CEA Cadarache



### ➤ PROGRAMME BARRACUDA

Conception et réalisation des réacteurs nucléaires de propulsion des prochaines générations de sous-marins (SNA de type Barracuda et SNLE)

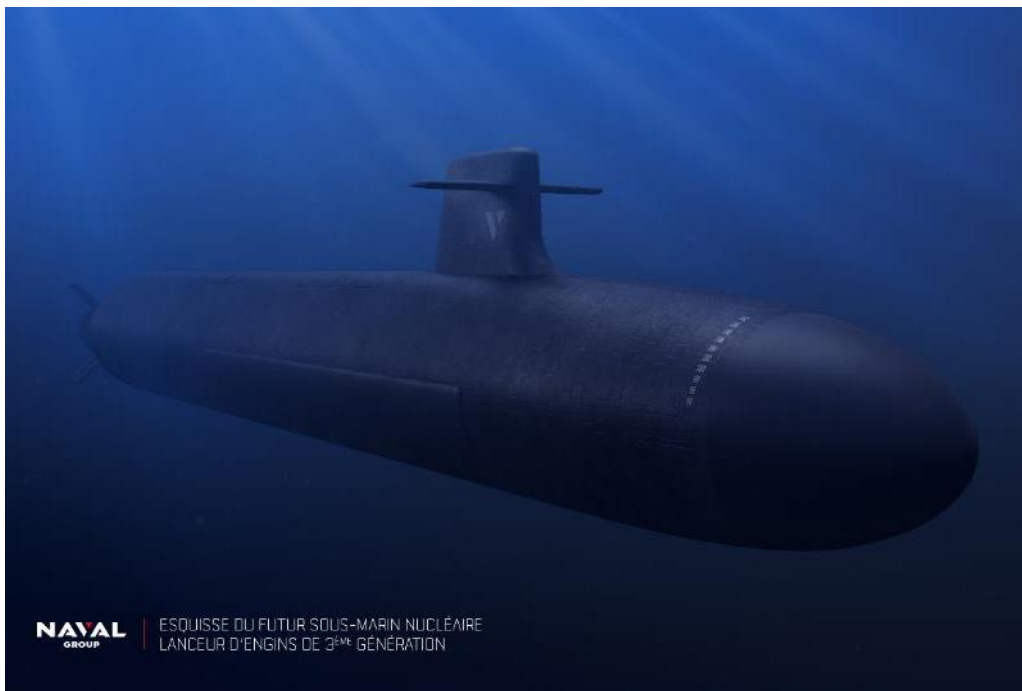


### ➤ PORTE-AVIONS CHARLES DE GAULLE

Développement, réalisation et soutien en exploitation des chaufferies nucléaires du porte-avions Charles de Gaulle



## Nos principaux projets



### ➤ SOUS-MARIN NUCLÉAIRE LANCEUR D'ENGINS 3<sup>ème</sup> GÉNÉRATION

Développement, qualification et réalisation des chaufferies des SNLE de 3<sup>ème</sup> génération et de leur système de soutien, pour remplacer les SNLE de la classe « Le triomphant »



### ➤ PORTE-AVIONS NOUVELLE GÉNÉRATION

Développement de la chaufferie nucléaire embarquée K22 pour le futur porte-avions de nouvelle génération, successeur du Charles de Gaulle à l'horizon 2038



## Nos principaux projets



### > RÉACTEUR JULES HOROWITZ

Pilotage du projet avec le CEA incluant la conception de l'installation. Concepteur et constructeur des équipements primaires (Bloc réacteur)

### > SMR – NUWARD™

Conception et développement d'un petit réacteur de puissance modulaire (SMR) en partenariat avec EDF, le CEA et Naval Group

### > CCM - HINKLEY POINT C - Conception et ingénierie des systèmes de contrôle-commande analogiques

## ASSISTANCE À LA MAÎTRISE D'OUVRAGE DES INFRASTRUCTURES

TechnicAtome accompagne le Service des Infrastructures de la Défense (SID) sur les bases navales de Toulon et de Brest, pour l'adaptation des installations d'accueil et de soutien des sous-marins nucléaires

## ASSISTANCE À L'INGÉNIERIE ET À L'EXPLOITATION DU LASER MÉGAJOULE (LMJ)

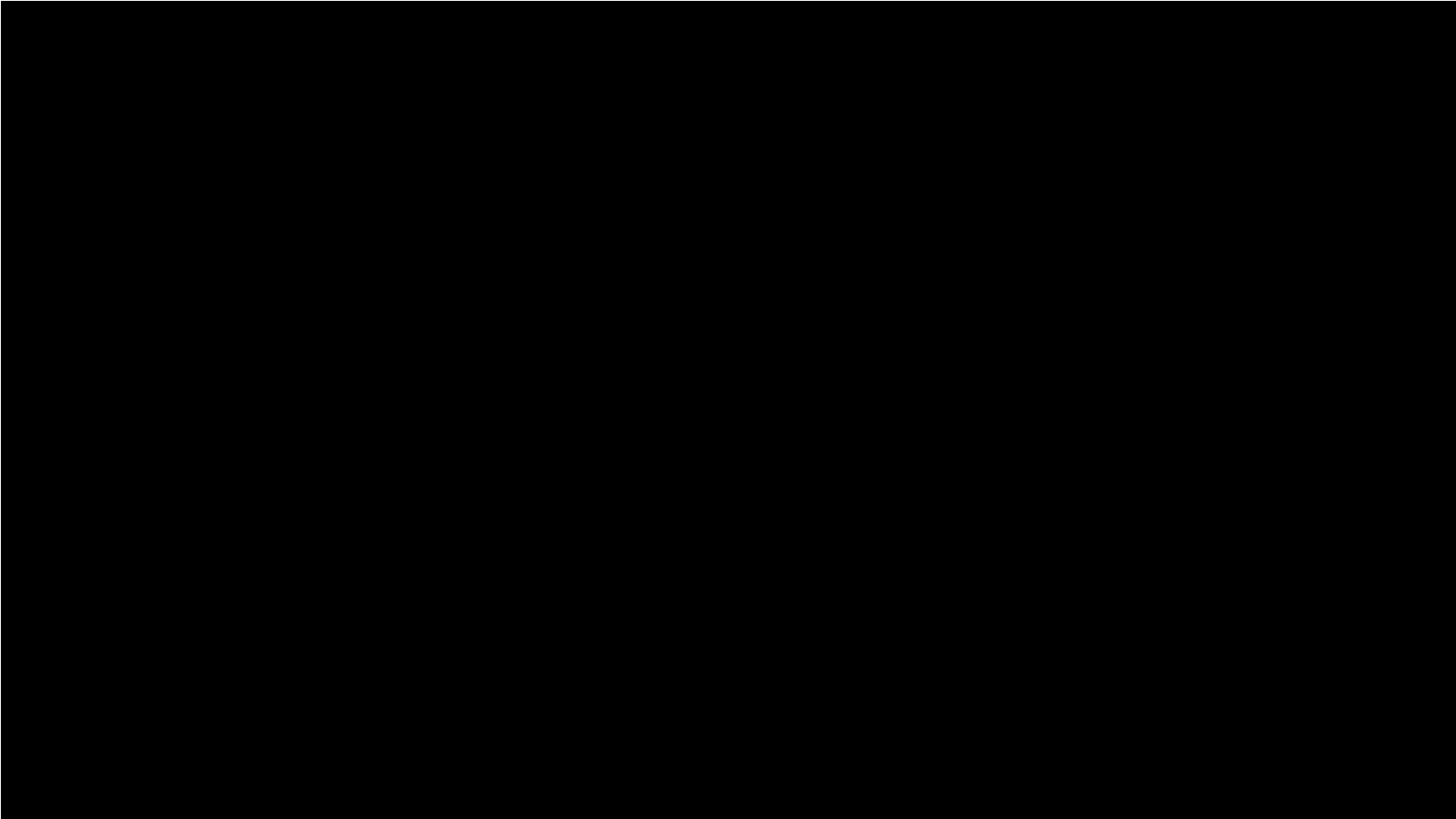
Support pour l'ingénierie des phases de conception, de réalisation, de mise en service et d'exploitation

# INGÉNIERIE DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES DE DÉFENSE

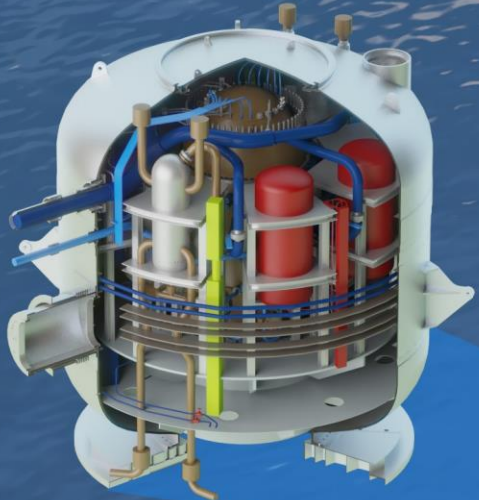
---



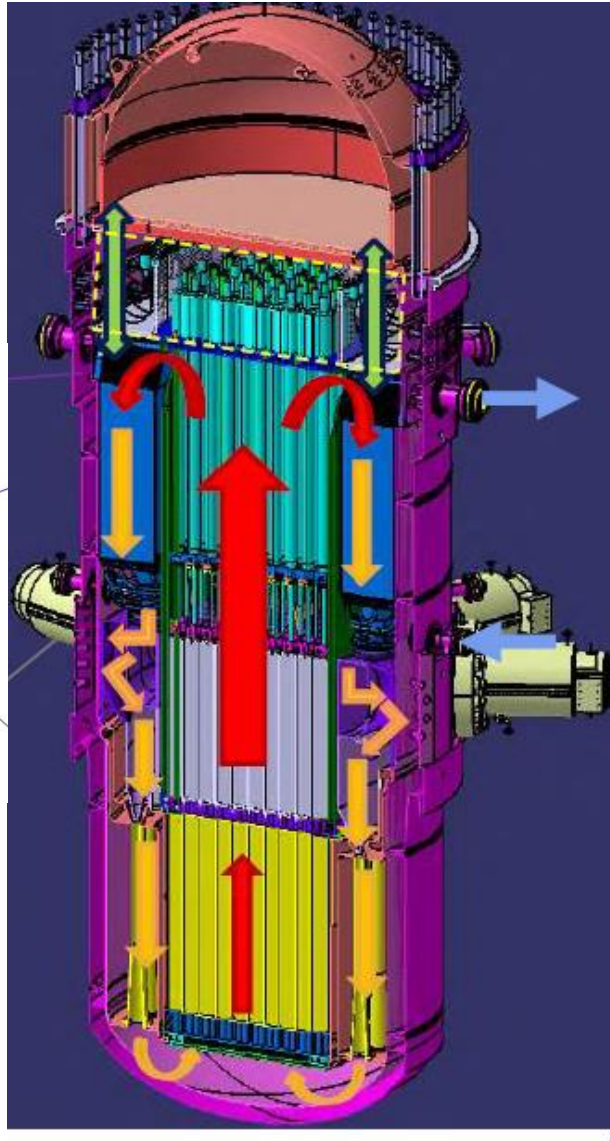
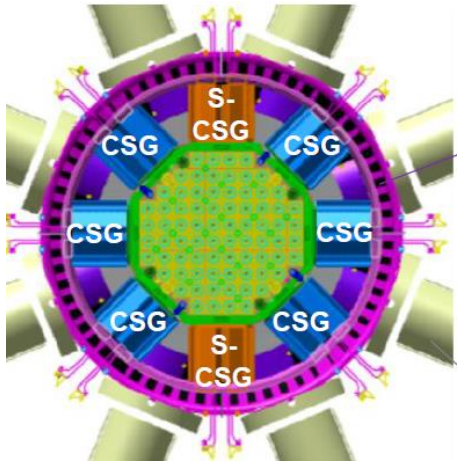
## Présentation générale de TechnicAtome en film



# Focus sur le Réacteur I-54

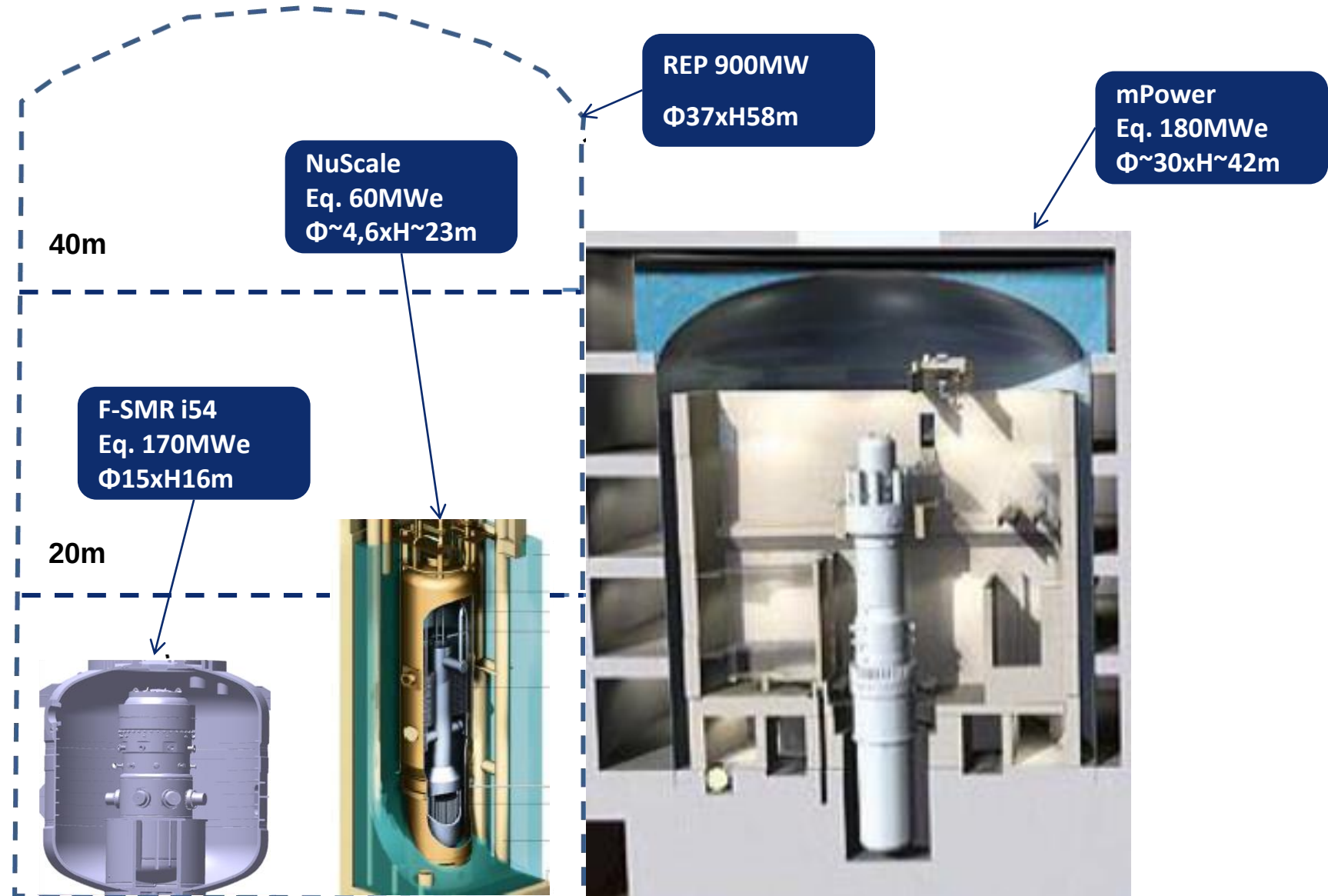


# Un réacteur intégré I-54 qui repose sur une base de conception maîtrisée

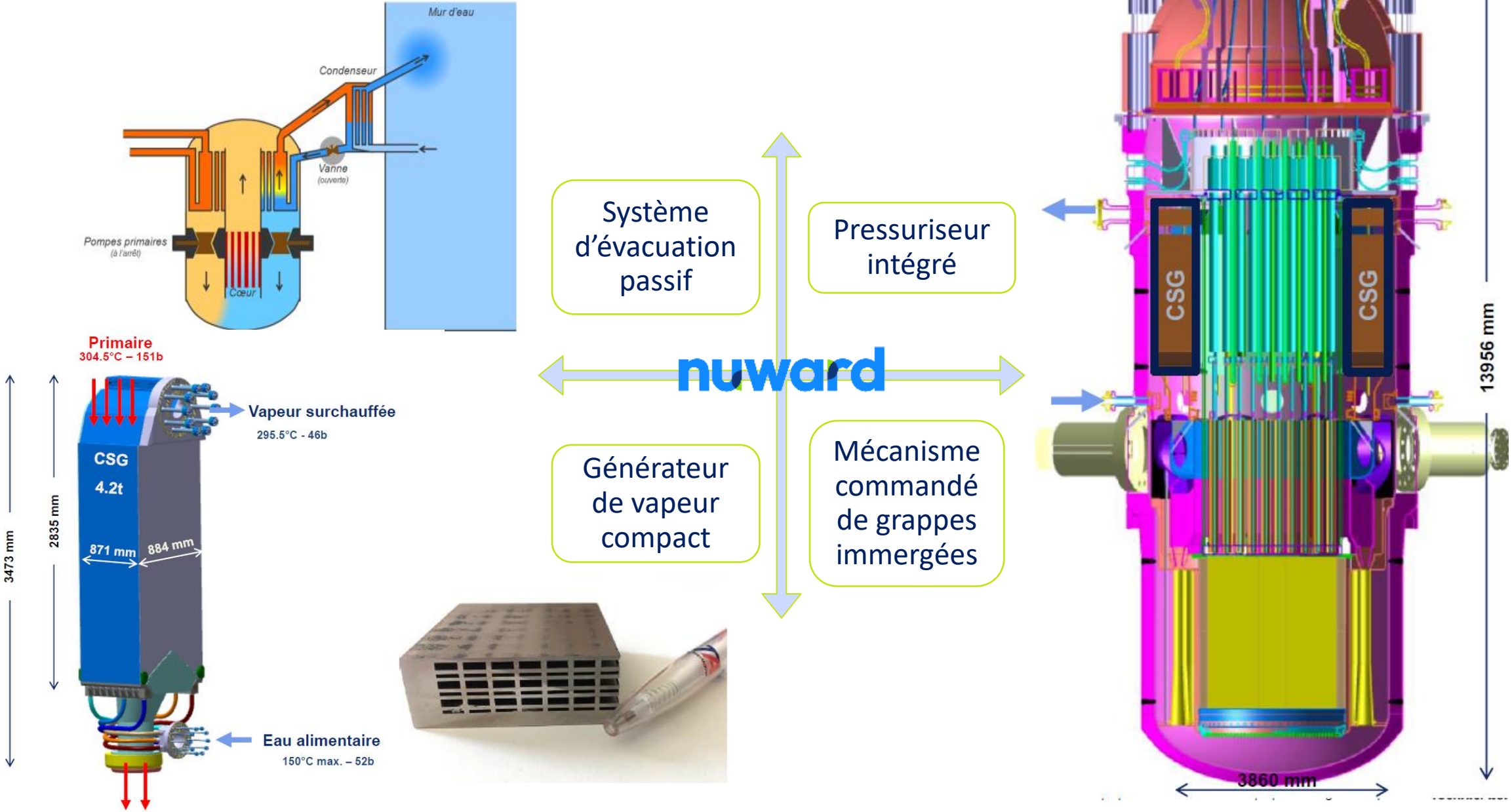


- Réduction du circuit primaire au strict minimum en le gardant interne à la cuve
  - (idem chaufferies embarquées de type K)
- Conception essentiellement métallique, favorisant les échanges thermiques
  - (idem coque de sous-marin)
- Puissant effet thermosiphon produisant un haut niveau de sûreté passive
  - (idem chaufferies embarquées, 30% de P sans pompage primaire)
- Conduite sans bore
  - (idem chaufferies embarquées)

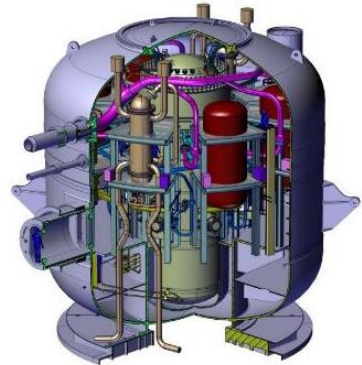
# Quelques concurrent avec la même échelle



# Les innovations de NUWARD™



# Les innovations de NUWARD™



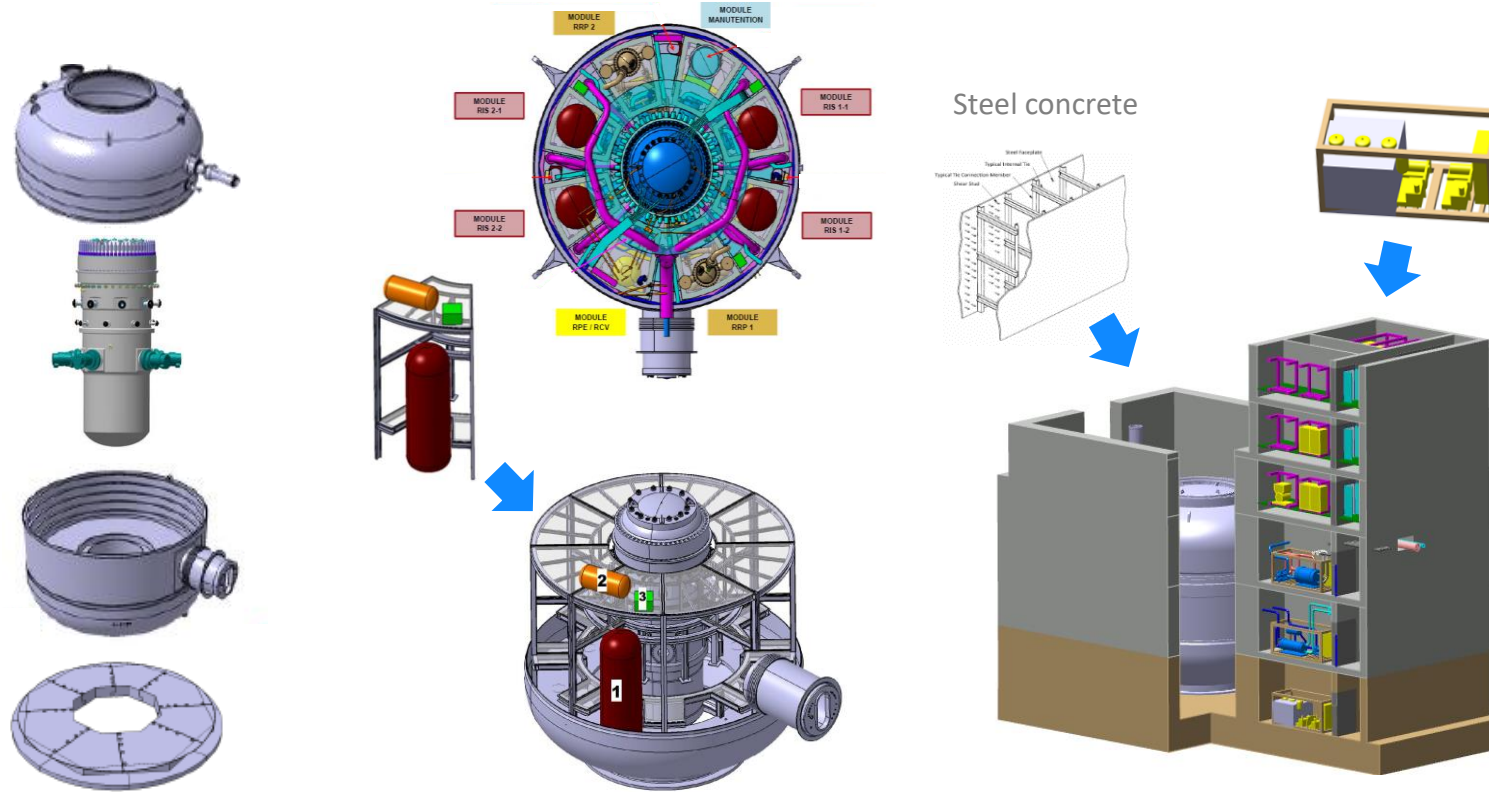
La chaudière intégrée de NUWARD™

## Fondamentaux de la conception des SMRs pour garantir leur compétitivité (modèle économique)

|                                                  | Simplicité<br>moins de structures<br>systèmes et composants | Time-to-market<br>réduction du lead time | Acceptabilité<br>robustesse en matière<br>de sûreté et d'impact<br>environnemental |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Une chaudière de 540 MWth intégrée               | ✓                                                           | ✓                                        | ✓                                                                                  |
| Dans une enceinte métallique immergée            | ✓                                                           | ✓                                        | ✓                                                                                  |
| Des systèmes passifs                             | ✓                                                           |                                          | ✓                                                                                  |
| Un cœur sans bore                                | ✓                                                           |                                          | ✓                                                                                  |
| Une source froide principale de sûreté autonome  |                                                             |                                          | ✓                                                                                  |
| Un îlot nucléaire semi-enterré avec 2 chaudières | ✓                                                           |                                          | ✓                                                                                  |
| Une conception et construction modulaires        | ✓                                                           | ✓                                        |                                                                                    |
| Des structures et composants standardisés        | ✓                                                           | ✓                                        |                                                                                    |

# Enjeux de modularité / standardisation

## Principes de modularité

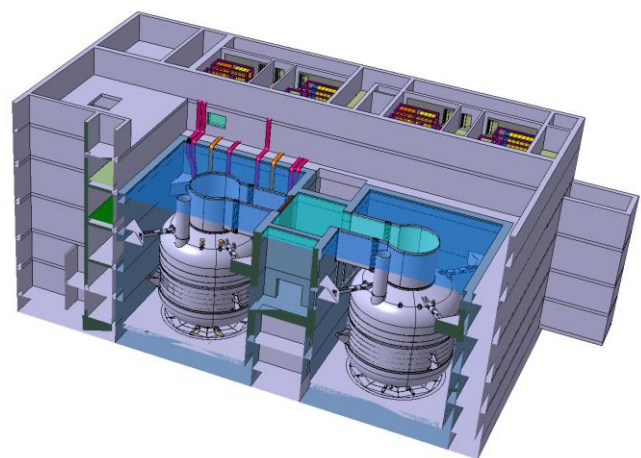


Enceinte et cuve  
Assemblage sur site  
Transport non standard

8 modules enceinte  
Testés en usine  
Transport catégorie 2

Modules BNI, CI et BOP  
Testés en usine  
Transport standard skids 20'

# NUWARD™ : un schéma industrie solide pour une mise sur le marché en 2030



Study of feasibility 2012-2015



Pre-Conceptual Design 2017-2019



⇒ Conceptual Design 2019-2022

nuward

Basic Design + pre-licencing

nuward

Detailed Design + licensing

nuward

Mise sur le marché du produit NUWARD™ à l'horizon 2030

# Une centrale de référence en France et un esprit partenarial ouvert à l'international..

## ... pour renforcer les ambitions à l'export

- EDF et ses partenaires ont l'objectif de **s'ouvrir à des partenariats internationaux**
- NUWARD™ se positionne comme **le produit européen**, capable de:
  - participer activement à la mise en place d'une **alliance européenne**,
  - associer des fournisseurs d' **ingénierie européens**
  - embarquer une **supply chain européenne**
  - proposer NUWARD™ comme cas pratique pour une plus forte coopération entre **AS européennes** dans l'optique d'engager le premier processus de préparation au pré licensing européen