

CONFIDENTIAL



Frédéric VARAINE
CEO



Rémy DUPRAZ
CTO



otrera

REDEFINING NUCLEAR ENERGY

contact@otrera.fr

Supported by



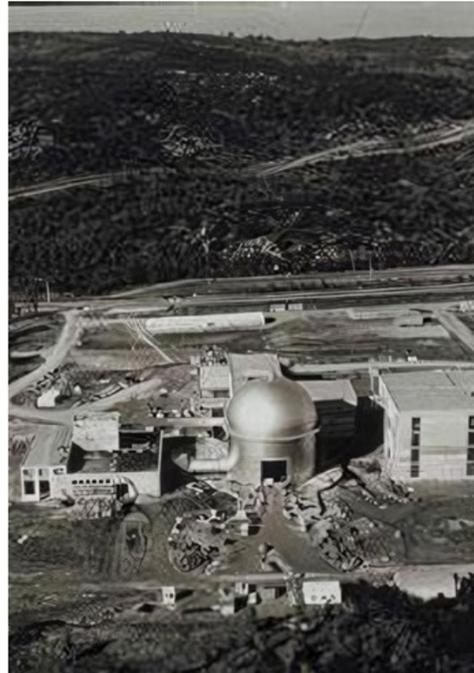
Vers une Économie décarbonée

Le Pouvoir innovant

Des réacteurs **otrera**

Sodium Fast Reactor technology (SFR): 50 ans de savoir-faire français

1967 – 1978



RAPSODIE

40 MW_{th}

1973 – 2010



PHENIX

250 MW_e

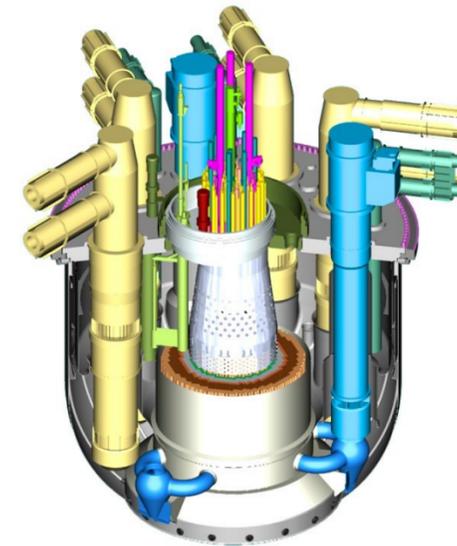
1984 – 1997



SUPERPHENIX

1200 MW_e

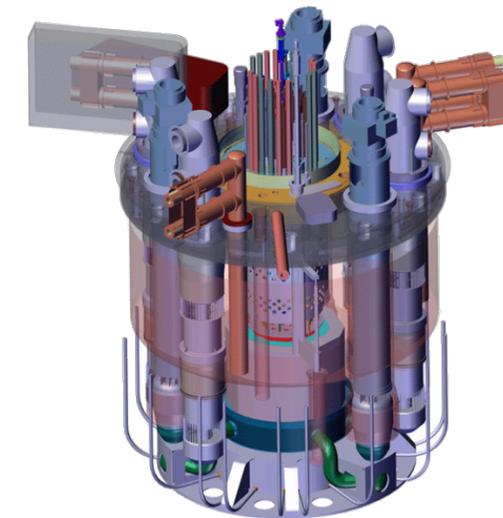
1988 – 1998



EFR

1500 MW_e

2010 – 2019



ASTRID

600 MW_e

2023 >



OTRERA

110 MW_e

Les réacteurs OTRERA s'appuient sur l'expertise française concernant les SFR en s'affranchissant des contraintes initiales avec une conception totalement innovante qui assure à la fois sécurité et compétitivité

LE CAHIER DES CHARGES DES REACTEURS "RAPIDES"

LE CONTEXTE PARTICULIER

- Contexte des années 60 : Pas de stock de Pu
- Besoin de produire du Pu
- Cela impliquait un temps de doublement court (~15 ans)

L'IMPACT SUR LA CONCEPTION

- Minimisation de la quantité de plutonium dans le coeur
- Réacteur qui doit être ⁴ surgénérateur pour fabriquer du plutonium
- Couvertures fertiles plutonigènes

LES IMPACTS TECHNOLOGIQUES

- Puissance volumique élevée ~3x celle d'un REP mais :
- Réacteur piscine intégré (donnant de l'inertie thermique)
- Composants longs (pompes et échangeurs)
- Réacteur « cathédrale » : taille des bâtiments très importante

Le cahier des charges initial des réacteurs rapides a contribué à ancrer dans la filière l'idée qu'un RNR sodium devait coûter 30 à 50% plus cher qu'un REP

LA CONCEPTION OTRERA QUESTIONNAIRE DES CHARGES DES SFR FRANÇAIS DATANT DES ANNÉES 60

La France dispose -t-elle d'une quantité suffisante de Pu pour faire fonctionner ses futurs réacteurs rapides ?

Un SFR peut -il être aussi compétitif qu'un SMR Gen 3 ?

Un SFR peut -il offrir un niveau de sûreté amélioré dans une vision SMR ?

Un SFR peut -il préserver la ressource Pu dans une vision SMR ?



OTRERA propose une architecture innovante et une conception qui réponds aux enjeux

La conception OTRERA

01 REX ASTRID

- Questionnement du cahier des charges initial
- Capitalisation des forces et faiblesses du design
- Briques technologiques et plateformes d'essai CEA
- Mise en perspective du processus réglementaire
- Sécurité vs impact sur les performances

02 Market Design

- Besoin énergie décarbonée
- Fermeture du Cycle
- CAPEX permettant un financement facilité
- LCOE (électricité et chaleur) le plus compétitif possible
- Rapprochement zone périurbaine pour adresser les marchés industriels (Chaleur)
- Foot print limité

03 Design to cost

- Réduction des coûts par conception
- Structuration native du projet en design to cost
- Mise en place d'un devis permanent sur le CAPEX
- Intégration des partenaires industriels dès l'amont du projet

La conception OTRERA intègre l'ensemble du REX technique et projet

Les améliorations portées par le design OTRERA

01 Performance

- Cœur d'une durée de fonctionnement sans arrêt de 10 ans / Teneur Plutonium limitée (MOX ~15%)
- Possibilité de surgénération
- Pas de manutentions combustibles
- Bloc chaudière compact : réacteur à boucle courte, cuve et composants courts
- Tous les composants du réacteur sont échangeables (y compris la cuve)
- Maintenance et inspections en temps masqué
- Pas de piscine de stockage
- Kd élevé > 95%

02 Sûreté / Sécurité

- Suppression des initiateurs locaux d'AG :
 - Remontée Intempestive de barre
 - Bouchage assemblage
 - Effet de vide local
- Pas de réaction sodium/eau et sodium/gaz
- Enceinte rapprochée résistante à l'accident grave (4 barrières)
- Fonctionnement en cuve scellée, pas de machine de manutention combustible à poste
- Inspection simplifiée et totale
- Résistance à la prolifération
- Suppression de l'erreur de manutention

03 Innovation / maturité

- Cœur à assemblages ouverts, compatibles REX français
- Echangeurs sodium/Gaz développé par le CEA
- Pompes primaires électromagnétiques
- Suppression :
 - Bouchon couvercle cœur
 - Bouchons tournants
 - Redan ogival grand diamètre
 - Déversoir, système de manutention
 - Grilles TRTC et thermocouples

LE CYCLE DU COMBUSTIBLE

COMPATIBILITÉ

- Combustible MOX
- Assemblage compatible tête d'usine la Hague
- Teneur Pu limitée
- Compatibilité amont et aval
- Flux limités
- Compatible avec tous les pays nucléarisés

SOUVERAINETÉ

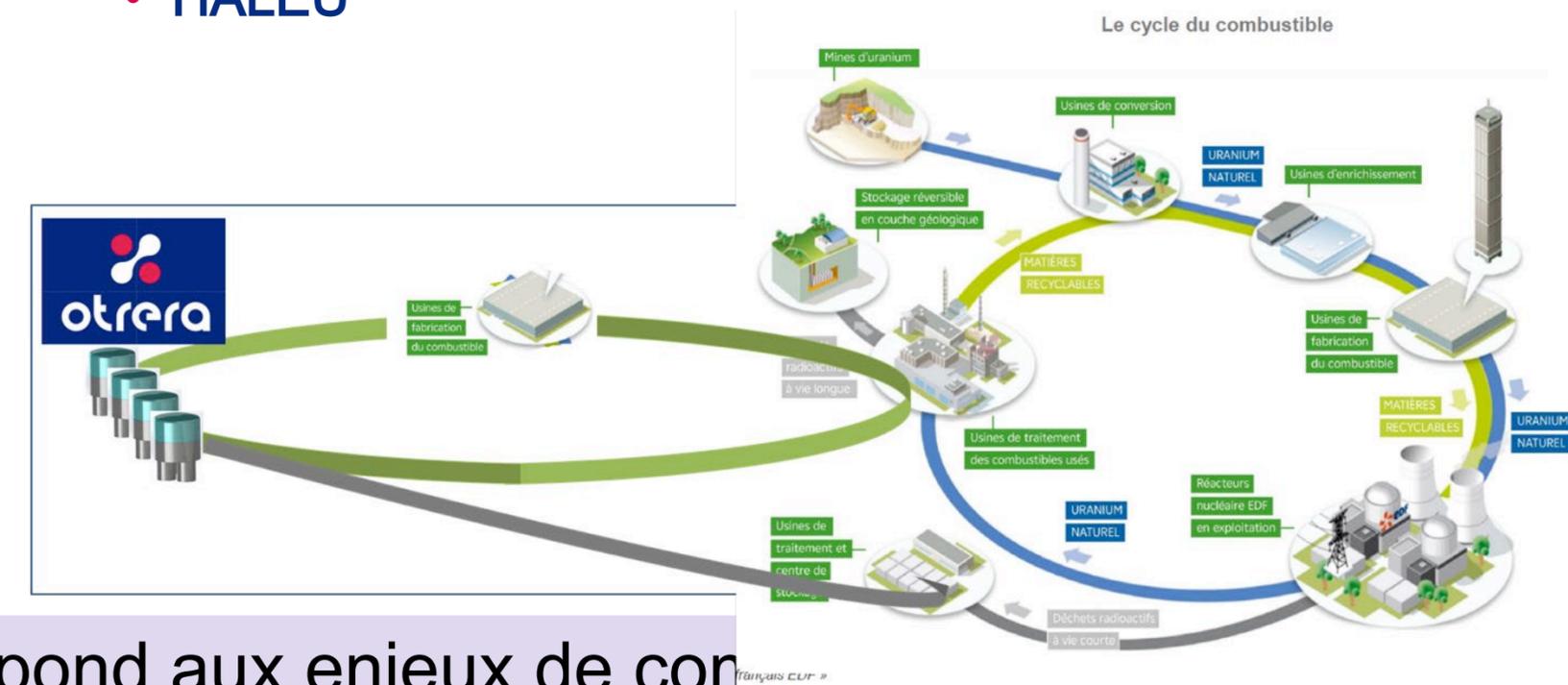
- Utilise le Pu Mox et Uox des assemblages REP usés
- Recycle Np et Am
- Minimise les déchets produits HAVL et MAVL
- Procédés de retraitement Purex

1ER CŒURS

- MOX
- AC SPX
- HALEU

NOAK

- Compatibilité usines futures du cycle



OTRERA ferme le cycle du combustible et répond aux enjeux de compétitivité, de sûreté tout en préservant la ressource énergétique souveraine.

OTRERA design

Cahier des charges, options de conception principales,
singularités et innovation de l'architecture

Propriété OTRERA – toute reproduction interdite

Cahier des charges

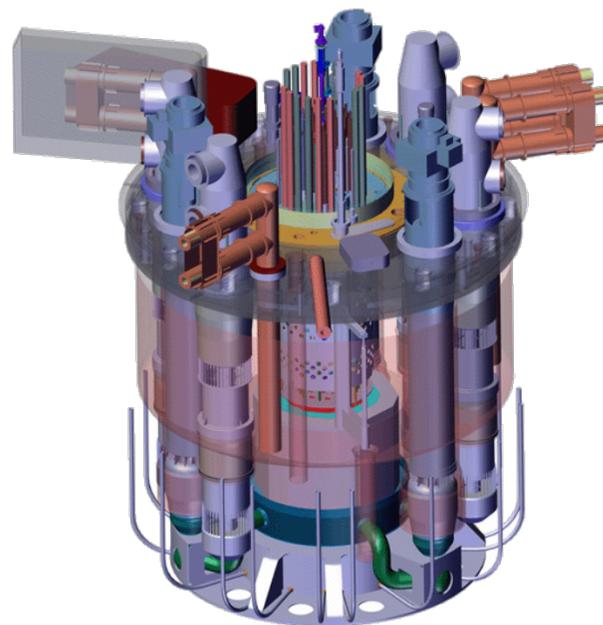
- SMR : empreinte au sol réduite et modularité du design
- Produire de l'énergie bas carbone à un prix compétitif
- Haut niveau de sûreté permettant une installation à proximité des industries



SFR à boucles : bloc pile compact

SFR à boucles : sortir du paradigme “réacteur intégré”

- **Compacité** : dimensions cuves réduites (composants primaires volumineux à l'extérieur de la cuve)
- **Fabrication et transport** cuves simplifiés



Bloc pile réacteur intégré

ASTRID

150 MWe



Cuve primaire OTRERA

Enceinte rapprochée OTRERA

Cuve primaire ASTRID 150 MWe

Modularité inspiré du “New Space”

SFR à boucles : modularité OTRERA
basée sur des composants standards
permettant une large plage de
puissance de réacteurs , avec un coût
réduit , une qualification et fabrication
optimisée



SATURN V

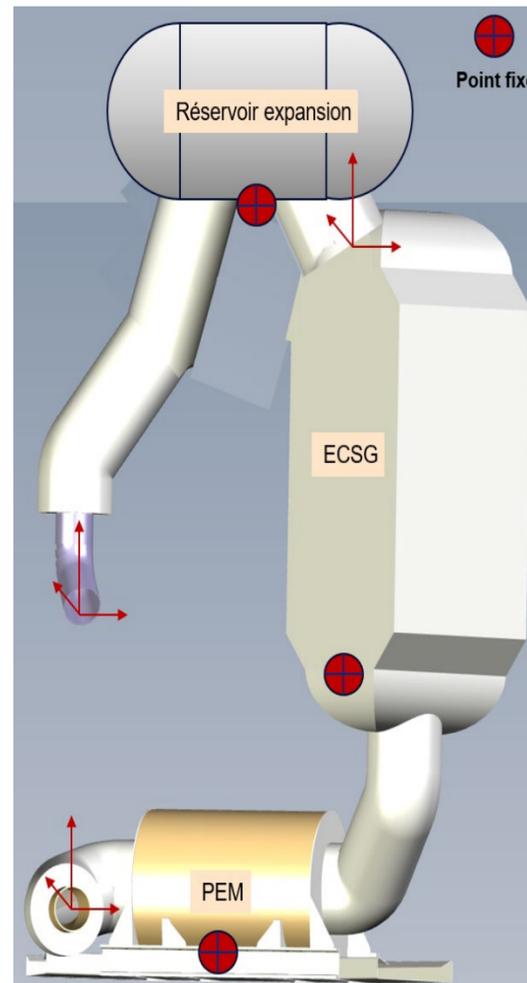


SUPER HEAVY

SFR à boucles : modularité

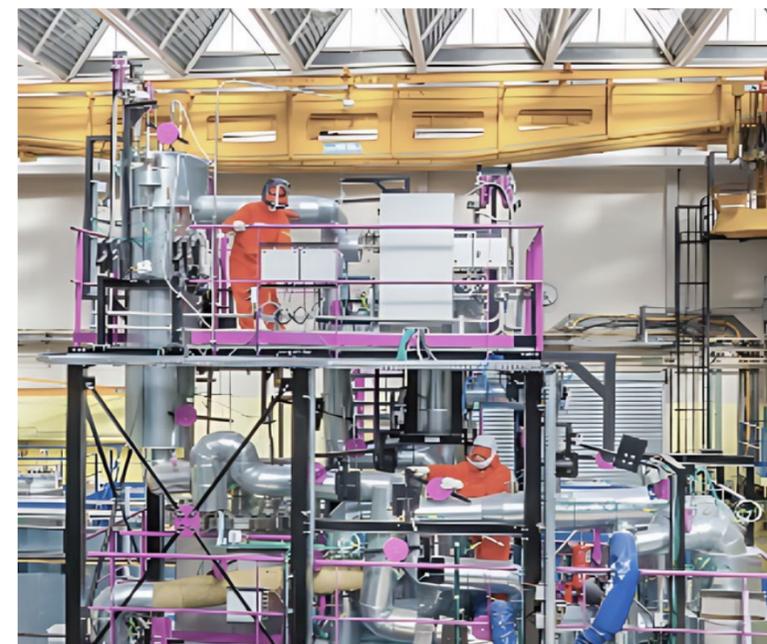
SFR à boucles : penser modulaire

- Modularité : plusieurs modules boucles primaires (système de transfert de puissance) connectées à la cuve primaire
- Chaque module de transfert de puissance
 - Echangeur thermique sodium/ gaz
 - Pompe électromagnétique



PEMDYN

Pompe électromagnétique



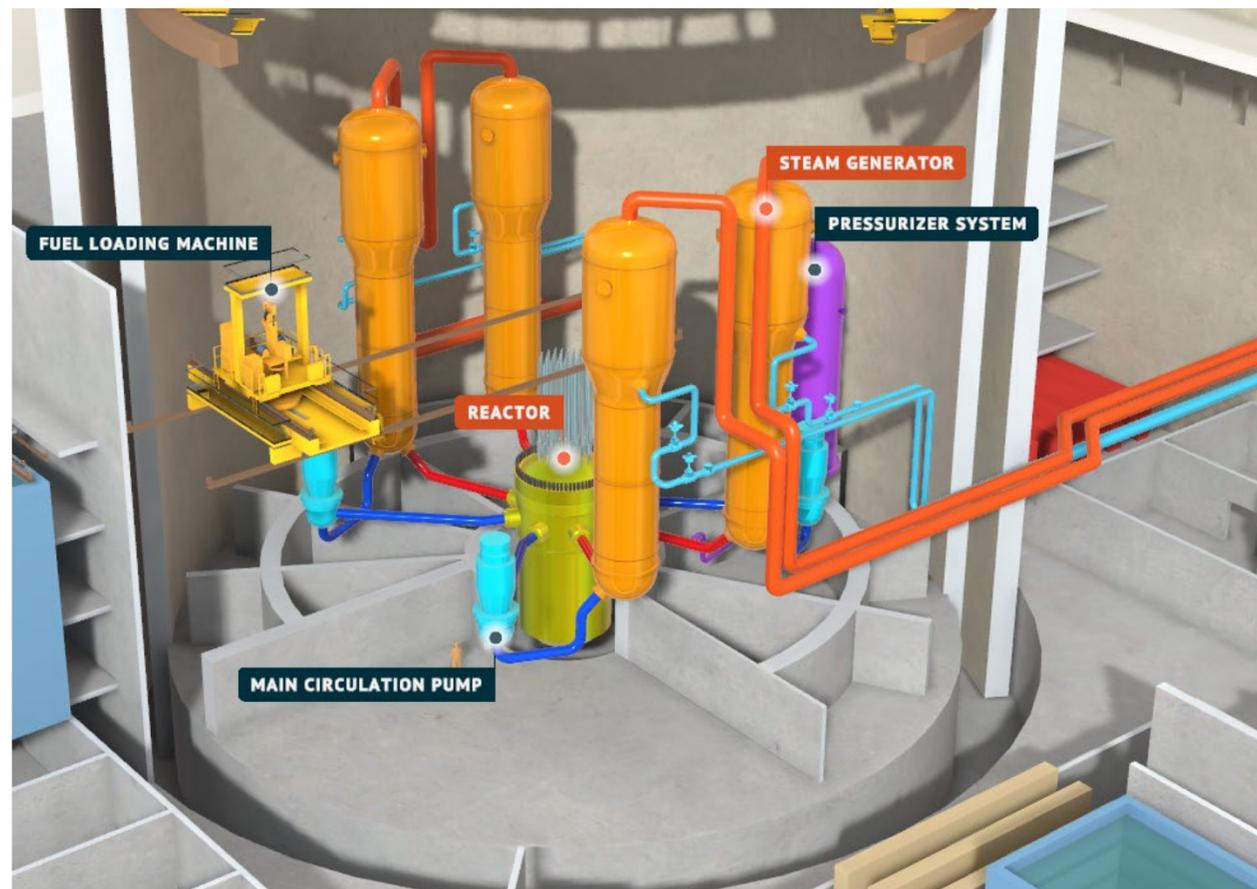
Diademo

Echangeur thermique sodium/ gaz

SFR à boucles : « thermo-hydraulique REP »

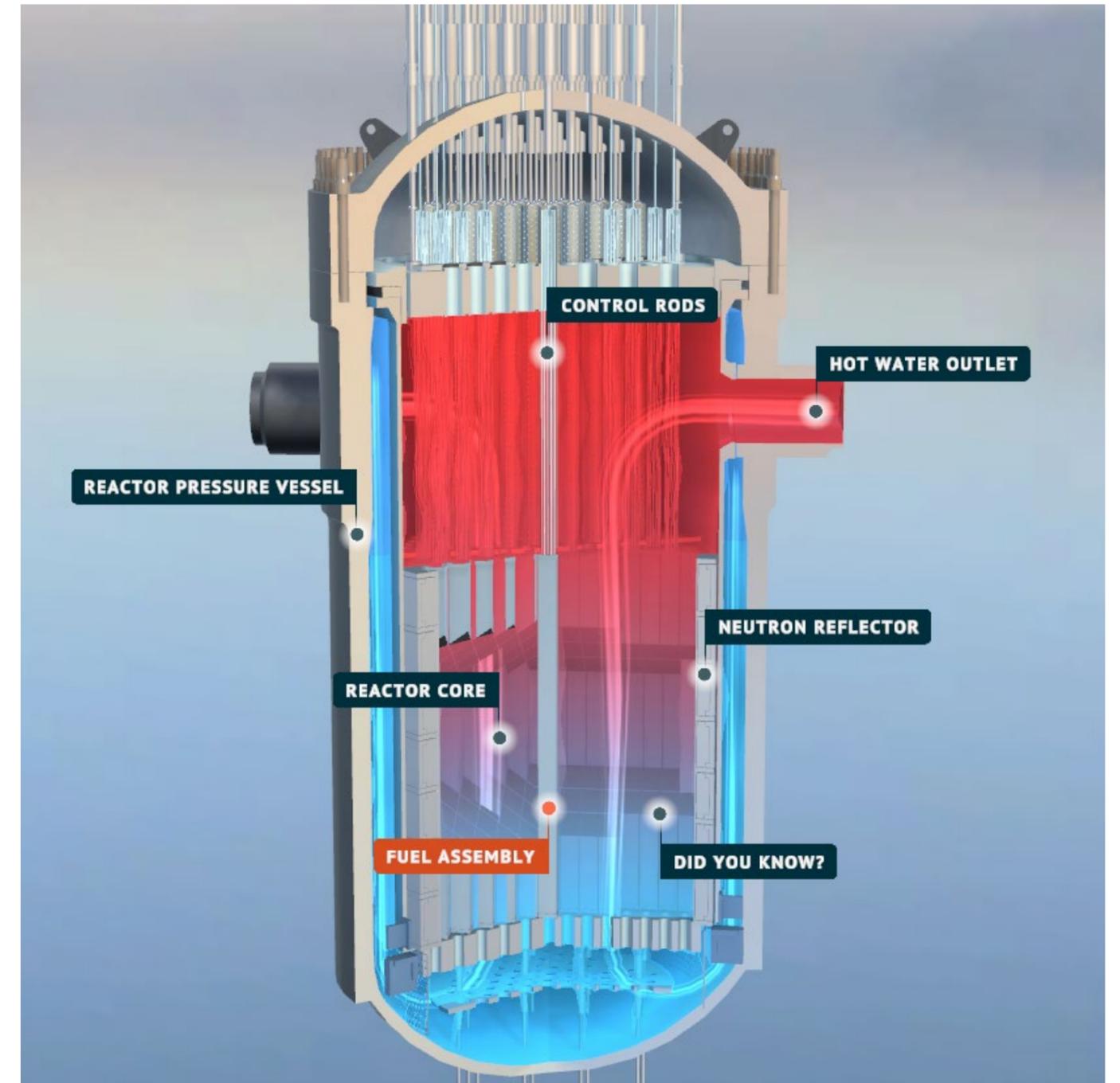
SFR à boucles : Circuit primaire analogie REP

- Boucles primaires connectées à une cuve primaire
- thermo -hydraulique se rapprochant d'un REP



REP à 4 boucles primaires

Propriété OTRERA – toute reproduction interdite



Bloc pile REP

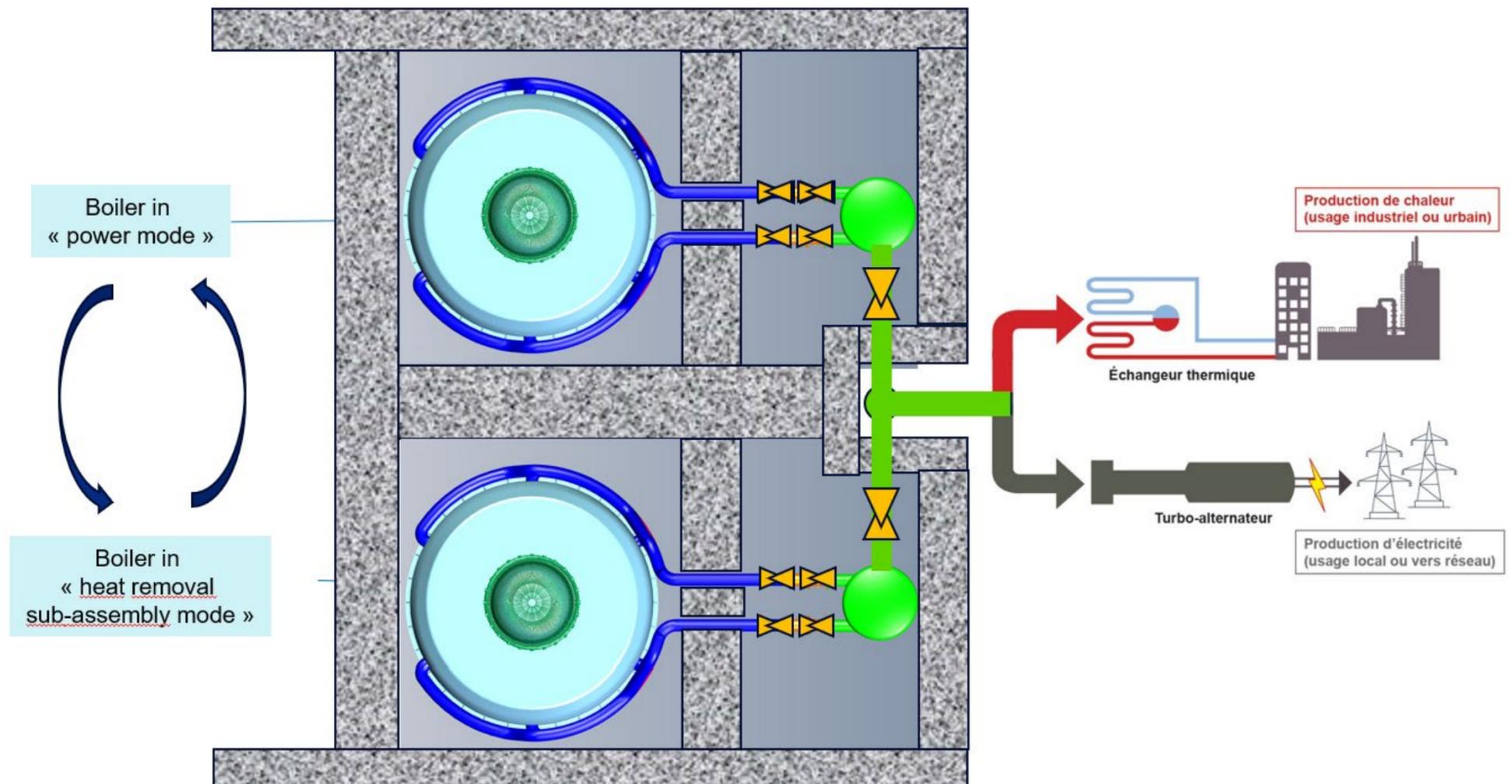
Fonctionnement alternatif à 2 blocs chaudières

1 bloc Chaudière en fonctionnement et 1 bloc Chaudière en mode piscine de stockage du combustible utilisé simultanément

– Taux de disponibilité >95%

– Opérations en temps masqué

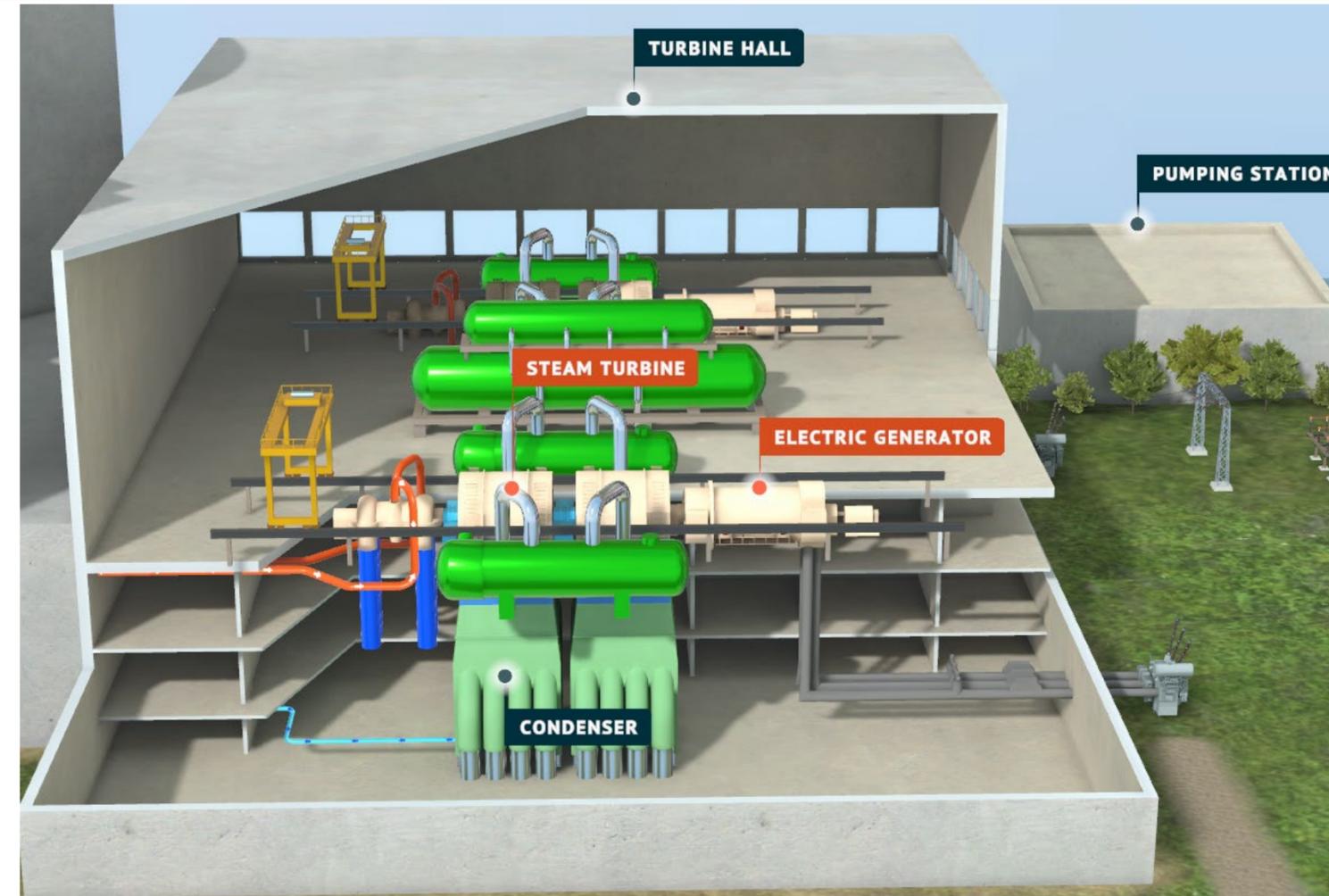
- déchargement combustible utilisé
- Inspection des structures
- maintenance spécialisée des composants sodium



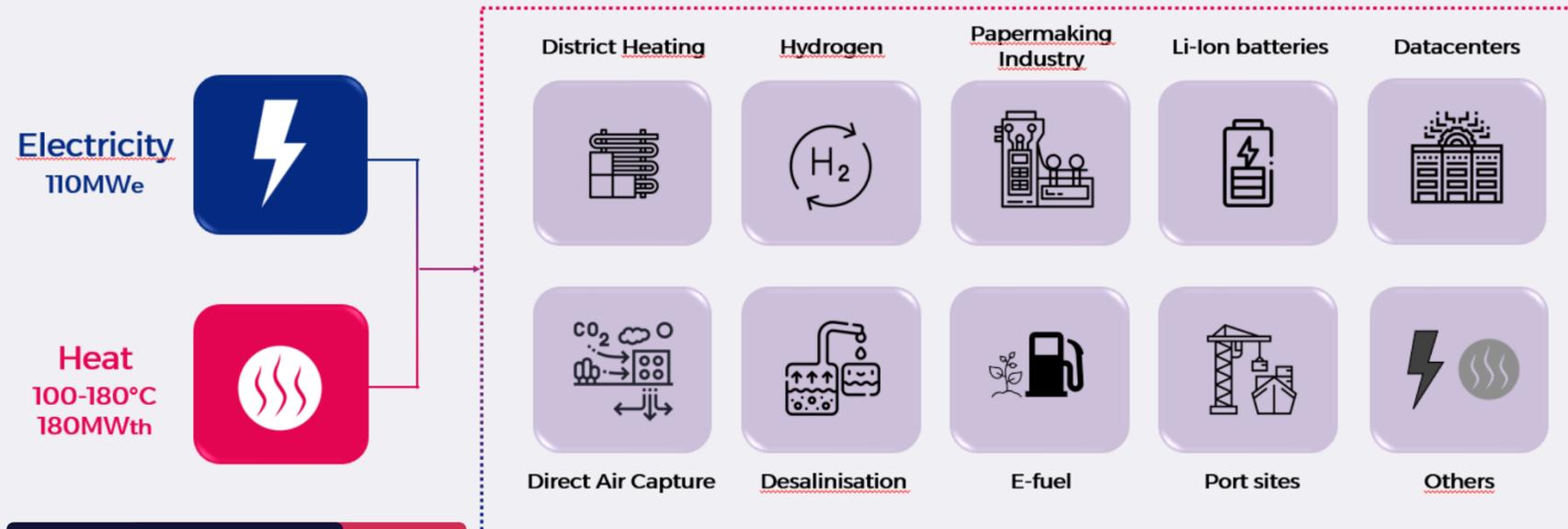
Systeme énergétique adaptatif

Systeme de conversion d'énergie

- cycle de Brayton en azote fermé
- Valorisation d'électricité et de la chaleur fatale aux niveaux des échangeurs refroidisseurs du cycle en fonction de la demande : rendement global très élevé
- Consommation d'eau quasi nulle
- Chaleur fatale à plus haute température que pour un cycle de Rankine eau/vapeur



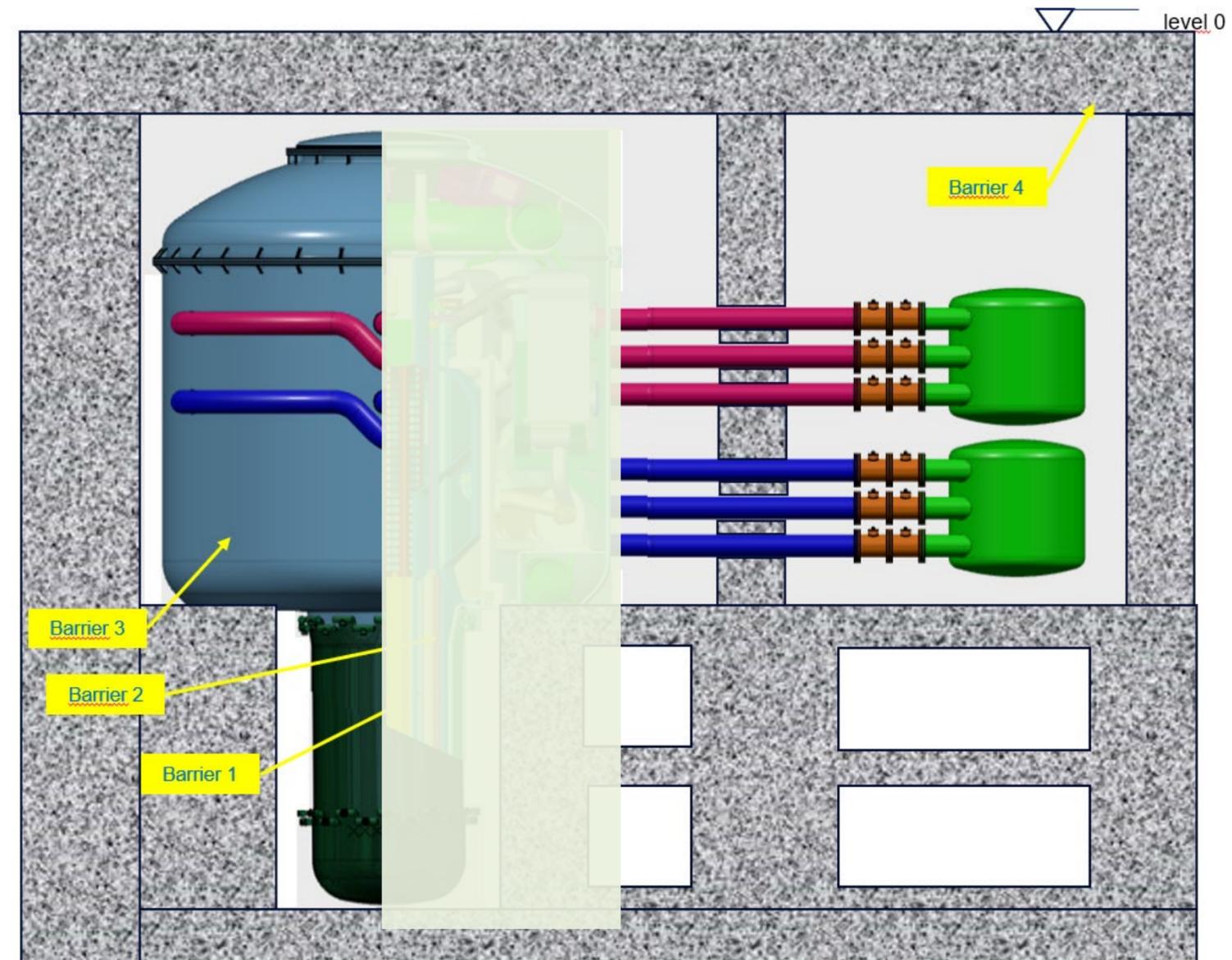
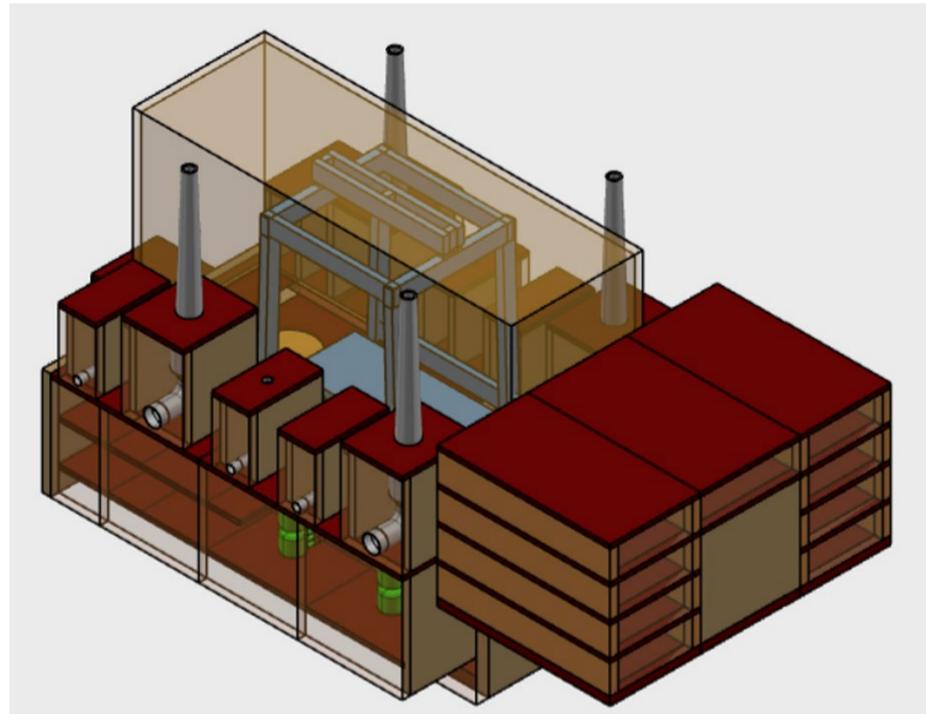
Salle des machines SPX (cycle eau/ vapeur)



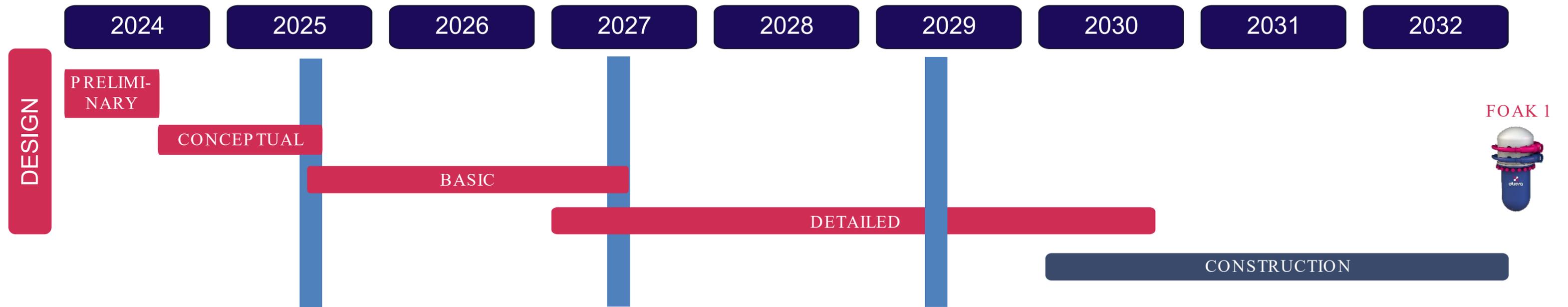
Haut niveau de sûreté

Gain sûreté : s'installer à proximité des industries

- 4 barrières de confinement : élimination des risques de rejets radioactifs et robustesse à la chute d'avion
- Élimination de la réaction Na/eau : pas de circuit eau, circuit secondaire gaz
- Élimination de la réaction Na primaire /air : circuit primaire sous atmosphère inerte, pas de circuit air en interface avec le Na primaire



OTRERA roadmap towards time to market (2032)



L'EQUIPE OTRERA



23,3 %
Femmes



18,6 %
Juniors <25 ans



14 %
Seniors >50 ans



FRÉDÉRIC VARAINE
Fondateur & Président



GRÉGORY CHERBUIS
Co-fondateur



RÉMY DUPRAZ
Directeur Technique



FABRICE MAZAUDIER
Responsable combustible et cycle



SOIZICK FONTAINE
Responsable des ressources humaines / affaires sociales



ROXANE DELSOL
Responsable – Coordination des projets transverses



ALEXANE BOURNAT
Chargée de mission – Stratégie Innovation



BECHIR SAKET
Responsable relations publiques



HUYGHE JORDAN
Responsable Conception Cœur



LUDWIG GAUCHER
Responsable bloc chaudière et système de conversion d'énergie



RANIA BESSILA
Responsable installation Générale



NICOLAS GOUGARD
Responsable simulation numérique et du digital



RAPHAËL VIAL
Responsable Technico Economie



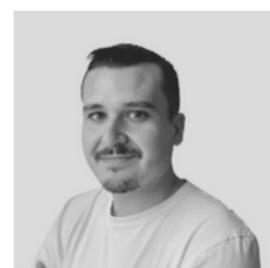
NICOLAS ABIKHZIR
Sûreté



EMANUELE DIANA
Ingénieur – Conception du cœur



LEO DECHELETTE
Ingénieur Conception Mécanique Bloc Chaudière



FLORIAN CANTALOPS
CAO Cellule de synthèse



PAOLO MASON
Data scientist



AGATHE TERROU
Responsable Stratégie Investissements



JULIEN TESTAGROSSA
Planificateur



EDOUARD NAKATANI
Stagiaire – Mécanique Cœur



CHARLES APPERT
Stagiaire Thermodynamique



PAUL MAS
Stagiaire – Matériaux



CLEMENT STREIFF
Ingénieur Sûreté



DANIEL LE BRET
Responsable des affaires publiques

Externes

Labels and key partners

FRANCE 2030

bpifrance

APPEL À PROJETS

RÉACTEURS NUCLÉAIRES
INNOVANTS



LABELS



INDUSTRIALS PARTNERS & INVESTORS



INDUSTRIAL SUPPORT



OTRERA has been recognized as a winner in the call for projects on innovative nuclear reactors, receiving € 10 M in grants. The company is advancing its development with the backing of prominent leaders in the French nuclear and energy sectors.



otrera

 otrera.fr  contact@otrera.fr