

Enjeux et défis du démantèlement et de la gestion des déchets des installations nucléaires

Sylvain Granger

EDF

Directeur des projets de déconstruction et de
gestion des déchets

Président exécutif de Cyclife

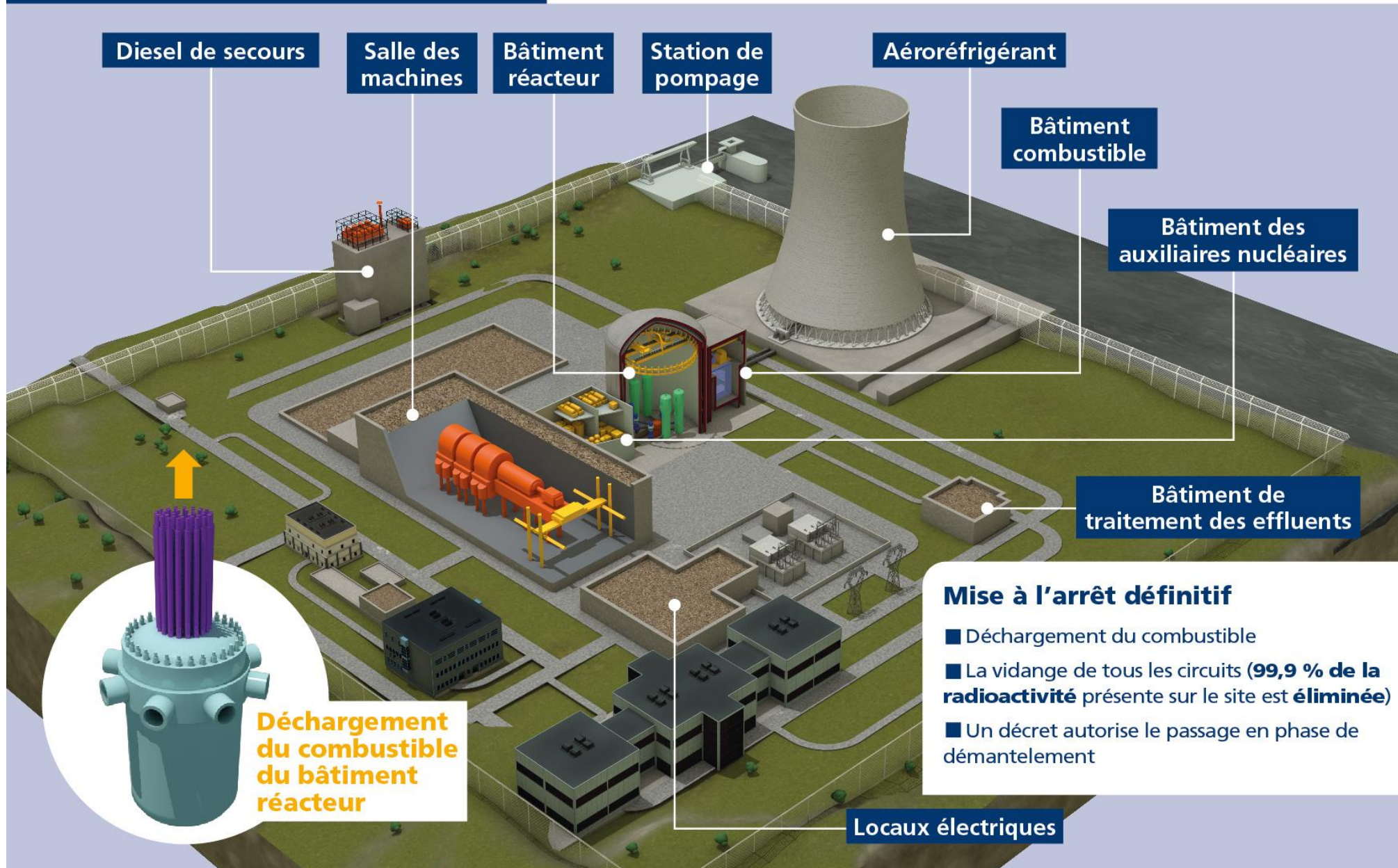
IMT Atlantique - 26 Janvier 2023



- 1. Déconstruction des centrales nucléaires : de quoi parle-t-on ?**
- 2. Les principaux enjeux**
- 3. La déconstruction des centrales nucléaires en France**
- 4. Quels défis pour demain ?**

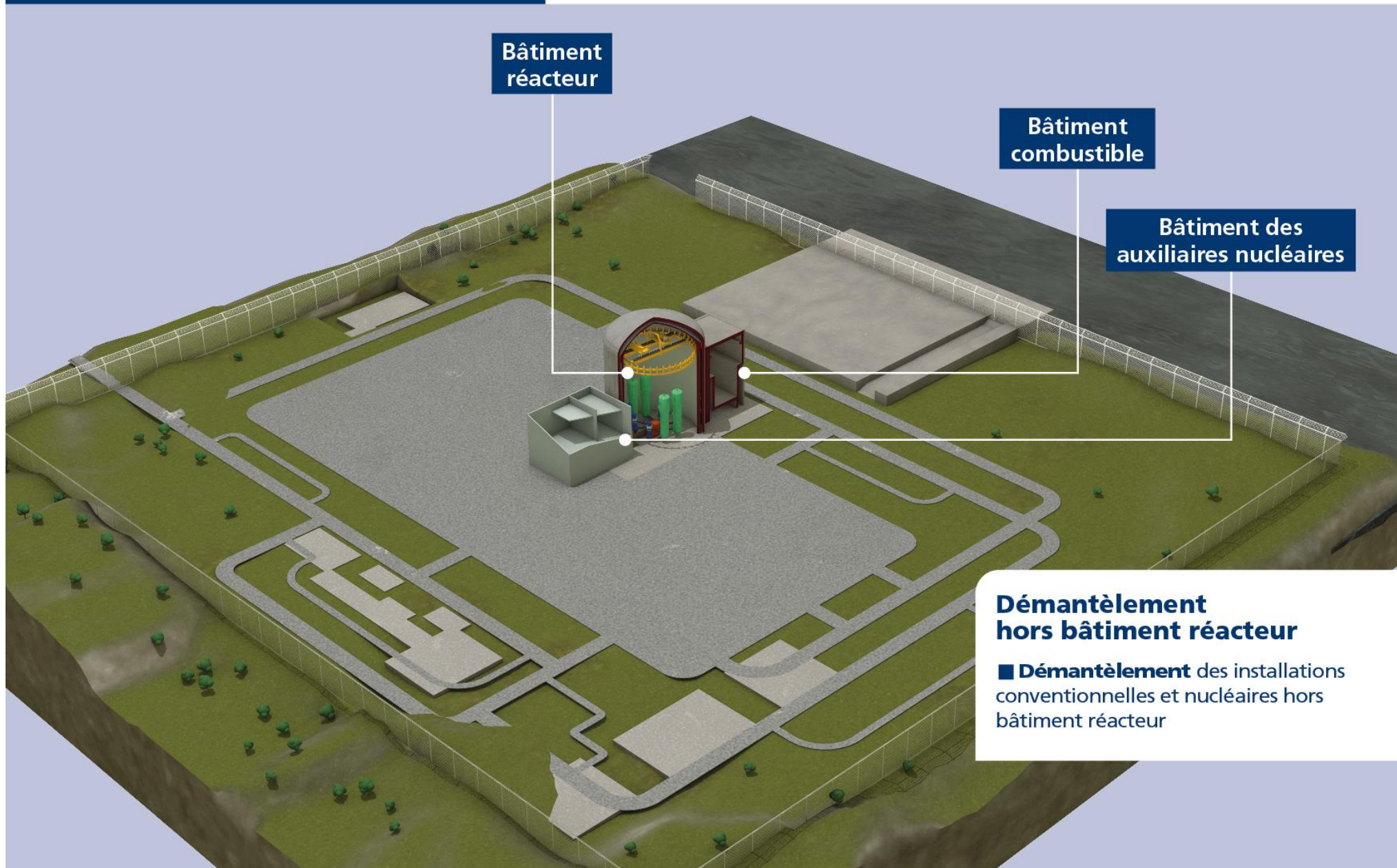
1. Déconstruction des centrales nucléaires : de quoi parle-t-on ?

Exemple d'un scénario de déconstruction d'une centrale avec un Réacteur à Eau Pressurisé (REP) : les quatre grandes étapes d'un scénario de déconstruction



Mise à l'arrêt définitif

- Déchargement du combustible
- La vidange de tous les circuits (**99,9 % de la radioactivité** présente sur le site est **éliminée**)
- Un décret autorise le passage en phase de démantèlement



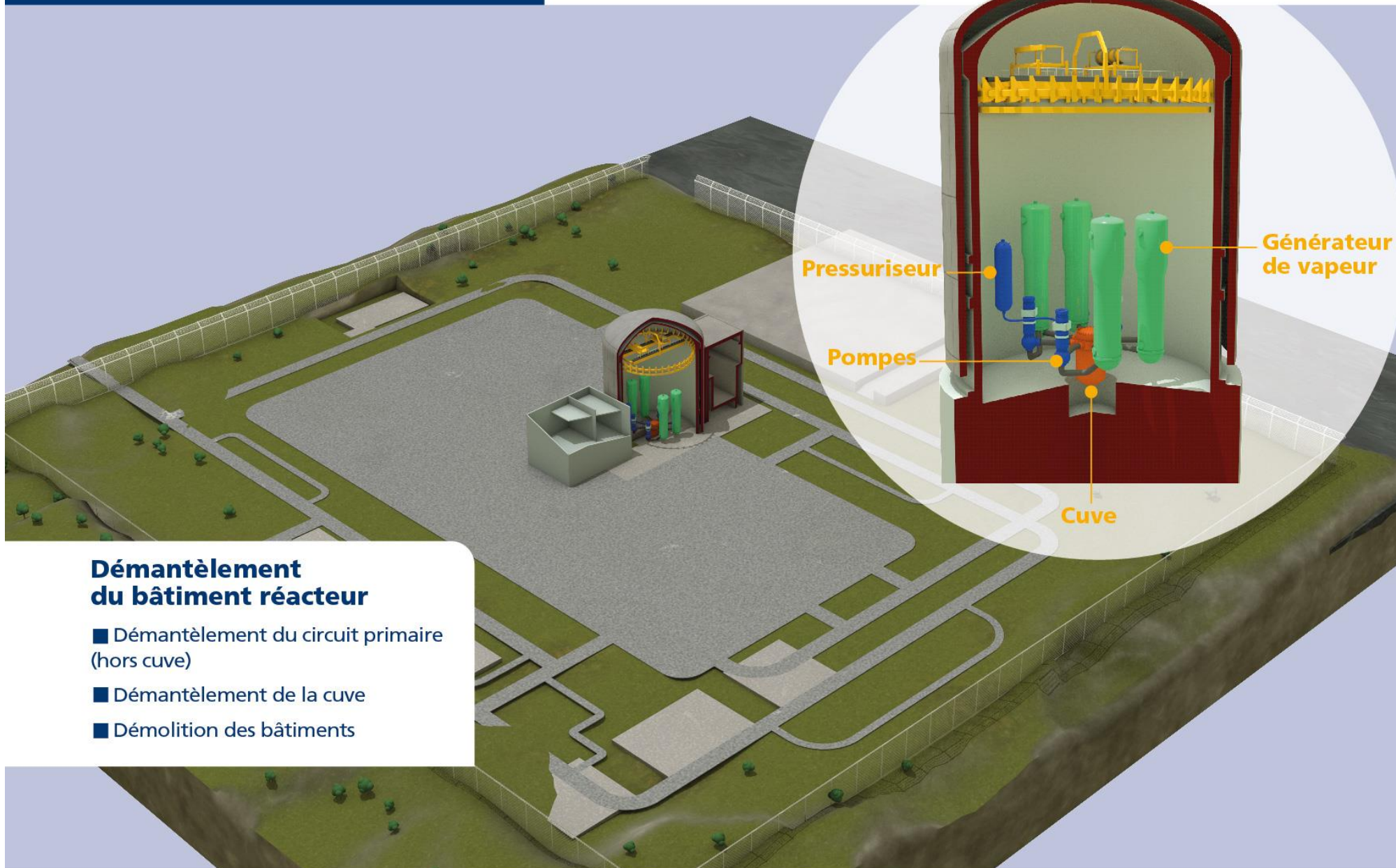
Bâtiment réacteur

Bâtiment combustible

Bâtiment des auxiliaires nucléaires

Démantèlement hors bâtiment réacteur

- **Démantèlement** des installations conventionnelles et nucléaires hors bâtiment réacteur



Démantèlement du bâtiment réacteur

- Démantèlement du circuit primaire (hors cuve)
- Démantèlement de la cuve
- Démolition des bâtiments

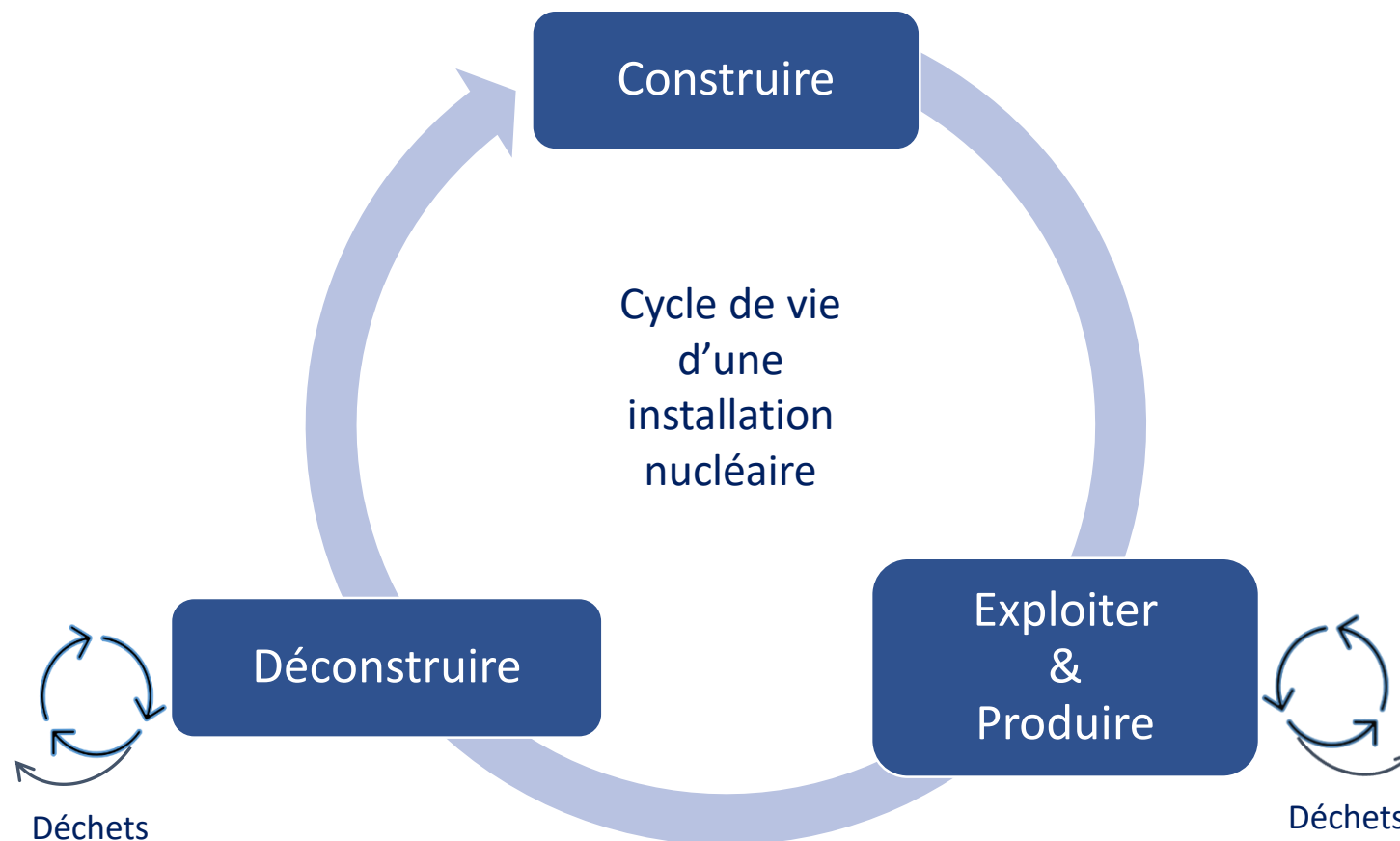


Etat final

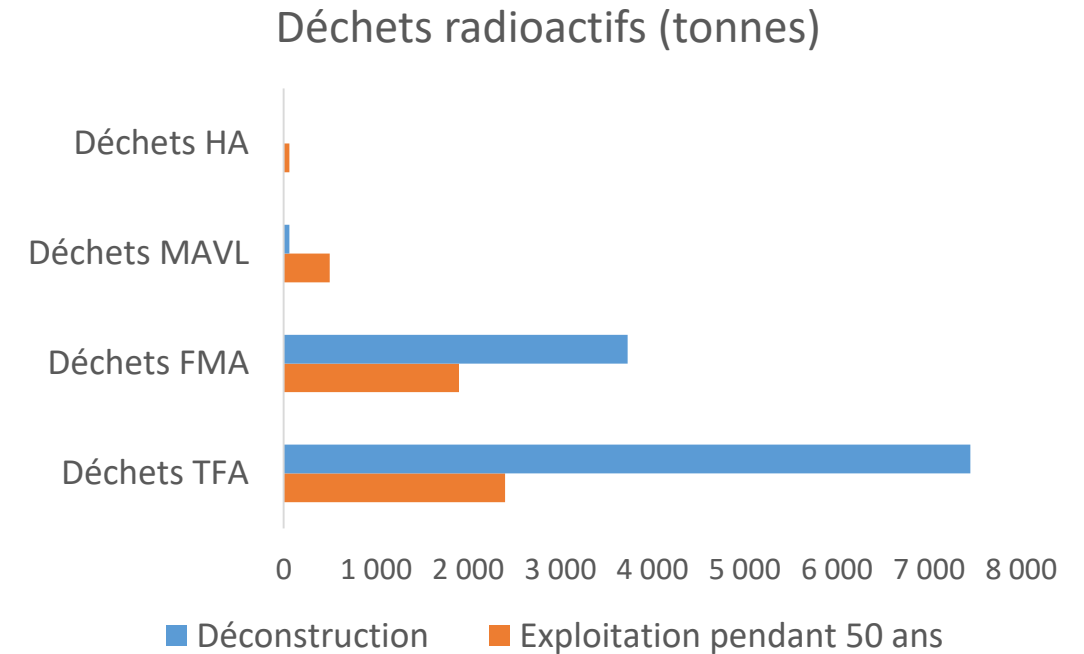
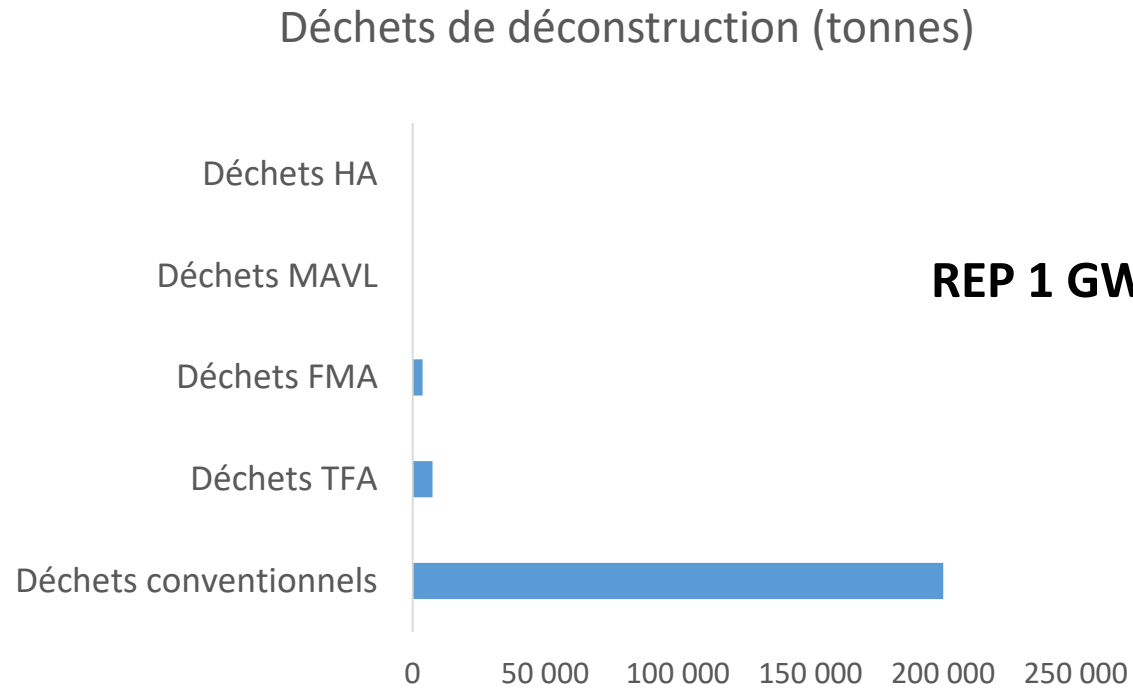
2. Les principaux enjeux

1. Gérer tout le cycle de vie des centrales nucléaires
2. Comprendre que le démantèlement est une opération de gestion de déchets
3. Définir un scénario et maîtriser le projet sur la durée
4. Gérer la transition sociale et les impacts économiques locaux
5. Garantir le financement

1. Gérer tout le cycle de vie des centrales nucléaires



2. La déconstruction : une opération de production de déchets ...

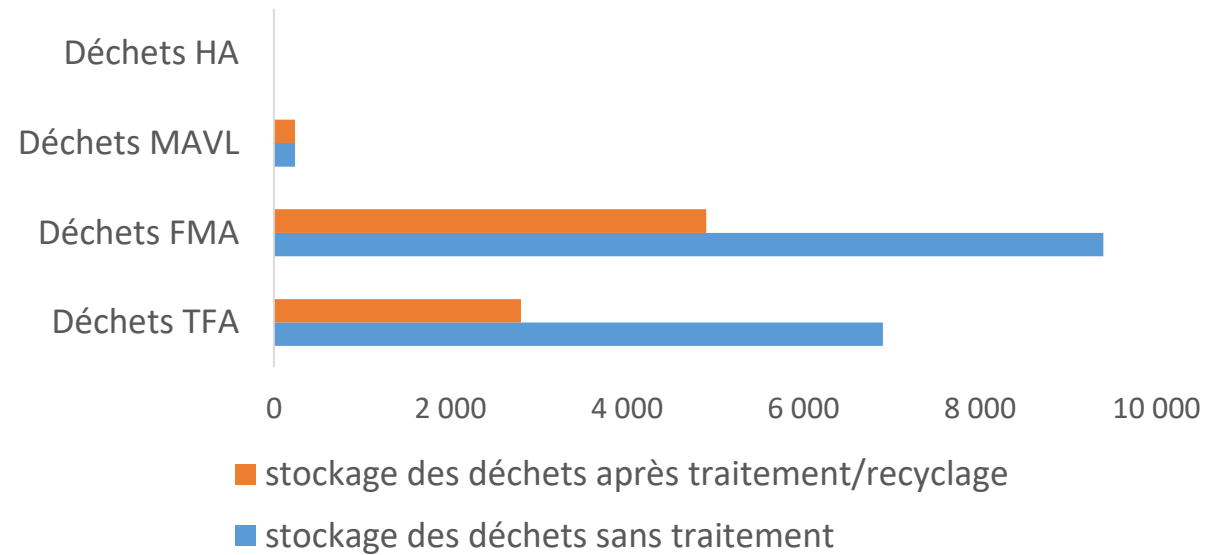


	TFA	FMA-VC	MA-VL	HA
Nature	Métaux, gravats, terres, plastiques	Métaux, vêtements, outils, gants, filtres	Structures métalliques du combustible nucléaire, métaux/structures à proximité du cœur du réacteur	Produits de fission contenus dans le combustible utilisé
Activité	Très Faible	Faible - Moyenne	Moyenne	Haute
Durée de vie	Non déterminant	Courte	Longue	

... qui nécessite des filières de gestion adaptées

Traitement / recyclage

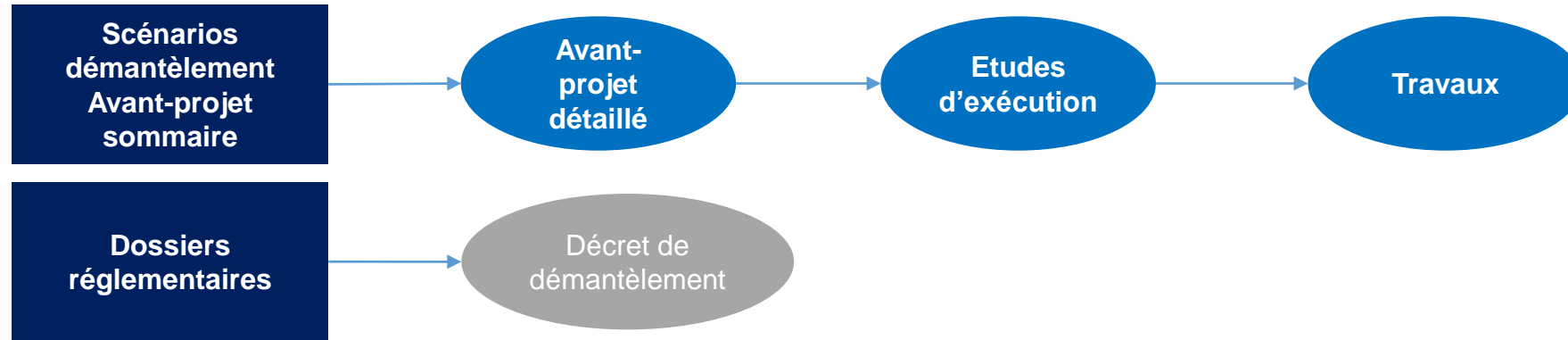
déchets radioactifs de la déconstruction en stockage (m3)



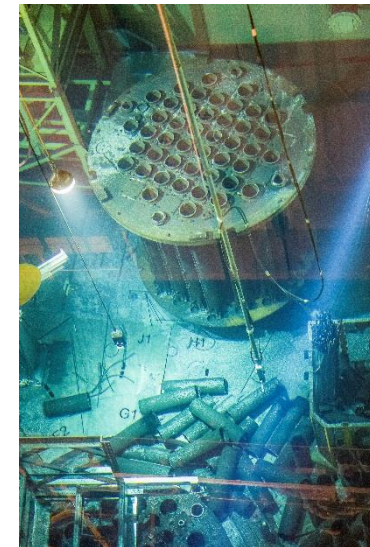
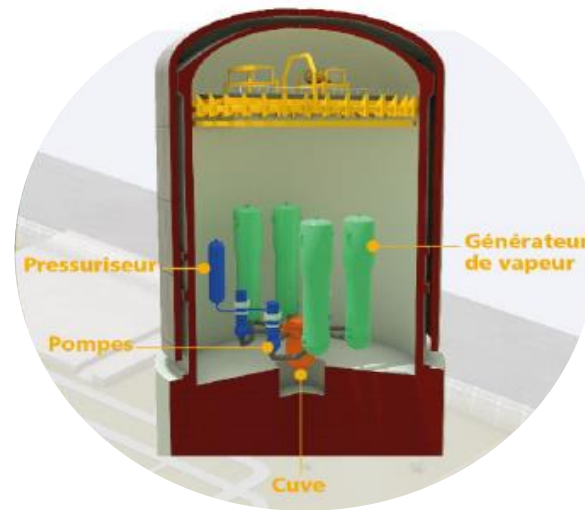
Conditionnement / Stockage ultime



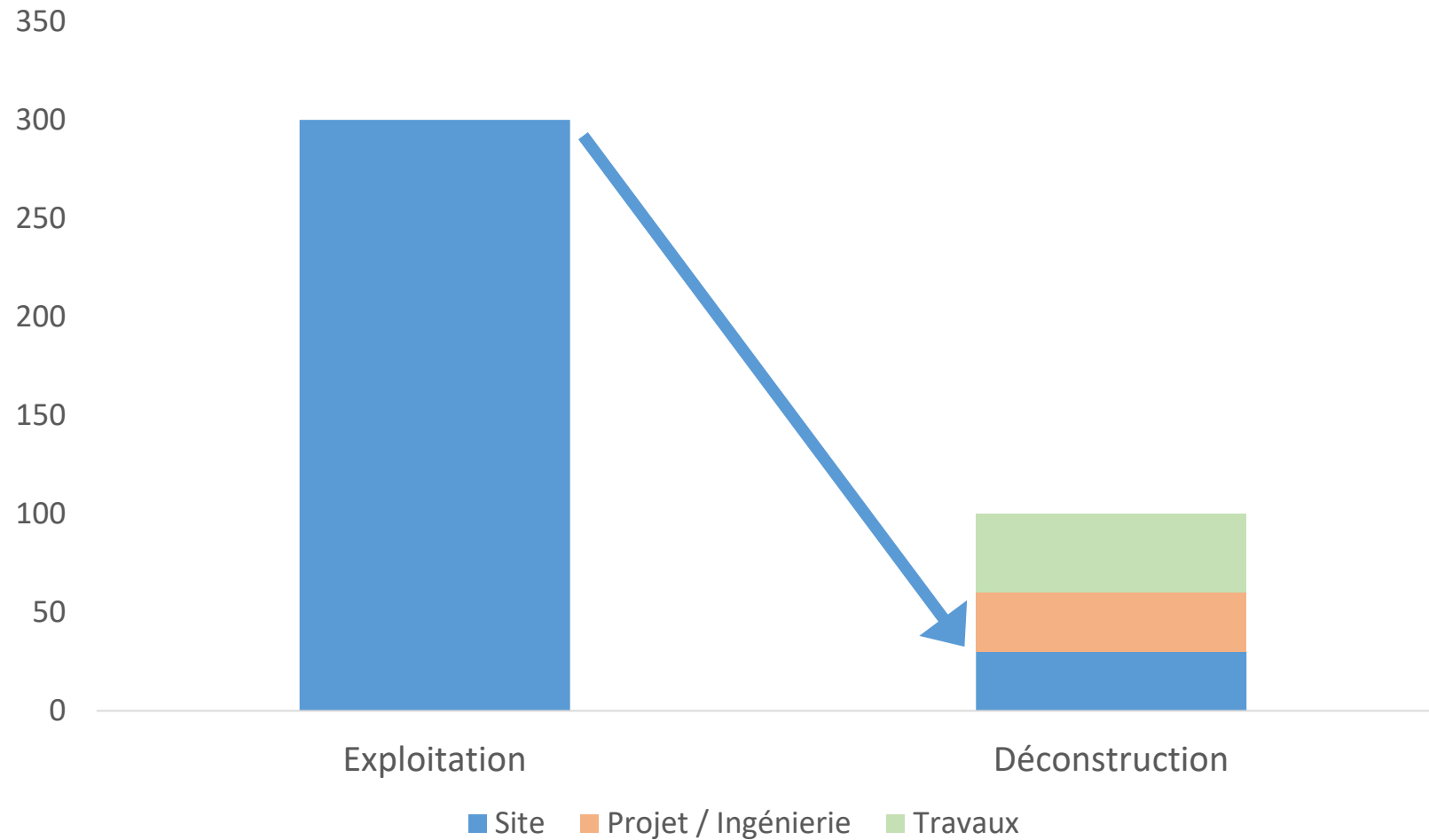
3. Définir un scénario et maîtriser le projet sur la durée



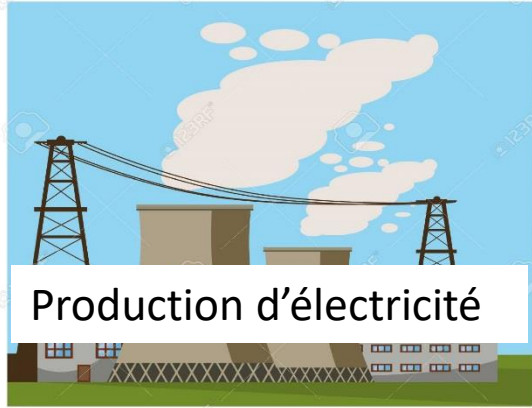
10 à 20 ans pour la déconstruction d'un REP



4. Gérer la transition sociale et les impacts économiques locaux



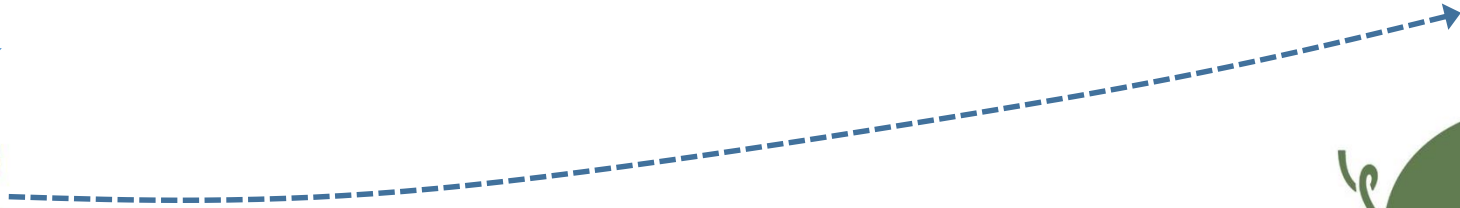
5. Garantir le financement



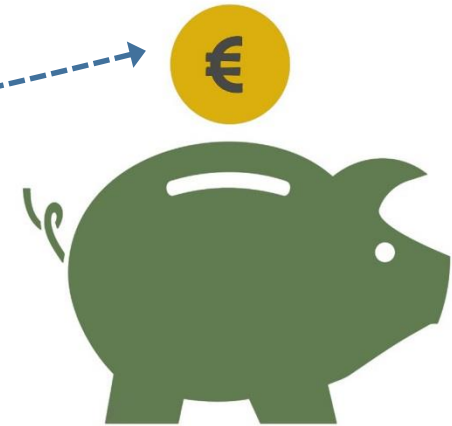
Provisions



Fonds dédiés



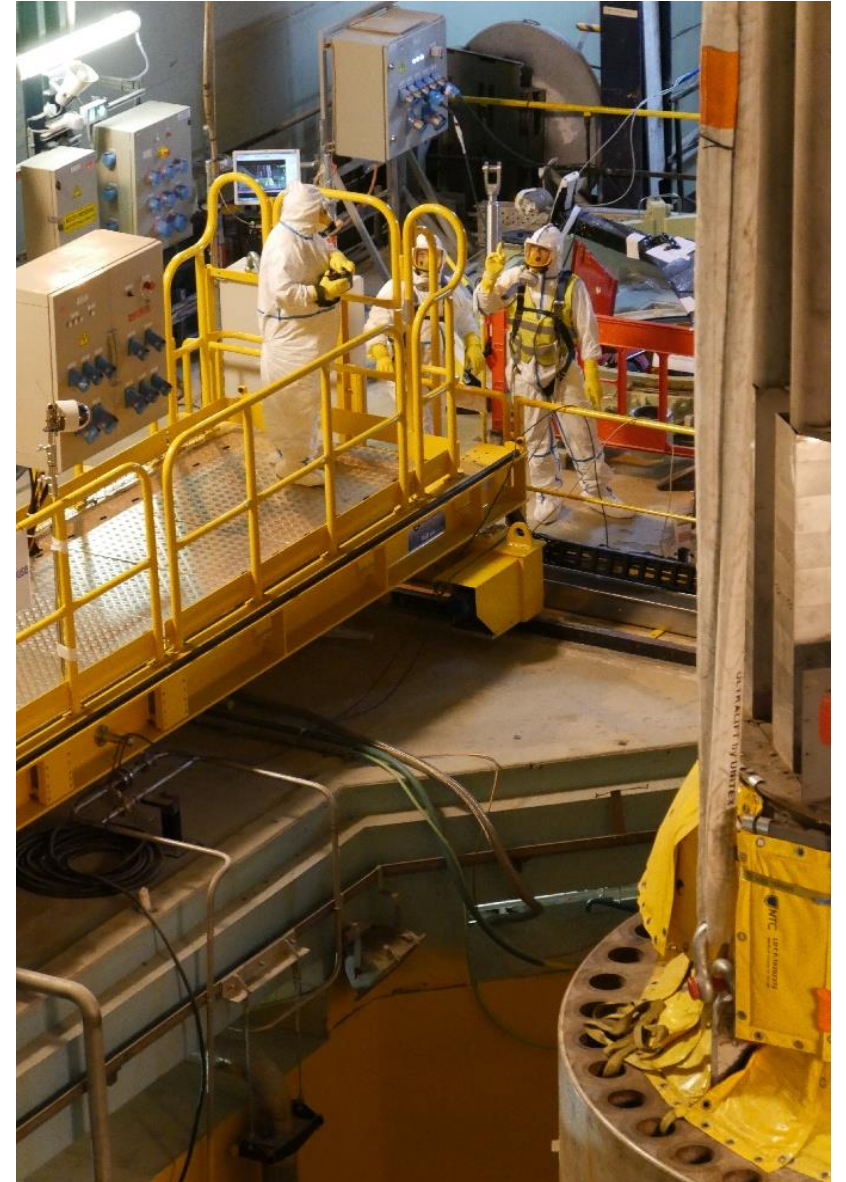
Financement



2. LA DÉCONSTRUCTION DES CENTRALES NUCLÉAIRES EN FRANCE

↳ Des projets étroitement encadrés par la loi et la réglementation françaises :

- EDF responsable financièrement et techniquement
- Le démantèlement doit être réalisé dans « des délais aussi courts que possible » avec 3 priorités :
 1. La sûreté des installations
 2. La sécurité des intervenants
 3. Le respect de l'environnement

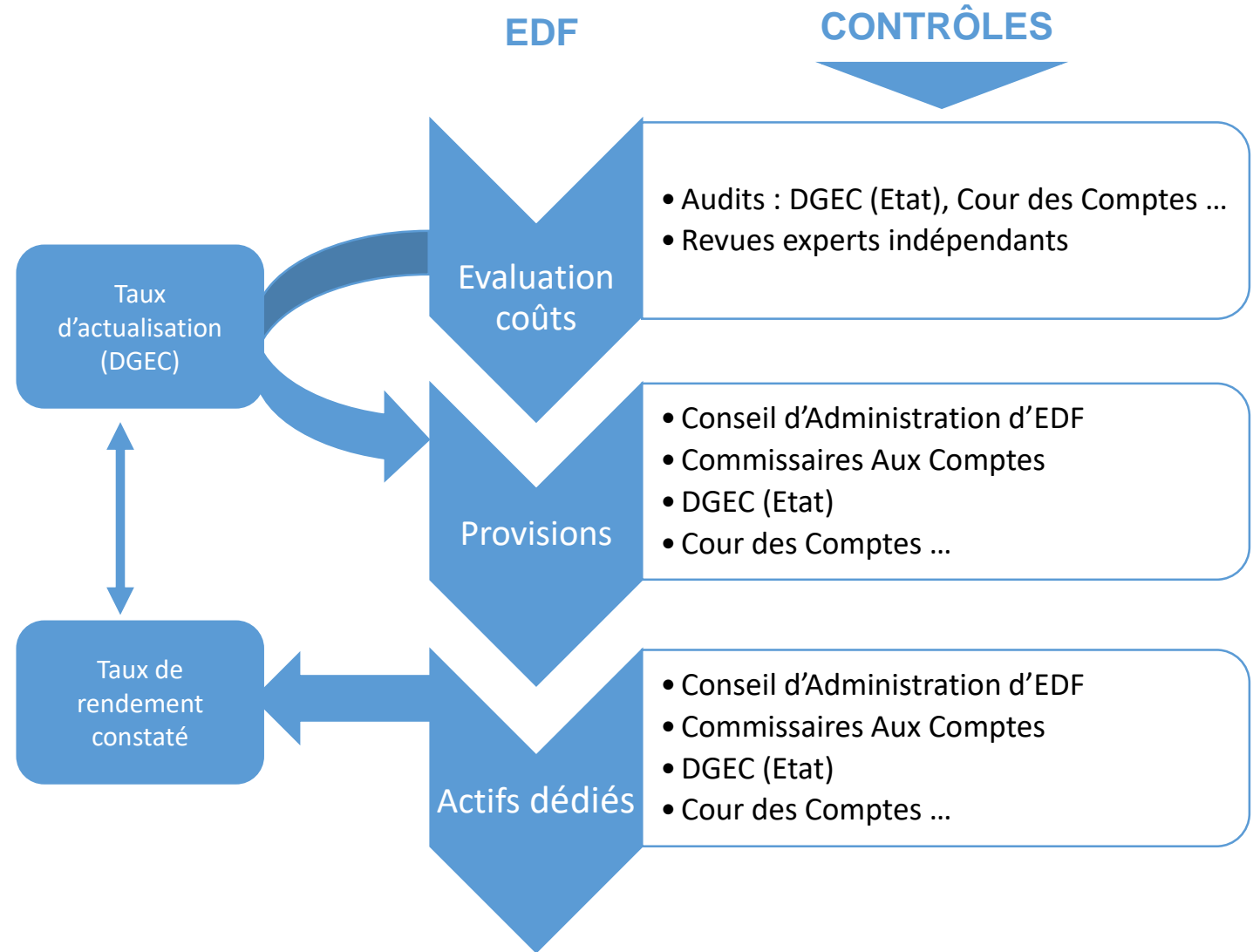


Un financement sécurisé avec une gouvernance fortement structurée

Provisions	Actifs dédiés
34 mds€	38 mds€

Au 31 décembre 2021

Taux de couverture = 109%
 Taux de rendement > 6%
 Taux d'actualisation ~ 4,5%



Les projets industriels d'EDF en France (1/2)



Brennilis
 Réacteur à eau lourde
 Mise en service : 1967
 Date d'arrêt : 1985
 Décret démantèlement partiel : 2011



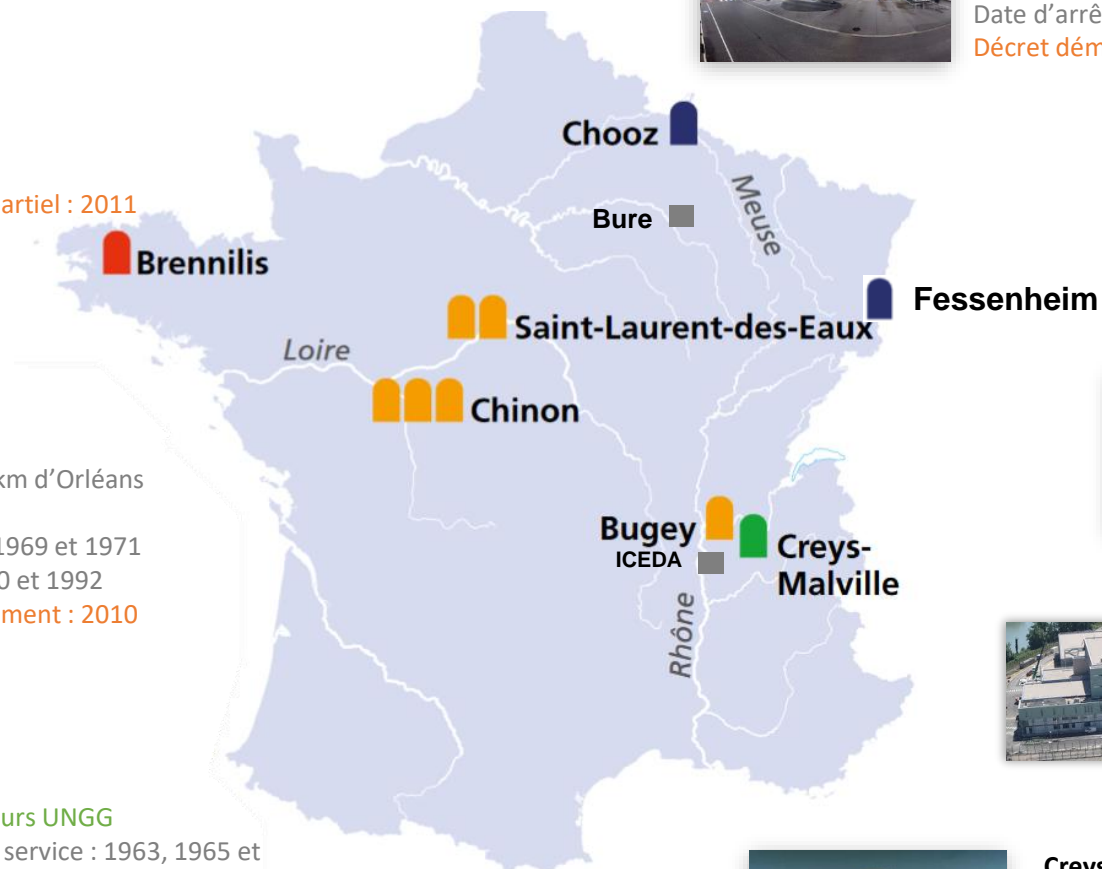
Saint Laurent
 Loir-et-Cher, à 35km d'Orléans
 2 réacteurs UNGG
 Mise en service : 1969 et 1971
 Date d'arrêt : 1990 et 1992
 Décret démantèlement : 2010



Chinon
 3 réacteurs UNGG
 Mise en service : 1963, 1965 et 1969
 Date d'arrêt : 1973, 1985 et 1995
 Décret démantèlement (A3) : 2010



Chooz A
 Réacteur à eau pressurisée
 Mise en service : 1967
 Date d'arrêt : 1991
 Décret démantèlement : 2007



Bugey
 Réacteur UNGG
 Mise en service : 1972
 Date d'arrêt : 1994
 Décret démantèlement : 2008



ICEDA (Bugey)
 Installation de conditionnement
 et d'entreposage de déchets
 MAVL



Creys-Malville
 Réacteur à neutrons rapides
 Mise en service : 1986
 Date d'arrêt : 1998
 Décret démantèlement : 2006

- Réacteur à eau lourde
- Réacteur à eau pressurisée
- Réacteur UNGG (Uranium Naturel Graphite Gaz)
- Réacteur à neutrons rapides

Les projets industriels d'EDF en France (2/2)

Phase 1 - Préparation du démantèlement

Fessenheim 2022

Mise à l'arrêt définitif

- Déchargement du combustible
- La vidange de tous les circuits (99,9 % de la radioactivité présente sur le site est éliminée)
- Un décret autorise le passage en phase de démantèlement

Déchargement du combustible du bâtiment réacteur

Phase 2 - Démantèlement des bâtiments périphériques

Graphite Gaz 2022

Démantèlement hors bâtiment réacteur

- Démantèlement des installations conventionnelles et nucléaires hors bâtiment réacteur

Phase 3 - Démantèlement bâtiment réacteur

Chooz A 2022
Brennilis 2022
Creys Malville 2022

Démantèlement du bâtiment réacteur

- Démantèlement du circuit primaire (hors cuve)
- Démantèlement de la cuve
- Démolition des bâtiments

Graphite Gaz 2030 - 2040

Phase 4 - Assainissement des sols et état final

Chooz A
Fessenheim
Creys Malville
Brennilis

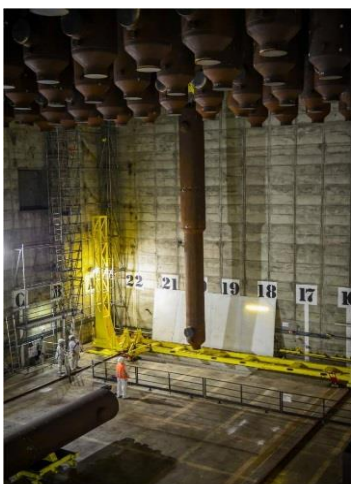
2030 - 2040

Etat final

10 ans d'expérience industrielle sur 4 technologies différentes :

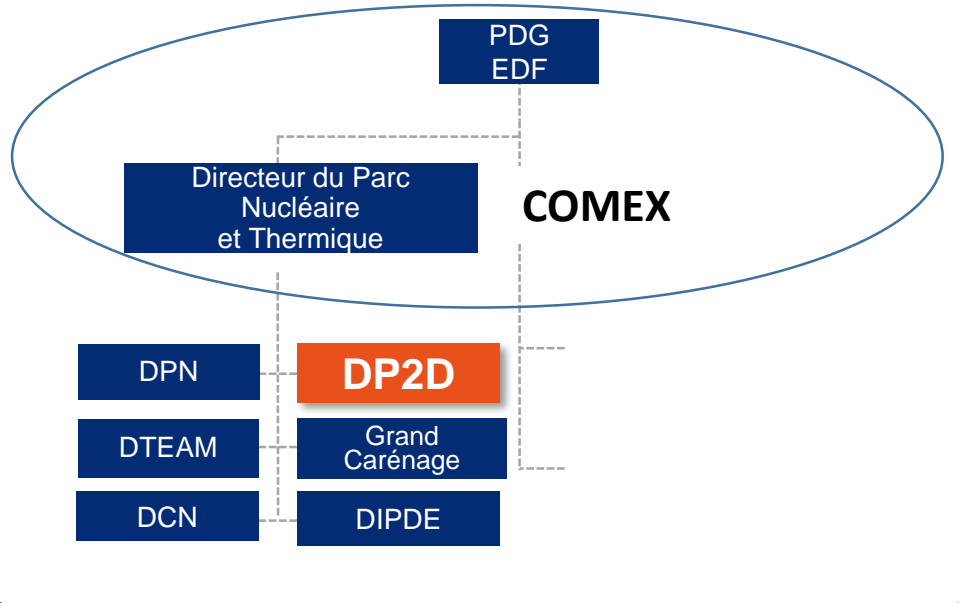


➡ Quels « grands » enseignements ?

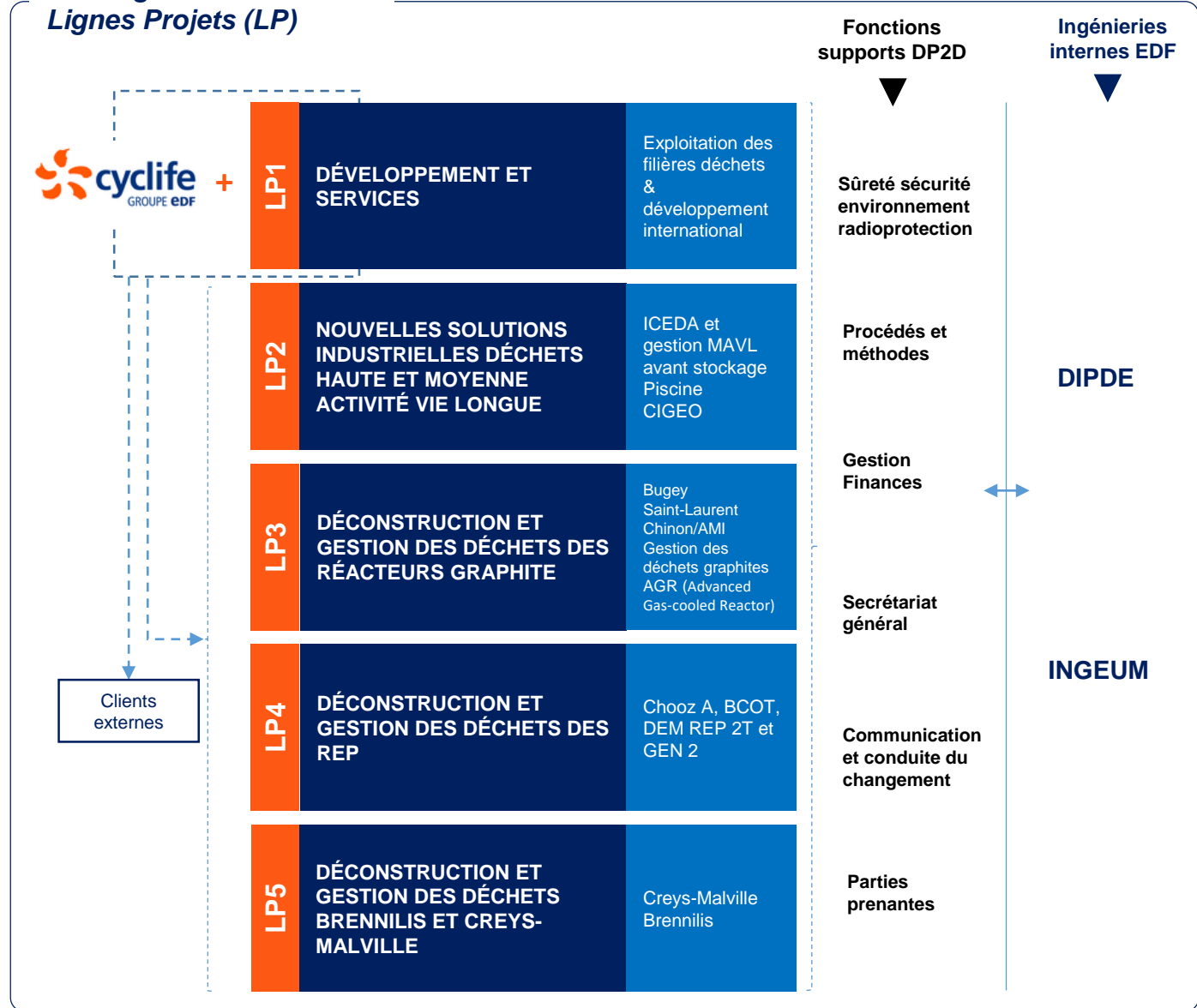


Leçon 1 : une organisation en mode projet rapportant au COMEX d'EDF

La DP2D au sein d'EDF



Une organisation en Lignes Projets (LP)



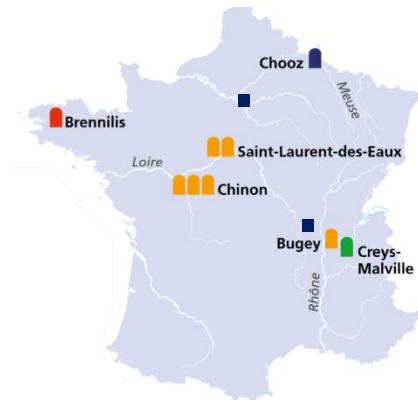
DP2D : une entité multi-sites

500

salariés

DP2D

(Paris & Lyon & 6 sites)



Leçon 2 : l'importance de la gestion des déchets (1/3)



Dépose d'un GV de CHOOZA



Décontamination GV

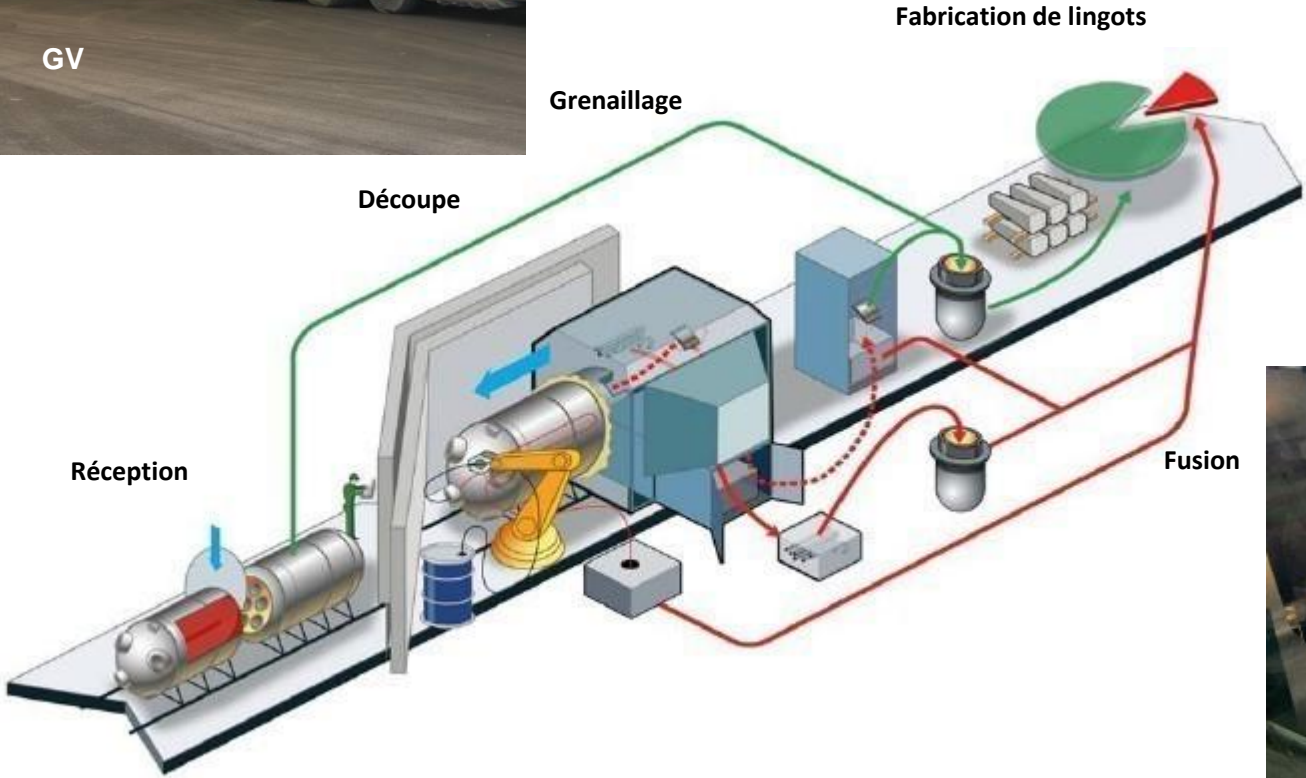


Arrivée GV au CIRES



Stockage GV au CIRES

Leçon 2 : l'importance de la gestion des déchets (2/3)



Leçon 2 : l'importance de la gestion des déchets (3/3)

Cyclife : une base d'actifs industriels européens pour le traitement des déchets

cyclife
Usine de Workington 133 employés
Conseil en gestion de déchets radioactifs
Réduction de volume et grenailage : 3 000 t/an
Accompagnement aux projets de déconstruction et de démantèlement

Aquila Nuclear Engineering
Twyford 90 employés
Solutions d'ingénierie dans la conception et fabrication de **cellules de confinement**, installations blindées, télémanipulation, transport et **conditionnement**

cyclife
Paris La Défense 27 employés
Piloteage du groupe Cyclife
Équipes transverses et développement commercial

Waste2Glass UNICONTERRIS edf VEOLIA
Région parisienne 4 employés
Unité pilote du procédé de vitrification GeoMelt® pour le traitement de certains déchets radioactifs spécifiques

GRAPHITECH UNICONTERRIS edf VEOLIA
Lyon 37 employés
Ingénierie et développements technologiques innovants pour le démantèlement des réacteurs de technologie **graphite**

cyclife engineering
Lyon 112 employés
Ingénierie de démantèlement des réacteurs à eau légère, neutrons rapides ou autres technologies nucléaires et **conception d'installations** de gestion de déchets radioactifs

cyclife digital solutions
Bagnols-sur-Cèze 19 employés
Solutions numériques basées sur les **technologies 3D en temps réel** pour stimuler et **évaluer** les opérations dans les environnements nucléaires, telles que l'**optimisation du scénario** de déconstruction et démantèlement

cyclife
Usine de Nyköping 114 employés
Fusion : 5 000 t/an
Incinération : 500 t/an
Pyrolyse : 50 t/an
Atelier de gros composants : 2 000 t/an
Décontamination / segmentation des gros composants jusqu'à 400 t
Libération par décontamination : 2 500 t/an
Accompagnement aux projets de déconstruction et de démantèlement

cyclife
Erlangen 2 employés
Structure commerciale pour des contacts directs avec les marchés allemands et de l'Europe de l'Est

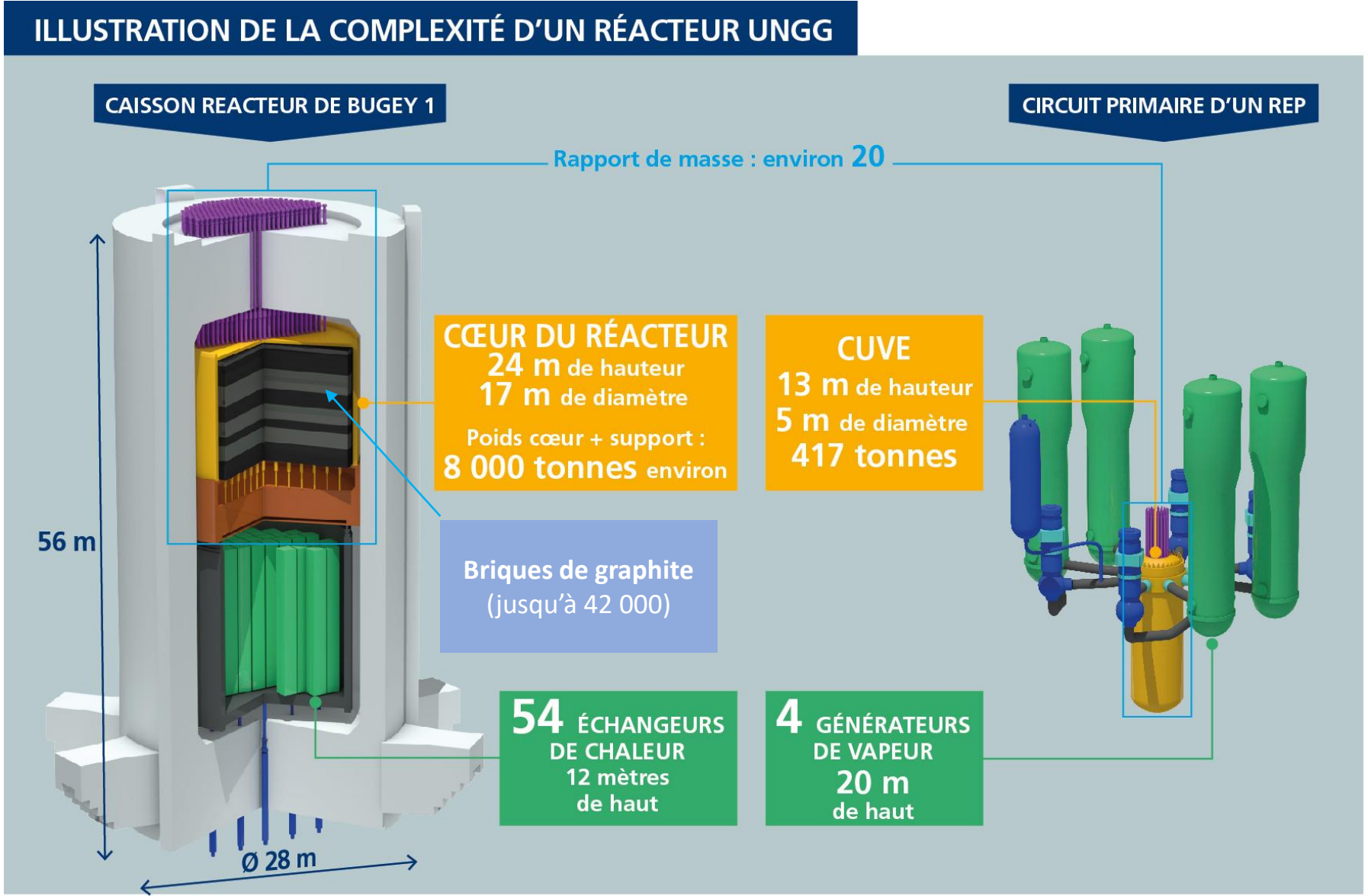
QUADRICA
Région parisienne 17 employés
Des solutions logicielles pour répondre aux besoins émergents de **jumeaux numériques industriels**

cyclife
Usine de CENTRACO et sur site 288 employés
Fusion : 3 500 t/an
Incinération : 6 000 t/an
Atelier pour les gros composants : décontamination/segmentation jusqu'à 200 t
Production de **conteneurs en béton** pour le transport de déchets nucléaires
Production et exploitation de **machines mobiles**

Les usines de traitement de Cyclife sont homologuées pour fournir les Meilleures Techniques Disponibles pour le conditionnement et la réduction des déchets ainsi que le recyclage de matériaux



Leçon 3 : l'importance de la technologie



3. Quels défis pour demain ?

1. L'innovation et la transformation digitale
2. Le changement d'échelle et l'émergence d'un marché européen et asiatique

Innovation et transformation digitale

« Digitalisation » de Cyclife :

2018 : Acquisition de la start-up OREKA Solutions

2022 : Acquisition de Quadrica

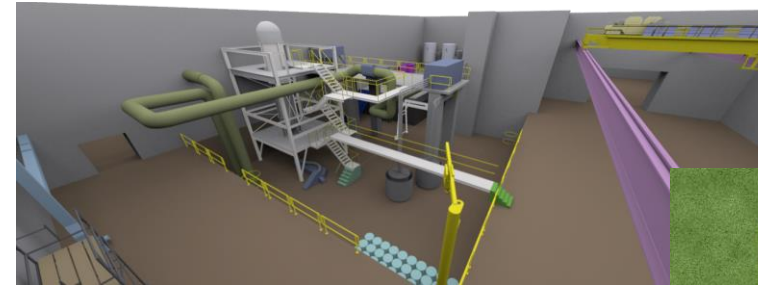


Démonstrateur Industriel Graphite à Chinon :

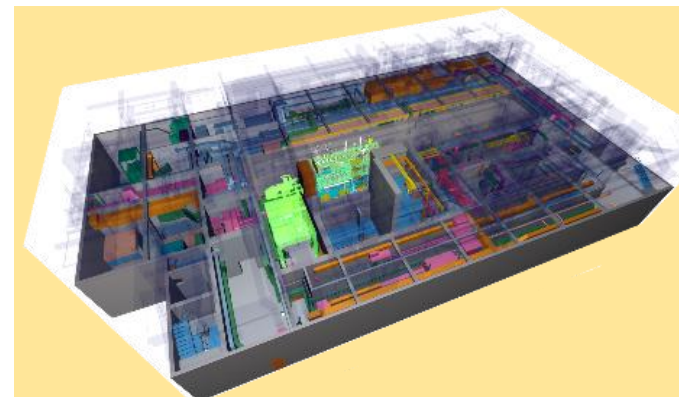
Développement de la première plateforme télé-opérée pour la déconstruction des réacteurs modérés au graphite (Innovative Center AIEA)



Le projet DIM (Dismantling Information Modeling) : Transformation numérique de l'ingénierie de démantèlement pour mieux sécuriser la gestion des données et des configurations, les études et les chantiers

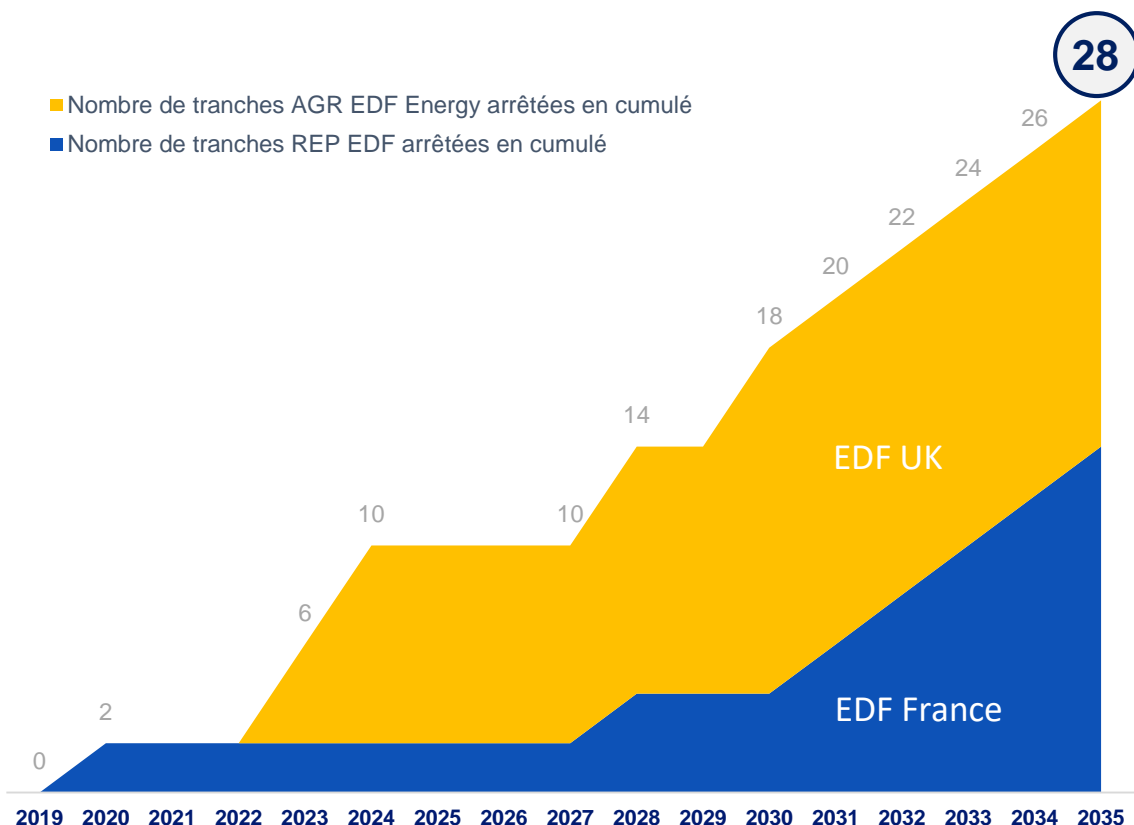


DIM

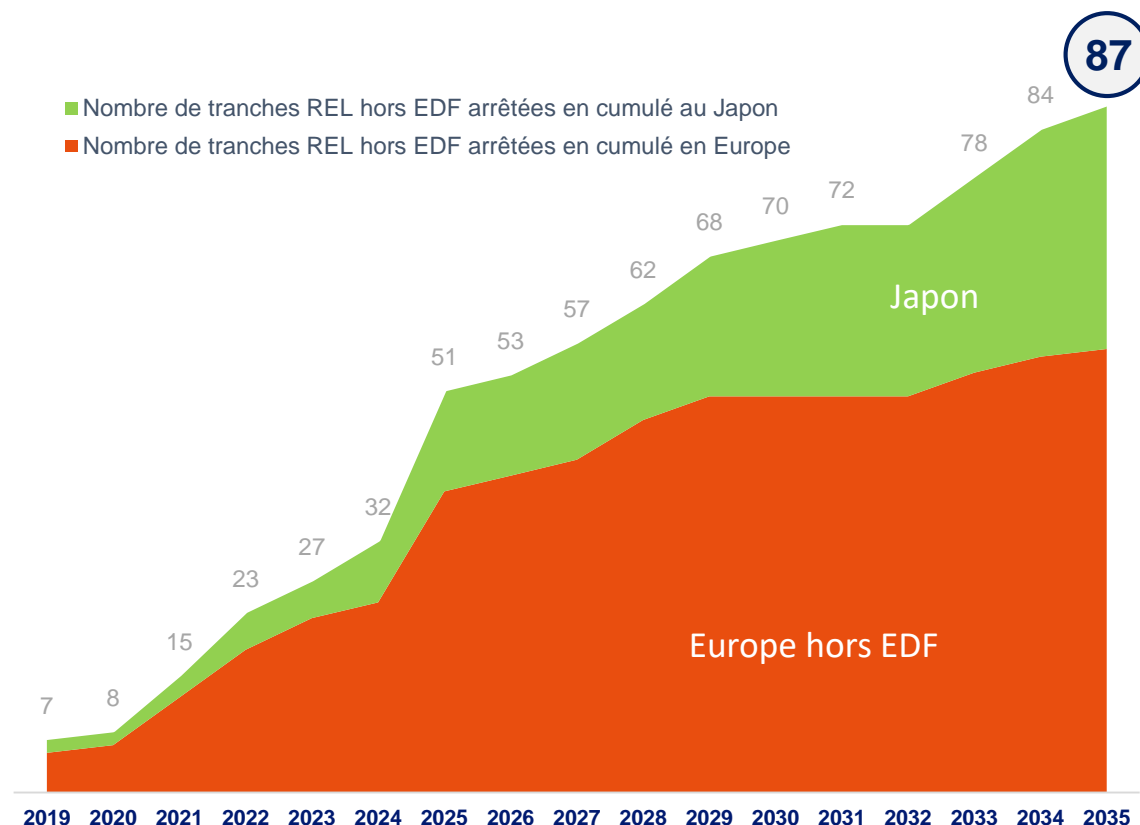


Le changement d'échelle et l'émergence d'un marché

28 réacteurs EDF arrêtés entre 2019 et 2035



87 réacteurs arrêtés hors EDF entre 2019 et 2035



MERCI

