

# Conférence-débat



Groupe Régional Provence

## **Le démantèlement des usines du cycle du combustible nucléaire, pyramides des temps modernes ?**

Jean-Christophe Patout  
Directeur des Activités de Fin de Cycle

8 avril 2021



**orano**

# Sommaire

- 1. Le groupe Orano et l'activité Démantèlement et Services**
- 2. Le démantèlement d'une installation nucléaire**
- 3. Démantèlement de l'usine Georges Besse, un projet inédit et gigantesque**

# 01

## Le groupe Orano et l'activité Démantèlement et Services



# Le groupe Orano

Acteur majeur du cycle du combustible nucléaire

**3,8**

**milliards €**  
de chiffre  
d'affaires

**16 000**

collaborateurs  
dans le  
monde

**30**

**milliards €**  
en carnet de  
commandes

## Top 3 mondial

dans nos activités principales



Mines



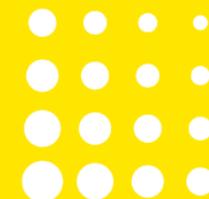
Conversion et  
enrichissement de  
l'uranium



Recyclage du  
combustible utilisé



Emballages  
Nucléaires et  
Services



**Démantèlement  
et Services**



Ingénierie

# Démantèlement et Services

Un savoir-faire adapté à tous les exploitants nucléaires

## Démantèlement

Une **expérience éprouvée**



- Conception, supervision et réalisation de projets
- Expertise dans l'assainissement et démantèlement sur tous les types d'installations nucléaires
- Interventions en milieu de haute activité radiologique

## Services aux exploitants

Une **offre diversifiée**



- Logistique de chantier
- Maintenance spécialisée d'équipements sensibles
- Sécurité radiologique des intervenants et de l'environnement
- Formation aux métiers du nucléaire

## Gestion des déchets

Des **solutions intégrées**



Gestion des déchets issus :

- de la production
- de l'exploitation des installations
- du démantèlement
- des grandes opérations de maintenance

# Une présence internationale

**600**  
millions €  
de chiffre  
d'affaires

**5000**  
collaborateurs  
dans le monde

**50**  
ans  
d'expérience



# 02

## Le démantèlement d'une installation nucléaire



# Sait-on démanteler une installation nucléaire? (spoiler : oui)



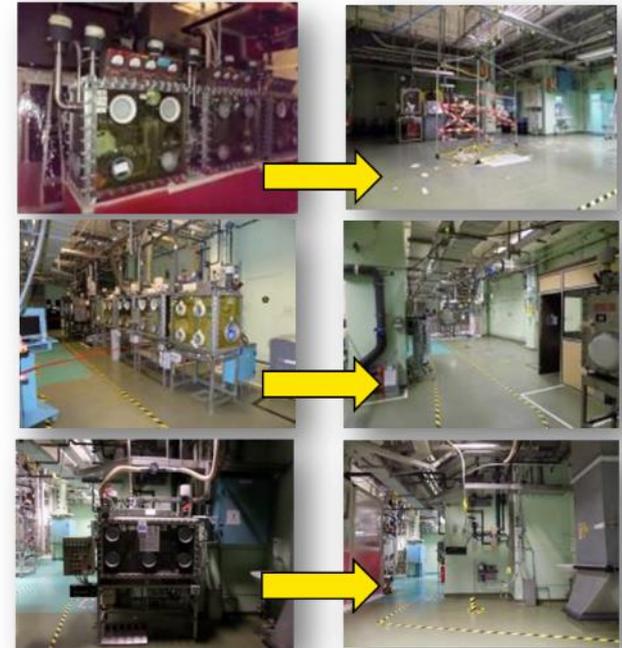
Before

Connecticut Yankee (réacteur de 600 MW) - (c) Nuclear Energy Institute



Une des 60 cellules de l'ancien usine de MOX de Cadarache - 2016

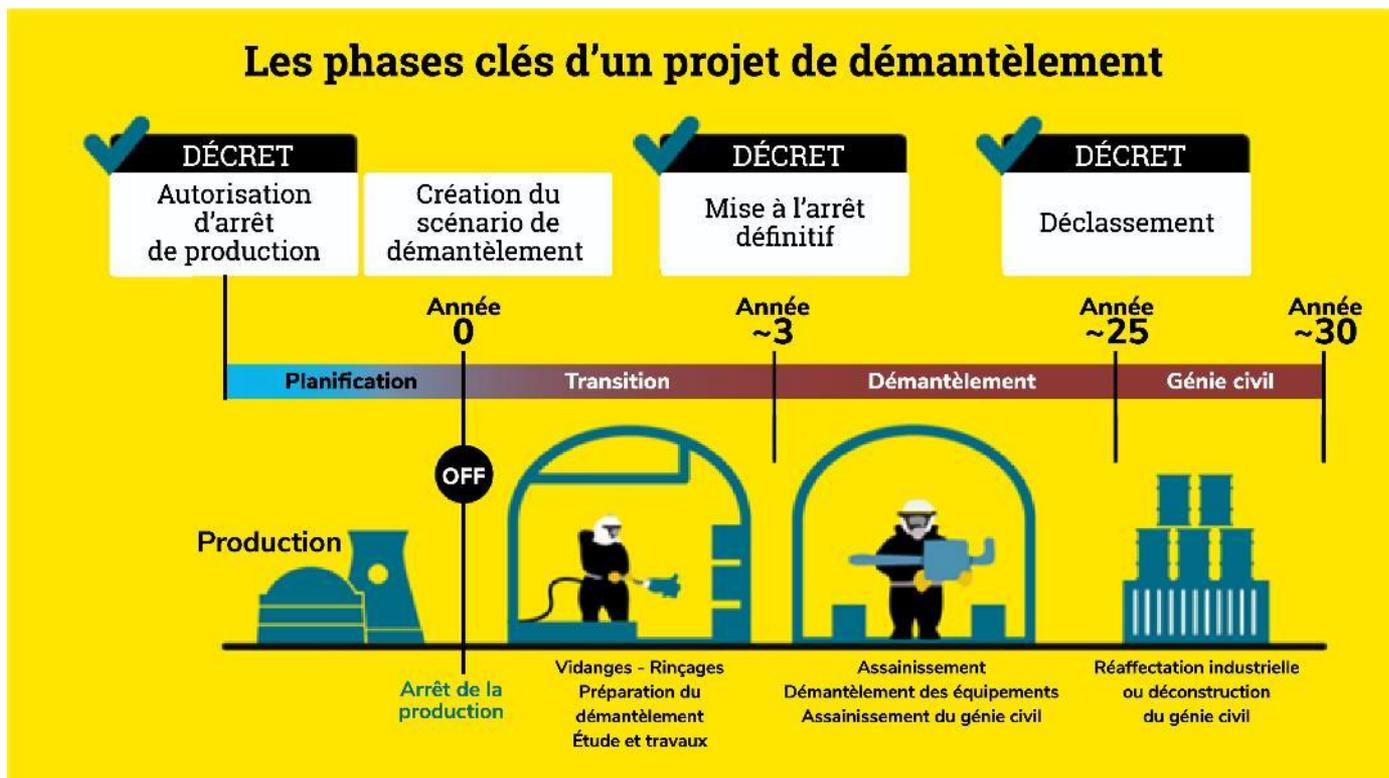
# Sait-on démanteler une installation nucléaire? (spoiler : oui)



# Un large panel de références industrielles



# Comment démantèle-t-on ?



# La stratégie de démantèlement chez Orano

- **La Direction des Activités Fin de Cycle** centralise et coordonne les opérations de démantèlement des installations Orano à l'arrêt, **depuis les phases de conception jusqu'à la réalisation des programmes** avec comme objectifs, la sûreté des opérations, la tenue des plannings et l'optimisation des coûts à terminaison.

## 3 responsabilités dans le DEM Orano

- Exploitant nucléaire
- Maitrise d'Ouvrage opérationnelle
- Maître d'Œuvre

**Définition  
de la  
stratégie**

**Pilotage**  
(études et  
opérations)

**Opérations  
de terrain**

**700**  
salariés  
en France

**7**  
milliards €  
de provisions  
de fin de cycle

**Surveillance  
des  
installations**

**Exploitation  
des ateliers**

**Reprise et  
conditionnement  
de déchets**

**150**  
millions  
d'activité  
par an

# Le démantèlement, c'est aussi ...

## Transition sociale

(expl -> DEM -> reconversion)

- Volume de **personnel significativement inférieurs aux besoins pendant l'exploitation**
- Assurer le **transfert de connaissances** et garder la mémoire de l'exploitation
- Industrialisation et **montée en compétences** autour du démantèlement

## Gestion de projets majeurs

- **Projets qui s'échelonnent de 10 à 40 ans** (planning, ressources, achats compétences, etc.)
- Défi du **financement sur le long terme** en gérant les incertitudes
- **Créer de la performance** autour du démantèlement

## Sûreté et sécurité au travail

- Exploitation d'installations anciennes
- **Contraintes radiologiques** (interventions en environnement irradiant)
- **Situations de travail à risque** (densité des procédés, co-activité, usage d'outils perforants / contondants, etc.)

## Innovation

- Développer de **nouveaux outils** (robotique, réduction de volume, découpe au plasma, etc.)
- Répondre aux enjeux techniques du démantèlement (exutoire pour les déchets, absence de plans, etc.)

# Que démantèle-t-on ?



*Laboratoires de  
recherche*

Ex: CEA Saclay



*Mines  
d'uranium*

Ex: Mounana (Gabon), + de  
200 mines en France



*Réacteurs de recherche  
et de puissance*

Ex: Superphenix, Wurgassen  
(All.), Stade (All.), Millstone (US)

## Les usines du cycle du combustible



*Usines de conversion  
& d'enrichissement*

Ex: Miramas, Georges Besse, CEA  
Tricastin



*Usines de fabrication  
de combustible*

Ex: ATPu Cadarache,  
SICN Annecy et Veurey



*Usines de  
recyclage*

Ex: UP1 CEA Marcoule, UP2  
400 Orano la Hague

# Démantèlement

## Amont du cycle



**orano** **cea**

**Tricastin**  
Conversion  
et enrichissement

- Démantèlement d'un large panel d'installations à l'arrêt (ateliers, laboratoires, etc.)
- Démantèlement de l'ancienne usine d'enrichissement GB : > 30 ans d'activité, 150 à 200 000 tonnes d'acier contaminé à gérer



**orano**

**Malvési**  
Conversion

- Démantèlement de 8 anciens ateliers de l'usine Comurhex 1 jusqu'en 2027



 Projet en cours

 Projet finalisé



**orano**

**Anney & Veurey**  
Combustible

- Démantèlement complet du site et déclassé administratif
- Réindustrialisation avec des activités non-nucléaires



**orano**

**Miramas**  
Traitement chimique

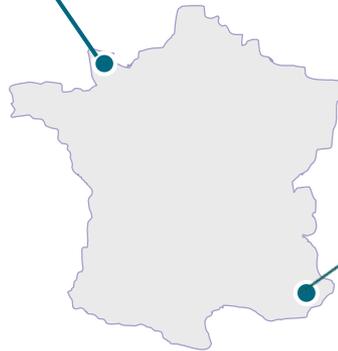
- Dépollution de 100 000 t. de terres

# Démantèlement

Aval du cycle



- Un des plus grands projets de démantèlement au monde (>4Mds €, >30 ans) – avancement à 35 %
- 50 000 m3 de déchets radioactifs à évacuer
- Exploitation des ateliers de reprise et reconditionnement de déchets historiques



**L'expertise  
de la haute  
activité**



- Premier démantèlement d'une usine MOX en France
- Des milliers d'interventions en zone rouge
- 462 boîtes à gants, + de 30 cuves et 4km de tuyauterie démantelés



Projet en cours



Projet finalisé

# 03

**Démantèlement de l'usine  
Georges Besse, un projet  
inédit et gigantesque**



# Georges Besse

Une des plus grandes usines civiles d'enrichissement d'uranium au monde

fonctionnement  
**33 ans**  
non-stop

Enrichissement  
par  
**diffusion  
gazeuse**

Arrêt de la  
production en  
**2012**

**~100**  
**réacteurs**  
au  
monde / an



Vue aérienne de l'usine Georges Besse

(environ 19 hectares = 190 000 m<sup>2</sup>)

**2013-2016**  
Rinçage des  
installations

**2017**  
Enquête  
publique

**2020**  
Décret de  
démantèlement

**2051**  
Fin des  
opérations

# L'enrichissement par diffusion gazeuse

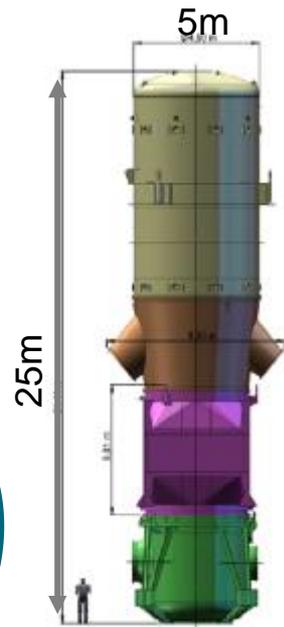
1er procédé à l'échelle industrielle pour la séparation isotopique de l'uranium

- Principe de fonctionnement de l'usine : **passage de l'uranium sous format gazeux  $UF_6$  (0,7% d'  $U_{235}$ ) au travers de diffuseurs en cascade pour obtenir  $UF_6$  enrichi (5% d'  $U_{235}$ )**



**1400**  
étages de  
diffusion  
gazeuse

= 70 groupes  
de 20  
**diffuseurs**



*Etage de  
diffusion USG*

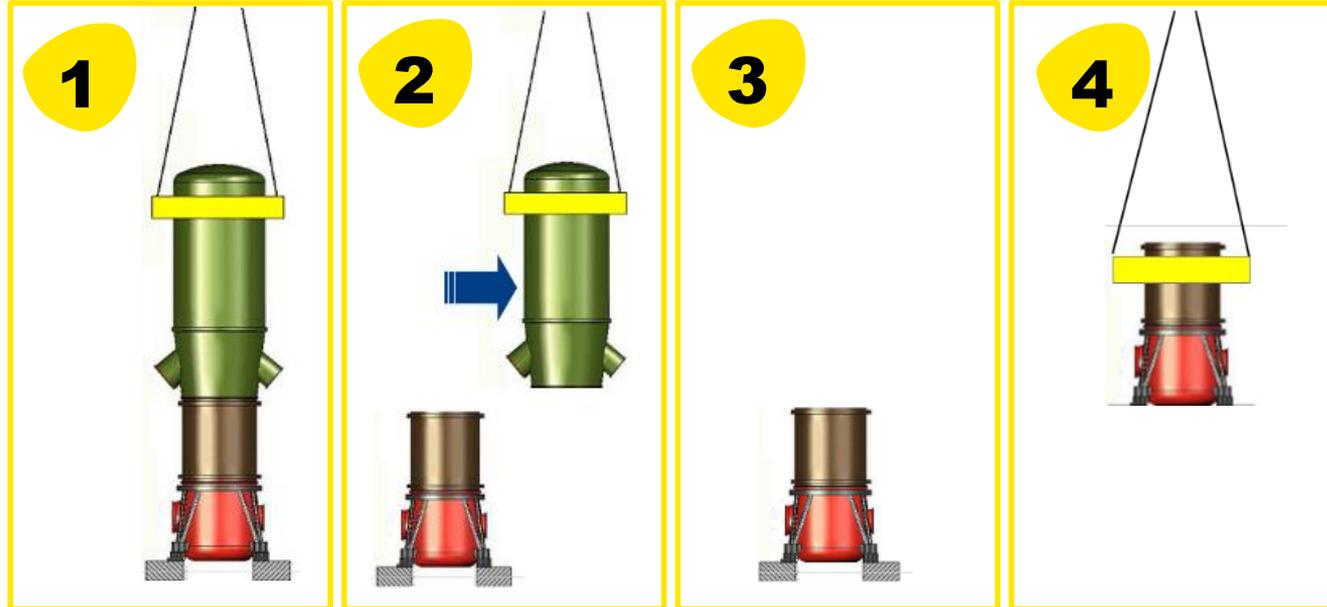
*(130 tonnes)*

# Déconstruire le procédé technique (1/3)

## Etape 1

... et répéter l'opération 1400 fois...

**Déposer des étages de diffusion** (environ 100 tonnes pièce)



# Déconstruire le procédé technique (2/3)

## Etape 2

**Transférer les étages de diffusion vers la zone de traitement**



Retour  
d'expérience  
du transport  
de satellites

# Déconstruire le procédé technique (3/3)

## Etape 3

**Découper les étages de diffusion et réduire leur volume**

Création  
d'une **unité  
dédiée**

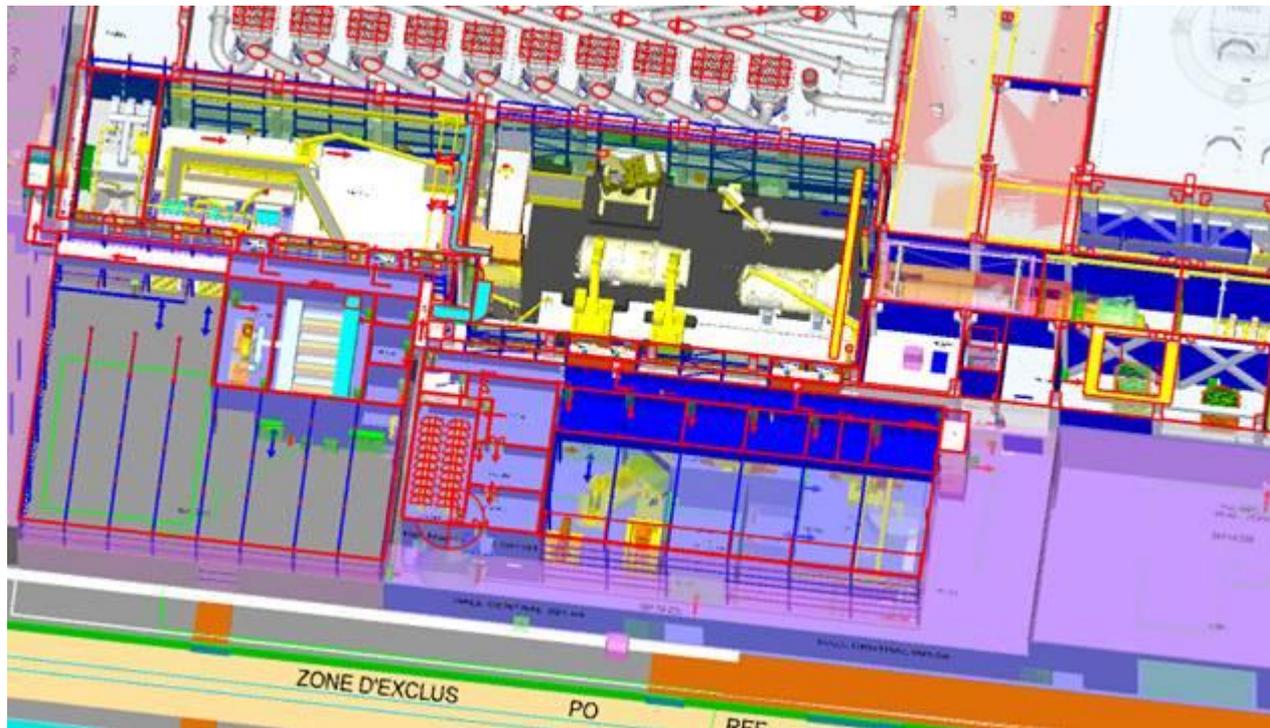
Découpe  
**mécanique** et  
**thermique**

**Réduction  
de volume** et  
caractérisation  
radiologique



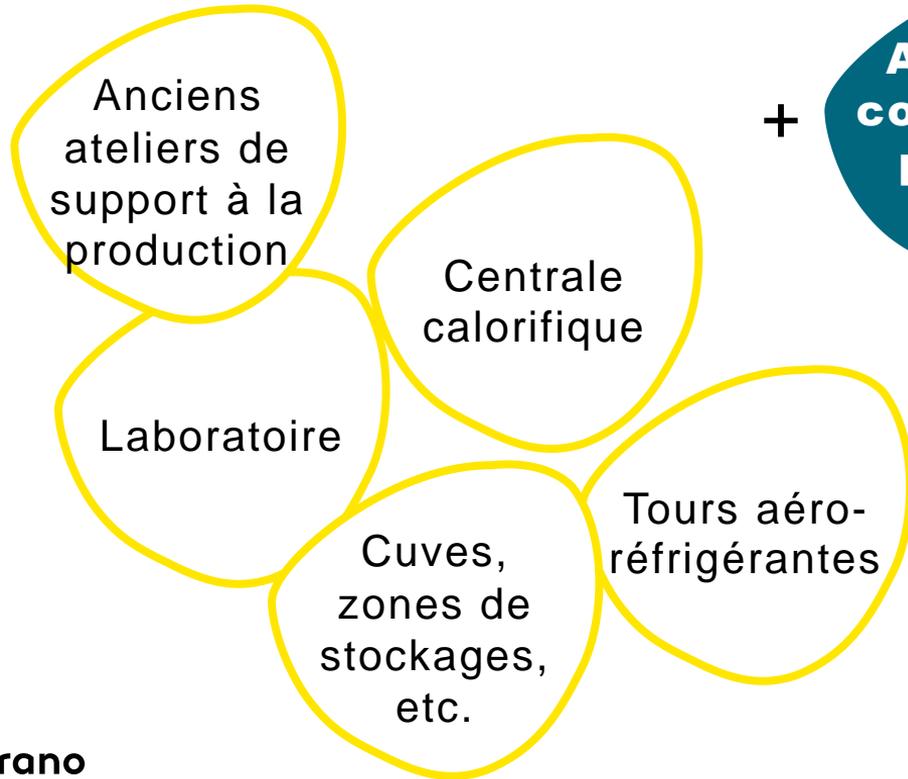
Réalisation de **tests grandeur  
nature fin 2019** sur des diffuseurs  
non utilisés (pièces de rechange)

# Une unité centralisée de déconstruction



- **Découpe**
- **Densification**
- **Conditionnement des déchets**
- **Caractérisation**
- **Préparation à l'expédition**

# Démanteler... tout le reste



+

**Ateliers  
construits  
pour le  
DEM**



# Gérer et réduire le volume des déchets

## Déchets de Très Faible Activité (TFA)

**160 000**  
tonnes d'acier

= **4** fois le  
**porte-**  
**avions**  
Charles de  
Gaulle

**+ 1300**  
kilomètres de  
tuyauterie

## Déchets conventionnels

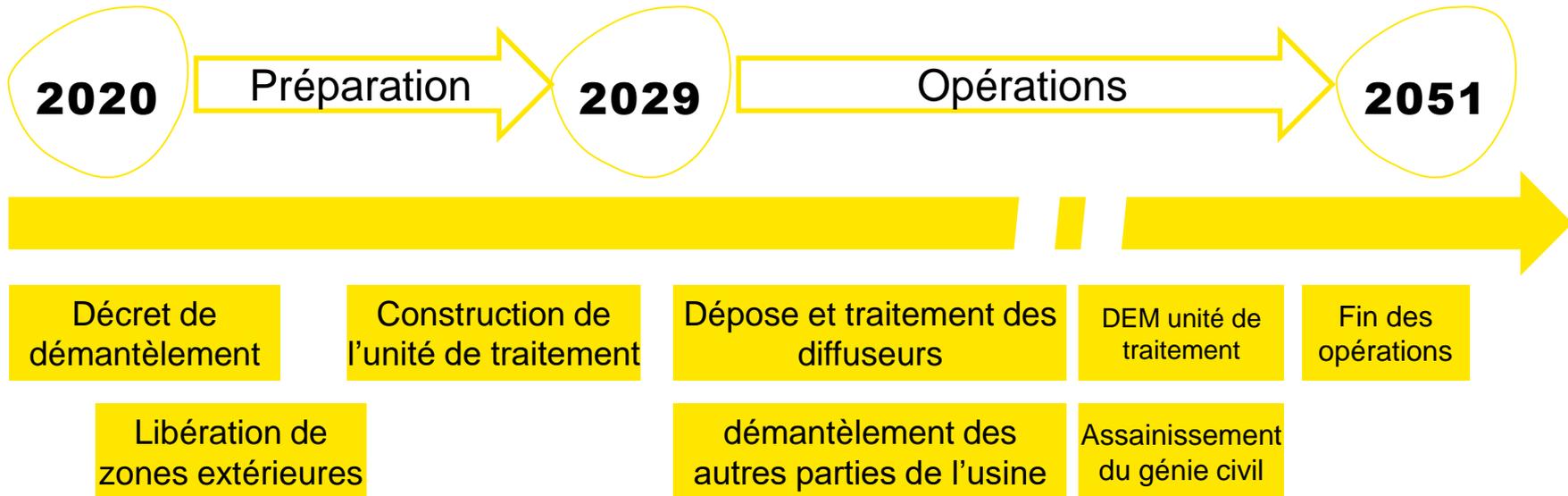
**80 000**  
tonnes

dont **15 000**  
tonnes  
d'équipements  
métalliques



L'enjeu : convertir **900 000 m<sup>3</sup>** avant dépose en **150 000 m<sup>3</sup>** après traitement

# Planning du projet



*\*Echelle de temps non conforme*

# Conclusion

- **Le démantèlement est un métier à part entière... et entièrement à part !**

Il couvre des aspects aussi divers que la gestion de projets, la sécurité, l'approvisionnement, le management, les études, la conduite d'opérations de terrain...

- **Georges Besse est un projet unique en son genre,**  
par son dimensionnement et la nature des techniques qui seront employées

- **Nous recrutons!**

Orano DS recrute 500 personnes par an en France, dans de nombreux métiers.  
Rejoignez-nous!

# Merci de votre attention!



Equipe de conduite de la dernière étape d'arrêt de l'usine Georges Besse - 7 juin 2012, à 3h30



Une équipe Orano DS réalise un Scan 3D au sein de l'usine Georges Besse – 24 septembre 2020



**orano**

Donnons toute sa valeur au nucléaire