



LA GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS EN FRANCE

13 juin 2022

Ce document est la propriété de l'Andra.
Il ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation expresse et préalable.



L'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs

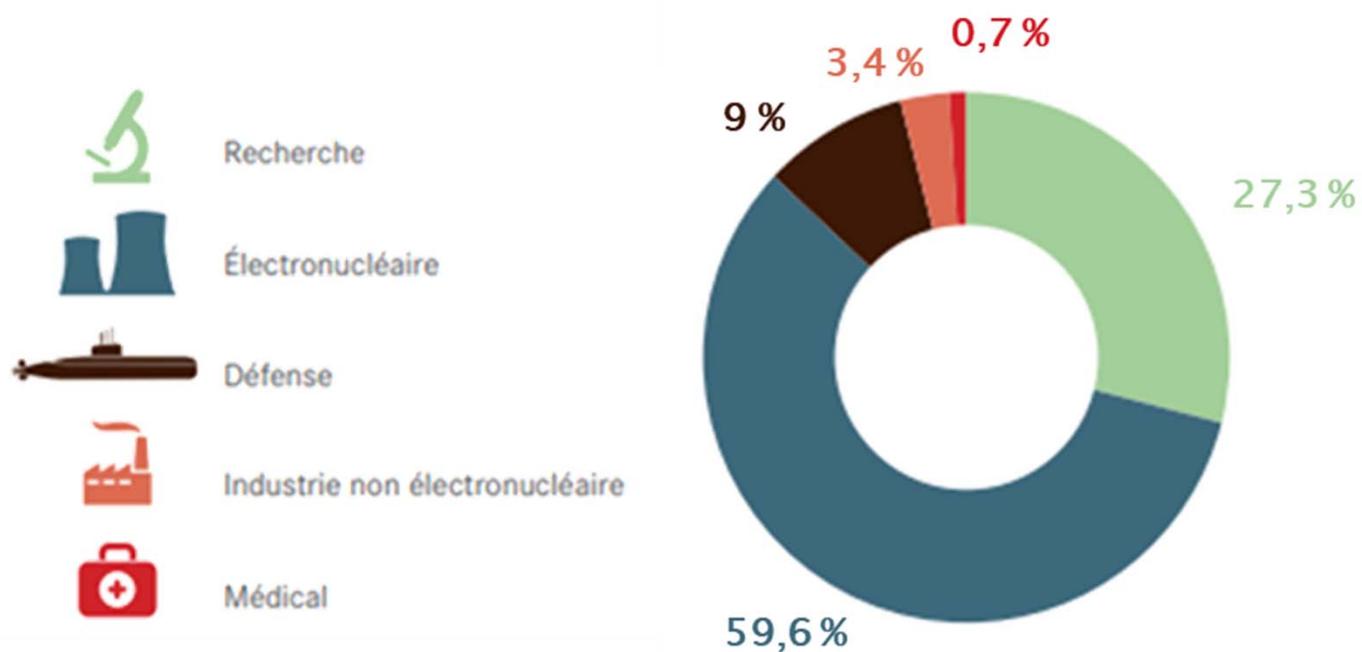
- Agence **publique**
- Créée en 1991
- **Sous tutelle** des Ministères de l'Environnement et de l'enseignement supérieur et de la recherche
- **Indépendante** des producteurs de déchets radioactifs
- 650 salariés sur 5 sites



Plus de 1200 producteurs de déchets radioactifs

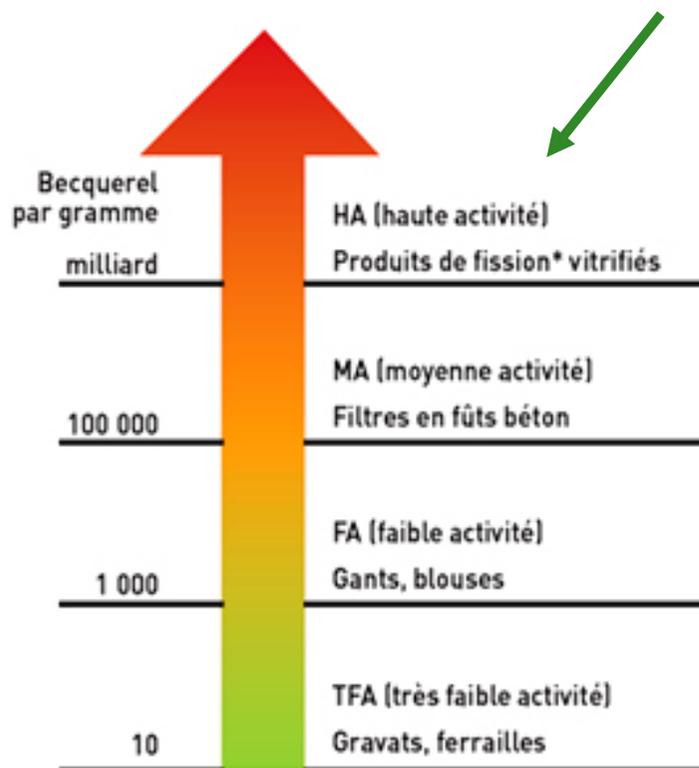


TYP

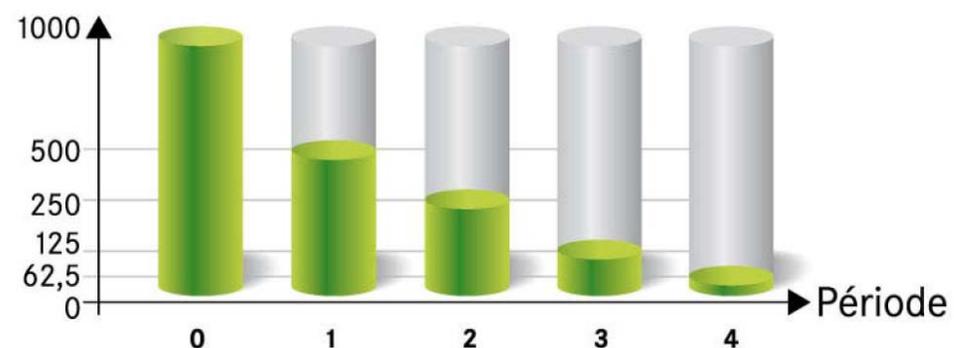


Les classement des déchets radioactifs

Les déchets radioactifs sont classés selon leur mode de prise en charge qui tient compte de leur **niveau d'activité** et de leur **durée de vie**.



Radioactivité



Période radioactive :

Cobalt 57 : T = 6 heures

Uranium 238 : T = 4,5 Milliards d'années

De l'ordre de...

DDP/DIR/22-0032

Ce document est la propriété de l'Andra.
Il ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation expresse et préalable.

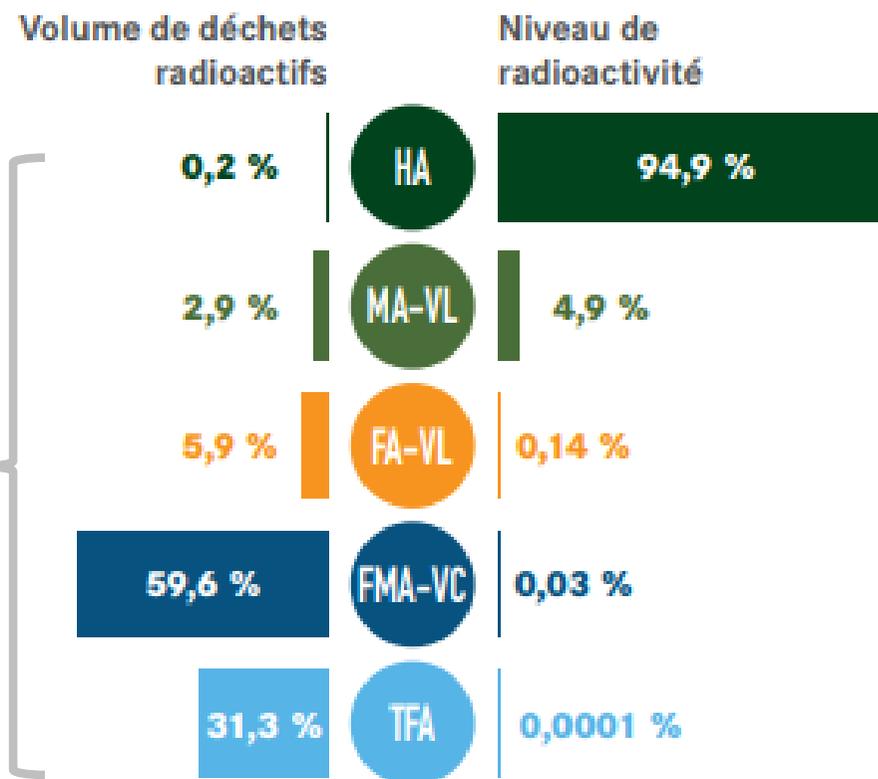
Répartition des volumes des déchets radioactifs



TYP

1 670 000 m³

C'est la quantité de déchets radioactifs (toutes catégories confondues) accumulée en France que l'Andra prend en charge.



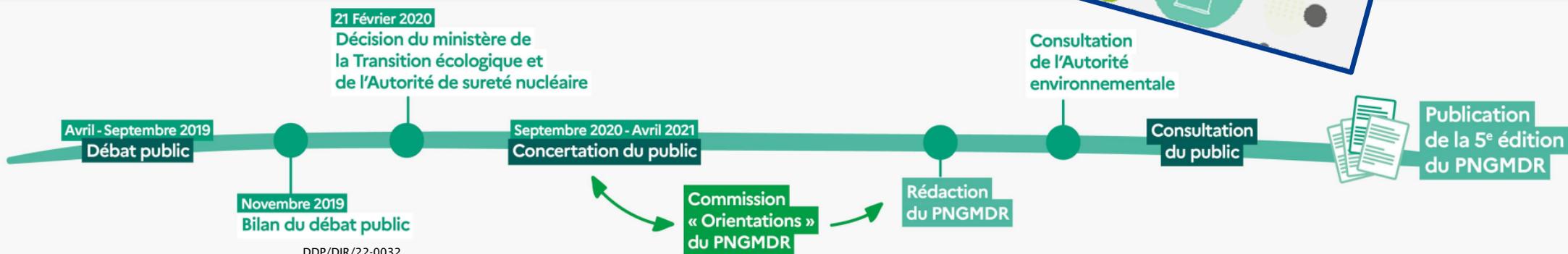
Haute activité (HA), moyenne activité à vie longue (MAVL), faible activité à vie longue (FAVL), Faible et moyenne activité à vie courte (FMA-VC), très faible activité (TFA), et vie très courte (VTC)

Une gestion adaptée à la dangerosité de chaque type de déchet

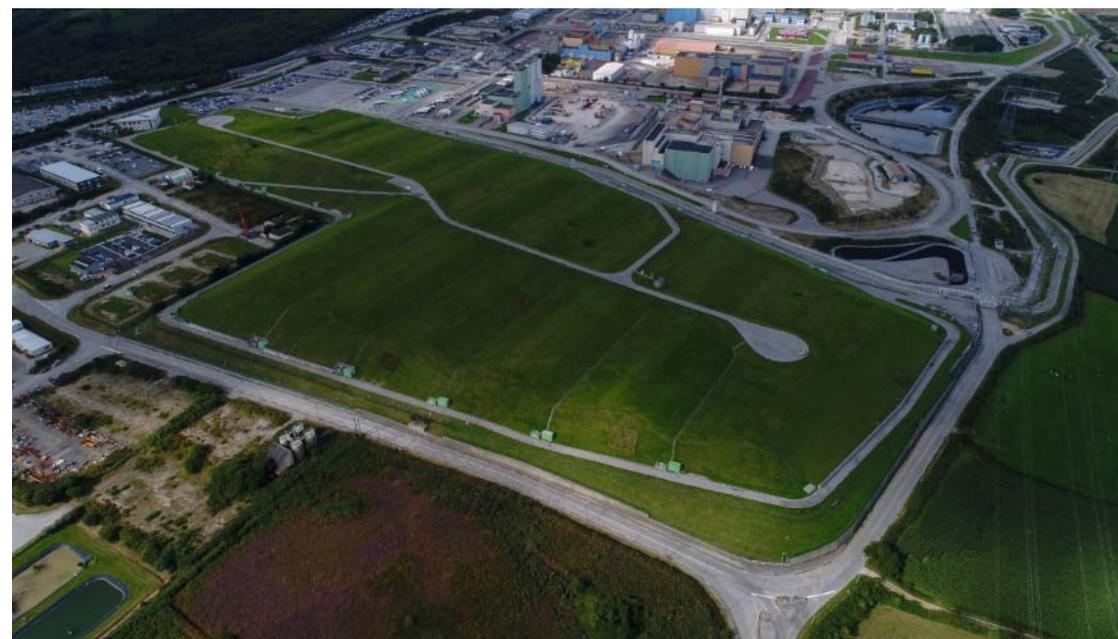
Catégorie	Déchets dits à vie très courte	Déchets dits à vie courte	Déchets dits à vie longue
Très faible activité (TFA)	 Gestion par décroissance radioactive	 Stockage de surface (Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage)	
Faible activité (FA)		 Stockage de surface (Centres de stockage de l'Aube et de la Manche)	
Moyenne activité (MA)		 Stockage à faible profondeur à l'étude  Stockage profond en projet	
Haute activité (HA)	Non applicable		

Haute activité (HA), moyenne activité à vie longue (MAVL), faible activité à vie longue (FAVL), Faible et moyenne activité à vie courte (FMA-VC), très faible activité (TFA), et vie très courte (VTC)

Le Plan national de gestion des déchets radioactifs (PNGMDR)



Le Centre de stockage de la Manche (CSM), premier centre de stockage en surface - 1969 à 1994



DDP/DIR/22-0032

Ce document est la propriété de l'Andra.
Il ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation expresse et préalable.

Le Centre de stockage de l'Aube pour les déchets FMA-VC



Le stockage des déchets TFA au CIRES (Aube)

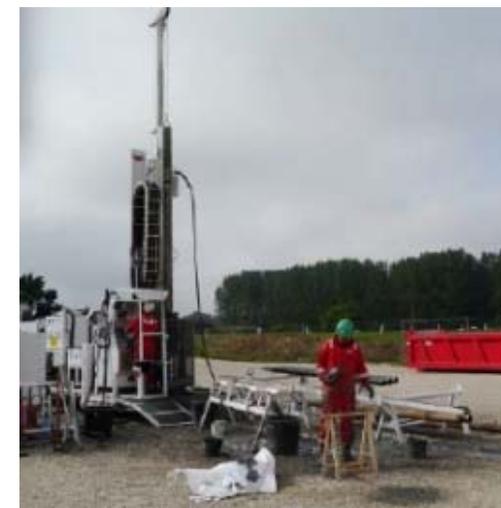
Ces déchets largement issus du démantèlement d'installations nucléaires : ferrailles, plastiques, gravats, terres...



Le projet de PNGMDR prévoit l'exploration de nouvelles filières de gestion des déchets TFA en complément du stockage centralisé au Cires, dont le recyclage de certains matériaux

Les études du stockage des déchets FA-VL: déchets radifères, de graphite etc.

- **Stockage envisagé à « faible profondeur »**
- **Recherche d'un site dédié lancée en 2006**
- **Réalisation d'investigations géologiques** dans une zone de la Communauté de communes de Vendoeuvre-Soulaines (Aube) entre 2013 et 2020
- Le Projet de PNGMDR organise la poursuite des études...

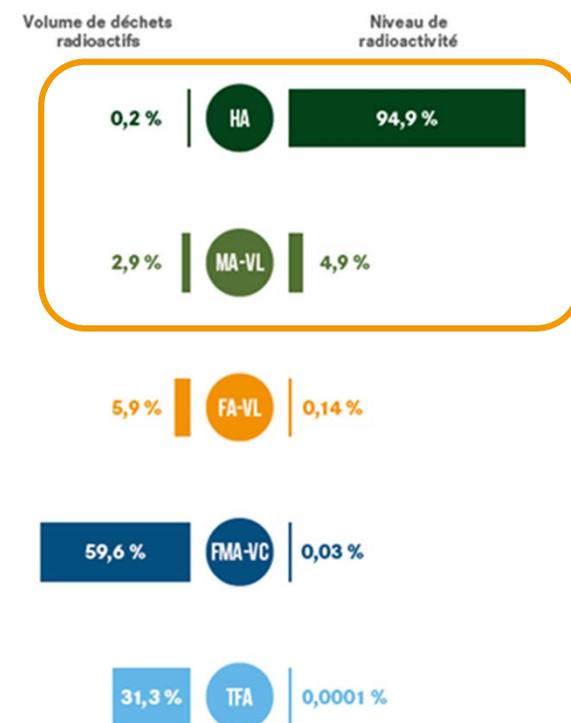


DDP/DIR/22-0032

Ce document est la propriété de l'Andra.
Il ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation expresse et préalable.



La gestion des déchets HA et MA-VL : le projet Cigéo



Quels déchets pour Cigéo ?



DDP/DIR/22-0032

Ce document est la propriété de l'Andra.
Il ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation expresse et préalable.

Les déchets de Haute Activité (HA) et de Moyenne Activité à Vie Longue (MA-VL)

Ils sont entreposés en surface : Marcoule, Cadarache, La Hague et au Bugey (Iceda)

Entreposage des colis vitrifiés, Orano



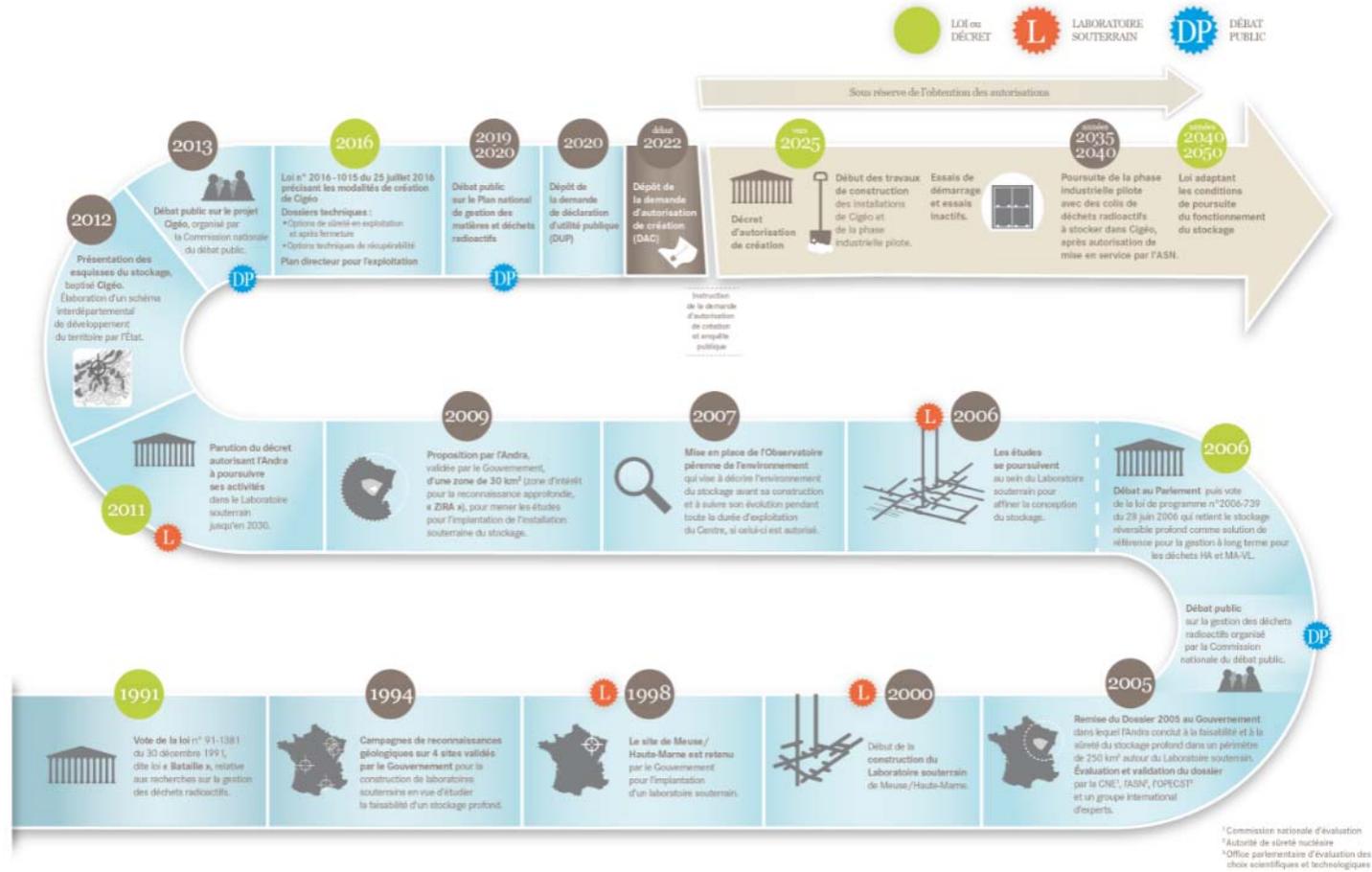
Entreposage des AVM à Marcoule

Installation de conditionnement et d'entreposage de déchets activés (Iceda) EDF au Bugey



Le niveau de radioactivité et la durée de de vie des déchets HA et MA-VL ne permettent pas de les stocker, de manière sûre à long terme, en surface ou en faible profondeur.

L'histoire du projet



DDP/DIR/22-0032

Ce document est la propriété de l'Andra.
 Il ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation expresse et préalable.



Le principe du stockage géologique

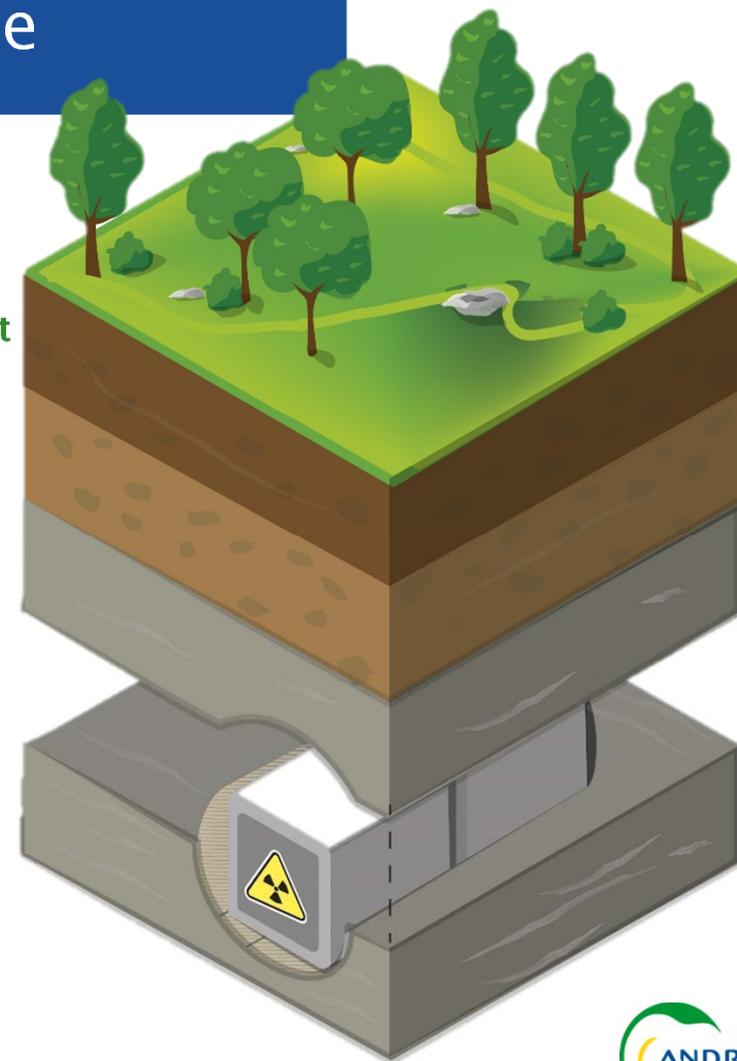
La dangerosité et la durée de vie des déchets HA et MA-VL ne permettent pas de les gérer durablement en surface

Objectif du stockage géologique : protéger l'homme et l'environnement sur le très long terme sans nécessiter d'intervention humaine

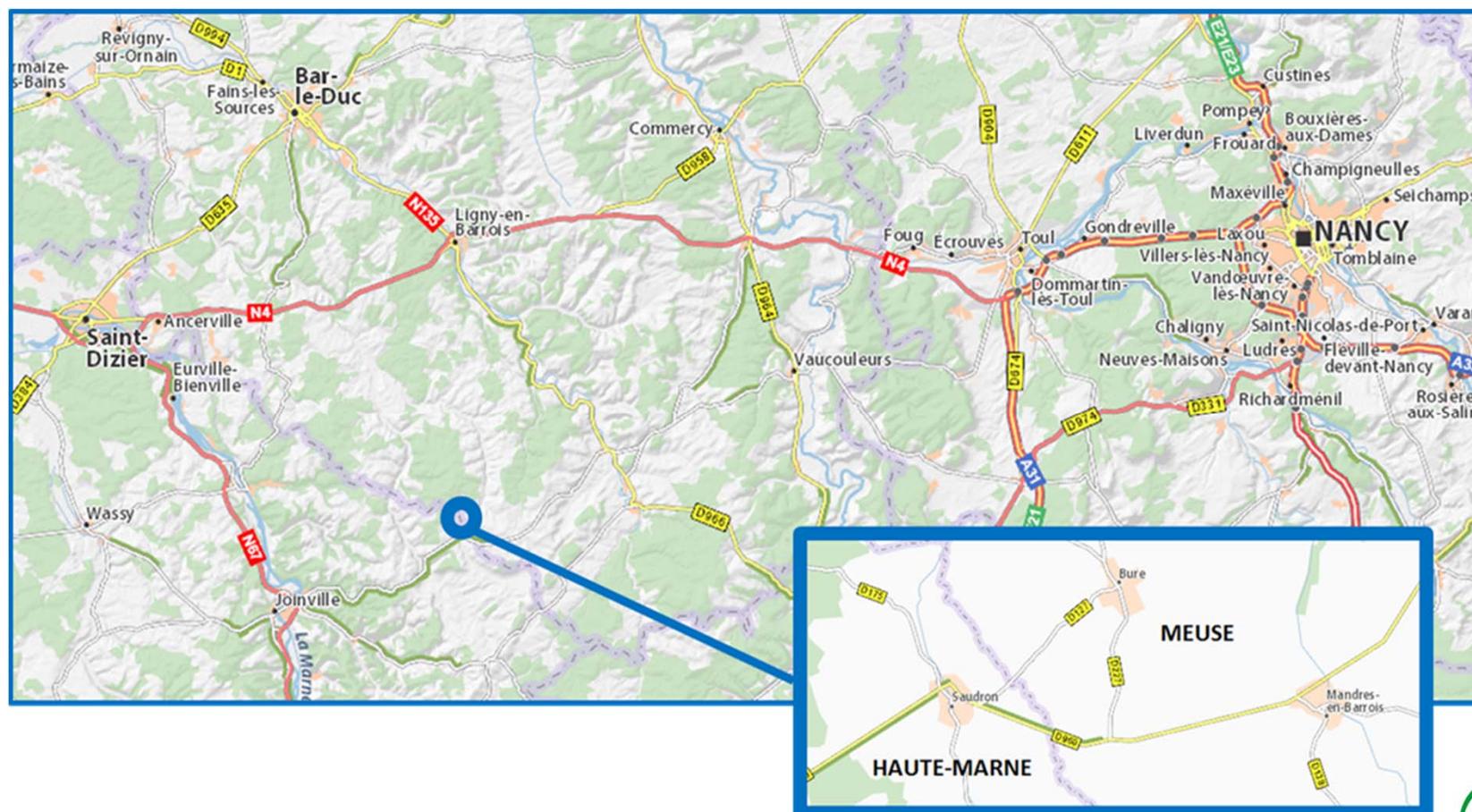
- Situé en grande profondeur, il **ne subira ni les catastrophes naturelles, ni les ruptures de civilisations**
- La couche d'argile est **une barrière naturelle qui prendra le relais des ouvrages humains**

Principes :

- **Isoler** les déchets de l'homme et l'environnement (profondeur du stockage)
- **Confiner** les substances radioactives (propriétés de la couche géologique)



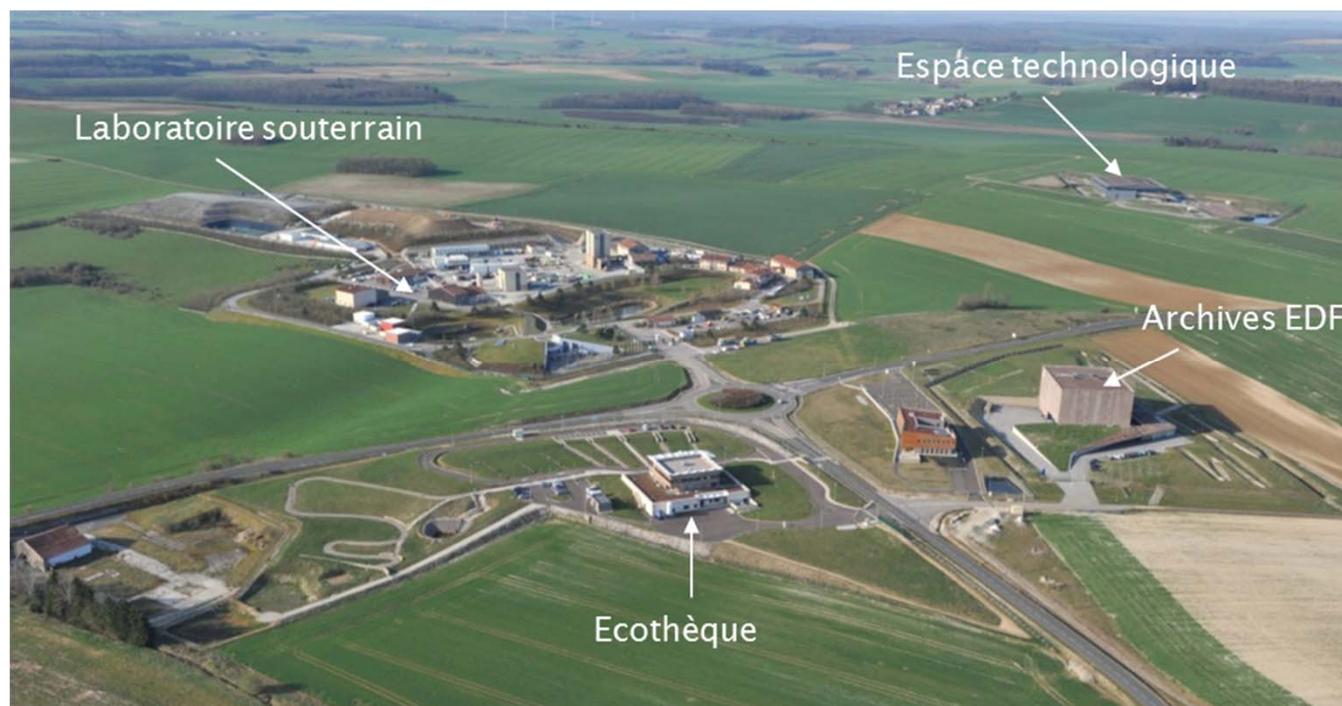
Deux départements d'accueil du projet



DDP/DIR/22-0032

Ce document est la propriété de l'Andra.
Il ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation expresse et préalable.

Le Centre de l'Andra en Meuse / Haute-Marne (CMHM)



1 laboratoire de recherche et
20 ha d'installations
réparties sur **2** communes



360 emplois
dont **200** sous-traitants



110.000 € de parrainages
dans le cadre de **100**
projets soutenus



3.150 visiteurs en 2021
(Près de 12.000 hors
période covid-19)

La géologie du site de Meuse/Haute-Marne

Argilite du Callovo-Oxfordien

Age : 160 Ma

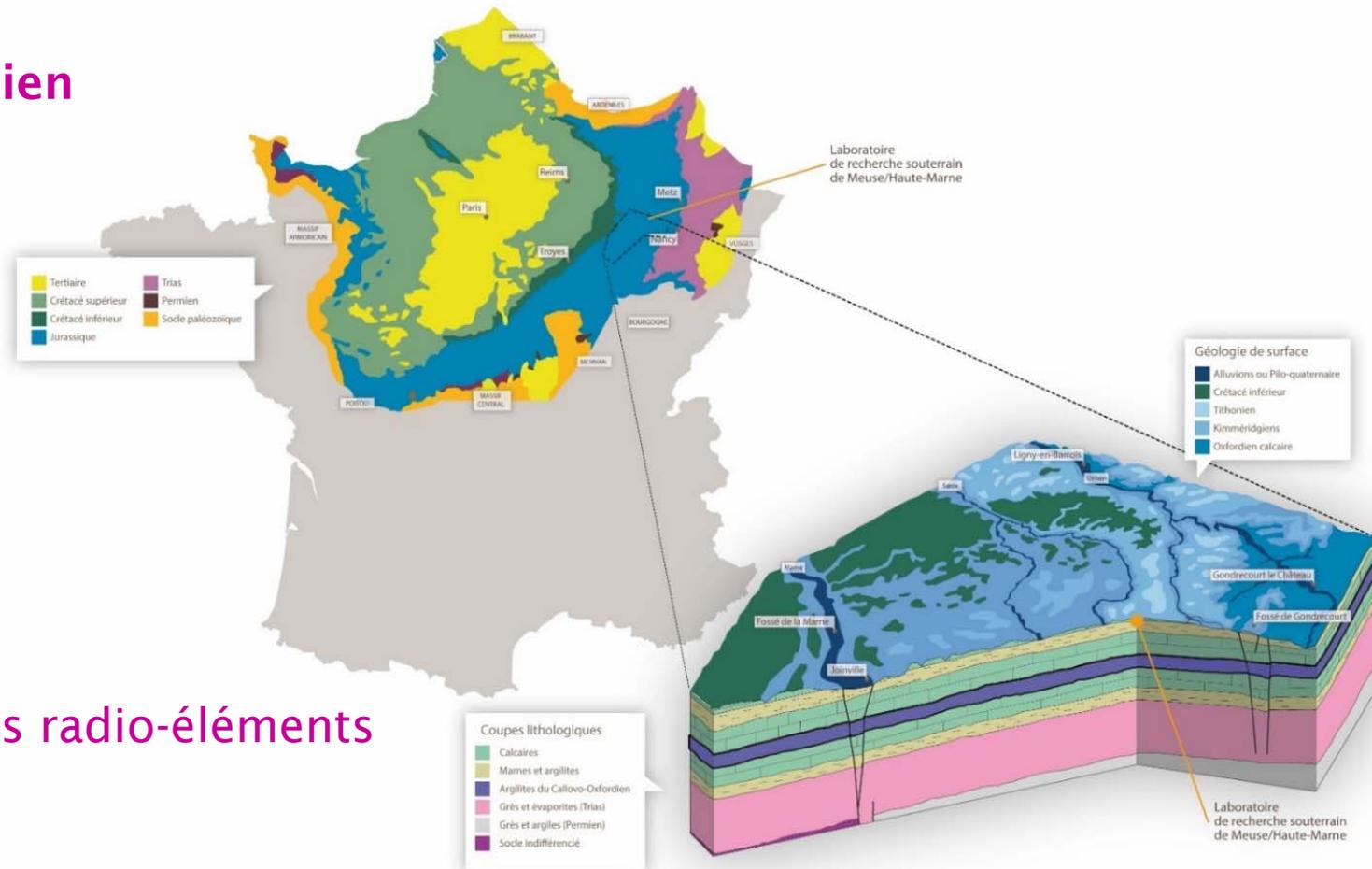
Épaisseur : ~140 m

Profondeur : ~500 m

Stabilité géologique

Très faible perméabilité

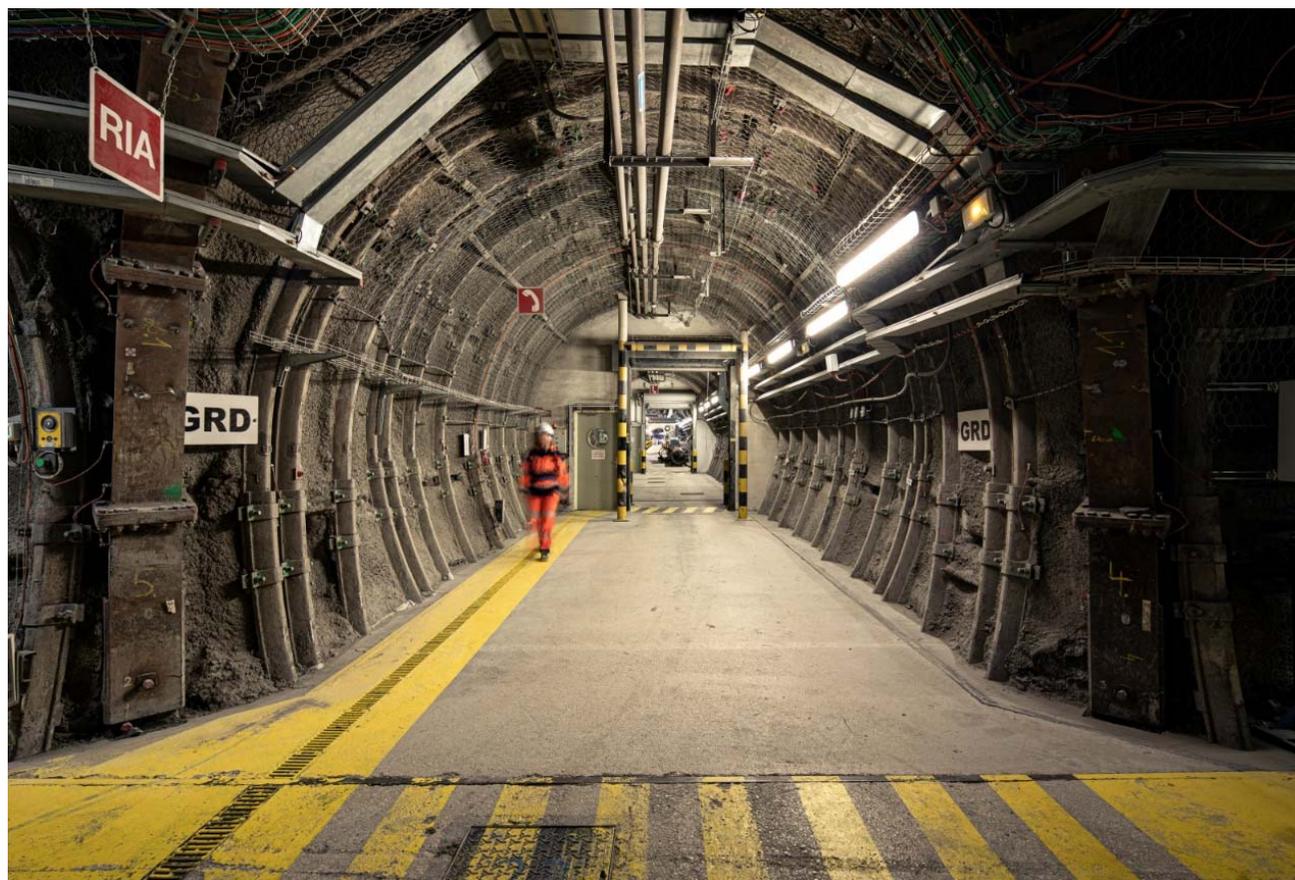
Capacité de rétention des radio-éléments



DDP/DIR/22-0032

Il ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation expresse et préalable.

Le laboratoire souterrain



DDP/DIR/22-0032

Ce document est la propriété de l'Andra.
Il ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation expresse et préalable.

Le laboratoire souterrain



DDP/DIR/22-0032

Ce document est la propriété de l'Andra.
Il ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation expresse et préalable.

500 Mètres de profondeur

15 km² De zone de stockage

250 Km de galeries et alvéoles

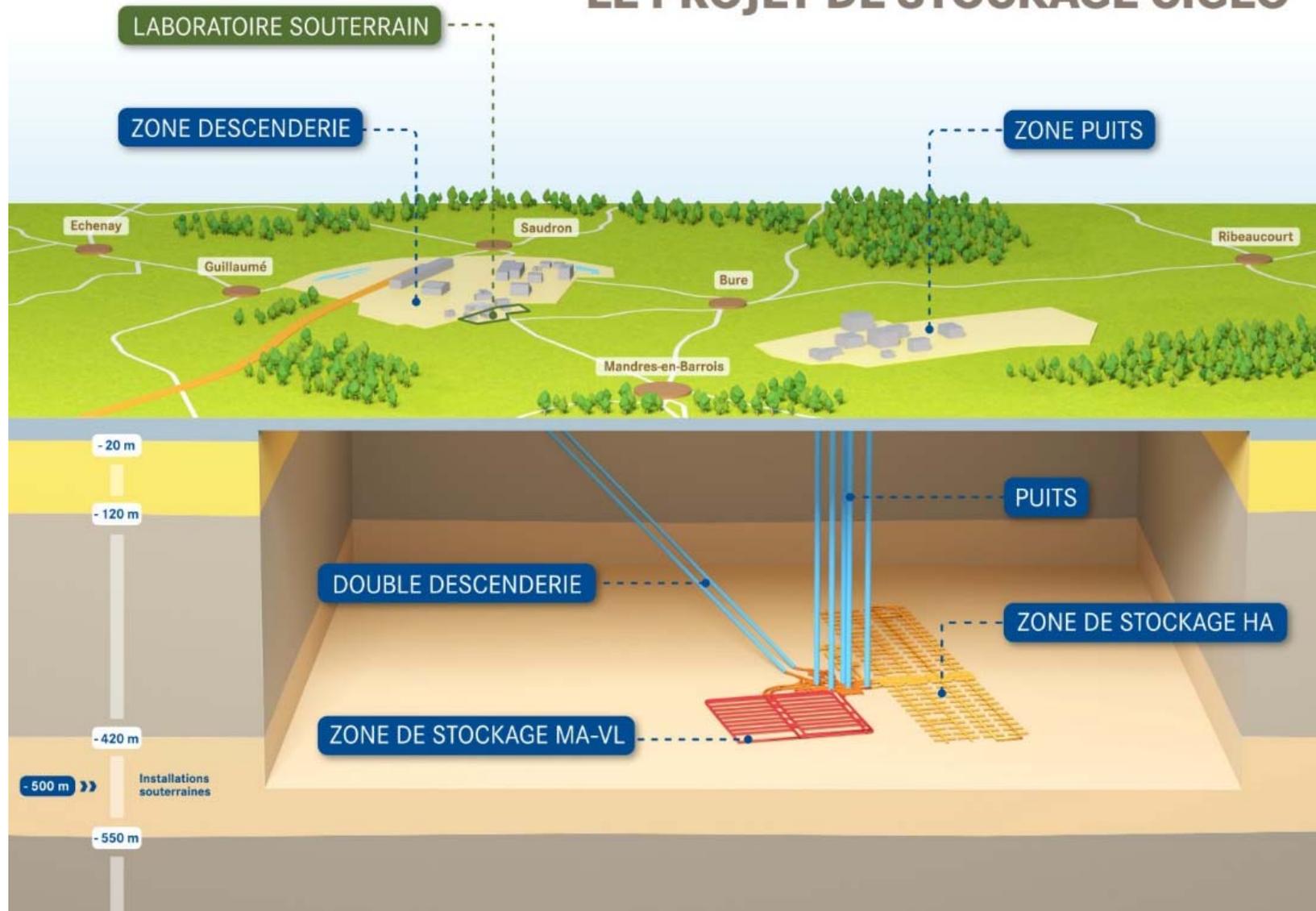
85 000 m³ de déchets

120 Ans d'exploitation

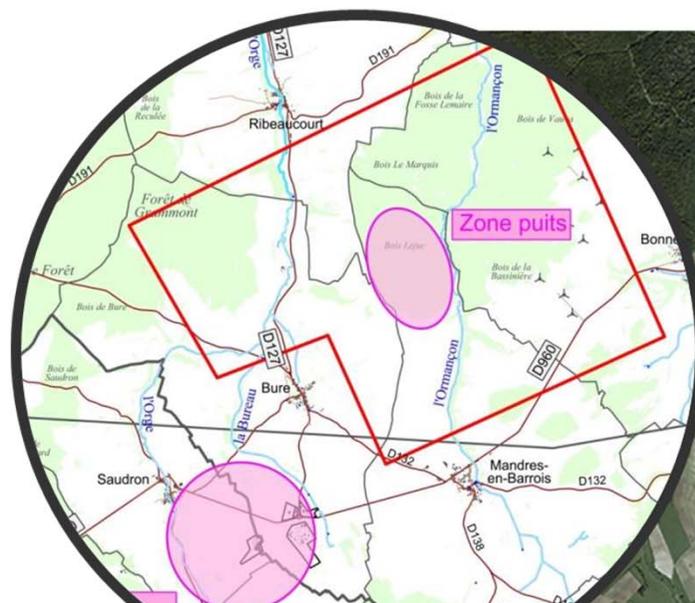
25 Mds d'euros

DDP/DIR/22-0032

LE PROJET DE STOCKAGE CIGÉO



Implantation des installations souterraines et de surface de Cigéo

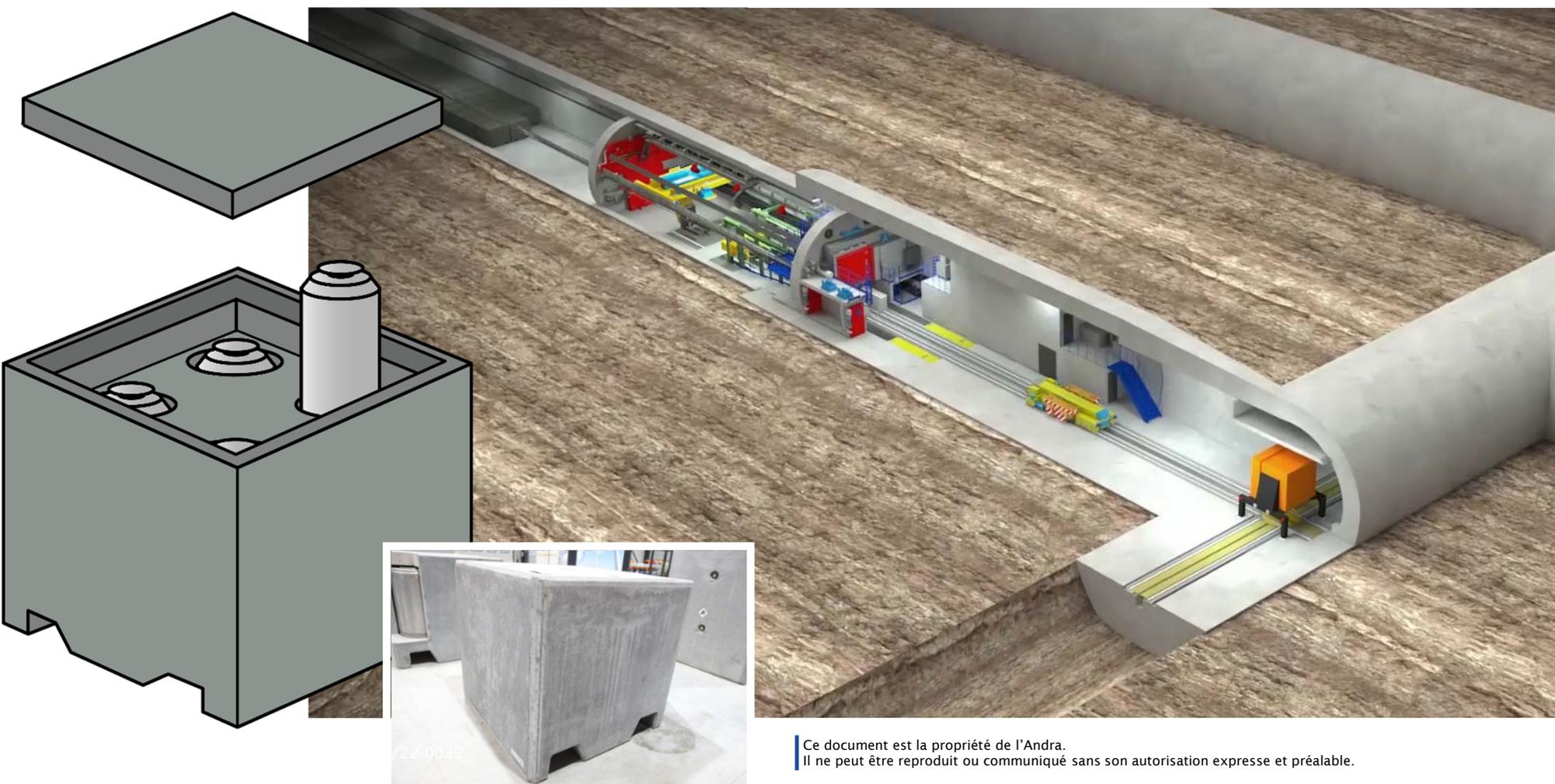


DDP/DIR/22-0032



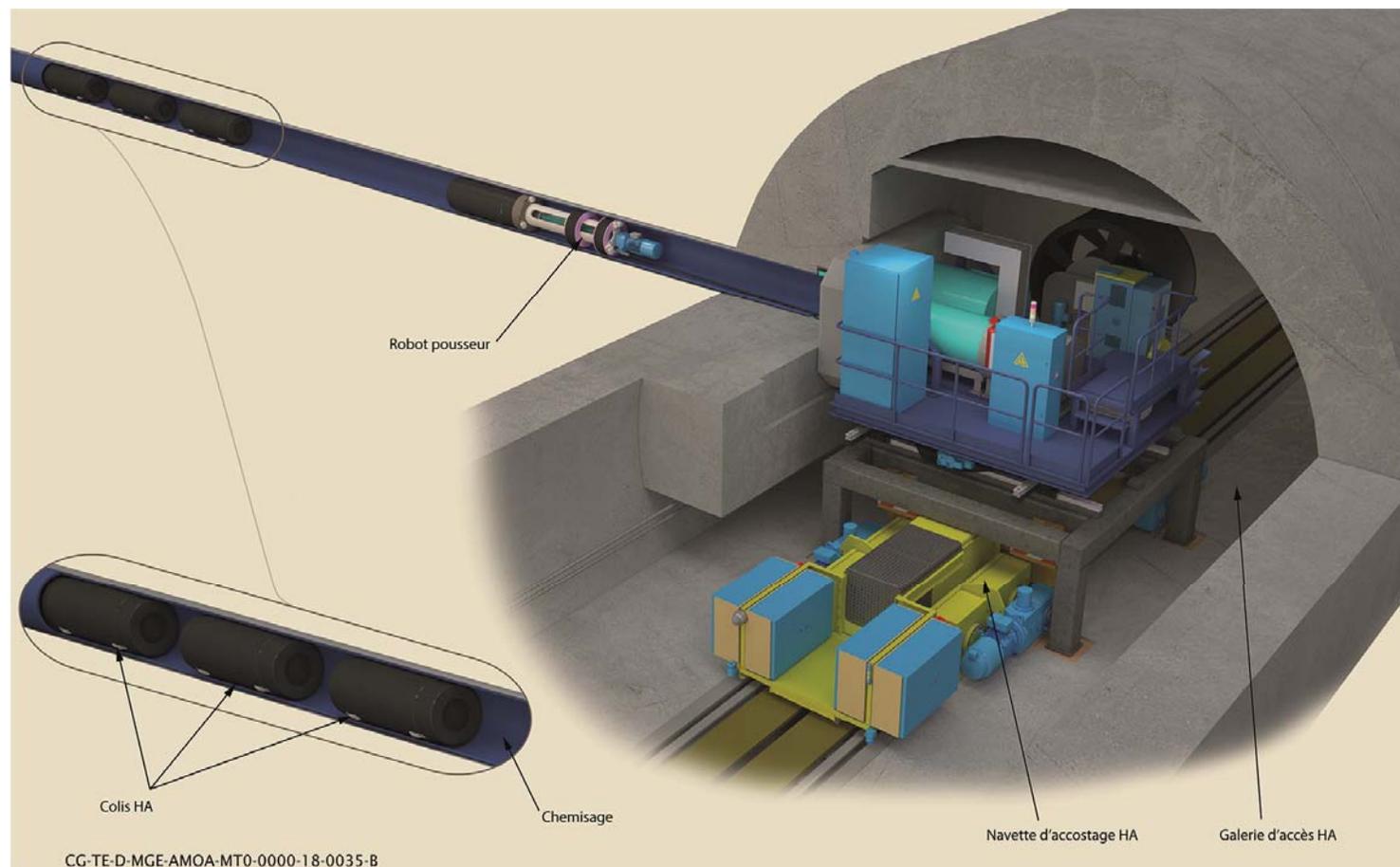
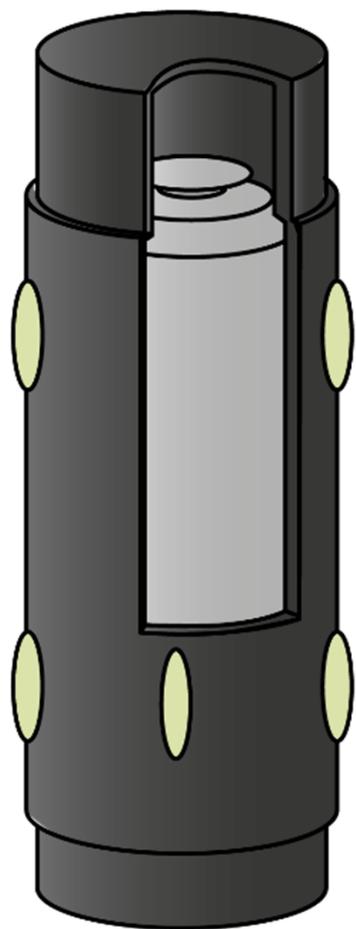
Ce document est la propriété de l'Andra.
Il ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation expresse et préalable.

Alvéoles de stockage MA-VL



Ce document est la propriété de l'Andra.
Il ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation expresse et préalable.

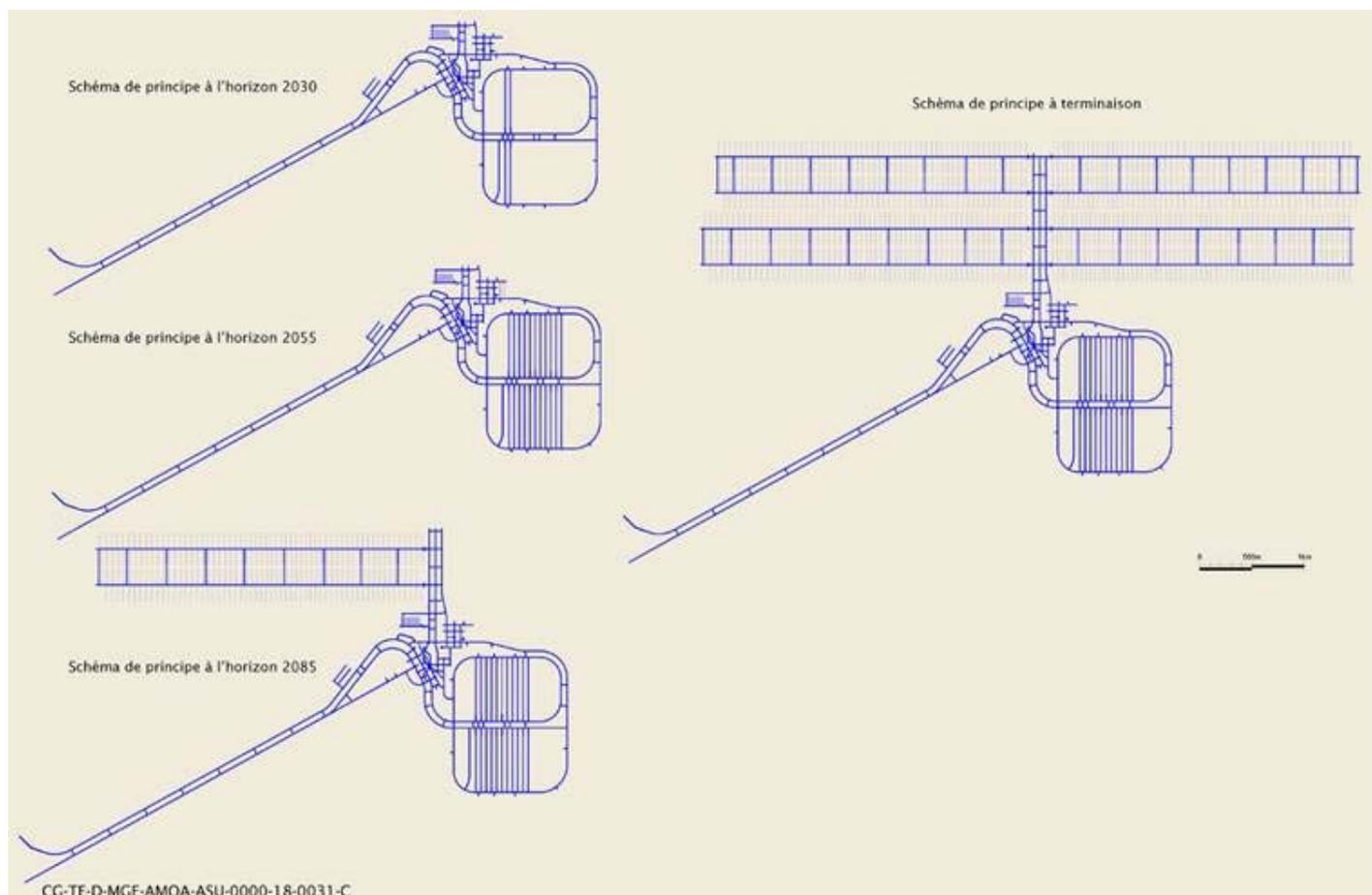
Alvéoles de stockage HA



DDP/DIR/22-0032

Ce document est la propriété de l'Andra.
Il ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation expresse et préalable.

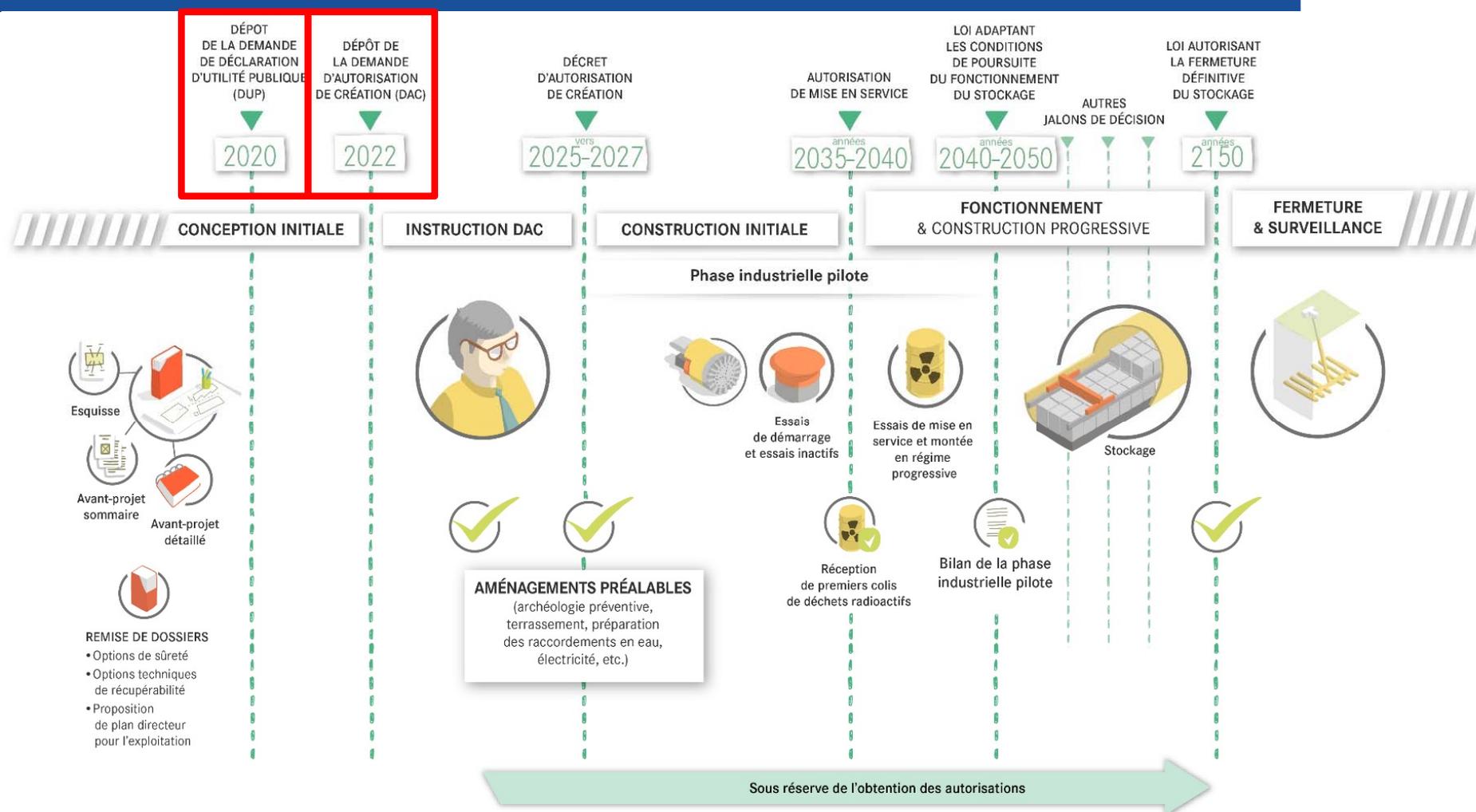
Une installation qui se déploiera de manière progressive



DDP/DIR/22-0032

Ce document est la propriété de l'Andra.
Il ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation expresse et préalable.

Les grandes étapes du projet Cigéo



La phase industrielle pilote

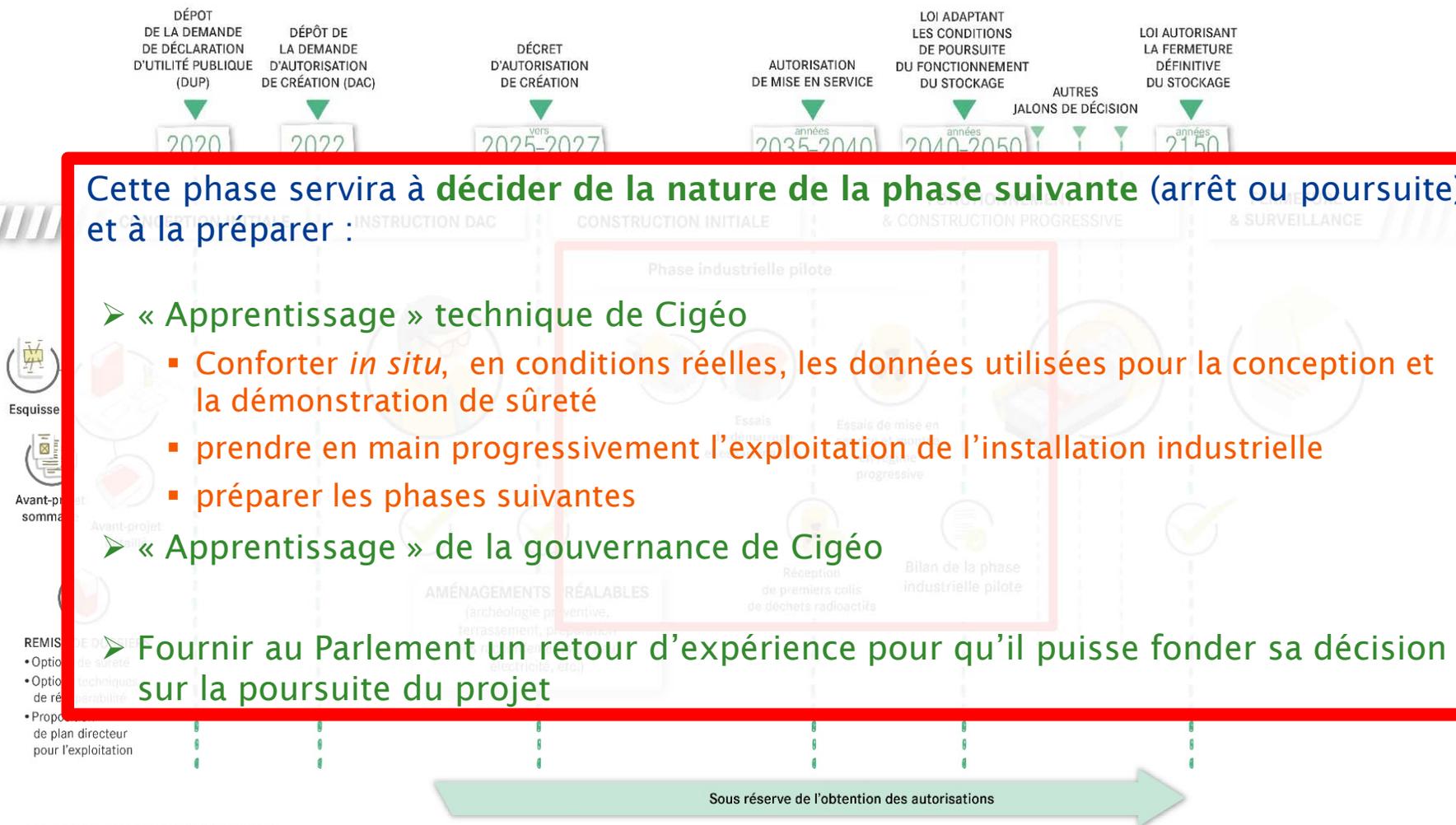
Cette phase servira à **décider de la nature de la phase suivante (arrêt ou poursuite)** et à la préparer :

➤ « Apprentissage » technique de Cigéo

- Conforter *in situ*, en conditions réelles, les données utilisées pour la conception et la démonstration de sûreté
- prendre en main progressivement l'exploitation de l'installation industrielle
- préparer les phases suivantes

➤ « Apprentissage » de la gouvernance de Cigéo

- Fournir au Parlement un retour d'expérience pour qu'il puisse fonder sa décision sur la poursuite du projet

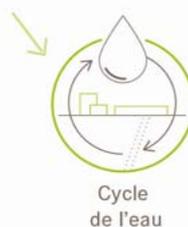


La concertation sur le projet Cigéo

3 grands enjeux



4 thématiques abordées



Depuis 2018, les concertations engagées ont conduit à :

30 Rencontres organisées

6 Thématiques abordées

Cycle de l'eau
Infrastructures de transport
Energie
Aménagement de l'espace et
du cadre de vie
Phase industrielle pilote Cigéo
Gouvernance

1 Conférence de citoyens

1714 Participants

Grand public
Elus locaux et nationaux
Représentants
institutionnels, de l'Etat et
de collectivités territoriales
Associations
Membres du Clis

DDP/DIR/22-0032

Ce document est la propriété de l'Andra.
Il ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation expresse et préalable.



« Nouveau nucléaire » : impact sur les filières de gestion des déchets

Contexte

Le 18 février 2022, le Gouvernement a publié un rapport sur la construction de nouveaux réacteurs nucléaires de type EPR2 afin de préparer les décisions futures sur le mix énergétique français à moyen et long terme

Eclairer la décision publique en prenant en compte tous les aspects techniques notamment la question des déchets radioactifs

Pour éclairer la décision publique, sur sollicitation du ministère de la transition écologique, son ministère de tutelle, l'Andra a étudié les solutions de gestion des déchets dans l'éventualité de la construction de 6 EPR.

Impact de 6 nouveaux EPR sur la gestion des déchets radioactifs

D'un point de vue technique, il n'a pas été identifié d'éléments rédhibitoires, que ce soit pour la prise en charge des déchets TFA et FMA-VC ou celle des déchets HA et MA-VL.

Néanmoins, il est prématuré de formuler une réponse ferme et définitive sur les options de gestion qui seraient retenues considérant que ces travaux en sont encore au commencement et qu'avancer sur ces questions nécessitera d'approfondir les échanges techniques, politiques et territoriaux.





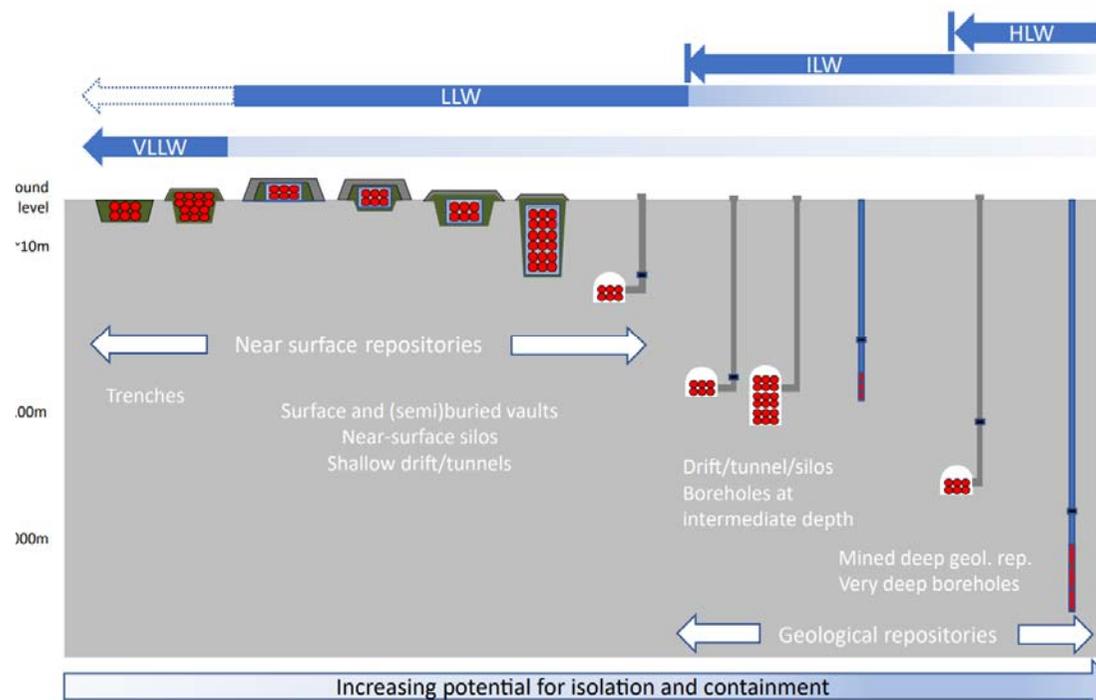
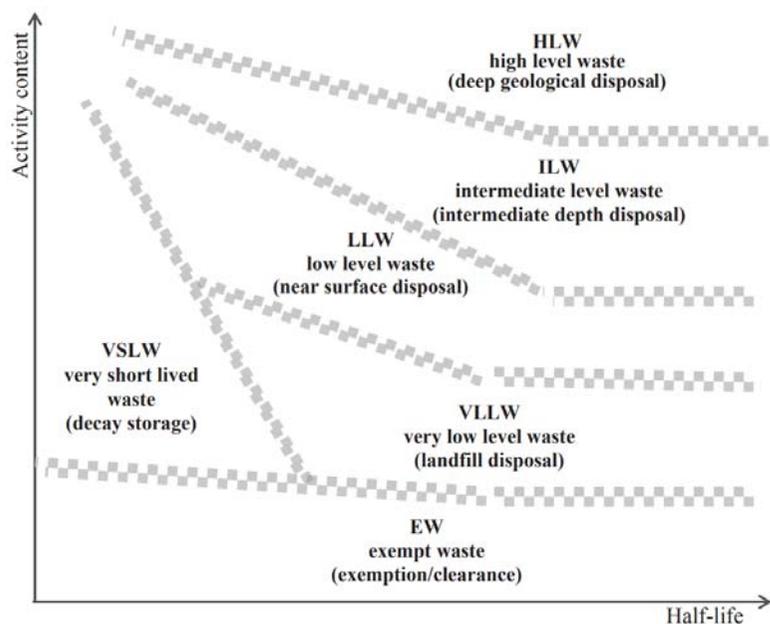
PRÉSENTATION DE LA SITUATION À L'INTERNATIONAL EN MATIÈRE DE GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS (CHOIX DE GESTION, ÉTAT D'AVANCEMENT...)

13/06/2022

Ce document est la propriété de l'Andra.
Il ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation expresse et préalable.



Référentiel international pour le stockage des déchets radioactifs



DDP/DIR/22-0032

Ce document est la propriété de l'Andra.
Il ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation expresse et préalable.



Situation internationale sur le stockage des déchets FMA

- ✓ Des solutions de stockage sont en exploitation dans le monde (France, Espagne, RU, Suède, Finlande, Corée du Sud, Rep. Tchèque, Slovaquie, USA, Afr. du Sud, Hongrie, Japon...)
- ✓ Plus d'une dizaine de projets en cours (Allemagne, Italie, Emirats Arabes Unis, Arabie Saoudite, Corée du Sud, Chine, Belgique, Brésil, Australie, Estonie, Lituanie...)



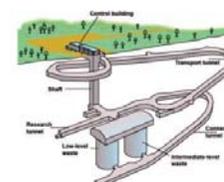
Vaalput – Afr. Du Sud



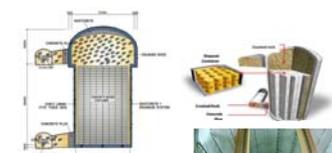
CSA - France



Mochovse - Slovaquie



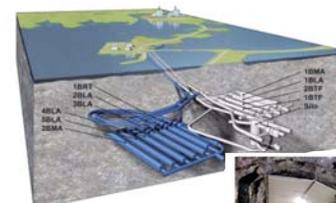
Loviisa - Finlande



Wolsong – Corée Du Sud



Morsleben - Allemagne



SFR - Suède

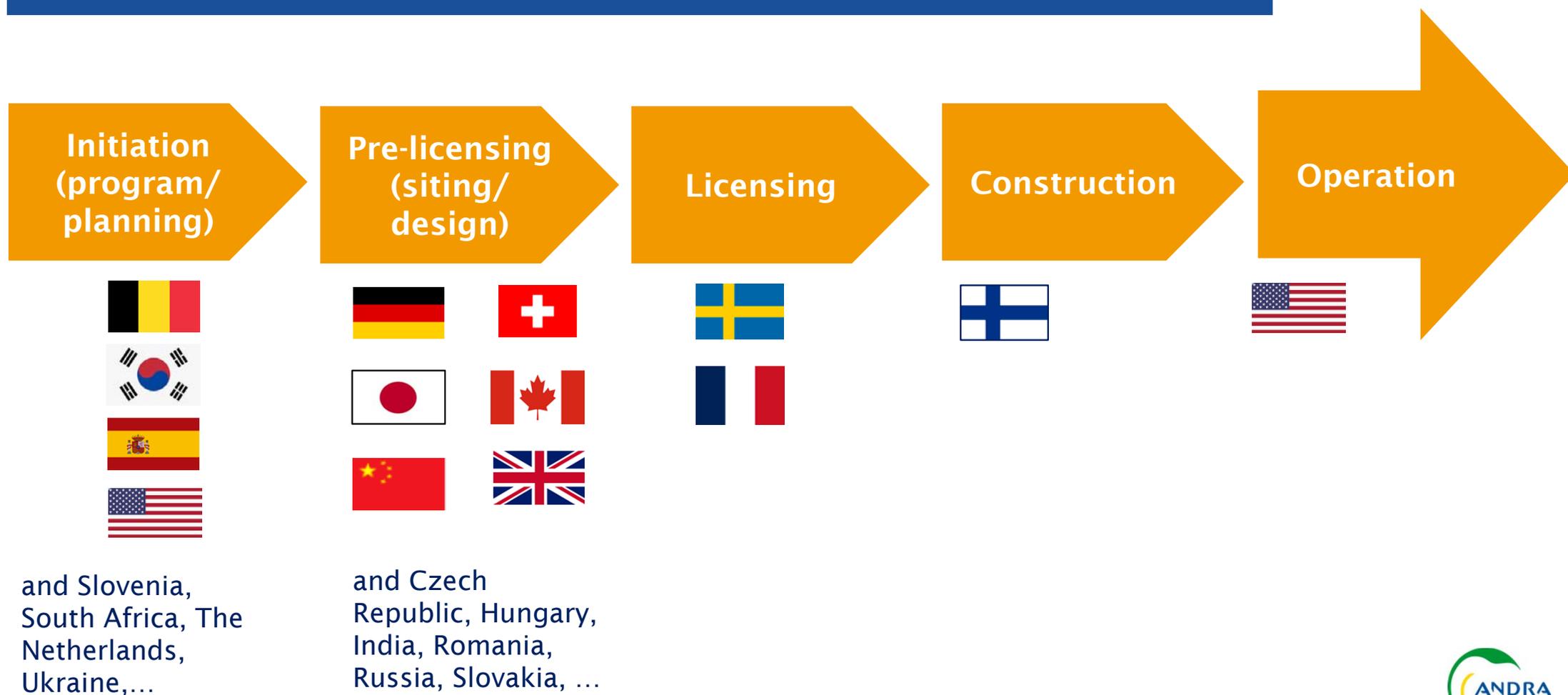


DDP/DIR/22-0032

Ce document est la propriété de l'Andra.
Il ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation expresse et préalable.



Situation internationale sur les stockage de déchets HA (CU)



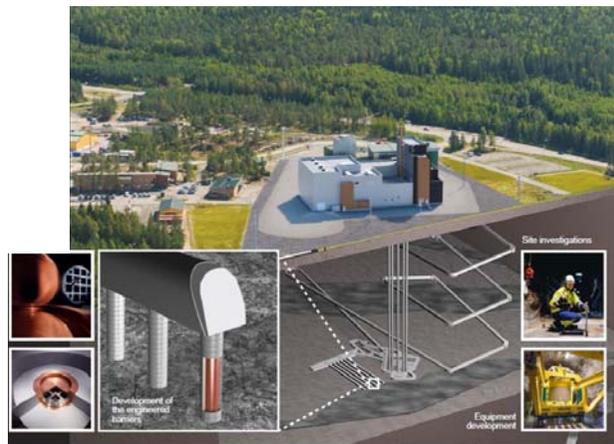
DDP/DIR/22-0032

Ce document est la propriété de l'Andra.
Il ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation expresse et préalable.

3 Projets très avancés...



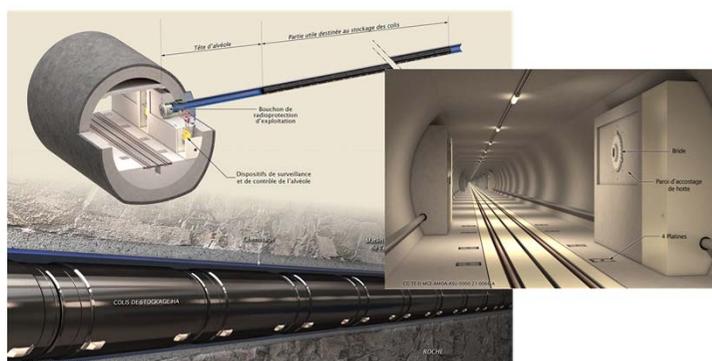
Onkalo
Under
construction



Forsmark
Licence
application



Cigéo
Licence
application



DDP/DIR/22-0032



2 potential locations Ignace and South Bruce (Ontario) – investigations for decision in 2023



3 potential locations North Switzerland : Decision expected in 2022



Inshore project : near to coast
Consent-based : 3 localities to investigate (near Sellafield or SE England)

Facteurs communs de progression

Governance and interactions between stakeholders

Why ? Who? How ? ...

Roadmap
and milestones

Clear decisional process, What and When

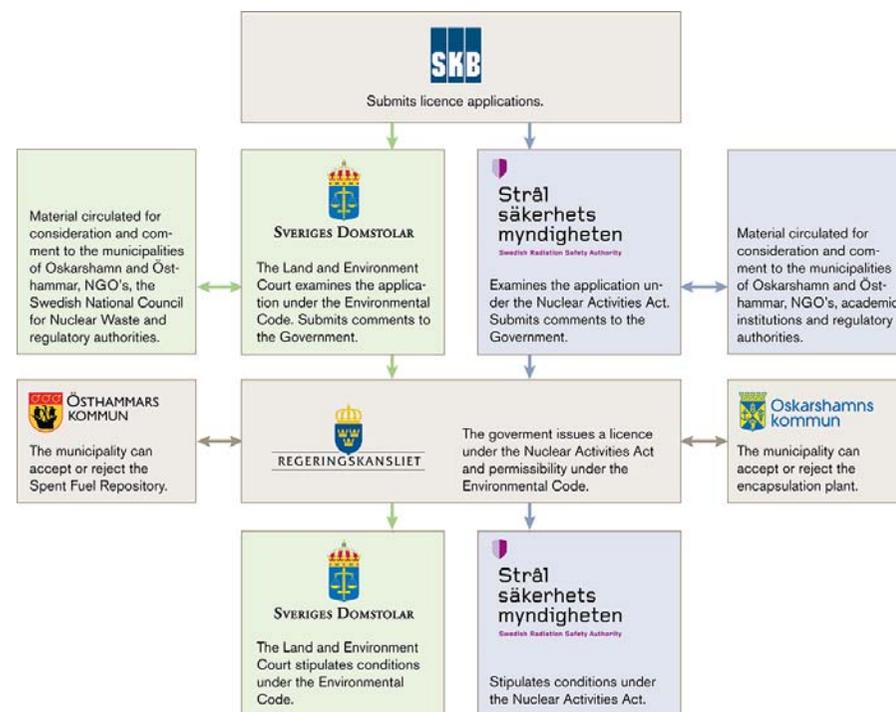
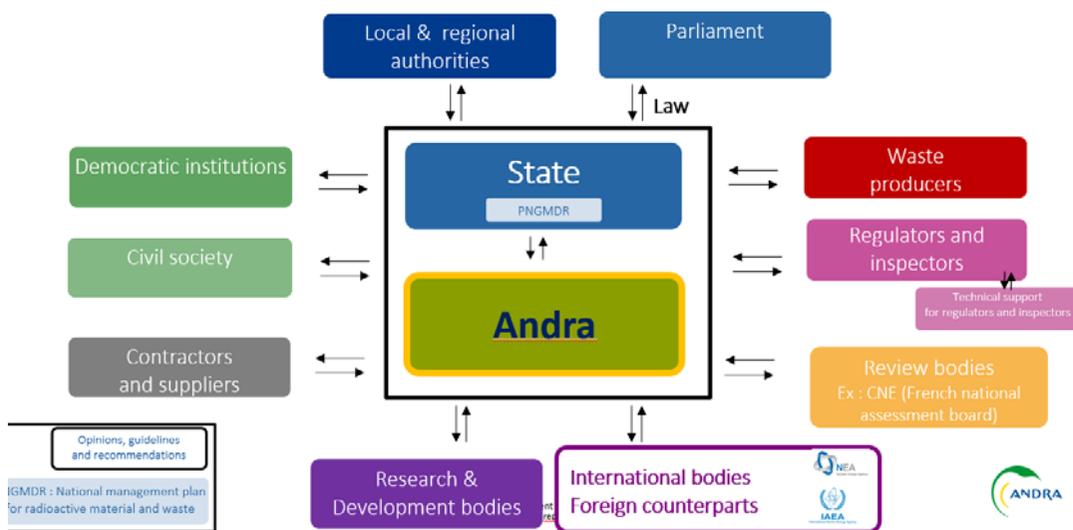
R&D
programme

Research and Development
Programme to follow the
roadmap

Gouvernance

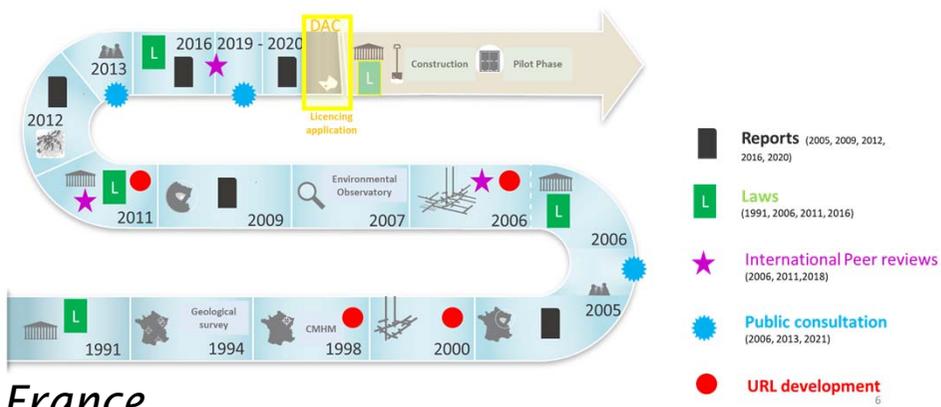
Governance and interactions between stakeholders

Example of France and Sweden

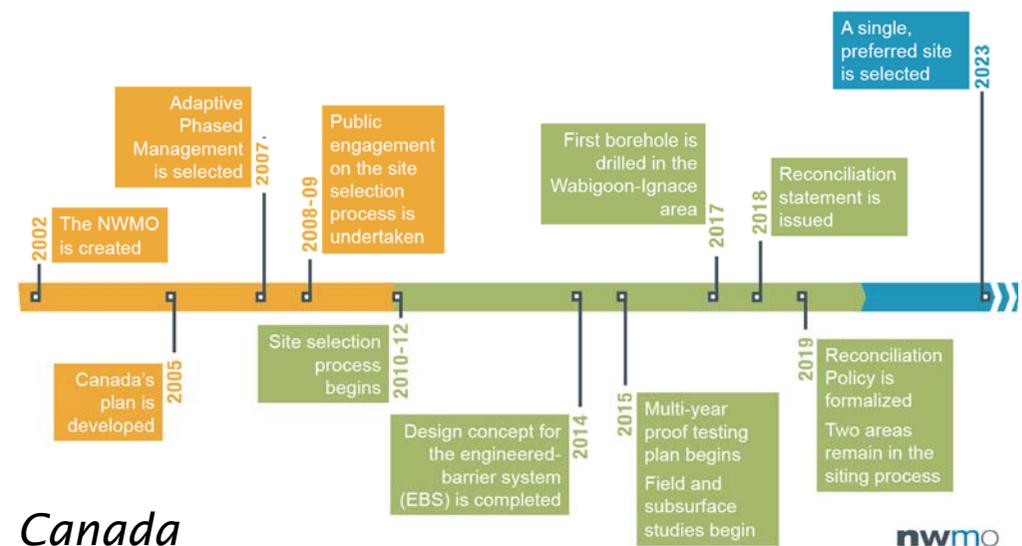


Plan de développement

Roadmap and milestones



Finland



France



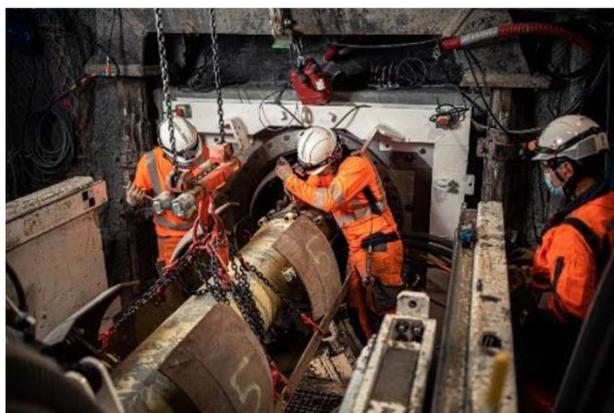
Sweden

DDP/DIR/22-0032

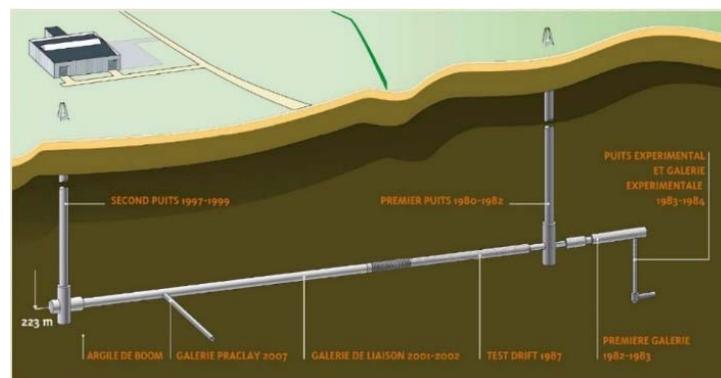
Une R&D importante et des laboratoires souterrains

R&D programme

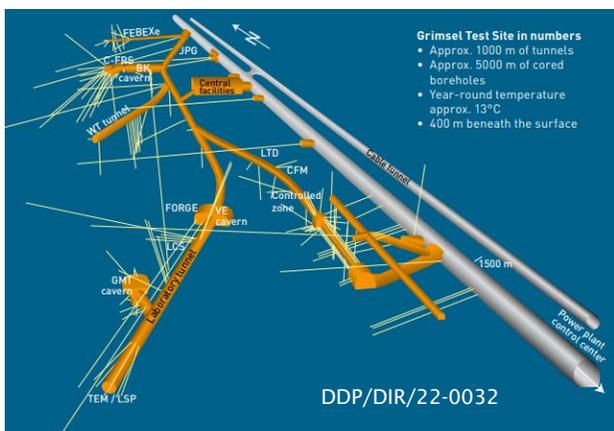
Underground research laboratory, research, technical innovation...



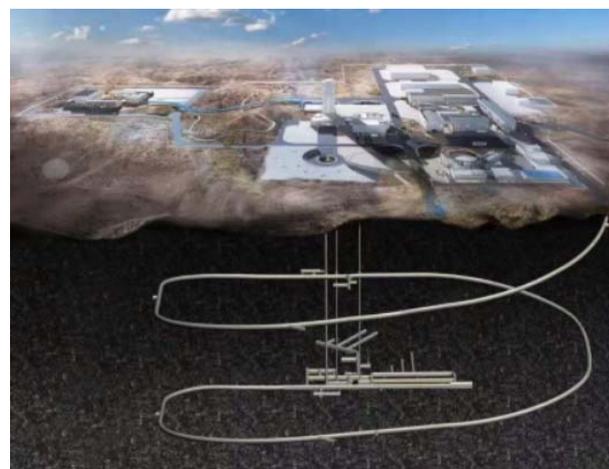
Andra URL
(France)



HADES
laboratory
(Belgium)



Grimsel
laboratory
(Switzerland)



Beishan URL
(China)



Des programmes de démonstration avancés

R&D programme

Underground research laboratory, research, technical innovation...



Copper canister for spent nuclear fuel (Finland)



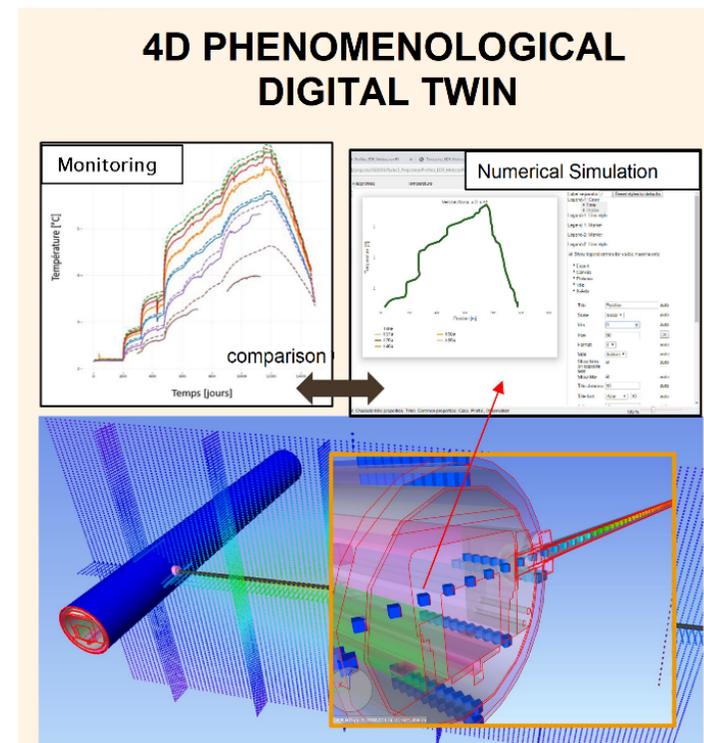
Automated transfer system to disposal tunnel (France)



Fire resistance test (France)

DDP/DIR/22-0032

00128870



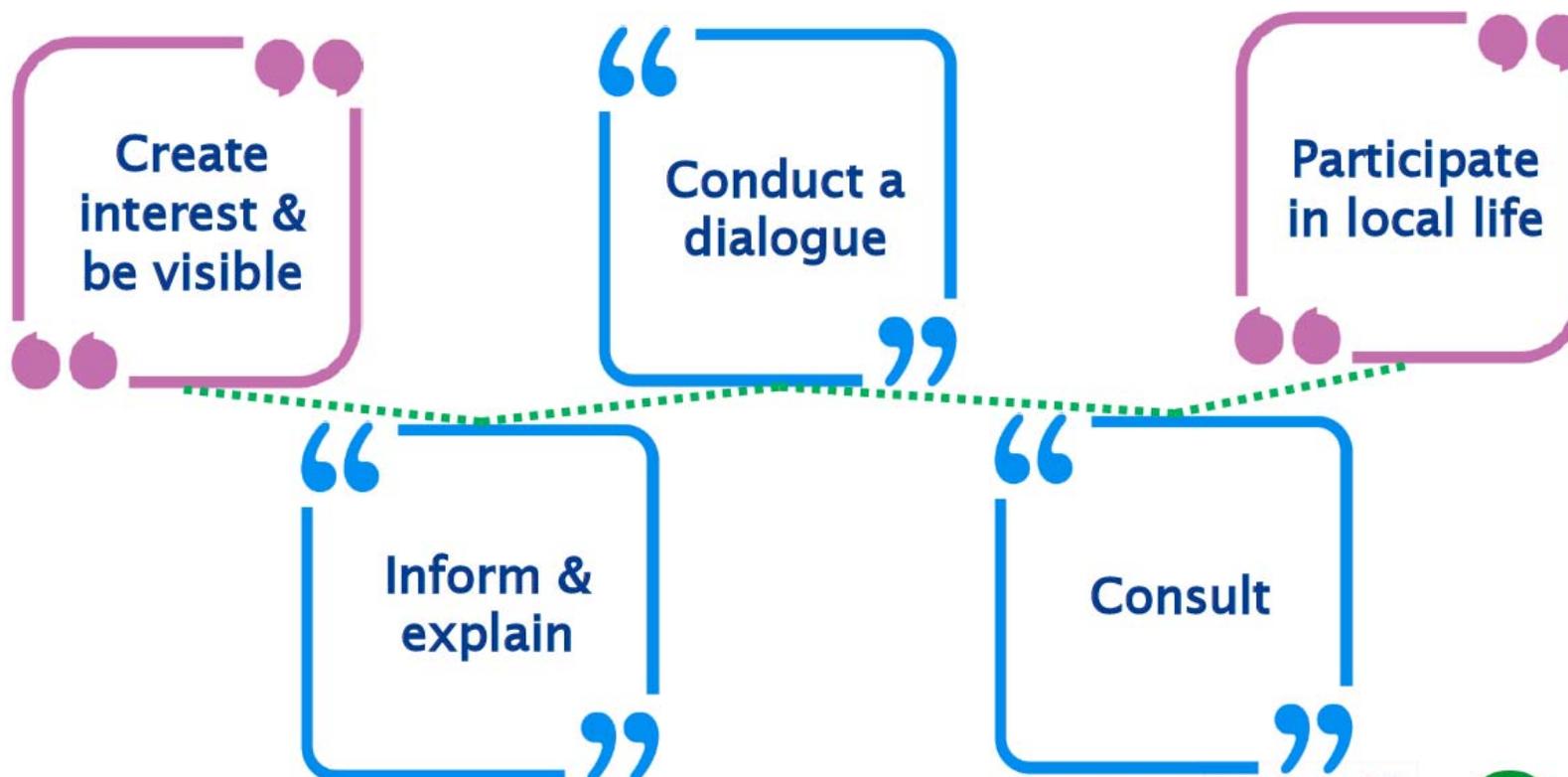
France

Ce document est la propriété de l'Andra.
Il ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation expresse et préalable.



Un dialogue établi avec les parties prenantes

Informing, communicating, involving public on RWM's activities and projects :
Numerous actions, interactions and innovations



DDP/DIR/22-0032

Il ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation expresse et préalable.



Une coopération internationale intense

Sharing scientific, technical information, experience and knowledge with member states



IAEA

International Atomic Energy Agency

- Networks and groups
- Peer reviews *ex : Artemis*
- Fellowship, Scientific visits
- Conferences
- Steering groups



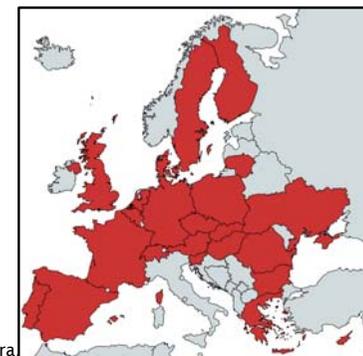
NUCLEAR ENERGY AGENCY

- Radioactive Waste Management Committee (RWMC) : bureau member
- Working parties, experts groups
- Conferences



European Joint Programme
on Radioactive Waste Management

- 23 European countries / 116 organisations
- Waste Management Organisations
 - Technical Support Organisations
 - Research Entities
 - 51 Mandated Actors, 62 linked third parties & 3 international partners



DDP/DIR/22-0032

Ce document est la propriété de l'Andra
Il ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation expresse et préalable.



Et en 2023, la France a Waste Management Symposia à Phoenix aux USA – 26 février/2 Mars

Conférence majeure dédiée l'aval du cycle nucléaire, avec

Un salon d'exposants (> 116 industriels)
~45000m²

Une conférence sur 4 jours en 2022 :

- 1911 participants
- 20 nationalités
- > 55 Panels sessions
- 320 présentations techniques
- sessions étudiants et jeunes professionnels (101 inscrits, 7 nationalités)

Pour 2023, un co-pilotage Andra-Gifem avec la participation de l'ensemble de la filière, de la DGEC et du MAEAE (Objectifs: 6 panels, 70 présentations françaises...et un pavillon France)



Conclusions

- Des solutions sûres existent et sont en exploitation pour les déchets FMA
- Les stockages géologiques sont la référence internationale pour la gestion à long terme des déchets HA et dans moins de 10 ans au moins un stockage géologique sera en exploitation
- Tous sont des programmes « long » avec des gouvernances établies et une implication de plus en plus actives des publics

Aspects éthiques de la gestion des déchets radioactifs



DDP/DIR/22-0032

Ce document est la propriété de l'Andra.
Il ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation expresse et préalable.

Pourquoi faire Cigéo maintenant ?

Nous sommes aujourd'hui en capacité de mettre en œuvre une solution de gestion à long terme

Ethique intergénérationnelle → protéger les générations futures et ne pas leur léguer cette charge

Mettre en sécurité définitive les déchets ce n'est pas pour autant les oublier

Transmettre la mémoire des déchets et des stockages aux générations futures

Sur 3 à 5 siècles : contrôle institutionnel, techniques d'archivage...

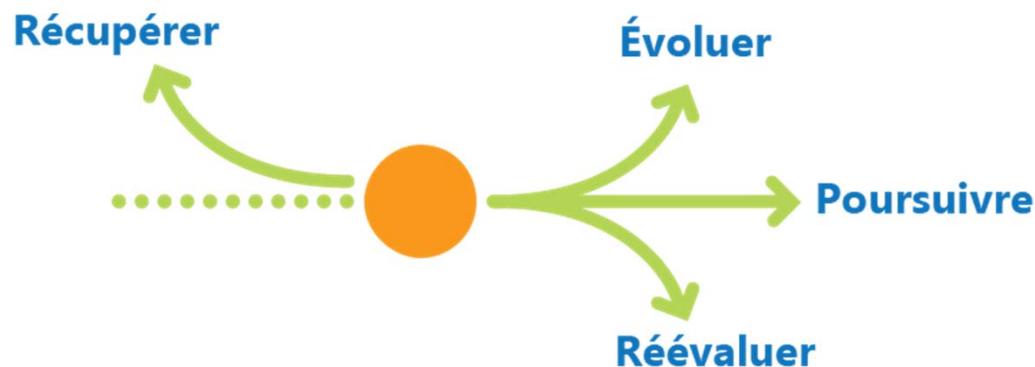
➤ D'ores et déjà mis en œuvre sur le Centre de stockage de la Manche

L'Andra étudie aussi d'autres voies complémentaires susceptibles de durer sur de plus grandes échelles de temps :

- Mémoire active par transmission intergénérationnelle
 - Groupes mémoire
 - Art et mémoire
 - ...
- Dispositifs mémoriels ou de récupération de la mémoire sur le très long terme
 - Marqueurs sur site...

La réversibilité : un enjeu de gouvernance

- **Début 2016** : diffusion par l'Andra d'une contribution sur la réversibilité du stockage
- **25 juillet 2016** : publication au Journal Officiel de la loi sur la réversibilité
- **Principe** : ne pas enfermer les générations futures dans les choix que nous ferions à la conception : « La réversibilité du stockage est la capacité à offrir à la génération suivante des choix sur la gestion à long terme des déchets radioactifs, y compris le choix de revenir sur les décisions prises par la génération antérieure. »

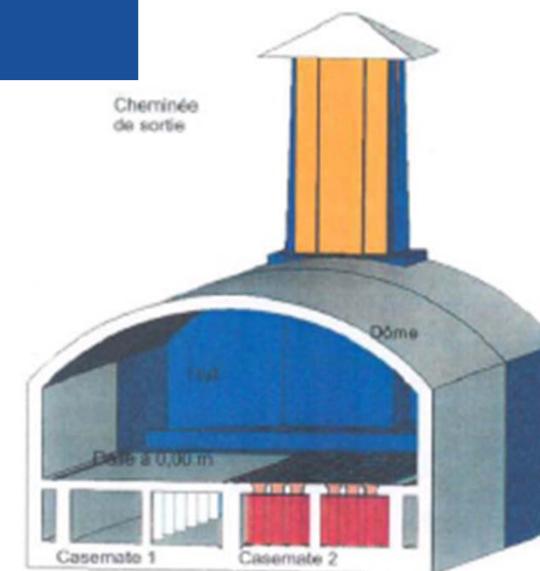


Y a-t-il des alternatives à Cigéo ? (1/3)

Commission particulière du débat public portant sur le débat public préalable à la cinquième édition du PNGMDR : « *Deux options alternatives sont en présence et défendues chacune par une partie des acteurs : le stockage géologique profond et l'entreposage en sub-surface pendant une période assez longue pour permettre l'avancement des recherches sur la transmutation, afin de réduire la radioactivité des déchets.* » (25 novembre 2019)

Avis ASN n° 2020-AV-0369 du 1er décembre 2020 : « *les perspectives de transmutation à une échelle industrielle des déchets déjà conditionnés de l'inventaire de référence de Cigéo ne sont pas crédibles. [L'ASN] estime que, si des études sur la transmutation devaient être poursuivies, il conviendrait qu'elles portent sur les substances radioactives actuellement qualifiées de matières ou les déchets produits par un futur parc de réacteurs (...)* »

Projet MYRRHA
(CEN-SCK,
Belgique)



Y a-t-il des alternatives à Cigéo ? (2/3)

Dans l'étude d'impact de Cigéo (DUP), l'Andra présente l'ensemble des voies de gestion susceptibles de se substituer à Cigéo, en analyse la vraisemblance et la maturité et justifie le choix de Cigéo :

- Transmutation
 - Réacteurs à neutrons rapides
 - Systèmes hybrides avec réacteur sous-critique
 - Utilisations du laser (fusion deutérium-tritium, photo-fission)
- Formes alternatives de stockage géologique continental
 - Stockage géologique dans d'autres types de roche
 - Forages profonds (ou dirigés) dans le socle cristallin, en couche sédimentaire ou en dôme de sel
- Autres pistes
 - Elimination océanique (sédiments marins, zones de subduction, calottes polaires)
 - Envoi dans l'espace

Projet suédois de
stockage HA
dans le granite

Dôme de sel

Subduction



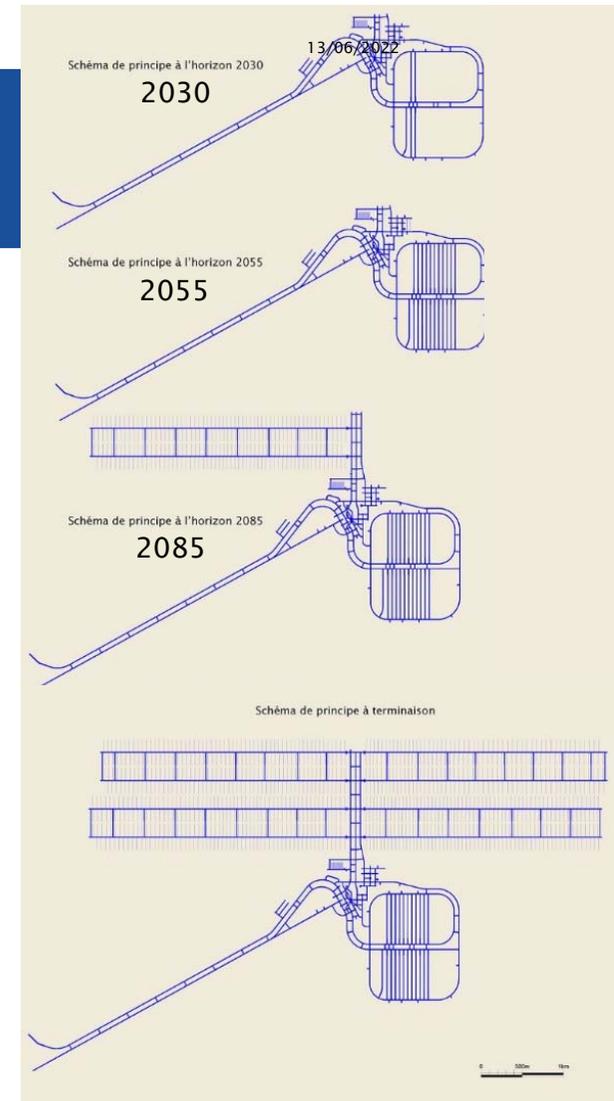
Y a-t-il des alternatives à Cigéo ? (3/3)

Perspectives :

1 - La progressivité de Cigéo laisse les options ouvertes

- Les déchets HA, seuls « candidats potentiels » à la transmutation, ne sont prévus d'être stockés qu'à partir de l'horizon 2080

2 - Le PNGMDR 2021-2025 organisera la poursuite de recherches autour des alternatives au stockage géologique profond.



Evaluation socio-économique de Cigéo





Merci pour votre attention