



# La gestion à long terme des déchets radioactifs en France

Une gestion adaptée  
aux différents types de déchets

CEA Saclay  
*Marie-Delphine SALSAC*



# L'Andra

- Établissement public créé par la loi du 30 décembre 1991
- ~650 salariés
- Placée sous la tutelle des ministères en charge de l'énergie, de la recherche et de l'environnement
- Indépendante des producteurs de déchets radioactifs



<http://www.andra.fr/>

La loi de programme du 28 juin 2006 relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs fixe le cadre de son action.

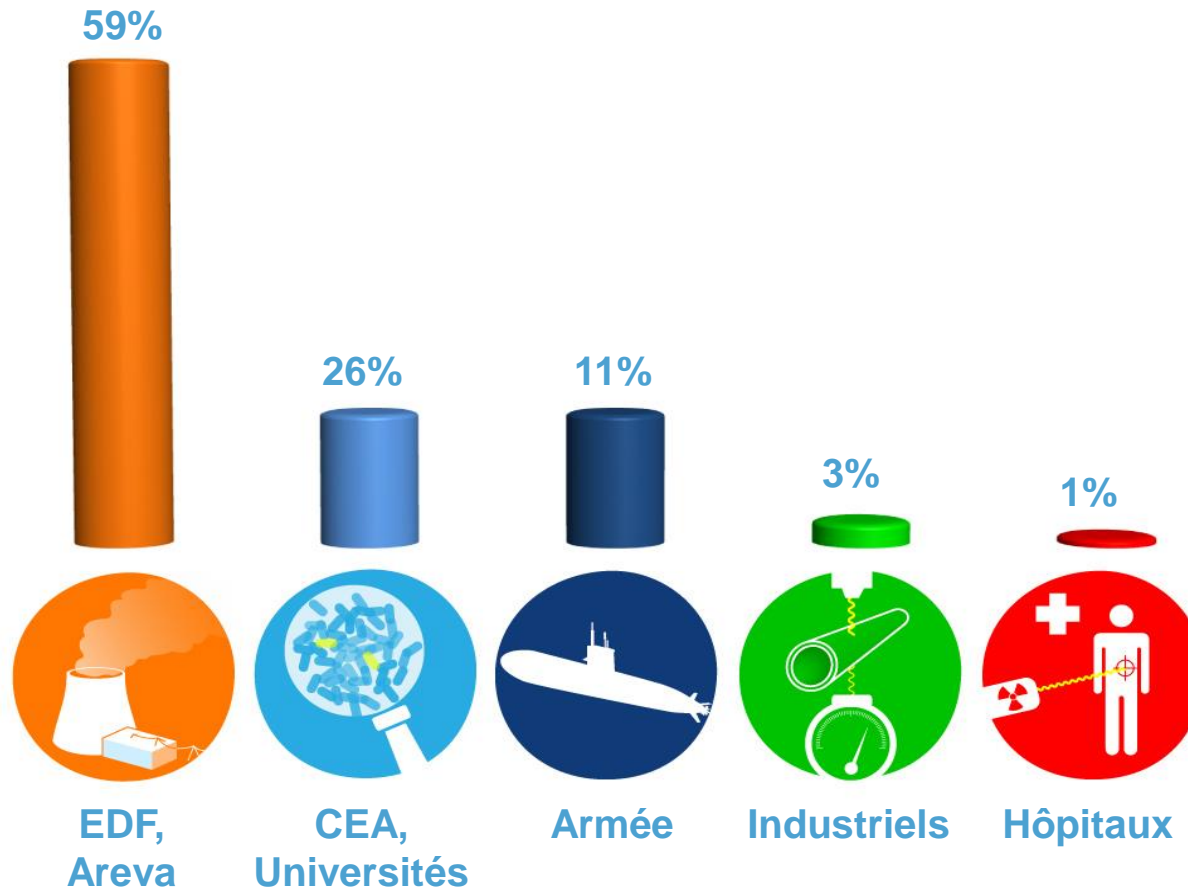
## Sa mission générale

Trouver, mettre en œuvre et garantir des solutions de gestion sûres pour l'ensemble des déchets radioactifs français afin de **protéger les générations présentes et futures** du risque que ces déchets peuvent présenter.



# La gestion des déchets radioactifs

Plus de 1 000 producteurs qui génèrent l'équivalent de près de 2 kg de déchets radioactifs par an et par habitant

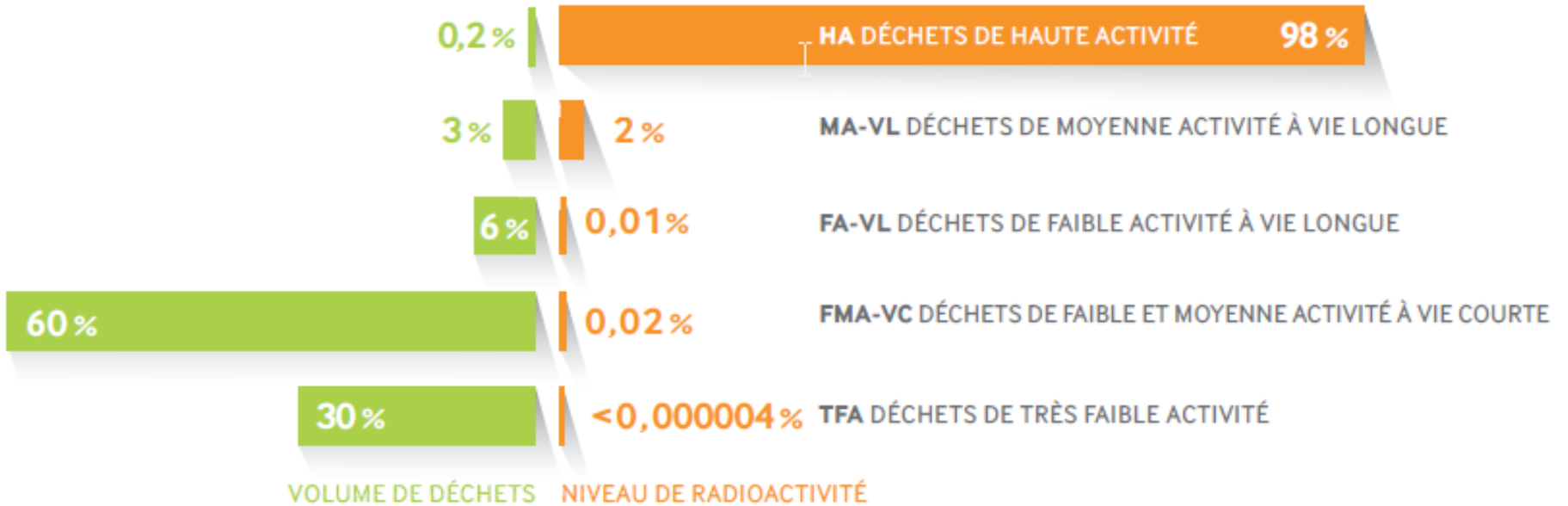


(Source : les essentiels de l'Inventaire national)

Répartition des déchets radioactifs existant fin 2013 par producteur en volume

	Déchets dits à vie très courte contenant des radioéléments de période < 100 jours	Déchets dits à vie courte dont la radioactivité provient principalement de radionucléides de période $\leq 31$ ans	Déchets dits à vie longue contenant une quantité importante de radionucléides de période > 31 ans
Très Faible Activité (TFA)	Gestion par décroissance radioactive sur le site de production	Stockage dédié en surface (Cires)	
Faible Activité (FA)		Stockage de surface (CSA)	Filières à l'étude Stockage à faible profondeur
Moyenne Activité (MA)			Filière en projet (Cigéo) Stockage réversible profond
Haute Activité (HA)	Catégorie inexistante		

▶ RÉPARTITION DES VOLUMES ET DES NIVEAUX DE RADIOACTIVITÉ DES STOCKS DE DÉCHETS À FIN 2013



Source : édition 2015 de l'Inventaire national

Objectif fondamental : protection de l'homme et de l'environnement des dangers liés aux déchets radioactifs

Solution: la France a fait le choix du **stockage** comme solution de gestion à long terme.

⇒ Un stockage doit assurer plusieurs fonctions de sûreté

1 - en exploitation (comme dans toute INB) :

- Confiner les substances toxiques
- Protéger les personnes de l'irradiation
- Sûreté-criticité
- Evacuer les gaz (radiolyse, corrosion...)
- Evacuer la chaleur

En tenant compte des aléas internes (incendie, chutes...) et externes (séisme...)

2 - à long terme (après fermeture) :

- Isoler les déchets de l'homme et de l'environnement
- Confiner les substances toxiques

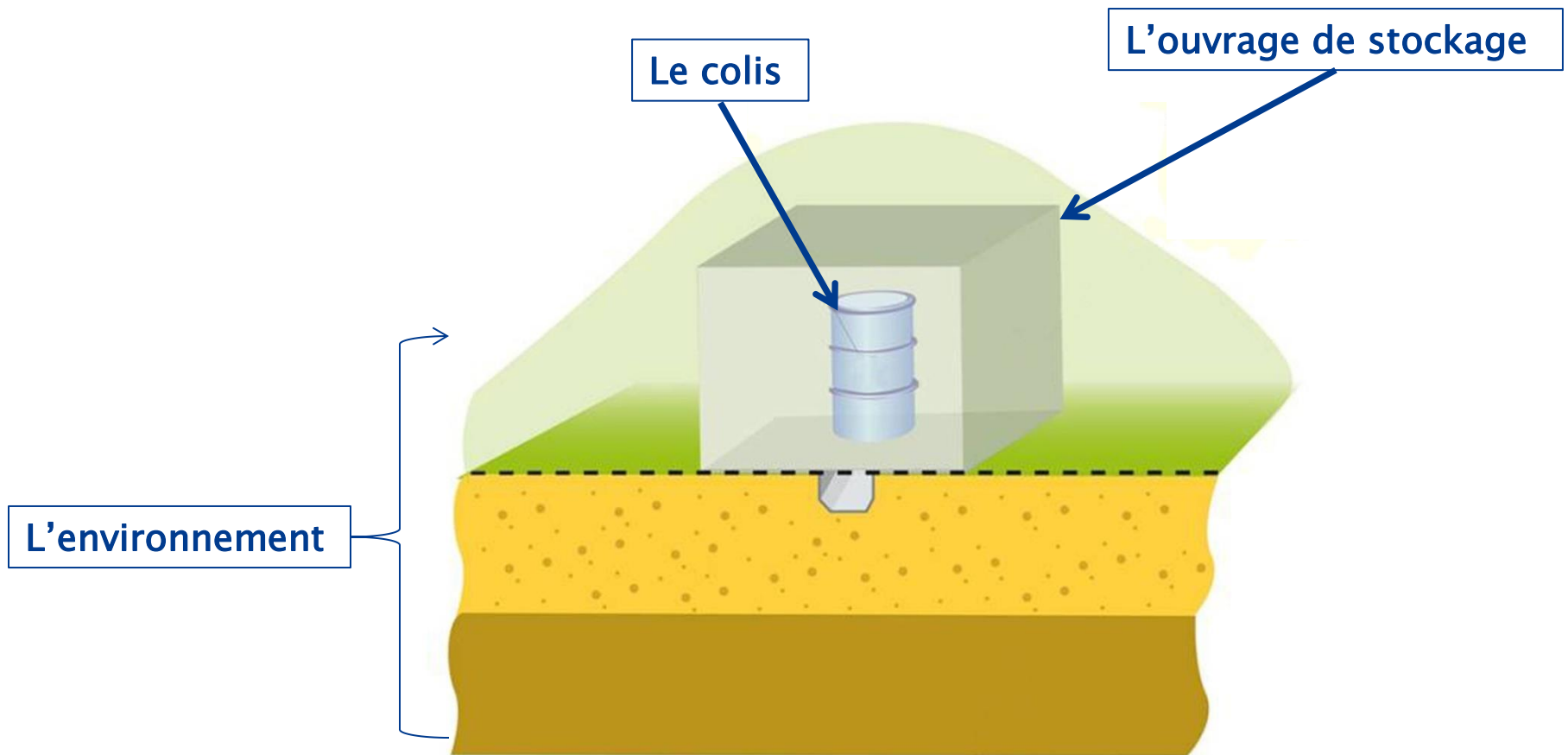
Sur une durée compatible avec la dangerosité des déchets et l'évolution du site :

- Plusieurs siècles en surface (CSA)
- Quelques 10 000 ans à faible profondeur (FA-VL)
- Jusqu'à 1 million d'années en profondeur (Cigéo)



## Les 3 composantes d'un stockage sûr

Le stockage permet d'isoler, durablement, les déchets de l'environnement et de l'homme, en retardant la migration des substances radioactives qu'ils contiennent.





## La gestion des déchets TFA

- Ces déchets proviennent essentiellement du démantèlement d'installations nucléaires ou d'industries classiques utilisant des matériaux radioactifs : ferrailles, plastiques, gravats, terres...
- Ils sont conditionnés dans des **fûts métalliques** ou des **big-bags**, essentiellement afin de faciliter leur manutention



- Ils sont **stockés en surface** dans des alvéoles creusées dans l'argile au **Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage de Morvilliers**, dans l'Aube
- Volumes stockés fin 2013 : **251 761 m<sup>3</sup>**



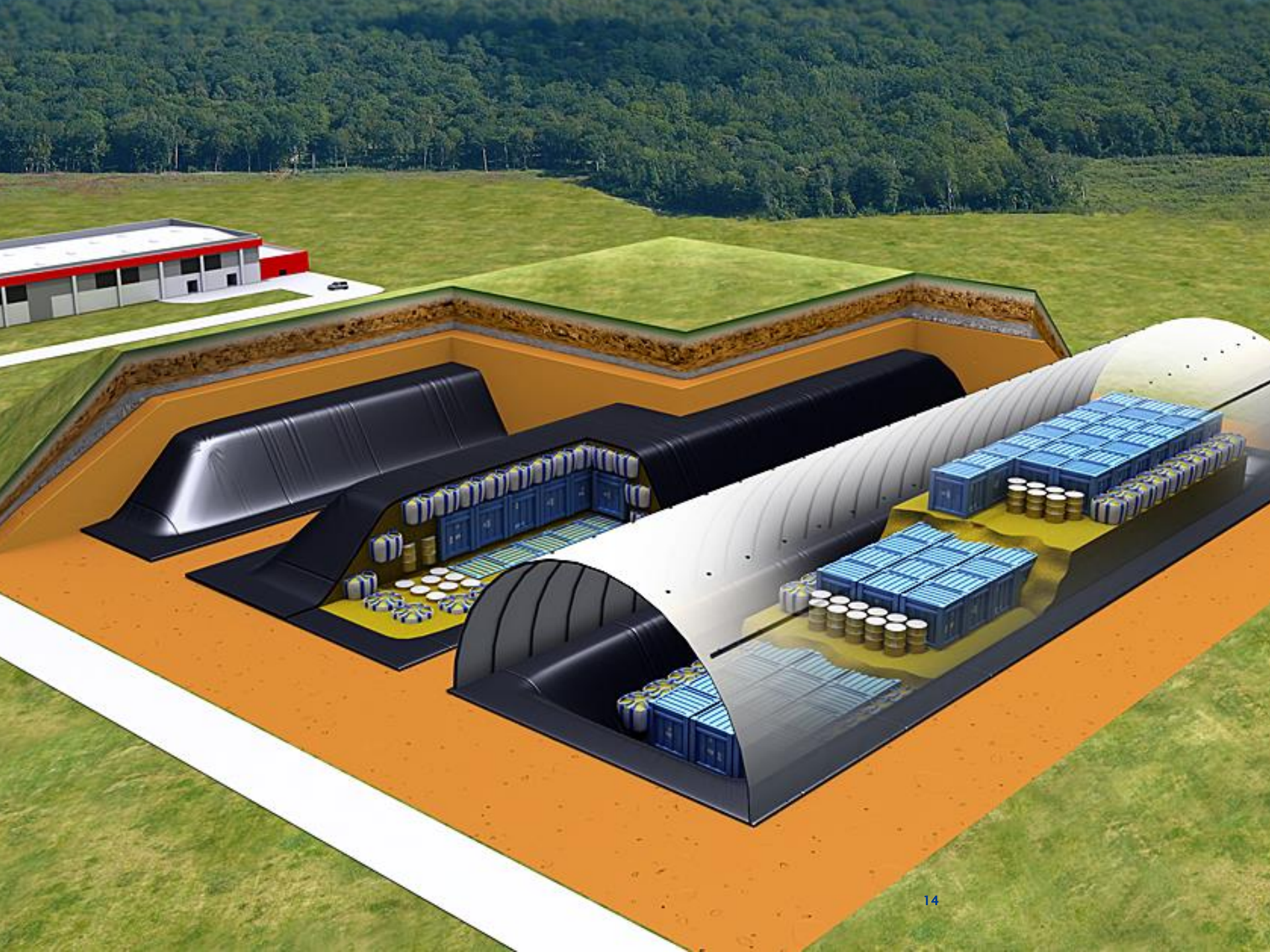
- » Mise en service : 14 août 2003
- » Superficie : 43 ha dont 28,5 ha de zone de stockage
- » Capacité de stockage : 650 000 m<sup>3</sup> de déchets TFA
- » 251 761 m<sup>3</sup> stockés fin 2013, soit 38 % de capacité de stockage atteinte
- » Durée d'exploitation : environ 20-25 ans
- » Principaux équipements : bâtiment d'entreposage, bâtiment de regroupement, unité de compactage, unité d'injection,...



GENEVE 2/1  
TARE 600 KG  
PTAC 5000 KG

GENEVE 2/1  
TARE 600 KG  
PTAC 5000 KG

GENEVE 2/1  
TARE 600 KG  
PTAC 5000 KG





## La gestion des déchets FMA-VC



➤ Ces déchets sont essentiellement liés à la maintenance (vêtements, outils, gants...) et au fonctionnement (traitements d'effluents liquides et gazeux) d'installations nucléaires

➤ Ils sont conditionnés dans un **conteneur en métal ou en béton** puis enrobés dans du béton

➤ Ils sont **stockés en surface** dans des ouvrages en béton armé au **Centre de stockage de l'Aube (CSA)**. Celui-ci a pris la relève du Centre de stockage de la Manche, exploité de 1969 à 1994, et aujourd'hui en phase de surveillance

➤ Volumes fin 2013 : **880 000 m<sup>3</sup>** dont **810 000 m<sup>3</sup>** (plus de **92 %**) **sont déjà stockés**



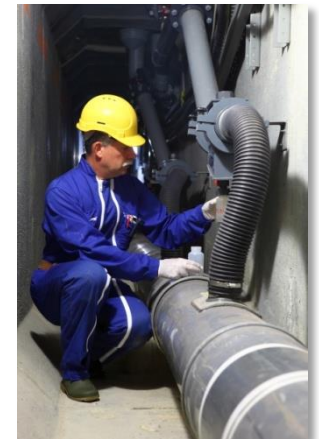


## Un centre, en phase de surveillance, dans la Manche



Fermé en 1994 après avoir atteint sa capacité maximale de stockage, le **Centre de stockage de la Manche** a permis, pendant 25 ans, le stockage d'environ 527 000 m<sup>3</sup> de déchets de faible et moyenne activité.

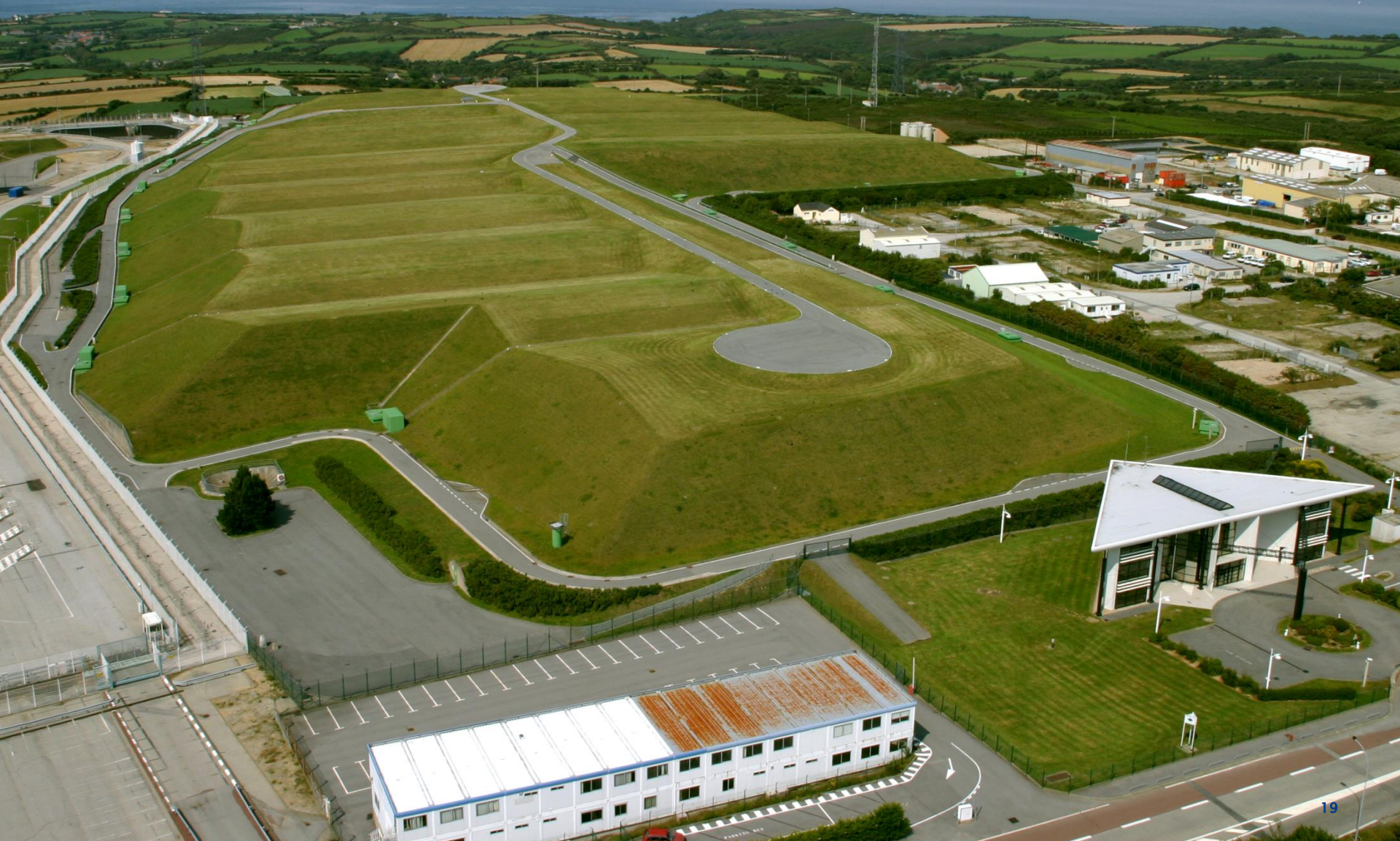
Pendant plusieurs centaines d'années, le centre et son environnement feront l'objet d'une surveillance continue.



# Le Centre de stockage de la Manche en exploitation



# Le Centre de stockage de la Manche aujourd'hui





- Mise en service : 13 janvier 1992
- Superficie : 95 ha dont 30 ha de zone de stockage
- Capacité de stockage : 1 million de m<sup>3</sup> de déchets FMA-VC
- 280 000 m<sup>3</sup> stockés fin 2013, soit 28 % de capacité de stockage atteinte
- Durée d'exploitation : environ 60 ans
- Principaux équipements : unité de compactage, unité d'injection...





O87 MP 001

**FORCE**  
**100 kN**  
REEL S.A. 2318.0





## La gestion des déchets FA-VL

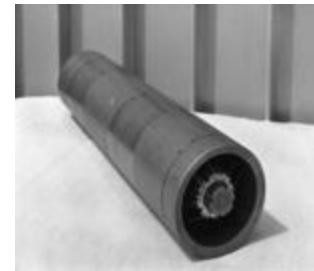
## Les déchets radifères :

- ◆ Résultant de l'extraction de terres rares à partir de minerais naturels,
- ◆ Résultant de la production de zirconium,
- ◆ Provenant de l'assainissement de sites pollués.



## Les déchets de graphite :

- ◆ Proviennent des premières centrales françaises (UNGG),
- ◆ Issus du fonctionnement (chemises) ou du démantèlement (empilements...)



## D'autres types de déchets

- ◆ Certaines sources scellées (paratonnerres),
- ◆ Certains colis de boues bitumées.





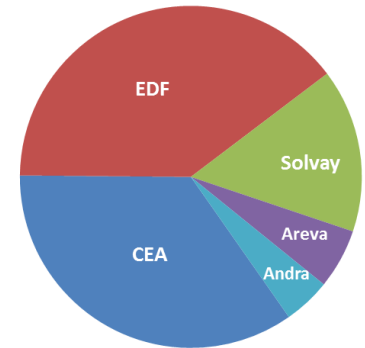
La plupart d'entre eux sont déjà produits et sont entreposés en surface, le plus souvent sur leurs sites de production



Entrepôt EIP pour les fûts d'enrobé bitumineux de Marcoule (CEA)



Entrepôt de Jarrie (Areva)



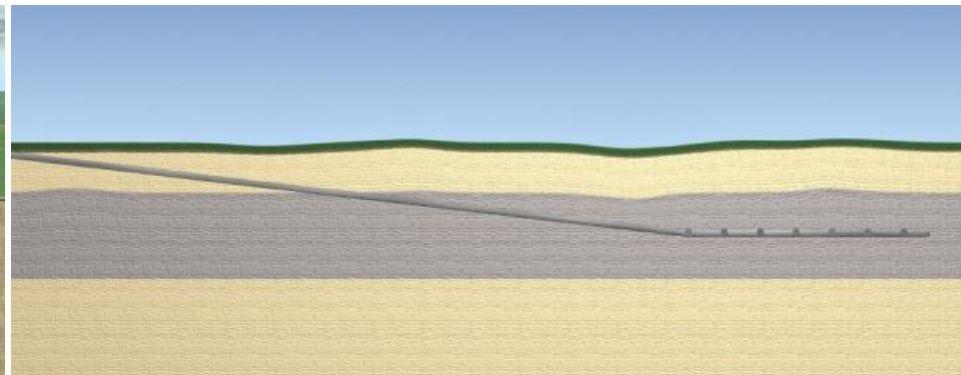
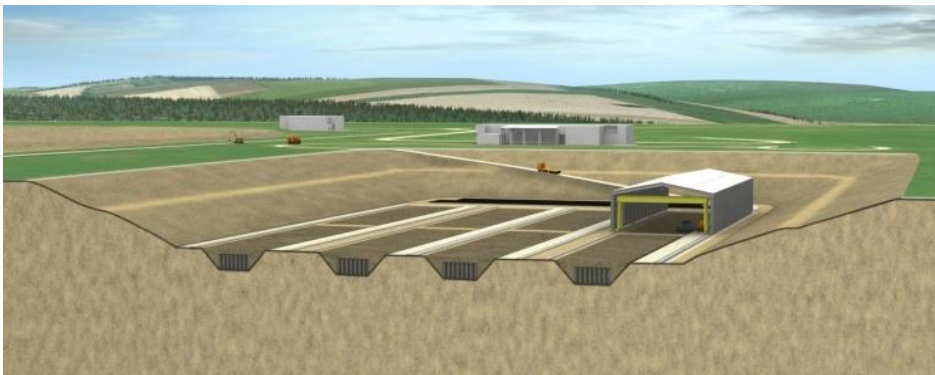
Répartition des déchets par détenteur

## Déchets radifères conditionnés en fûts

En complément, pour les déchets qu'elle collecte (médecine, laboratoires de recherche), l'Andra a mis en service en 2012 un entreposage sur le Cires dans l'Aube



- ◆ La Communauté de communes de Soulaines (Aube) a donné son accord en 2013 pour la réalisation d'investigations géologiques sur son territoire. Les investigations ont été réalisées en 2013-2014.
- ◆ Les options de conception à l'étude:



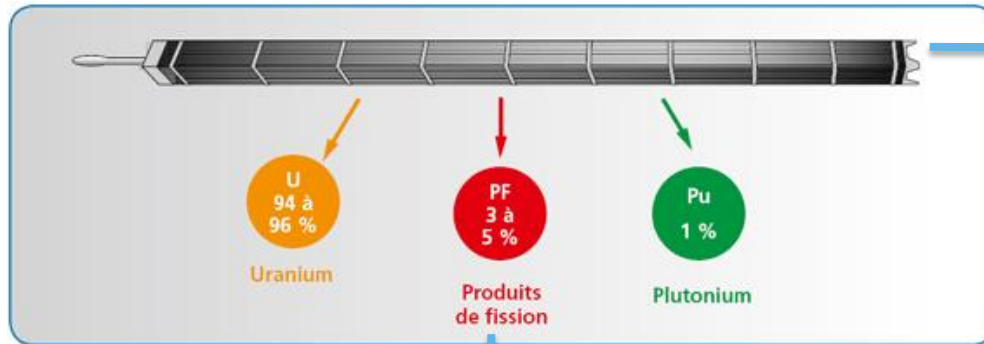
- ◆ Mi-2015, l'Andra a remis à l'Etat un rapport d'étape présentant l'avancement des études et le périmètre des déchets susceptibles d'un stockage à faible profondeur sur le site investigué. Ce rapport est en cours d'instruction.



# La gestion des déchets HA et MA-VL

## Le projet Cigéo

## 1- Déchets issus du traitement des combustibles usés



Coques et embouts  
(MA-VL)



Produits de fission et actinides mineurs vitrifiés (HA)



## 2- Déchets produits par l'exploitation des réacteurs et des autres installations (MA-VL)



**Volume de déchets prévus** : environ 72 000 m<sup>3</sup> de déchets MA-VL (dont environ 60% déjà produits) et 10 000 m<sup>3</sup> de déchets HA (dont environ 30% déjà produits)

*Scénario industriel fourni par les producteurs, fin de vie du parc électronucléaire actuel*

Ils sont entreposés en surface :

- ❖ Marcoule, Cadarache , La Hague et prochainement au Bugey (Iceda)



*Entreposage des colis vitrifiés, Areva*

*Entreposage des AVM à Marcoule*



Le niveau de radioactivité et la durée 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.

**Objectif : isoler les déchets radioactifs de l'homme et de l'environnement pendant des centaines de milliers d'années**

-> Installations de stockage à ~ 500 m de profondeur dans une roche argileuse épaisse de plus de 130 m et âgée de plus de 150 millions d'années.

➤ **Les principes :**

- Assurer le confinement des substances radioactives tant qu'elles présentent des risques.
- Ne pas faire peser de charge sur les générations futures

➤ **Le stockage profond assure une protection sur le très long terme sans nécessiter d'interventions humaines :**

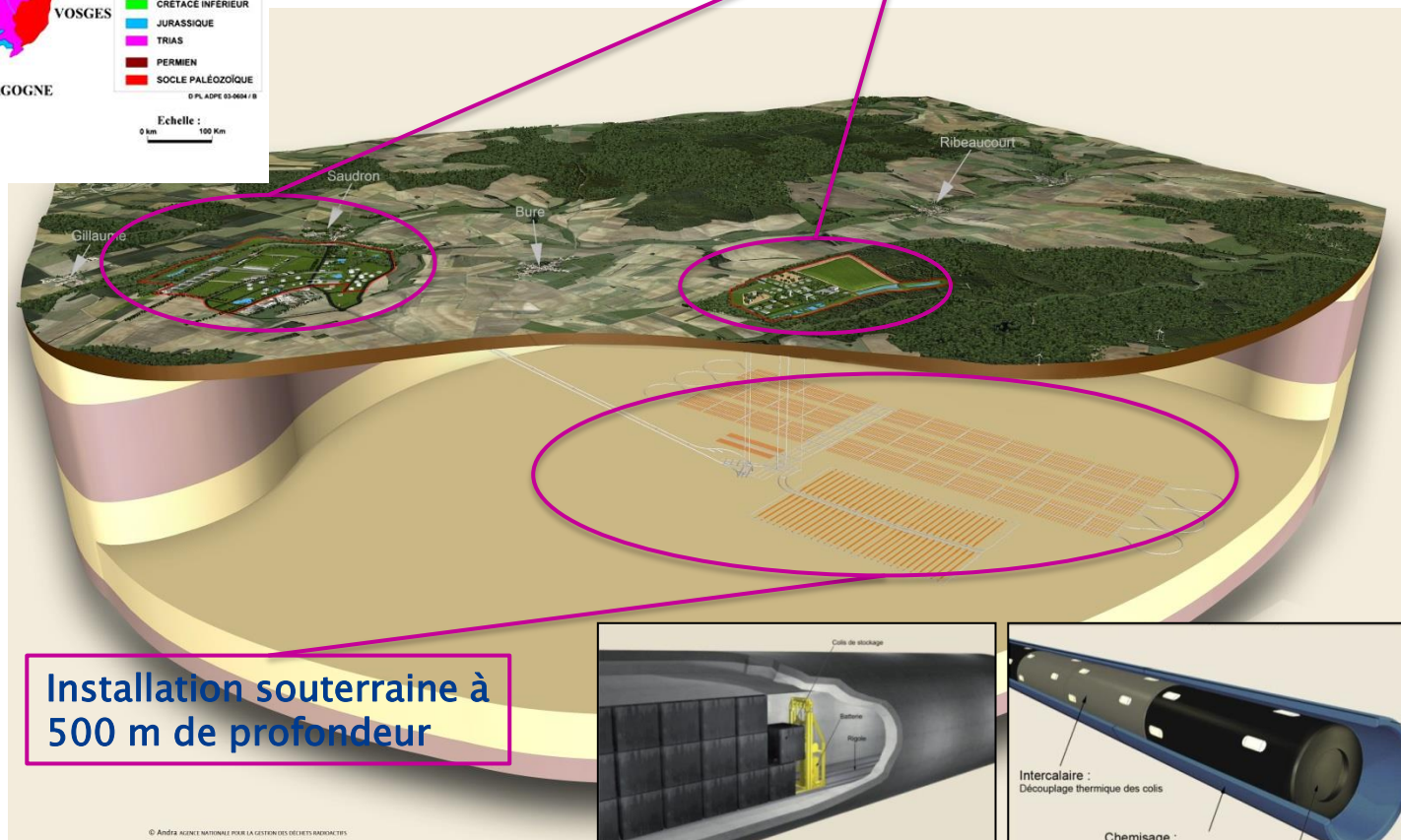
- Situé en grande profondeur, Cigéo ne subira ni les catastrophes naturelles, ni les ruptures de civilisations
- La couche d'argile est une barrière naturelle qui prendra le relais des ouvrages humains

# Le projet de stockage Cigéo (Centre industriel de stockage géologique de déchets radioactifs)

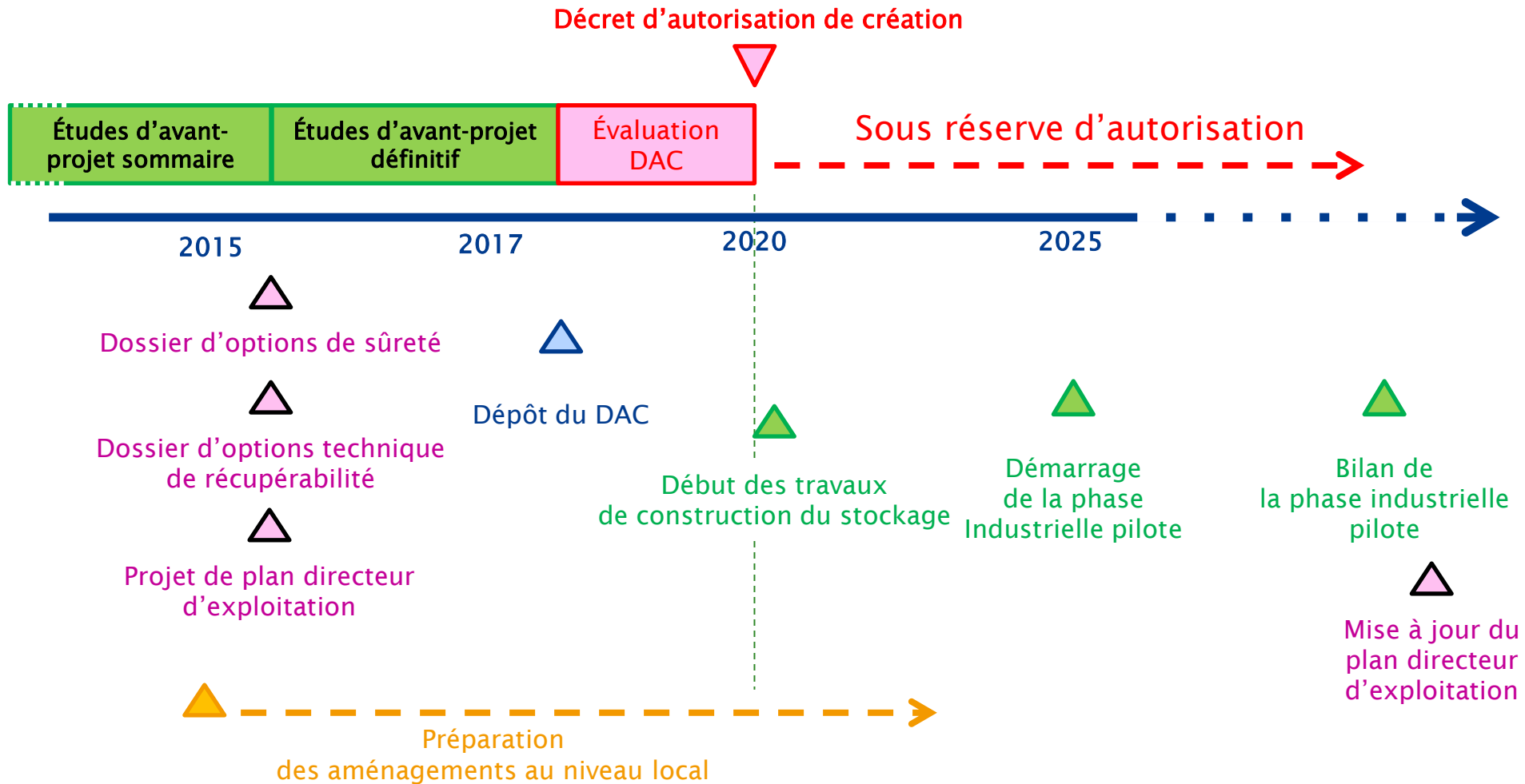


## 2 installations de surface :

- réception, contrôle et préparation des colis
- travaux de creusement et de construction



S'il est autorisé, Cigéo sera implanté à la limite des départements de la Meuse et de la Haute-Marne, où l'Andra mène des études depuis près de vingt ans.





- Une construction/exploitation pendant plus de 100 ans
- Un chantier de grande ampleur

Schéma de principe à l'horizon 2030

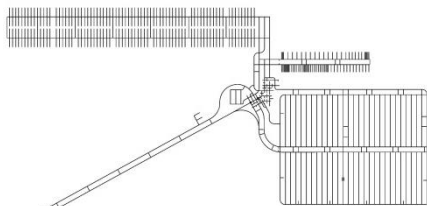
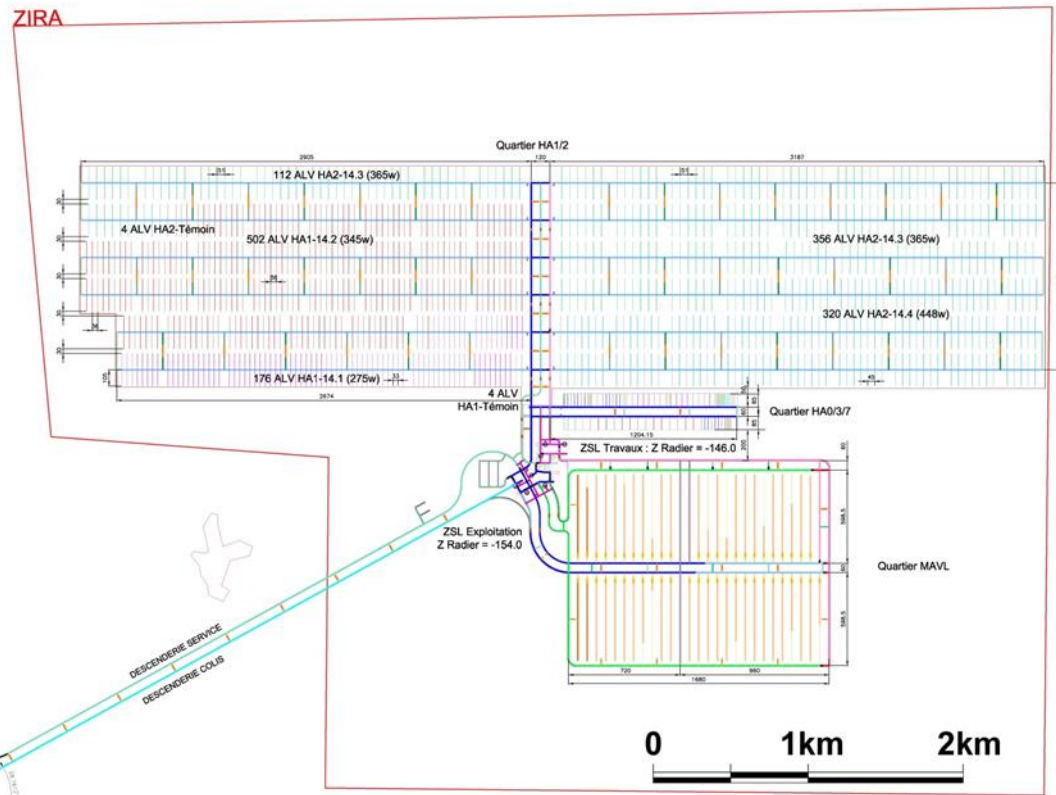
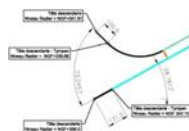


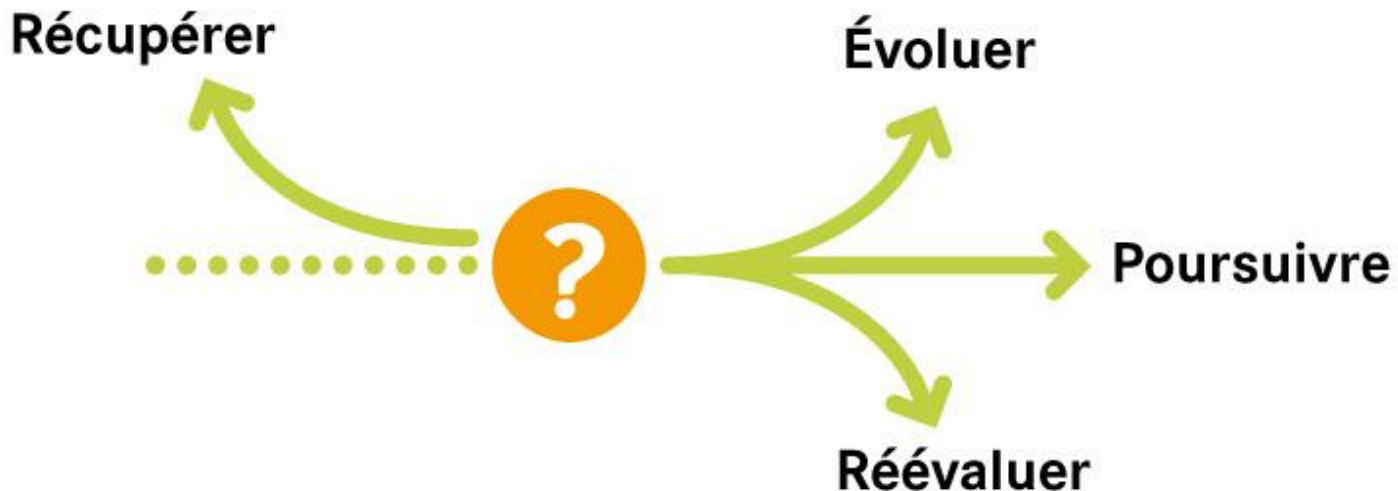
Schéma de principe à l'horizon 2080



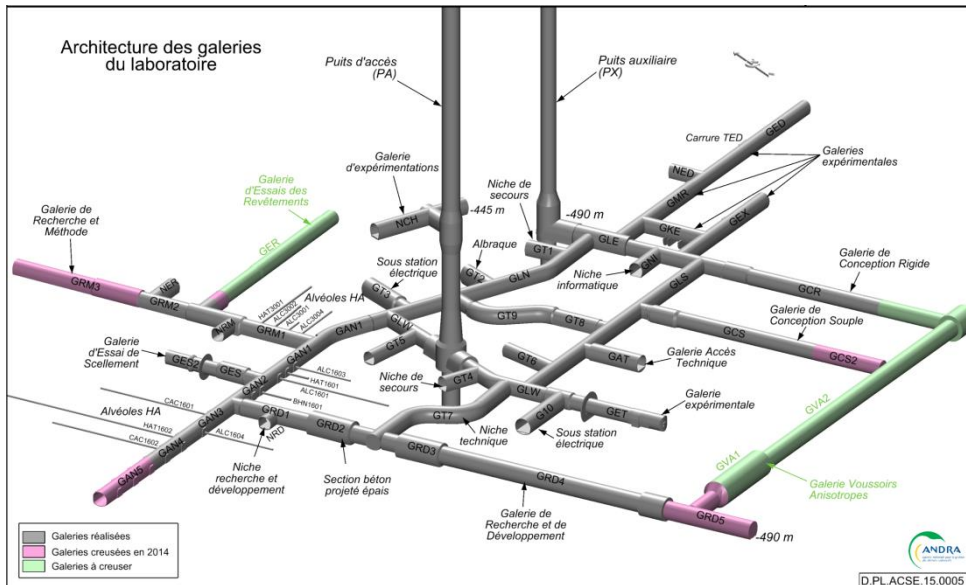
## Réversibilité:

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.

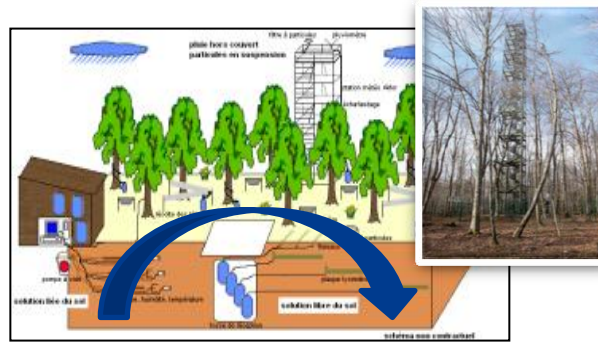
Revenir sur des choix antérieurs



- ◆ Création en 1999 et autorisation de fonctionnement jusqu'en 2030
- ◆ Etude de la faisabilité scientifique et technologique de Cigéo
- Un vaste champ de disciplines (géologie, mécanique, hydrogéologie, géochimie, génie civil, monitoring...)
- Aujourd'hui plus de 1,4 km de galeries, 600 forages et 10. 000 points de mesure en acquisition continue



Assurer l'observation de l'évolution de l'environnement et les éventuels changements



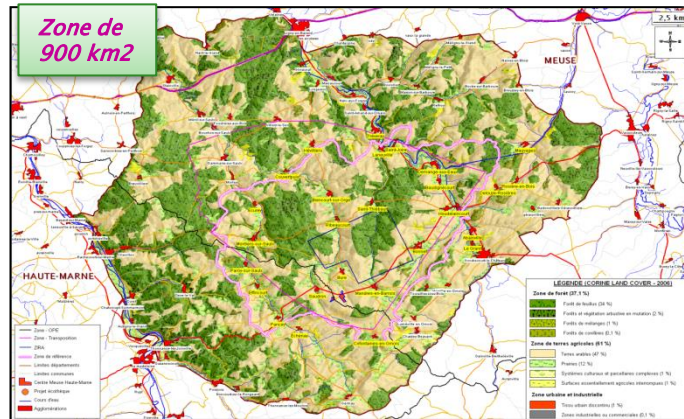
Site expérimental forestier



Stations de suivi des eaux

Réseaux d'observations et de suivi des milieux et de la biodiversité

Téledétection satellitaire et aéroportée



Station atmosphérique



Ecothèque



Site expérimental agricole



Ruches instrumentées



# CONCLUSION

## Mission de l'Andra

- » L'Andra doit fournir des solutions de gestion sûres pour l'ensemble des déchets radioactifs
- » Le stockage est la solution retenue comme mode de gestion à long terme des déchets ultimes.



Chaque installation est conçue pour répondre à un besoin industriel clairement défini



Chaque installation est conçue pour garantir l'objectif fondamental de la protection de l'homme et de l'environnement des dangers liés aux déchets radioactifs

- » permettre la décroissance radioactive de l'activité contenue dans les déchets reçus jusqu'à atteindre un niveau résiduel acceptable, ceci quel que soit les situations envisagées.
- » concepts de stockage adaptés à la dangerosité des déchets et à l'évolution de cette dangerosité dans le temps.

mise en œuvre d'un ensemble de dispositions techniques dépendant :

- des propriétés des formations sur ou dans lesquelles les déchets sont placés, de la profondeur d'implantation du stockage,
- du rôle complémentaire de composants physiques multiples (colis, ouvrages, couvertures, etc.), de la surveillance etc.