

# CENTRES DE STOCKAGE DES DÉCHETS

## DÉCHETS ISSUS D'ACTIVITÉS NON-ÉLECTRONUCLÉAIRES

### GESTION DES SOURCES ORPHELINES

Journée PCR réseau région centre

**Christophe DUMAS**

*Responsable métiers instruction des accords préalables*

  
**RÉPUBLIQUE FRANÇAISE**  
 Liberté  
 Égalité  
 Fraternité

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



2



## Sommaire

L'Andra

Les déchets radioactifs

Les centres de stockage en surface :

- Le Centre de Stockage de l'Aube (CSA)
- Le Centre Industriel de Regroupement d'Entreposage et de Stockage (Cires)

Stockage en profondeur : Projet Cigéo

Déchets FA-VL : étude de faisabilité

Déchets issus d'activités non-électronucléaire

Sources scellées



A U T H E N T I F I C A T I O N G E D  
 {C0911E88-0000-C939-98EE-AEFC87DA297}

# Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra)

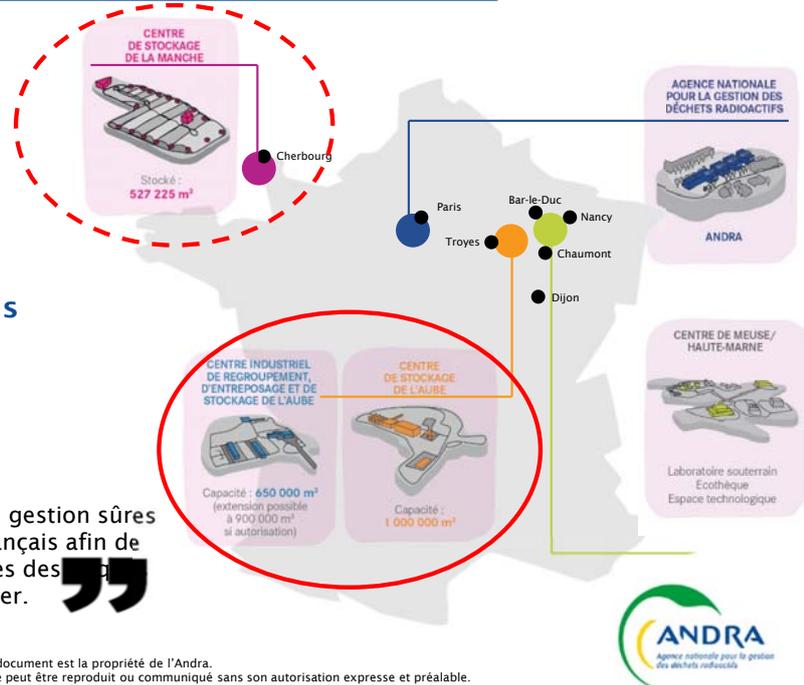
**1** Agence publique

**680** Salariés

**290** M€ de budget  
en 2021

**3** Métiers structurants  
R&D, exploitation,  
développement / conception

“ et mettre en œuvre des solutions de gestion sûres pour l'ensemble des déchets radioactifs français afin de protéger les générations présentes et futures des risques que ces déchets peuvent présenter. ”



## Activités de l'Andra

**EXPLOITER** LES DEUX CENTRES DE STOCKAGE DE SURFACE EXISTANTS, dans l'Aube.

**SURVEILLER** le Centre de stockage de la Manche (CSM), aujourd'hui fermé.

**ÉTUDIER ET CONCEVOIR** DES SOLUTIONS DE STOCKAGE pour les déchets qui n'en ont pas encore.

**ASSURER UNE MISSION D'INTÉRÊT GÉNÉRAL** POUR :

- la **collecte des objets radioactifs** anciens détenus par les particuliers (anciens objets d'horlogerie luminescents, objets au radium à usage médical, sels naturels de laboratoire, certains minéraux, etc.) ;
- l'**assainissement de sites pollués** par la radioactivité comme, par exemple, les anciens laboratoires de Marie Curie ;
- l'élaboration tous les trois ans de l'**Inventaire national des matières et déchets radioactifs** sur le sol français. La dernière édition est parue en 2018.

**INFORMER ET DIALOGUER** AVEC TOUS LES PUBLICS

**CONSERVER LA MÉMOIRE** DE SES CENTRES

**PARTAGER ET VALORISER** SON SAVOIR-FAIRE À L'ÉTRANGER





## Sommaire

L'Andra

Les déchets radioactifs

Les centres de stockage en surface :

- Le Centre de Stockage de l'Aube (CSA)
- Le Centre Industriel de Regroupement d'Entreposage et de Stockage (Cires)

Stockage en profondeur : Projet Cigéo

Déchets FA-VL : étude de faisabilité

Déchets issus d'activités non-électronucléaires

Sources scellées

DIGE/AC/SNE/23-0036

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



## Classification des déchets radioactifs

5 CATÉGORIES DE DÉCHETS RADIOACTIFS : selon leur **niveau d'activité** et de leur **durée de vie**.



**TFA**

Les déchets de très faible activité

Très faible : inférieur à 100 Bq/g

Non déterminant

Stockage surface existant

proviennent du démantèlement et de l'exploitation d'installations nucléaires.



**FMA-VC**

Les déchets de faible et moyenne activité à vie courte

Faible et moyen : quelques centaines à un million de Bq/g

Court (jusqu'à environ 300 ans)

Stockage surface existant

proviennent de la maintenance et du fonctionnement d'installations nucléaires.



**FA-VL**

Les déchets de faible activité à vie longue

Faible : quelques dizaines à plusieurs centaines de milliers de Bq/g

Long à très long (jusqu'à plusieurs centaines de milliers d'années)

Stockage à définir

Déchets radifères provenant du traitement de minerais, des déchets de graphite produits lors du démantèlement des réacteurs nucléaires et des objets radioactifs anciens détenus par les particuliers



**MA-VL**

Les déchets de moyenne activité à vie longue

Moyen : un million à un milliards de Bq/g

Jusqu'à très long (jusqu'à plusieurs centaines de milliers d'années)

Stockage en couche géologique profonde en projet

Débris de structures métalliques qui entourent les barres de combustibles utilisés pour le fonctionnement des réacteurs nucléaires.



**HA**

Les déchets de haute activité

Haut : plusieurs milliards de Bq/g

Jusqu'à très long (jusqu'à plusieurs centaines de milliers d'années)

Stockage en couche géologique profonde en projet

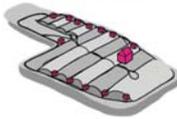
Résidus non réutilisables issus du traitement de combustibles usés.

# Classification des déchets radioactifs

## Les 3 centres de stockage de surface

(2 en exploitation dans l'Aube  
et 1 en fermeture dans la Manche)

CENTRE  
DE STOCKAGE  
DE LA MANCHE



Stocké :  
527 225 m<sup>3</sup>

CENTRE  
DE STOCKAGE  
DE L'AUBE



Capacité :  
1 000 000 m<sup>3</sup>

CENTRE INDUSTRIEL  
DE REGROUPEMENT,  
D'ENTREPOSAGE ET DE  
STOCKAGE DE L'AUBE



Capacité : 650 000 m<sup>3</sup>  
(extension possible  
à 900 000 m<sup>3</sup>  
si autorisation)

permettent de stocker

plus de 90 % des déchets radioactifs  
produits chaque année en France  
(TFA et FMA-VC).

Volume de  
déchets radioactifs

Niveau de  
radioactivité

0,2 %

HA

94,9 %

2,9 %

MA-VL

4,9 %

5,9 %

FA-VL

0,14 %

59,6 %

FMA-VC

0,03 %

31,3 %

TFA

0,001 %

La répartition des volumes et niveaux de radioactivité  
(édition 2018 de l'Inventaire national sur la base des chiffres à fin 2016)



## Sommaire

L'Andra

Les déchets radioactifs

Les centres de stockage en surface :

- Le Centre de Stockage de l'Aube (CSA)
- Le Centre Industriel de Regroupement d'Entreposage et de Stockage (Cires)

Stockage en profondeur : Projet Cigéo

Déchets FA-VL : étude de faisabilité

Déchets issus d'activités non-électronucléaires

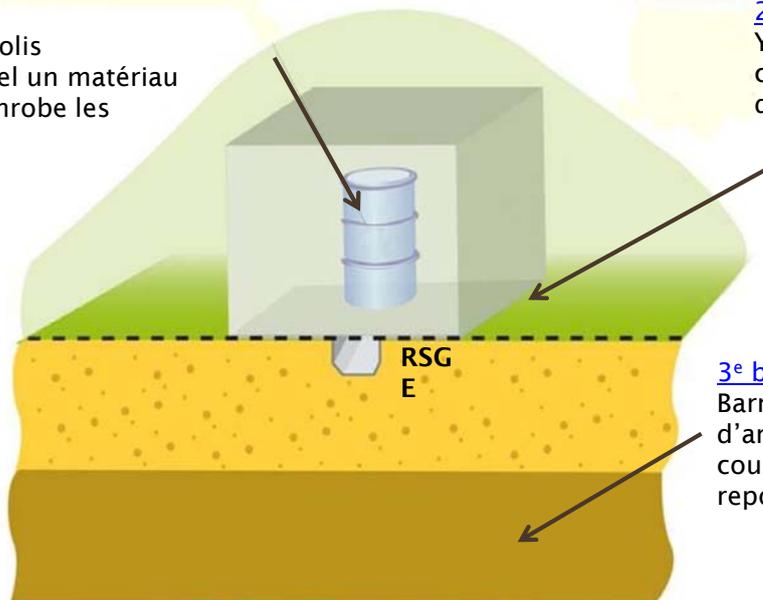
Sources scellées





## Traitement des déchets La filière stockage au CSA

**1<sup>ère</sup> barrière** : Le colis  
A l'intérieur duquel un matériau  
de confinement enrobe les  
déchets



**2<sup>e</sup> barrière** : L'ouvrage de stockage  
Y compris le réseau de galeries de  
contrôle (RSGE) et la couverture  
définitive

**3<sup>e</sup> barrière** : L'environnement géologique  
Barrière naturelle constituée de la couche  
d'argile imperméable surmontée d'une  
couche sableuse drainante sur laquelle  
reposent les ouvrages de stockage

DIGE/AC/SNE/23-0036

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

UÃvñdx:#Ãscúwñi#ñ ucyñwñh#ñqñhuÃ



## Sommaire

L'Andra

Les déchets radioactifs

Les centres de stockage en surface :

- Le Centre de Stockage de l'Aube (CSA)
- Le Centre Industriel de Regroupement d'Entreposage et de Stockage (Cires)

Stockage en profondeur : Projet Cigéo

Déchets FA-VL : étude de faisabilité

Déchets issus d'activités non-électronucléaires

Sources scellées



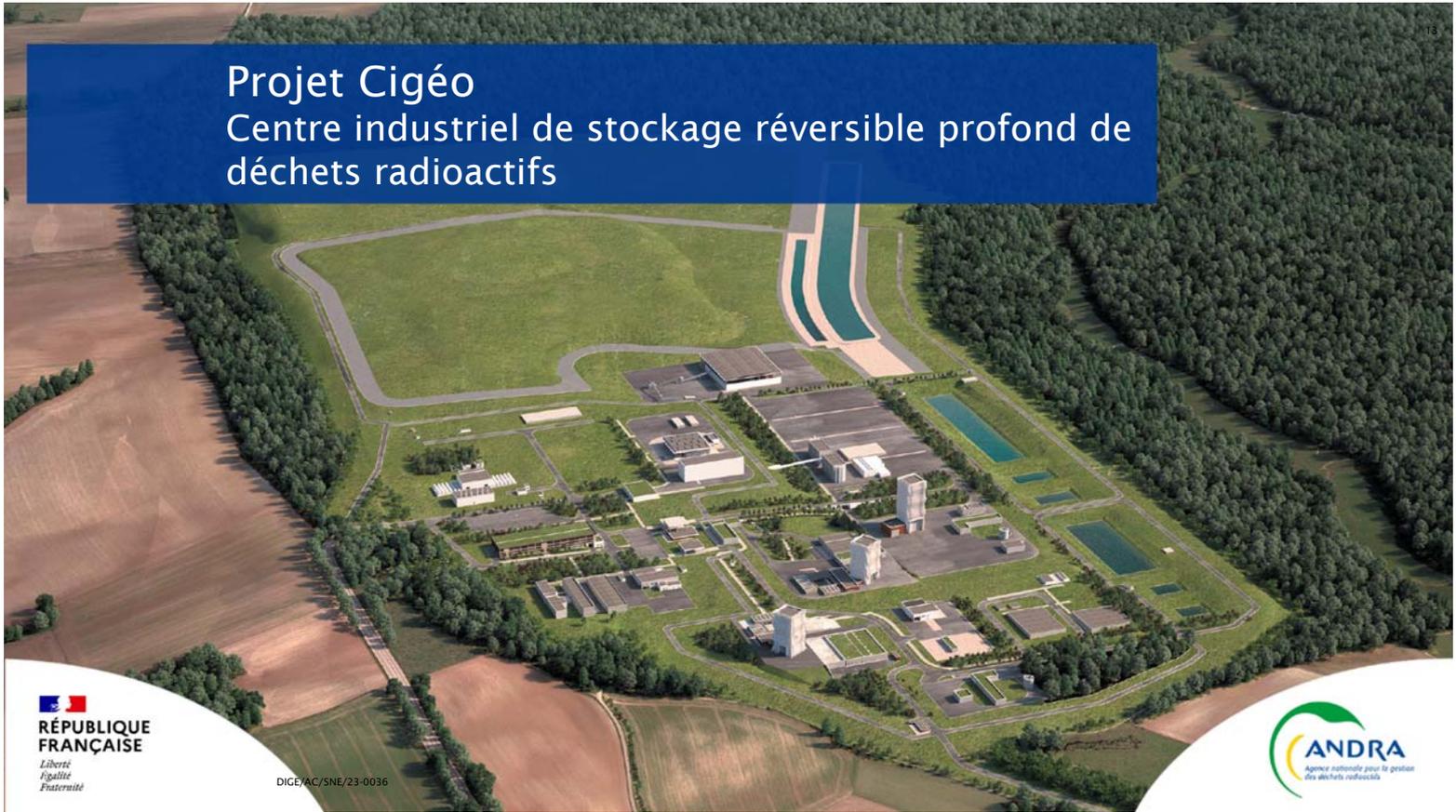
DIGE/AC/SNE/23-0036

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



# Projet Cigéo

## Centre industriel de stockage réversible profond de déchets radioactifs



# Projet Cigéo



### Déchets issus du traitement des combustibles usés (HA et MA-VL)



Produits de fission et actinides mineurs vitrifiés



### Coques et embouts



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



**40%** déjà produits



**60%** déjà produits

## Projet Cigéo

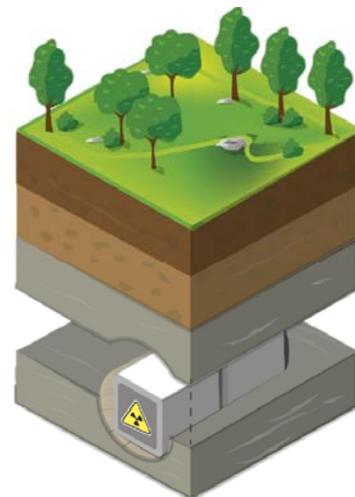
La dangerosité et la durée de vie des déchets HA et MA-VL ne permettent pas de les gérer durablement en surface.

**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 évolutions naturelles à long terme (climat, érosion...), 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 et limiter leur circulation (propriétés de la couche géologique).

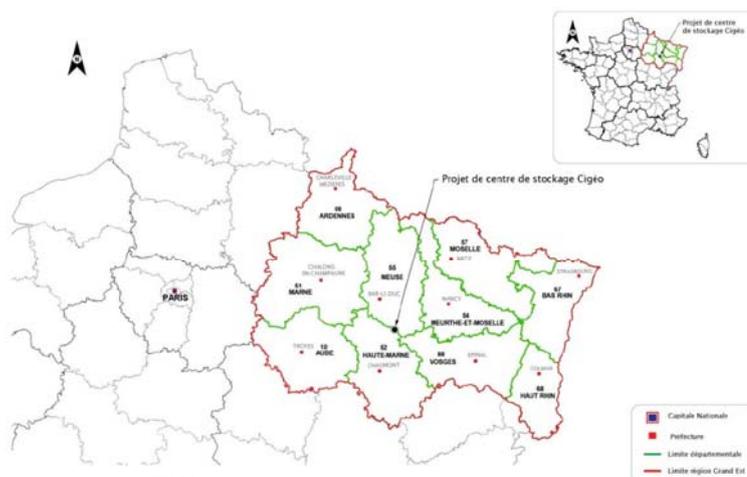


DIGE/AC/SNE/23-0036

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



## Projet Cigéo



Localisation dans l'Est de la France du centre de stockage Cigéo

DIGE/AC/SNE/23-0036

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



# Projet Cigéo

**500** Mètres de profondeur

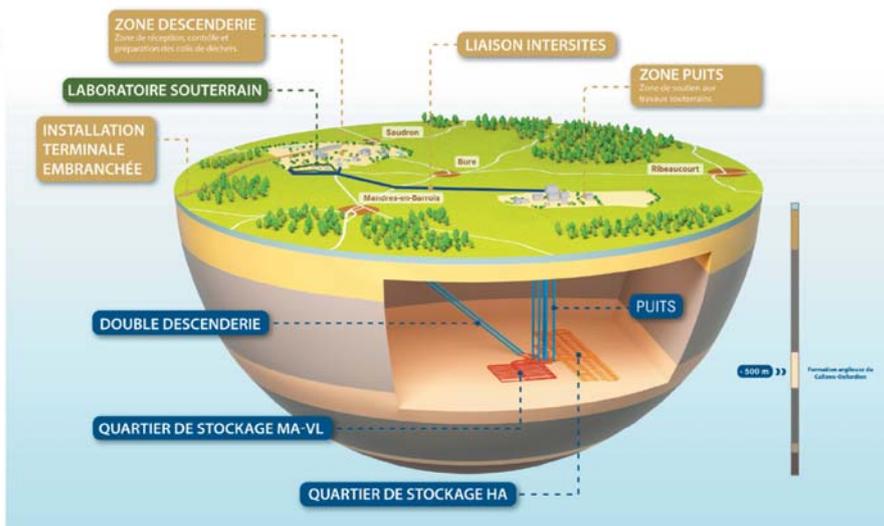
**15 km<sup>2</sup>** De zone de stockage

**250** Km de galeries et alvéoles

**83000** m<sup>3</sup> de déchets

**120** Ans d'exploitation

**25 Mds** d'euros



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



# Projet Cigéo

	Nombre d'alvéoles	Diamètre utile	Longueur	Espacement	Horizon de mise en œuvre
Quartier de stockage MA-VL	≈ 20	≈ 8 mètres	500 mètres max.	50 mètres	À partir du démarrage de la phase de fonctionnement
Quartier pilote HA	≈ 20	60 centimètres	≈ 80 mètres	20 mètres	
Quartier de stockage HA1/HA2	≈ 900	60 centimètres	150 mètres	45 mètres	À plus long terme (réception des colis HA 1/2 envisagée à l'horizon 2080)

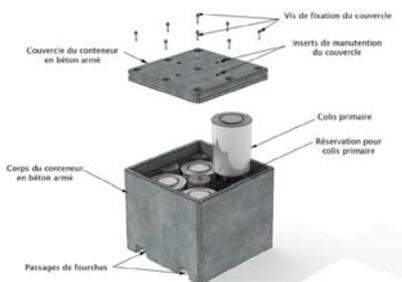


Illustration de la mise en conteneur de stockage de colis de déchets MA-VL



Illustration de conteneur de stockage de colis de déchets HA

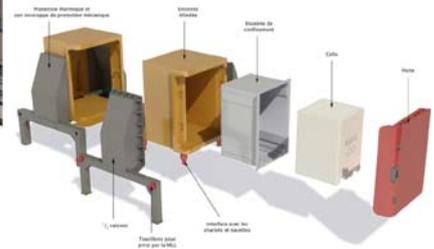


# Projet Cigéo



CG-TE-D-MGE-AMOA-MT9-0000-1-B-0037-B

Illustration du funiculaire transportant une hotte MA-VL dans la descendrière



Vue éclatée d'une hotte pour colis de déchets MA-VL en conteneur

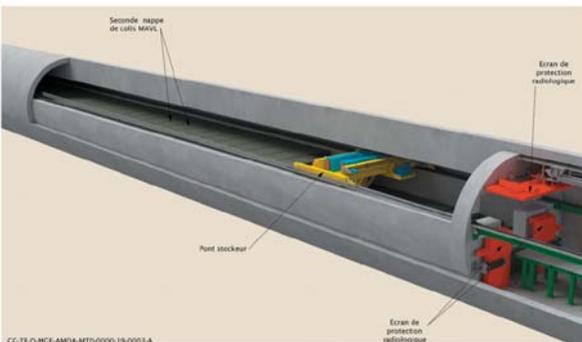
DIGE/AC/SNE/23-0036

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



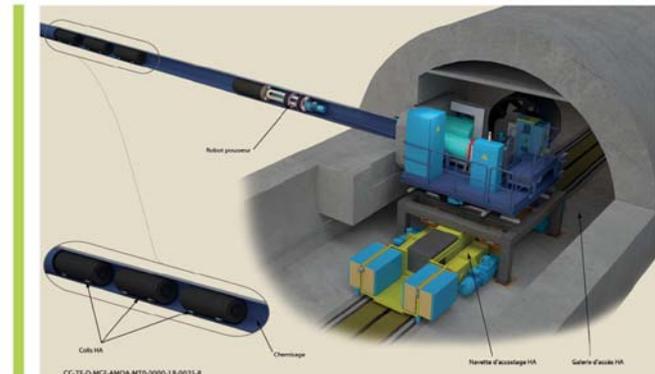
# Projet Cigéo

## Aperçu d'un alvéole de stockage pour les colis MA-VL



CG-TE-D-MGE-AMOA-MTD-0000-19-0003-A

## Aperçu d'un alvéole de stockage pour les colis HA



CG-TE-D-MGE-AMOA-MTD-0000-1-B-0033-B

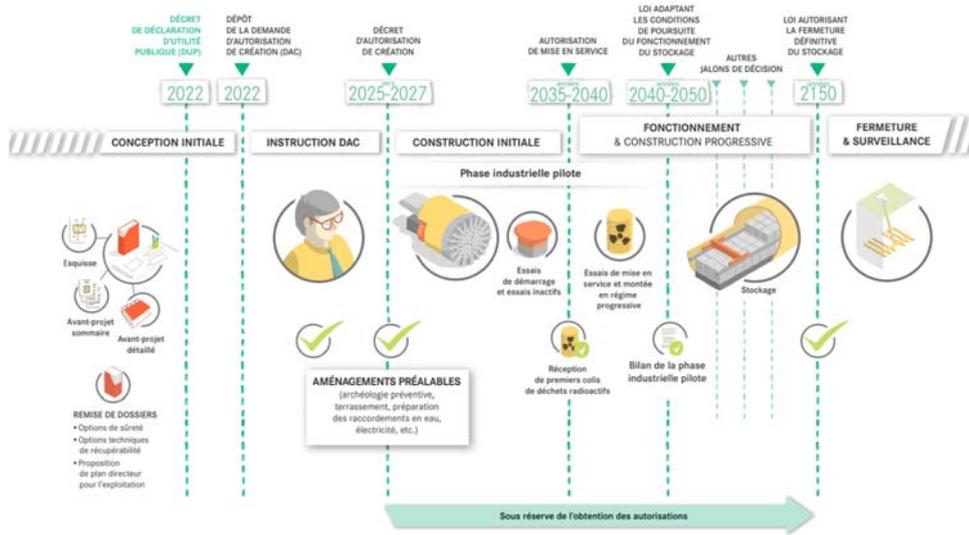
DIGE/AC/SNE/23-0036

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



# Projet Cigéo

## LES GRANDES ÉTAPES DU PROJET GLOBAL CIGÉO



DIGE/AC/SNE/23-0036

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



## Sommaire

L'Andra

Les déchets radioactifs

Les centres de stockage en surface :

- Le Centre de Stockage de l'Aube (CSA)
- Le Centre Industriel de Regroupement d'Entreposage et de Stockage (Cires)

Stockage en profondeur : Projet Cigéo

Déchets FA-VL : étude de faisabilité

Déchets issus d'activités non-électronucléaires

Sources scellées



DIGE/AC/SNE/23-0036

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

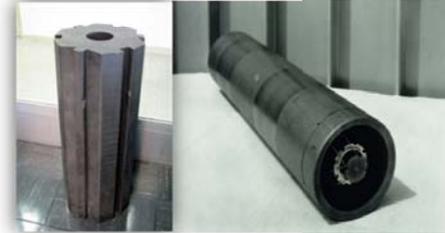


# Déchets de faible activité à vie longue (FA-VL) Etudes de faisabilité d'un stockage à faible profondeur

- Déchets **radifères et uranifères**, déchets de **graphites** (issus du démantèlement des réacteurs UNGG), une partie des **déchets bitumés**, des **déchets technologiques**



Déchets radifères issus d'opérations d'assainissement de site



Briques et chemises de graphite



Résidus radifère issus du traitement de monazite

**FA-VL**  
**210 000 m<sup>3</sup>**



Fût de déchets bitumés

DIGE/AC/SNE/23-0036

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



# Déchets de faible activité à vie longue (FA-VL) Etudes de faisabilité d'un stockage à faible profondeur

Parmi les solutions de gestion à l'étude :

- La solution de référence étudiées depuis quelques années : **stockage à faible profondeur dans une formation argileuse**

En 2013, un site présentant des propriétés favorables à l'accueil d'un tel stockage a été identifié, pour réaliser des investigations (2 campagnes en 2013-2015 et 2017).



Zone d'étude du site de la communauté de communes de Vendevre-Soulaines (CCVS)

DIGE/AC/SNE/23-0036

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



## Déchets de faible activité à vie longue (FA-VL) Etudes de faisabilité d'un stockage à faible profondeur

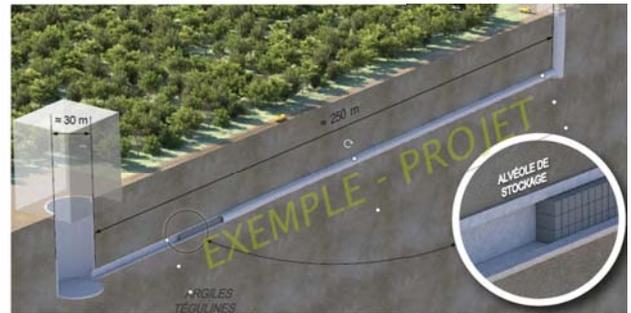
Solutions techniques à l'étude:

- Profondeur d'implantation minimale de 30 mètres (au toit du stockage)

➤ Des concepts « à ciel ouvert »



➤ Des concepts en galeries souterraines



DIGE/AC/SNE/23-0036

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



## Déchets de faible activité à vie longue (FA-VL) Etudes de faisabilité d'un stockage à faible profondeur

Dossier des options techniques et de sûreté retenues à remettre fin 2023 à l'ASN, qui permettra de :

- Préciser la faisabilité d'un stockage à faible profondeur sur ce site, par l'étude :
  - Des enjeux de sûreté long terme en particulier
  - Des enjeux environnementaux en lien avec l'implantation d'un stockage
  - Des techniques constructives d'un tel stockage compte tenu de l'état de l'art
- De définir l'inventaire de déchets à stocker et de préciser l'implantation du stockage et les solutions techniques de réalisation
- Prendre la décision de poursuivre les études (ou non) pour la conception d'un stockage

Si la poursuite du projet est validée, période cible de mise en service : 2045 - 2050

DIGE/AC/SNE/23-0036

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





DIGE/AC/SNE/23-0036

## Sommaire

L'Andra

Les déchets radioactifs

Les centres de stockage en surface :

- Le Centre de Stockage de l'Aube (CSA)
- Le Centre Industriel de Regroupement d'Entreposage et de Stockage (Cires)

Stockage en profondeur : Projet Cigéo

Déchets FA-VL : étude de faisabilité

Déchets issus d'activités non-électronucléaires

Sources scellées

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



## Les déchets issus d'activités non-électronucléaires

*Guide d'enlèvement*

### Le Guide d'enlèvement

Spécifications simplifiées à destination de producteurs détenant des déchets radioactifs dont l'utilisation de la radioactivité ne représente qu'une part secondaire de leur activité

- Simplification de la prise en charge des déchets
- Prestation de transport inclus
- Traitement des colis dans des installations du nucléaire inclus
- Service récurrent



DIGE/AC/SNE/23-0036

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



## Les déchets issus d'activités non-électronucléaires

Guide d'enlèvement

### Des déchets solides

- » SI Solides Incinérables : gants, cotons, papiers, ...
- » SC Solides Compactables : papiers, chiffons, gants, ...
- » SNC Solides Non Compactables : métaux, verrerie, ...
- » SO Solides Organiques : cadavres d'animaux, litières, ...

### Des déchets liquides

- » LA Solutions Aqueuses
- » LS Solvants
- » LH Huiles

### Des flacons de scintillation

- » SL Flacons en polyéthylène
- » SLV Flacons en verre

### Sels naturels de laboratoires

### Des paratonnerres

- » FPR Paratonnerres au Radium
- » FPA Paratonnerres à l'Américium



DIGE/AC/SNE/23-0036

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

## Les déchets issus d'activités non-électronucléaires

Bâtiment Regroupement Tri/Traitement - Secteur regroupement



DIGE/AC/SNE/23-0036

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



# Les déchets issus d'activités non-électronucléaires

Bâtiment Regroupement Tri/Traitement - Secteur Tri/Traitement



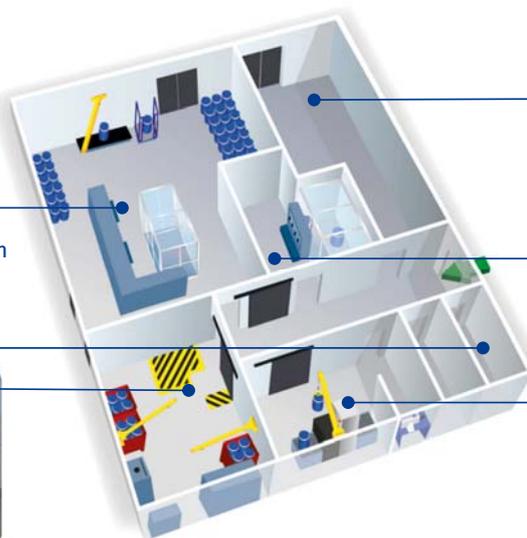
Traitement des foies de scintillation



Contrôle/Tri des déchets solides



Assemblage des déchets liquides



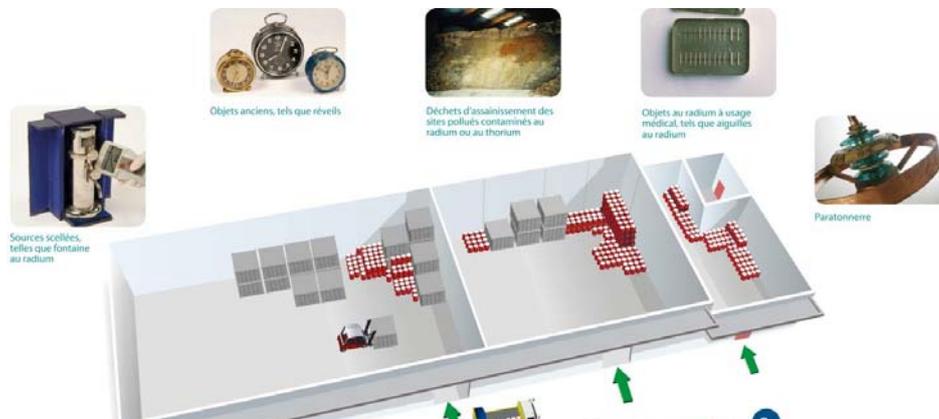
DIGE/AC/SNE/23-0036

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



# Les déchets issus d'activités non-électronucléaires

Bâtiment d'entreposage FAVL et MAVL



Objets anciens, tels que réveils



Déchets d'assainissement des sites pollués contaminés au radium ou au thorium



Objets au radium à usage médical, tels que aiguilles au radium



Paratonnerre



Sources scellées, telles que fontaine au radium

A fin 2016, 822 m<sup>3</sup> de colis de déchets radioactifs entreposés, soit environ 18 % de la capacité volumique autorisée du bâtiment d'entreposage (6 000 m<sup>3</sup>).



1 Réception, identification et contrôles des colis de déchets



2 Entreposage des colis de déchets selon leur propriété radiologique (délai de dose)

DIGE/AC/SNE/23-0036

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



## Bonnes pratiques : pendant le conditionnement

- Pas de liquides avec les solides (SC SNC SI)
- Pas de déchets non incinérables avec les solides incinérables (SI)
- Limiter les ouvertures / fermetures des colis
- Affichage de consignes de tri au poste de travail adaptées aux déchets produits
- Traçabilité des déchets et des colis produits (fiches de remplissage des colis, ...)

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



## Bonnes pratiques : après conditionnement

- Bien identifier le N° du colis produit et son contenu (SI, SL, ...)
- Contrôle de la masse brute des colis et niveau de remplissage des bonbonnes
- Contrôle radiologique des colis au plus proche de la date de prise en charge Andra (débit de dose, contamination)
- Contrôle de l'aspect visuel des colis (propreté, absence de coulures, etc.)

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





## Sommaire

L'Andra

Les déchets radioactifs

Les centres de stockage en surface :

- Le Centre de Stockage de l'Aube (CSA)
- Le Centre Industriel de Regroupement d'Entreposage et de Stockage (Cires)

Stockage en profondeur : Projet Cigéo

Déchets FA-VL : étude de faisabilité

Déchets issus d'activités non-électronucléaires

Sources scellées

DIGE/AC/SNE/23-0036

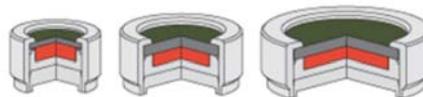
Ce document est la propriété de l'Andra.  
Il ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation expresse et préalable.



## Sources scellées

### Sources scellées décréue (TFA)

- Il s'agit de sources dont l'activité 30 ans après leur prise en charge serait inférieure à :
  - 100 Bq pour les sources bêta/gamma
  - 10 Bq pour les sources contenant un émetteur ou descendant alpha
- Etude de prise en charge Andra pour les sources orphelines ou sources avec reprenneur



### Sources scellées hors d'usage (FMA)

- **Uniquement** sources « orphelines » feront l'objet d'une étude de prise en charge
- Sources contenant un seul radionucléide de période inférieure à 30 ans.
- L'activité des sources doit être inférieure à la Limite d'Activité des sources (LAS).
  - Exemples de LAS :
    - Sr90 : 8,2E+06 Bq
    - Cs137 : 2,2E+07 Bq



DIGE/AC/SNE/23-0036

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



## Sources scellées

### Sources à vie longue

- Sources contenant un seul radionucléide de période supérieure à 30 ans (Am241, Ra226, etc.)
- Pas d'exutoire de stockage ouvert (seulement de l'entreposage)
- **Uniquement sources « orphelines »**
- Orientations futures (ordre de grandeur) :
  - $A < 1 \text{ MBq}$  : FAVL
  - $1 \text{ MBq} < A < 100 \text{ MBq}$  : MAVL



DIGE/AC/SNE/23-0036

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



## Sources scellées

### Standard de Calibration H3 et C4



- L'Andra a l'autorisation de l'ASN pour dénaturer ces sources scellées.
- Ces standard sont à gérer avec les SLV (Fioles de scintillation en verre)



DIGE/AC/SNE/23-0036

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



## Sources scellées

Pour les recherches de **reponeurs de substitutions** ou définir le **caractère orphelin** d'une source, L'Unité d'Expertise des Sources de l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire peut apporter une assistance/expertise sur ces sujets :

IRSN/UES

BP 17 - 92 262 Fontenay-aux-Roses Cedex

Tel. : 01.58.35.95.13

Fax : 01.58.35.95.36

Pour les demandes de prise en charge Andra pour les **sources orphelines**, **sources scellées décriues** et **standards de calibration** :



poleap@andra.fr



DIGE/AC/SNE/23-0036

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



ed entreprise  
et découverte  
ÉTUDE ET DÉCOUVERTE

# MERCI DE VOTRE ATTENTION

