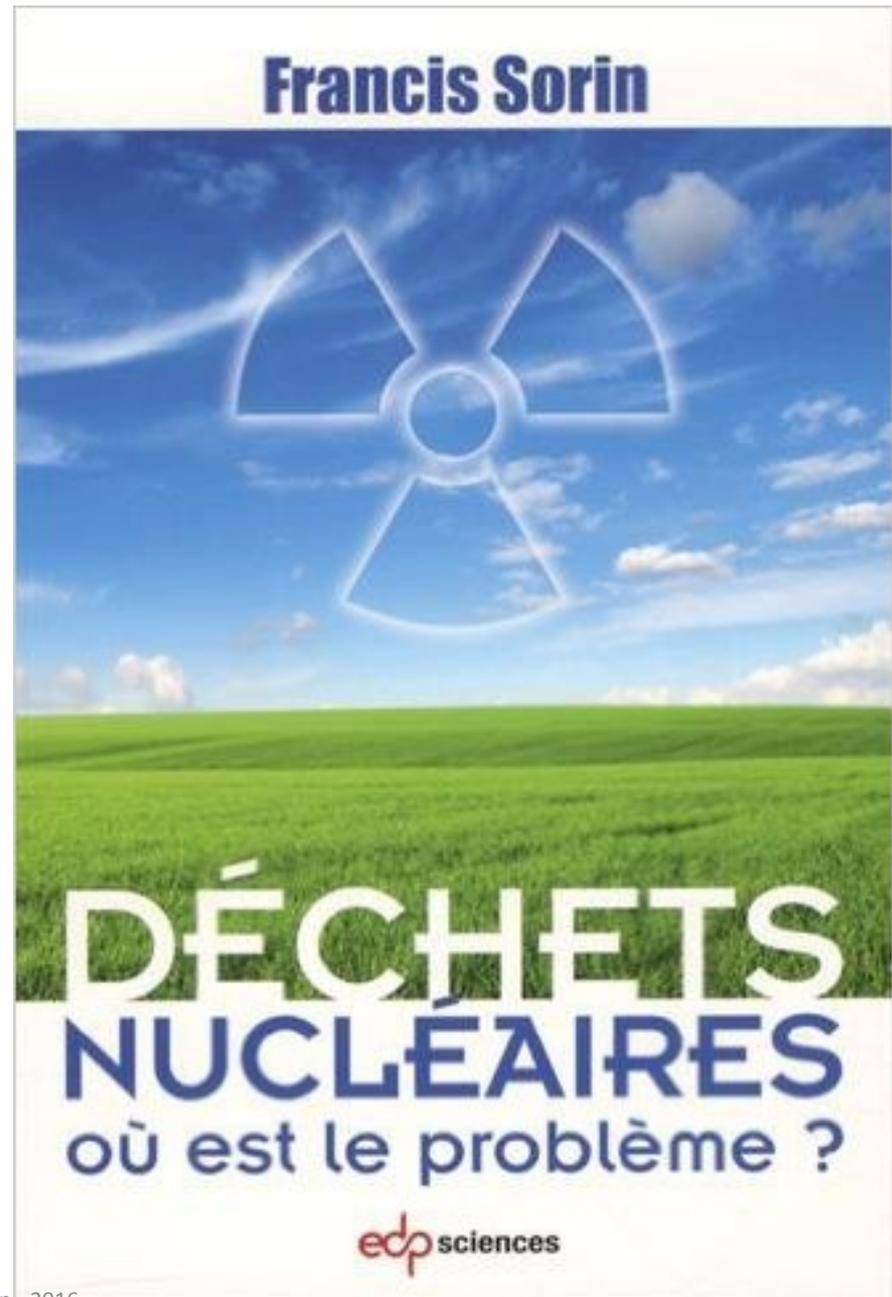


# Déchets nucléaires, où est le problème ?

- \* Repères sur la gestion des déchets nucléaires en France
- \* Le choix du stockage géologique pour les déchets de haute activité et moyenne activité à vie longue
- \* Cigéo et le stockage des déchets de haute activité : quelles options ? Quel impact radioactif ?
- \* La querelle des déchets nucléaires : idées fausses, comparaisons, éthique...



# Qu'est ce qu'un déchet nucléaire = radioactif ?

Substances ou objets qui ne peuvent être réutilisés car porteurs de radioactivité, donc à stocker.

outils, vêtements, ferrailles, plastiques, structures métal, « cendres » de l'uranium...



Leur danger potentiel: ils émettent des rayonnements qui peuvent présenter un risque pour l'homme et l'environnement.

C'est pour cela qu'ils font l'objet d'une gestion spécifique.

# Les producteurs de déchets nucléaires

➤ Plus de 1 000 producteurs

Industrie électronucléaire (EDF, Areva,), universités, hôpitaux, centres de recherche (dont CEA), industries, collectivités, particuliers,...

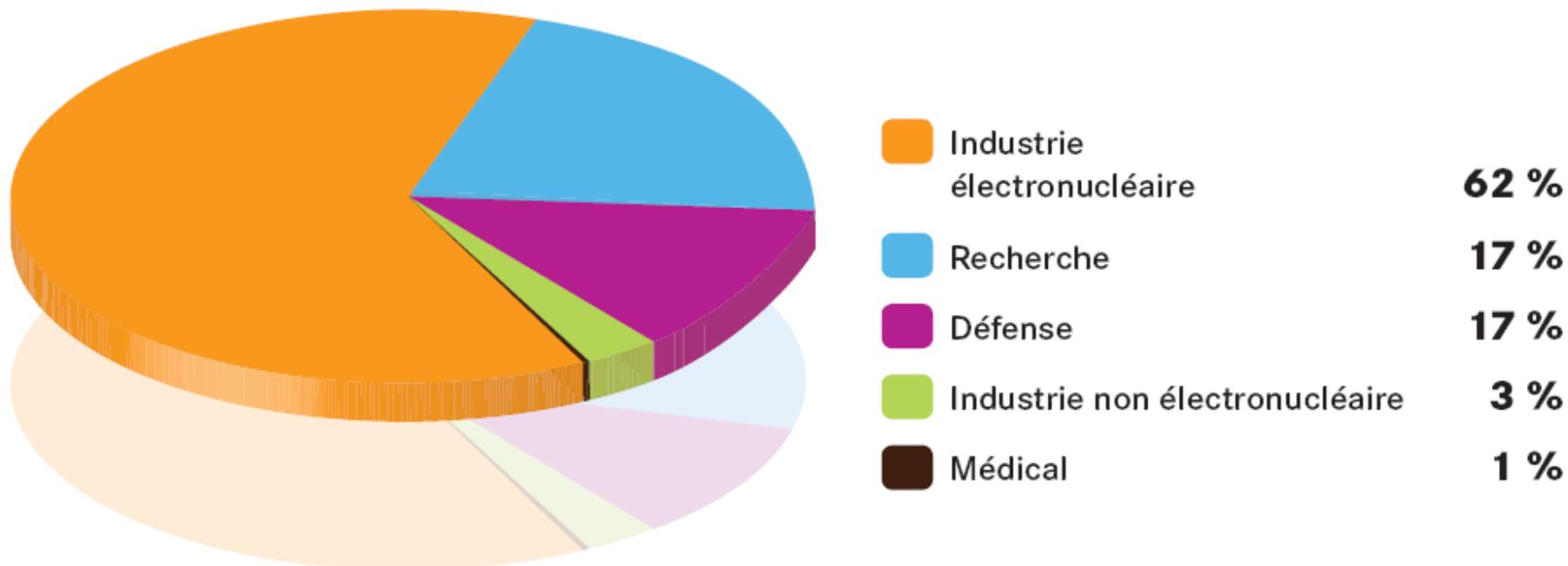
2 kilos de déchets nucléaires par an et par habitant

Contre 100 kg de déchets toxiques et 2500 kg au total



# L'origine des déchets nucléaires

Estimation de la répartition des déchets radioactifs par secteur économique en France, en volume



# Critères de classification

En France, la classification des déchets nucléaires en différentes catégories repose principalement sur:

- Leur **niveau de radioactivité**
- Leur **durée de vie** qui dépend de la période radioactive propre à chaque radionucléide qu'ils contiennent

On distingue les déchets dont les principaux radionucléides ont une **période courte ( $\leq 31$  ans)** de ceux qui ont une **période longue ( $> 31$  ans)**.

# Cinq différentes catégories de déchets

5 catégories qui correspondent à des solutions de gestion différentes

\*Volume actuel (m3):1 500 000 (déchet+conditionnement)  
(50 000 m3/an)

\*Volume en 2020: 1 804 142. En 2030: 2 251 449

- \* déchets de très faible activité TFA =20%
- déchets de faible et moyenne activité à vie courte FMA-VC=69%
- déchets de faible activité à vie longue FA-VL= 7%
- déchets de moyenne activité à vie longue MA-VL= 3,6%
- déchets de haute activité HA =0,2%

# Les déchets Très Faible Activité (20%)

- Proviennent essentiellement du **démantèlement d'installations nucléaires**: ferrailles, plastiques, gravats,
- Conditionnés dans des **fûts métalliques** ou des **big-bags**,



- **Stockés en surface** dans des alvéoles creusées dans l'argile au **Centre de stockage de Morvilliers** dans l'Aube
- Volumes en 2020: **629 217 m<sup>3</sup> = 20%**

# Déchets Faible Moyenne Activité-Vie Courte (69%)



Liés à la maintenance (vêtements, outils, gants...) et au fonctionnement (traitements d'effluents liquides et gazeux) d'installations nucléaires

- Compactés dans **conteneurs en métal ou en béton**
- **Stockés en surface** dans des ouvrages en béton armé au **Centre de stockage de Soulaïnes**, dans l'Aube. Et Centre de la Manche (1969 à 1994).
- Volumes en 2020 : **1 009 675 m<sup>3</sup> = 69%**



# Les déchets Faible Activité –Vie Longue (7%)

déchets « **radifères** » provenant du traitement de minerais contenant du radium dans l'industrie



➤ déchets « **de graphite** » provenant du démantèlement des réacteurs UNGG



➤ **objets radioactifs** (ex: montres au radium) ou **sources scellées** (paratonnerres, détecteurs de fumée...)

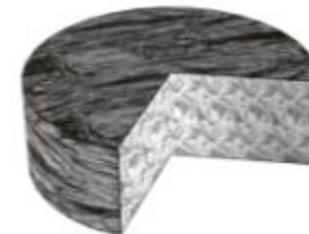


➤ Volumes en 2020 : **114 592 m<sup>3</sup>**

➤ **Entreposés** dans l'attente de la création d'un centre de stockage **à faible profondeur**

# Déchets Moyenne Activité – Vie Longue (3,6%)

- Constitués essentiellement par **les débris des éléments combustibles** (coques, embouts, gaines...)
- Compactés sous forme de galettes introduites dans des **colis en béton ou en métal**.
- Volumes en 2020 : **46 979 m<sup>3</sup>**
- **Entreposés** sur leur site de production
- Un **Centre de stockage réversible profond** est à l'étude en Meuse/Haute-Marne, **CIGEO**: mise en service prévue en 2025.



# Les déchets Haute Activité (0,2%)

Ce sont les « cendres » de l'uranium, récupérées après traitement des combustibles usés. ( produits de fission et actinides mineurs). **96%** de la radioactivité du total des déchets nucléaires

➤ Ils sont calcinés et **incorporés à une matrice de verre**. Le mélange, qui aboutira à des **blocs vitrifiés**, est coulé dans un **colis en inox**.

➤ Volumes en 2020 : **3679 m3**

➤ Ils sont **entreposés** sur leur site de production dans l'attente de la création de **CIGEO** où ils seront stockés avec les MA-VL



# Conditionnement des déchets de haute activité

## DECHETS HAUTE ACTIVITE VIE LONGUE



Bloc vitrifié



Conteneur

# Définir la solution de stockage pour les « HA »



## Deux lois

- \*30/12/1991 : comparer les solutions en vue de choisir (dans 15 ans) – Loi « Bataille »
- \*28/6/2006: le choix et sa mise en œuvre (après débat public)



## Trois choix stratégiques

- \* Le traitement / recyclage (entrepris depuis 40 ans) maintenu
- \* Le stockage géologique en couche profonde. Principe : isoler les déchets de la biosphère le temps que leur radioactivité ait diminué à des niveaux inoffensifs
- \*La Réversibilité



## Un outil : le laboratoire souterrain

- \* Pour l'étude de la couche géologique pressentie

# Laboratoire souterrain grandeur réelle

- Sur la commune de Bure
- Aménagé depuis 1999
- A moins 500 m
- Pour études et expérimentations sur la couche de roche argileuse stable depuis 150 millions d'années.  
Couche de 130m d'épaisseur entre moins 420 et moins 550 m Superficie : 250 km<sup>2</sup>
- 1400 capteurs, 35 expérimentations sur la roche et circulation de l'eau
- Confirme les qualités de l'argile du « Callovo-Oxfordien »

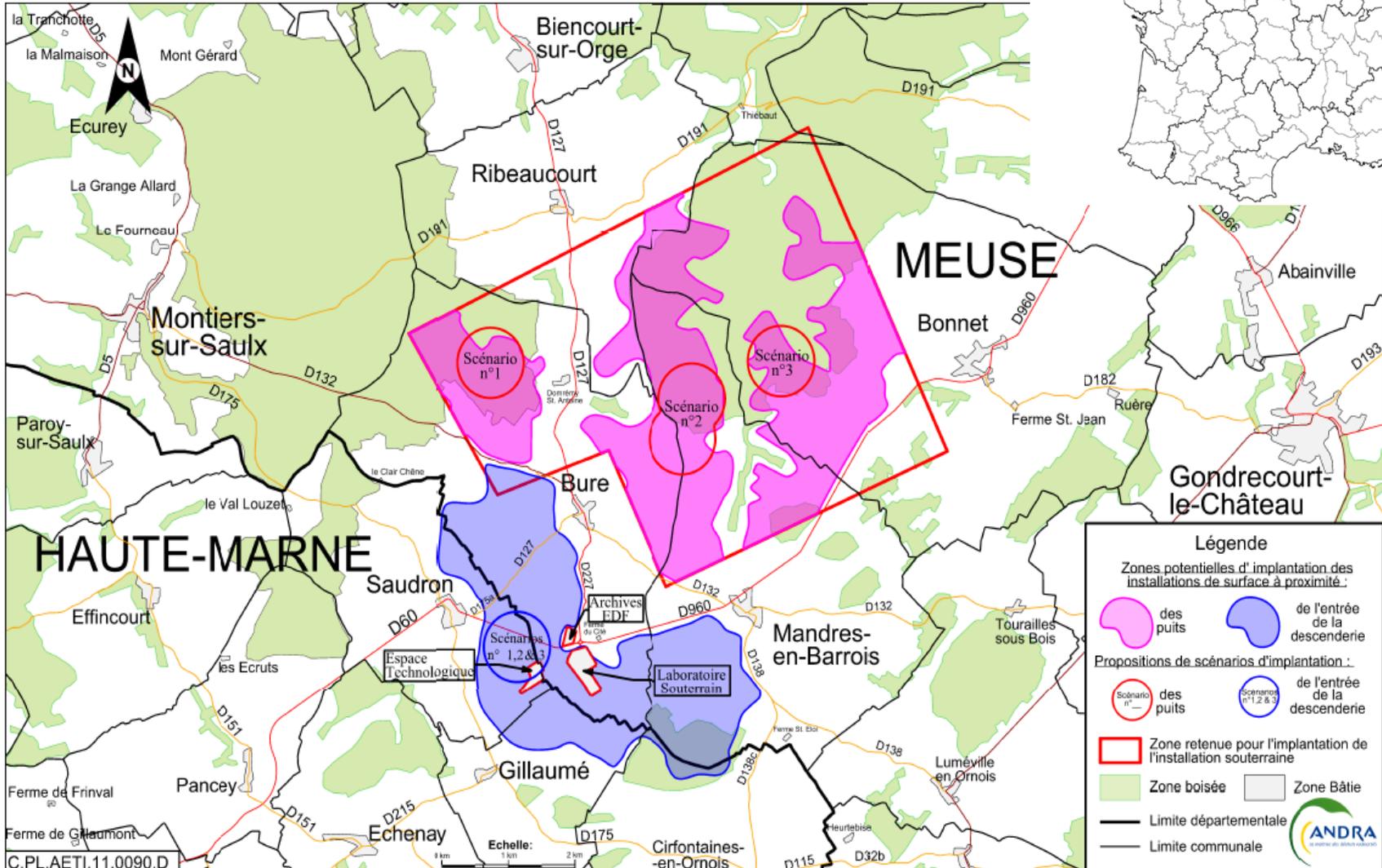


# Localisation de Cigéo

Encadré rouge : implantations possibles du stockage

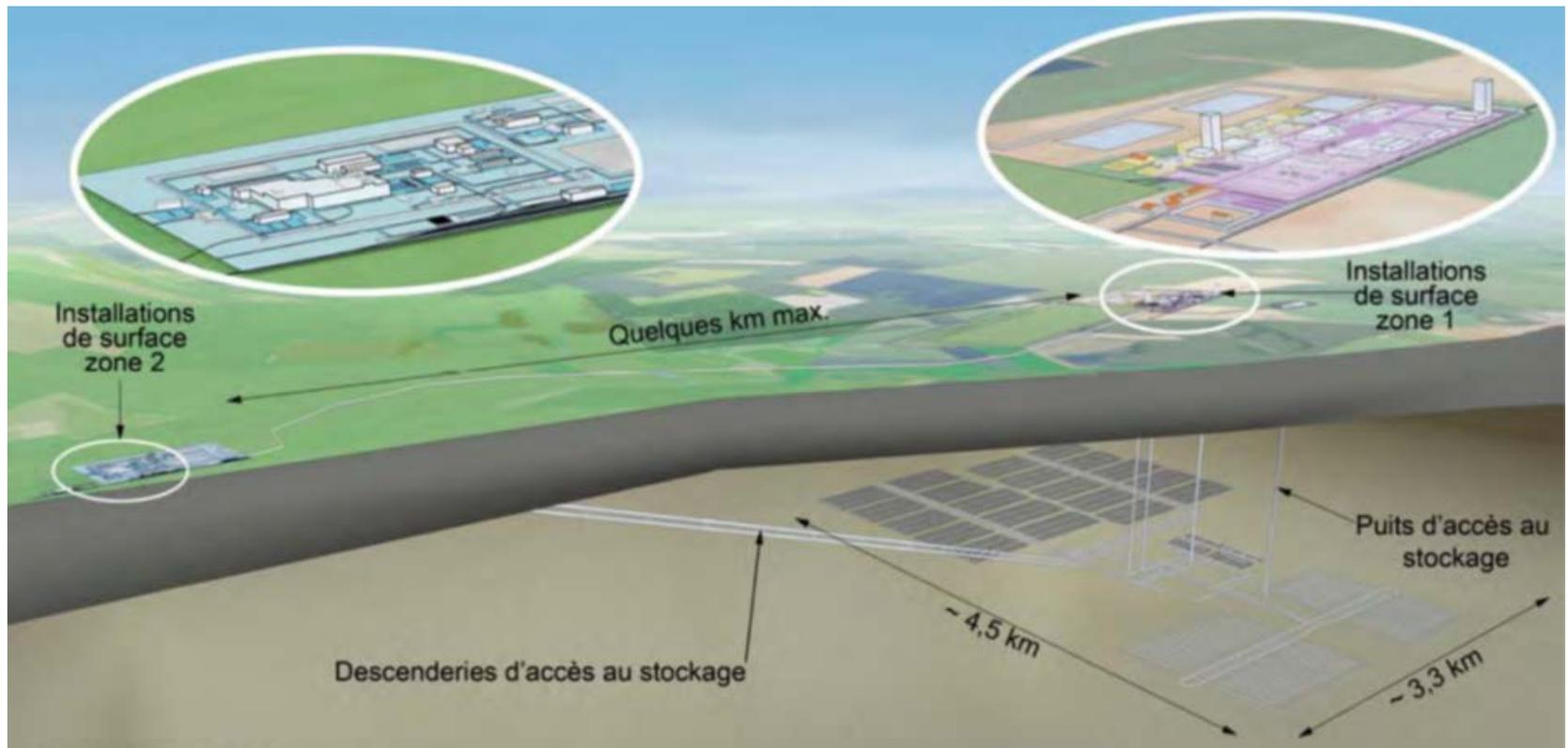
Bleu : entrée de la descenderie

zone favorable à l'implantation  
des installations souterraines de stockage



# Cigéo : architecture finale. Ouverture 2025 ?

- \* Environ 15 km<sup>2</sup> en souterrain à moins 500 mètres
- \* Deux installations de surface. Personnel et équipements
- \* Colis transférés par funiculaire. Descenderie tunnel de 5 km à 12%
- \* 300km de galeries et **d'alvéoles (HA 153km; MA-VL 29km)**



# Inventaire des déchets qu'accueillera Cigéo

Catégorie de déchet	Nombre de colis primaires	Volume des colis primaires (m3)
<b>Haute Activité</b>	58 700	10 000
<b>Moyenne activité</b> – vie longue	176 000	73 600

# La réversibilité de Cigéo : au moins 100 ans

\* **Principe** : Laisser ouverte aux générations futures la possibilité d'améliorer le dispositif et/ou de revenir sur certains choix techniques = faire évoluer le stockage en fonction du retour d'expérience et du progrès technique

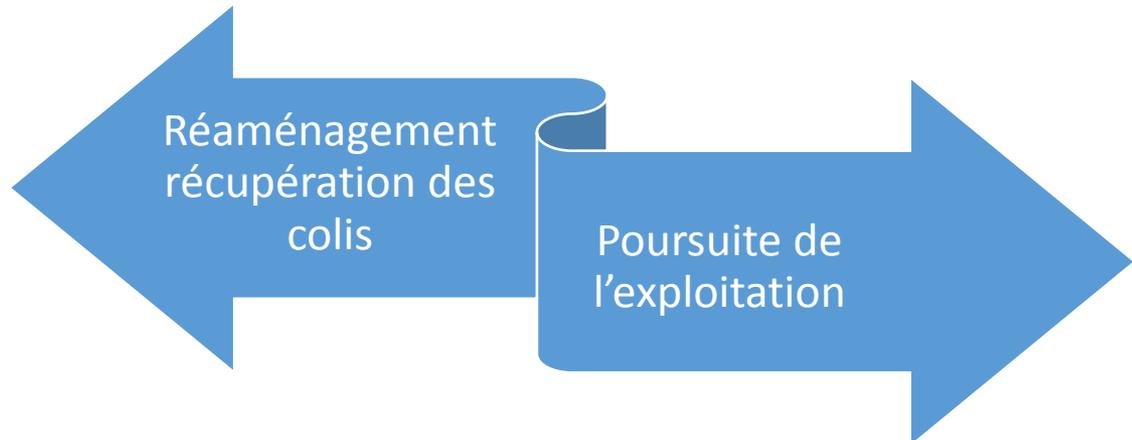
\* Ne doit pas compromettre la sûreté

\* Pendant au moins cent ans. (Loi du 28/6/2006) = tout le temps de l'exploitation

\* Possibilité de récupérer les colis

\* Fermeture par étapes

\* Loi en attente en 2016



# Hotte de stockage pour déchets MA-VL

1/ Couvercle béton

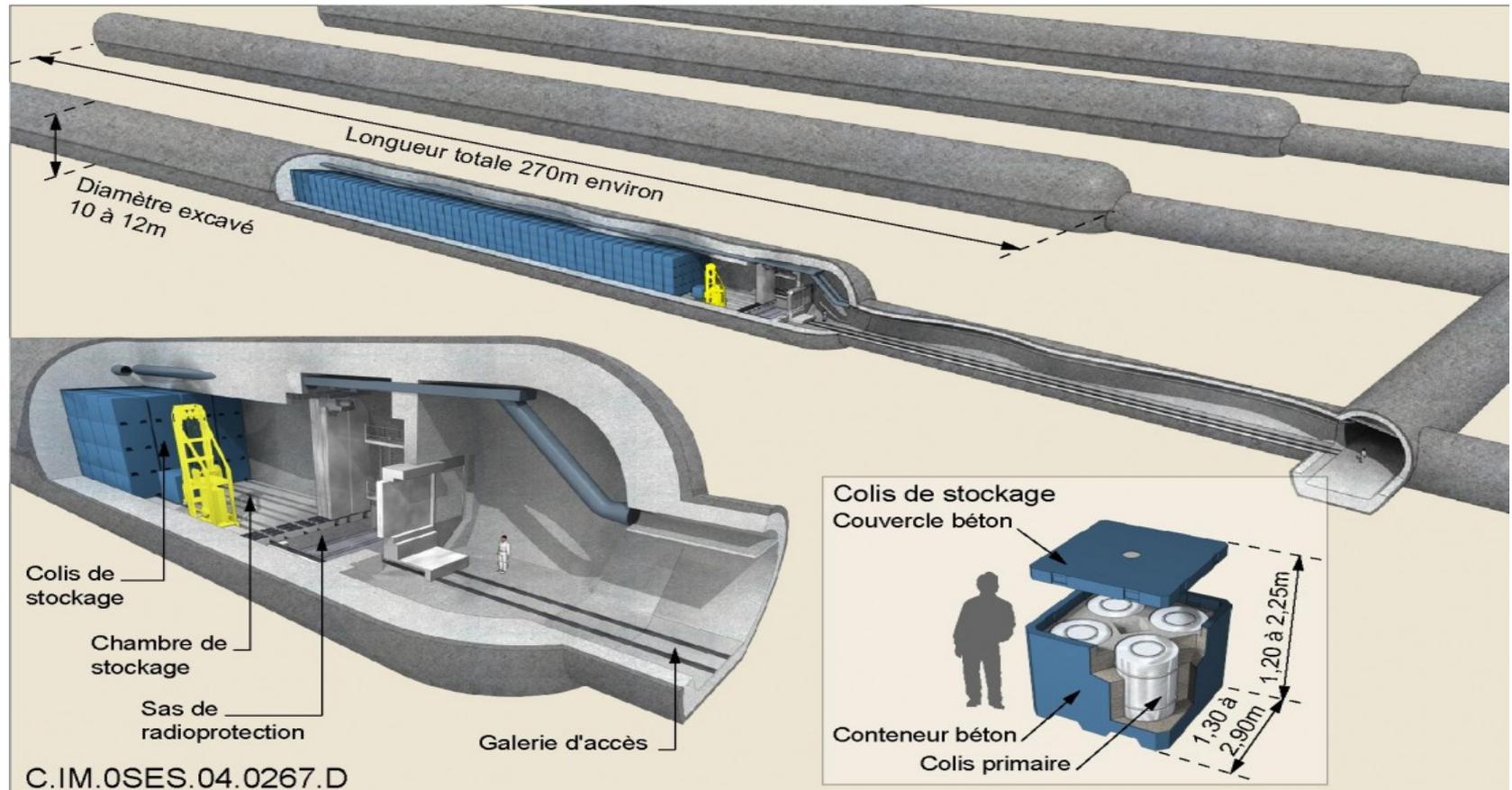
2/ Conteneur primaire

3/ Enveloppe béton



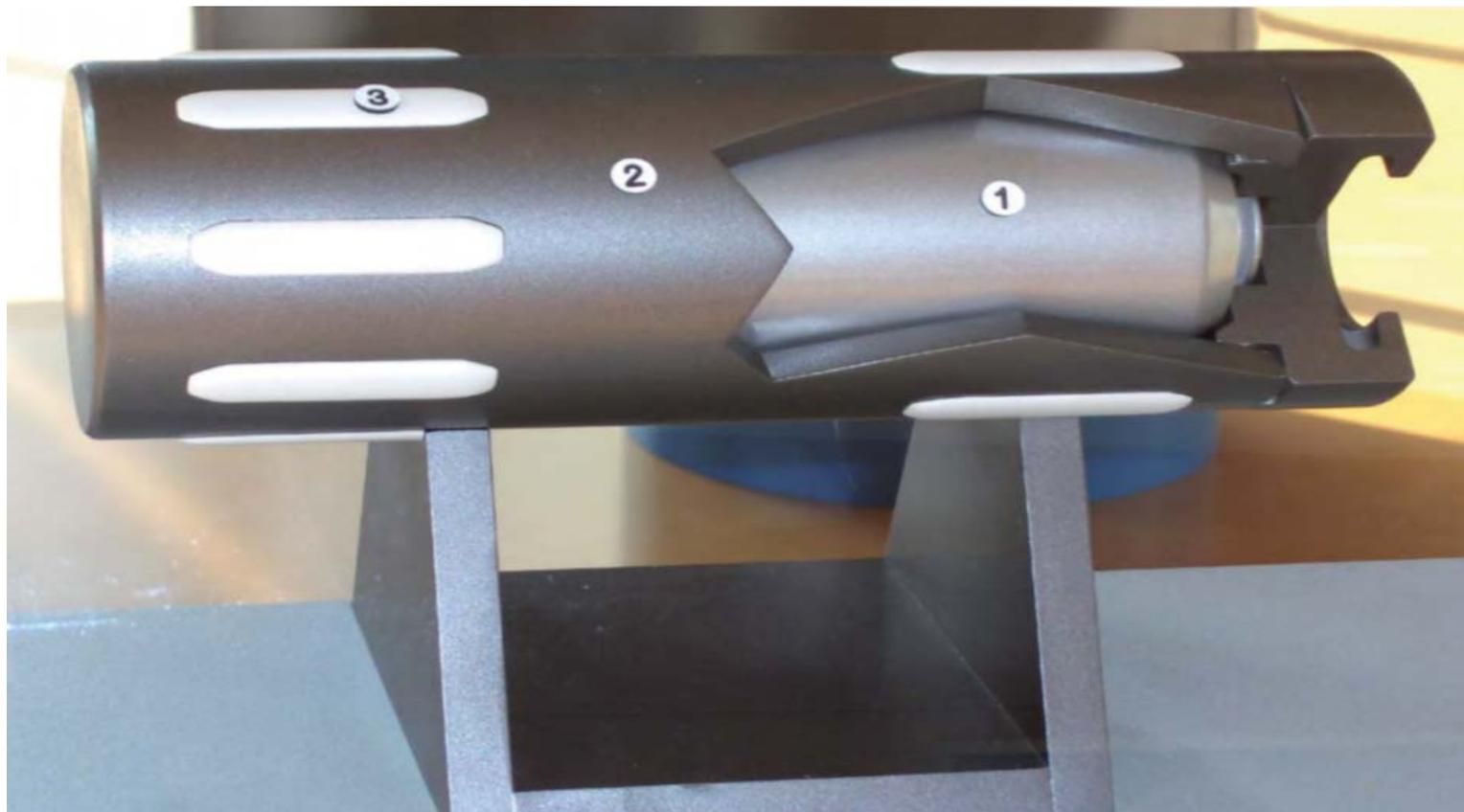
# Alvéoles de stockage pour déchets MA-VL

Alvéoles bétonnées. Longueur : plusieurs centaines de mètres. Diamètre : 10 m



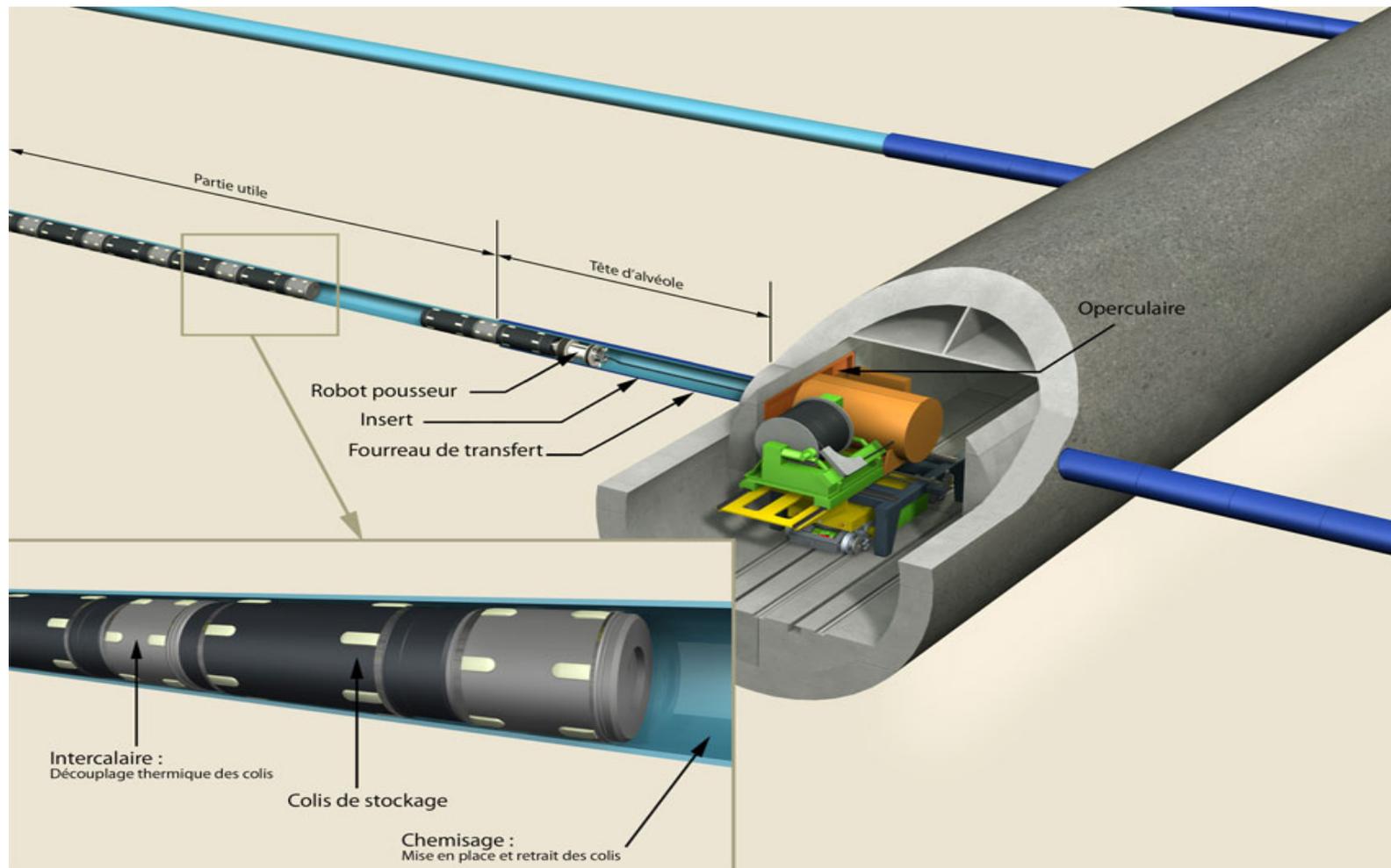
# Déchets HA: conteneur et sur-conteneur

Les blocs vitrifiés sont confinés dans deux conteneurs superposés :1 et 2  
3= patins de glissement



# Stockage des déchets HA en alvéoles

Alvéoles avec chemisage métal. Longueur : 100 m ; Diamètre : 70 cm



# La géologie : une barrière naturelle

\* Le milieu géologique **isole durablement** les déchets de l'environnement et de l'homme, en retardant la migration des substances radioactives.

\*Déplacement des radioéléments et de l'eau dans la couche rocheuse de Cigéo : **quelques centimètres sur 10 000 ans.**

\***Avis CNE 2013 sur la sûreté de Cigéo** : les verres et la couche géologique « *sont des barrières efficaces pour des centaines de milliers d'années. Cette durée suffit à abaisser leur nocivité à un niveau tel qu'elle ne pose plus de problème pour les populations vivant au dessus du stockage* ».

\*Les analogues naturels (Oklo et gisements U), les simulations, le consensus apportent confirmation aux études.

# La sûreté en période d'exploitation

( 100 à 150 ans = stockage ouvert )

## Risques liés principalement aux déchets MA-VL

### \*Incendie

\***Explosion hydrogène** dans alvéole ( matrice bitume)

- Séismes
- Perte d'électricité
- Transports
- ...

Parades pouvant éviter le relâchement massif de radioactivité dans l'environnement dans toutes ces situations

= **Incidents possibles, probables ? conséquences limitées (Andra)**

En cours normal d'exploitation: faibles rejets gazeux autorisés =  
**0,01 mSv/an pour les populations le plus exposées**

# Déchets HA : cinq barrières superposées de confinement

## La matrice de verre

Le conteneur primaire en acier spécial

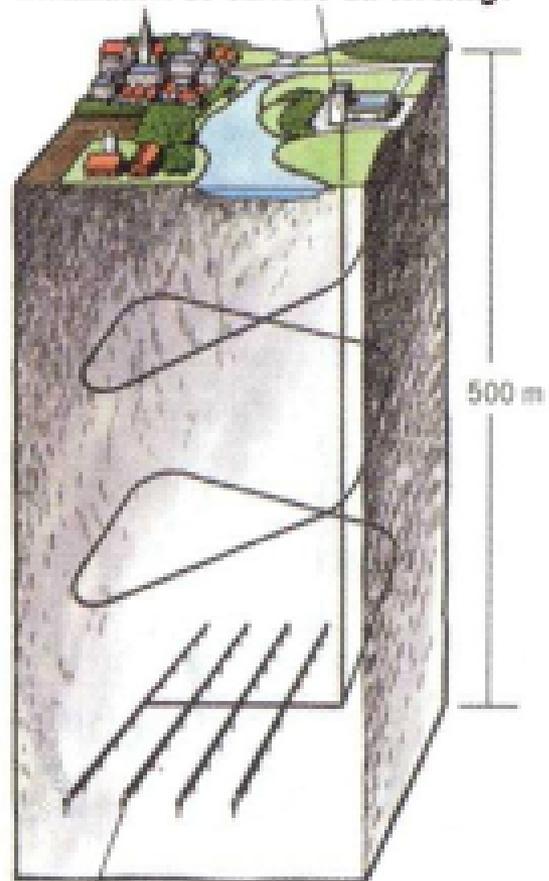
Le sur-conteneur de stockage

Le chemisage métallique de l'alvéole de stockage

La barrière rocheuse (de 500m) et sa couche d'argile

# Stockage géologique des déchets radioactifs: l'évolution à long terme

Installation de surface du stockage



**\*3 Des quantités très réduites de radioéléments rejoignent à très long terme l'environnement de surface.**

Selon le scénario le plus pénalisant: faible impact, très inférieur à la dose limite admissible fixée à 0,25 millisievert (soit 1/10ème de la radioactivité naturelle)

**\*2 Migration très lente à travers la roche de radioéléments vers la surface (quelques centimètres par millier d'années).**

Pendant ce temps: décroissance de la radioactivité

**\*1 Dégradation très lente des structures de confinement des déchets (dizaines de milliers d'années).**

Pendant ce temps: décroissance de la radioactivité

Installation souterraine du stockage

# Stockage des HA : les scénarios altérés

**Défaillance des conteneurs: hypothèse de relâchement après 1 siècle au lieu de milliers d'années**

**Défauts de scellement des alvéoles, galeries, puits...**

**Circulation d'eau plus abondante et rapide**

**Défaillances simultanées de toutes ces barrières**

**Impact inférieur à 0,25 mSv/an**

**=Scénario « catastrophe » indémontrable et décrit nulle part**

# Trois arguments pour une confiance raisonnée

- Forte capacité de confinement du stockage géologique longtemps après la décroissance de la radioactivité vers de faibles niveaux
- Pas de phénomène brutal mais des phénomènes lents et dilués. Un stockage n'est pas une centrale nucléaire
- Consensus technique des experts des différents pays - et de l'Union Européenne sur le stockage géologique

**« Ces assassins irresponsables, nucléocrates  
et politiques assoiffés de pouvoir et  
d'argent qui chaque jour nous  
empoisonnent impunément, ont décidé de  
poursuivre leur œuvre diabolique...  
Terre! Refuse cette mortelle semence . Un  
jour, victimes innocentes nos enfants  
paieront de leur vie et tous leurs  
descendants! »** (« Poème » diffusé lors du Débat national Déchets 2005)

# Ça se discute... clichés et idées reçues

- \* « On ne sait pas quoi faire des déchets nucléaires »
- \* « Leur rayonnement va nous irradier directement en surface »
- \* « Ils seront radioactifs et menaceront nos descendants pendant des centaines de milliers d'années »
- \* « Ils vont empoisonner la Terre »



# Les dommages évités grâce au nucléaire : comparaisons, éthiques

Les déchets nucléaires sont la contrepartie d'une production électrogène qui ne pollue pas l'environnement

\*France: les déchets nucléaires produits à ce jour ont évité le rejet à l'atmosphère de **10 milliards de tonnes de CO2** – par rapport aux combustibles fossiles en 40 ans

(F.Sorin: « *Déchets nucléaires, où est le problème?* » fin 2015)

\***France : 290 000 décès évités** grâce au remplacement des combustibles fossiles (polluants chimiques) par le nucléaire, entre 1971 et 2009 (Goddard Institute – juin 2013)

**Monde: 1 840 000 décès évités**



- « *Par kwh produit c'est la filière nucléaire qui a le plus faible impact sur la santé* »

(Académie de Médecine – juillet 2003)



# En guise de conclusion

\*Les déchets nucléaires les plus radioactifs sont gérables dans de bonnes conditions de sûreté

\*Les déchets nucléaires ne seront pas une « *épée de Damoclès* » suspendue au dessus de la tête des générations futures; ils ne feront peser sur nos descendants aucune « *menace perpétuelle* »

\*Dans un domaine où la dimension sociétale est majeure, l'enjeu n'est pas seulement celui des techniques, il est aussi celui de l'information

Merci de votre attention