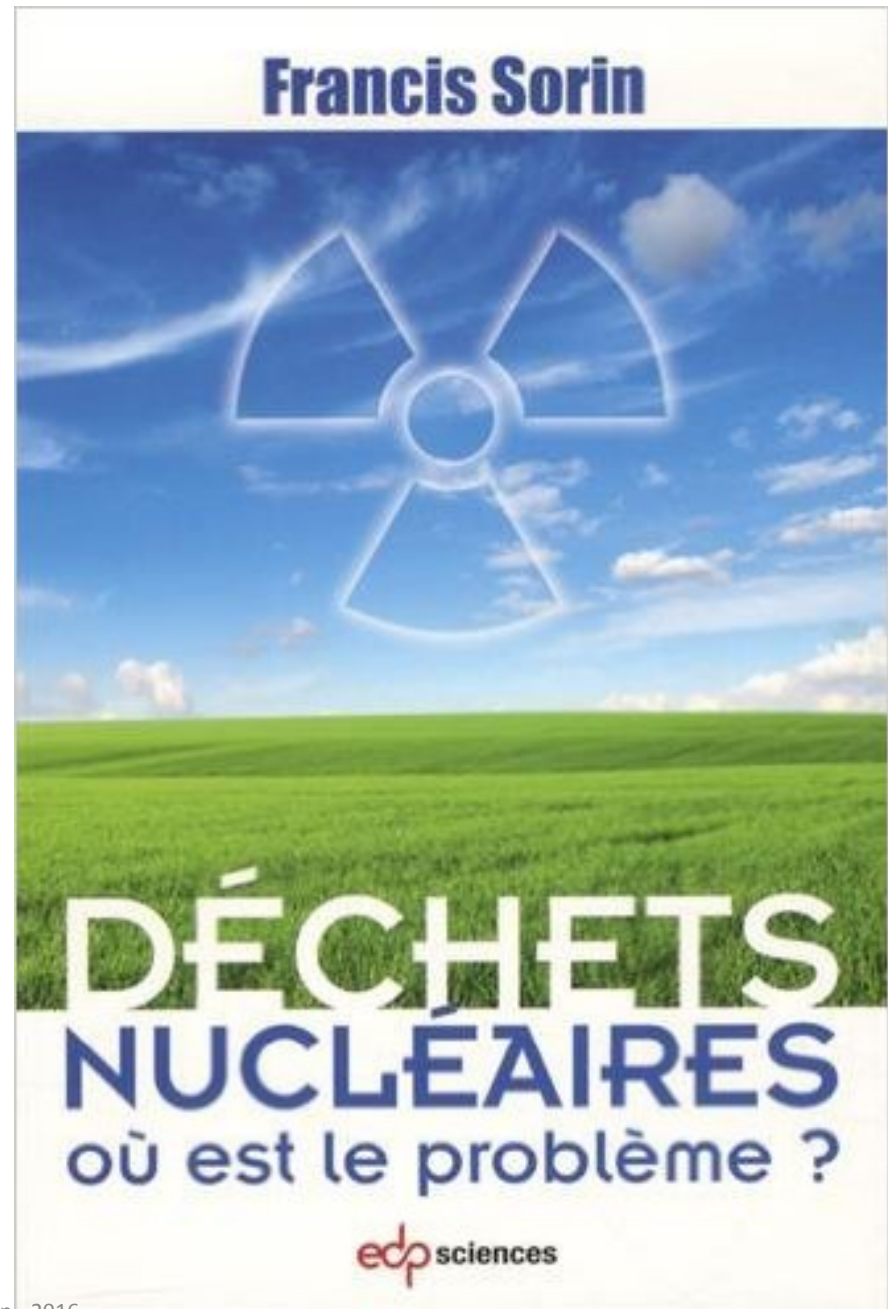


Déchets nucléaires, où est le problème ?

- * 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,...

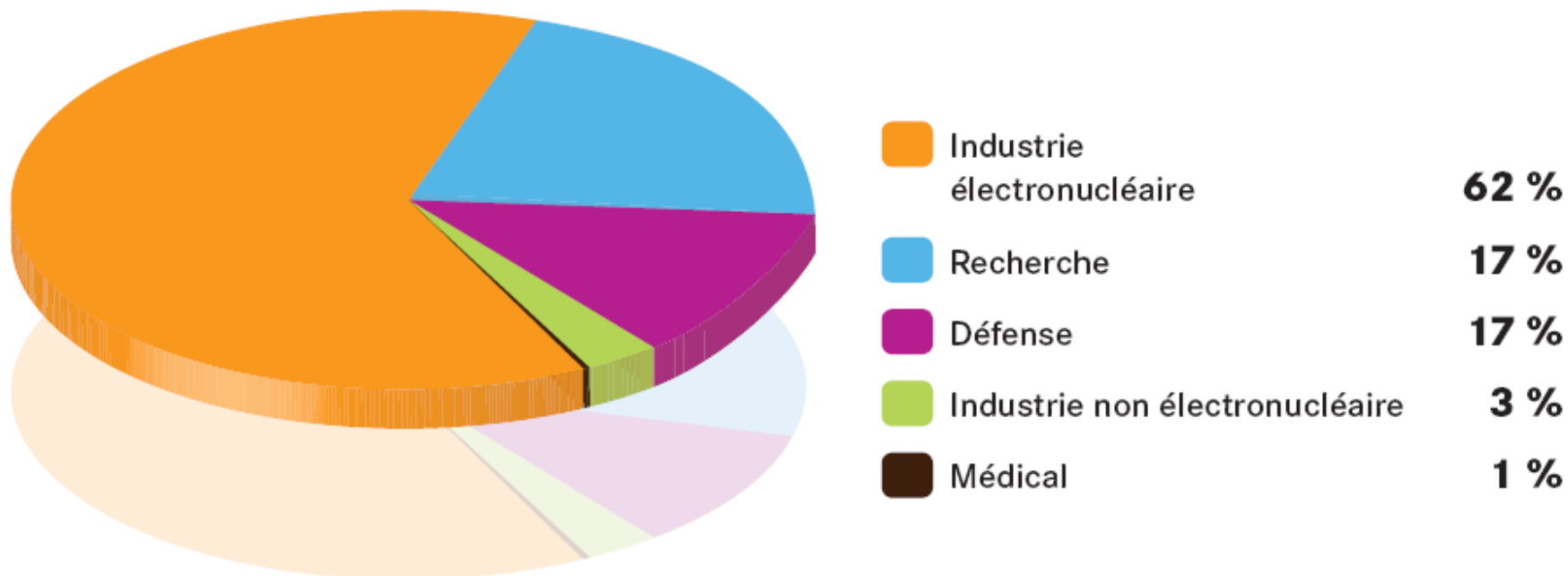
2 kilos de déchets nucléaires par an et par habitant

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 (≤ 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 m³ = 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 m³ = 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 m³**

➤ **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 m³**
- **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.



Zoom sur une galette de déchets technologique



Zoom sur une galette de structure (coques et embouts)

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 km²
- 1400 capteurs, 35 expérimentations sur la roche et circulation de l'eau
- Confirme les qualités de l'argile du « Callovo-Oxfordien »

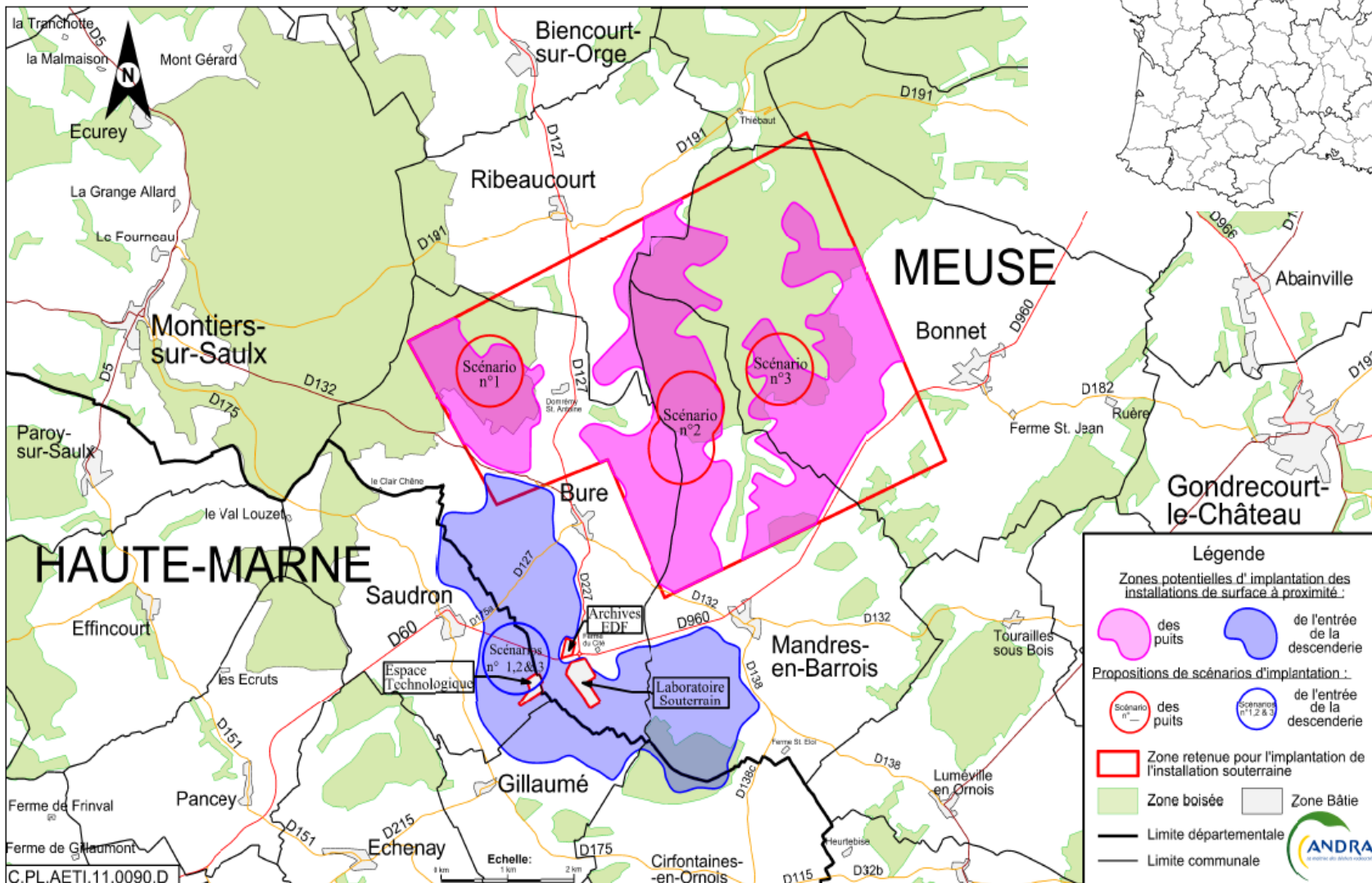
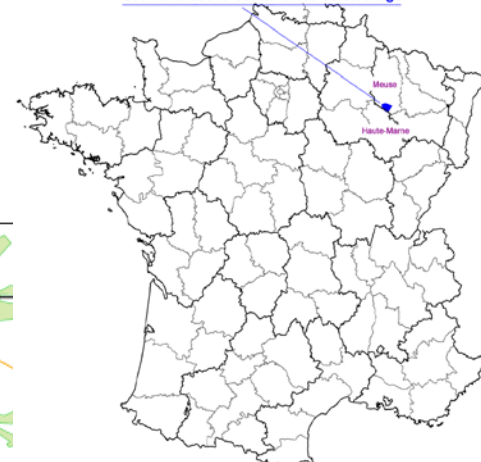


Localisation de Cigéo

Encadré rouge : implantations possibles du stockage

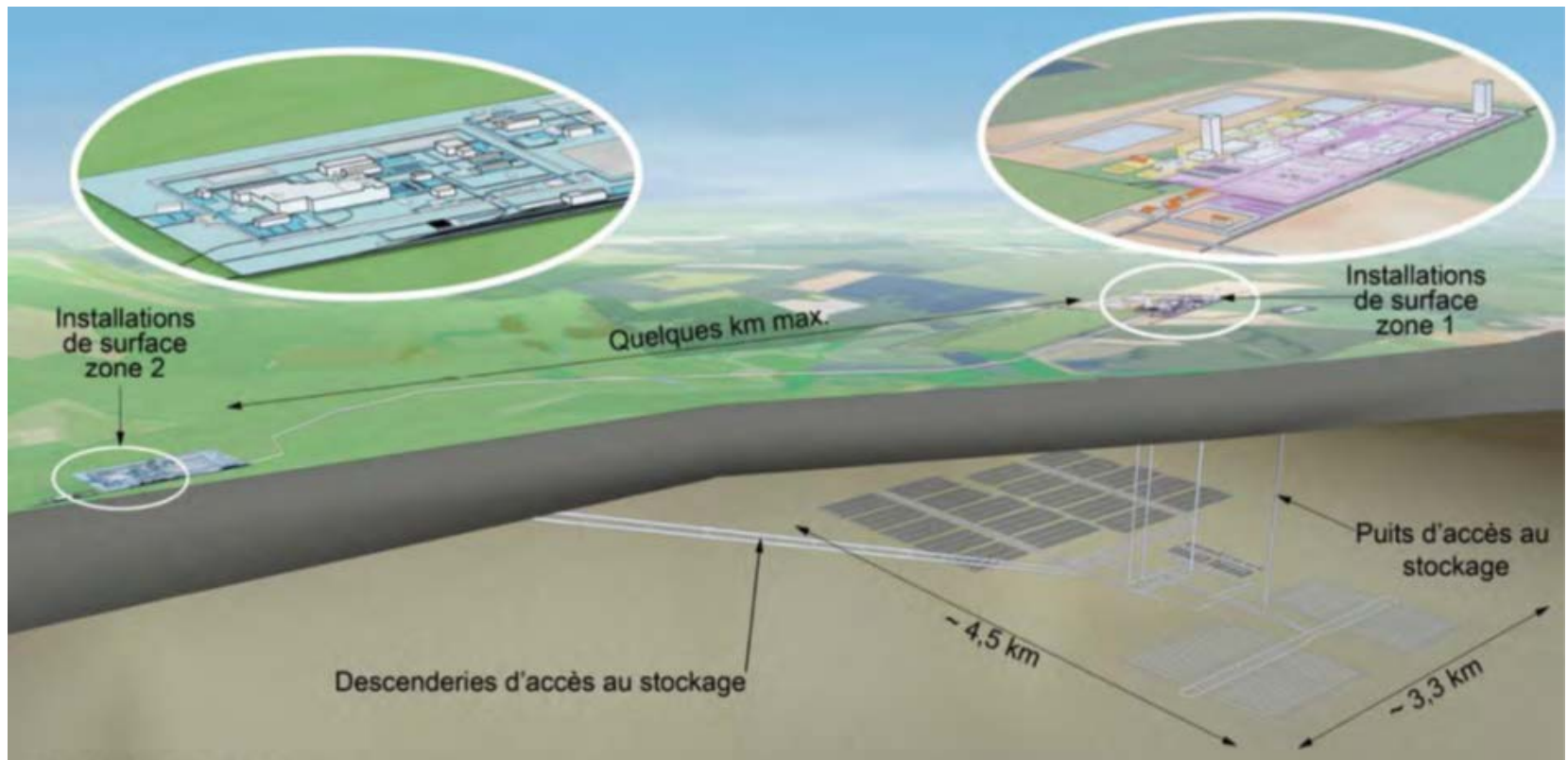
Bleu : entrée de la descenderie

zone favorable à l'implantation des installations souterraines de stockage



Cigéo : architecture finale. Ouverture 2025 ?

- * Environ 15 km² 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)
Haute Activité	58 700	10 000
Moyenne activité – 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

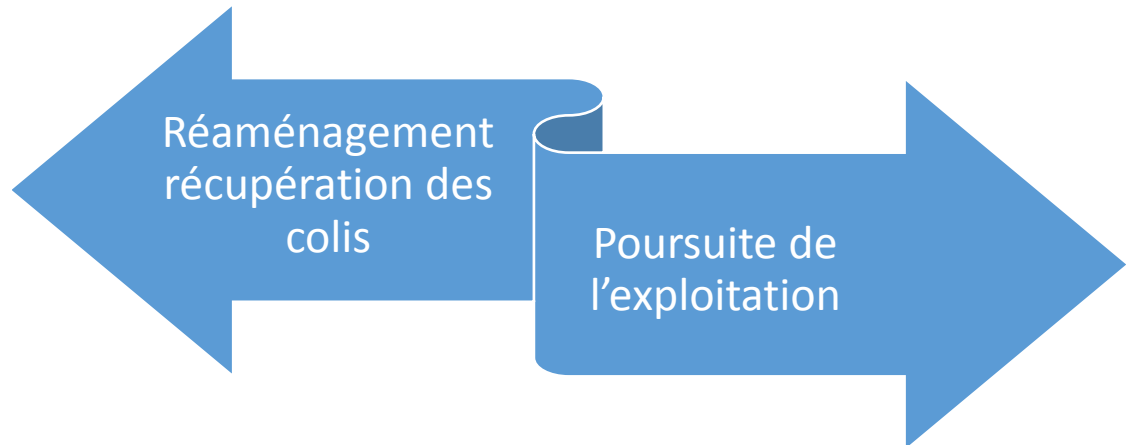
* Ne doit pas compromettre la sûreté

* 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

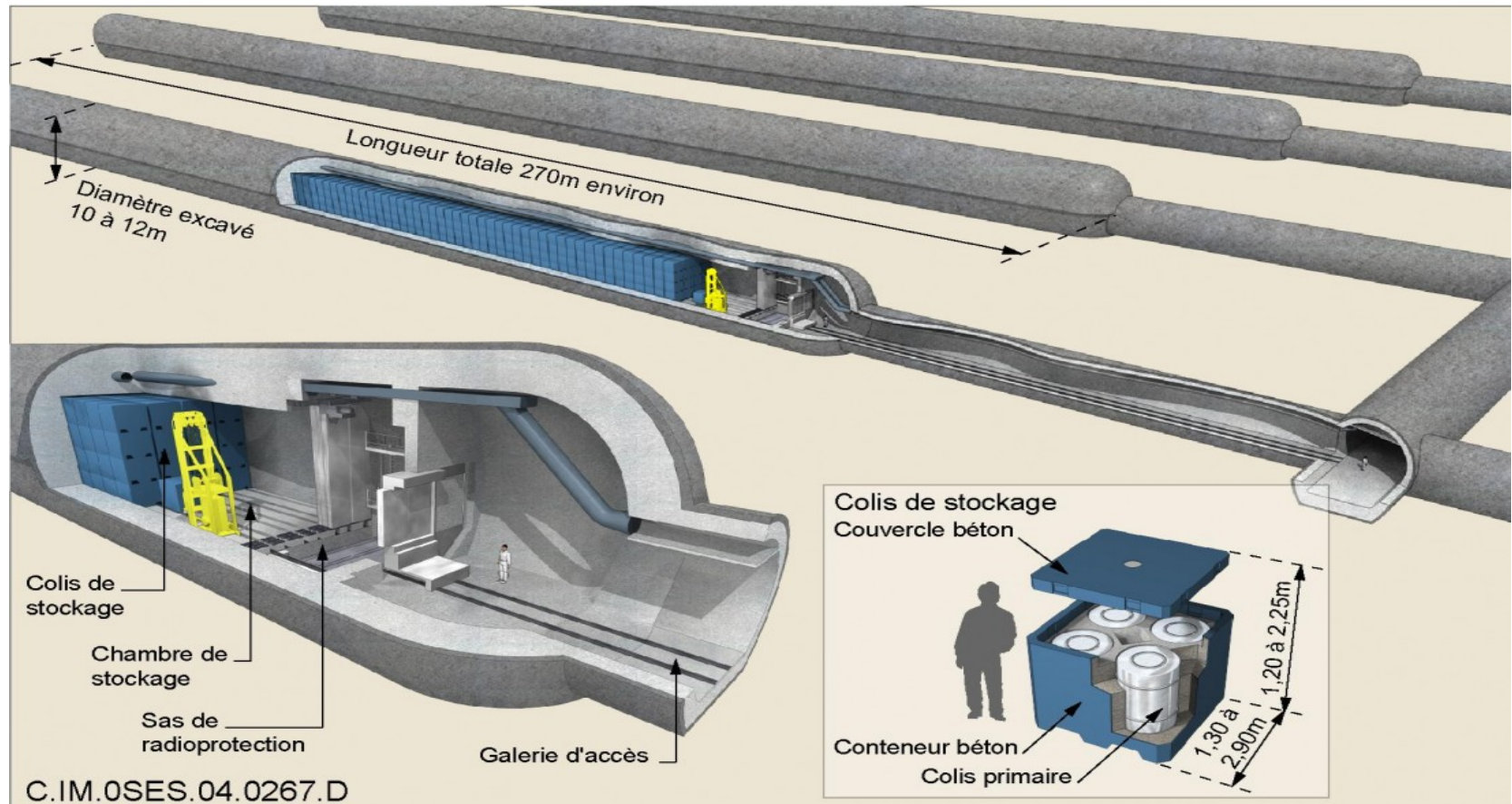
2/ Conteneur primaire

3/ Enveloppe béton



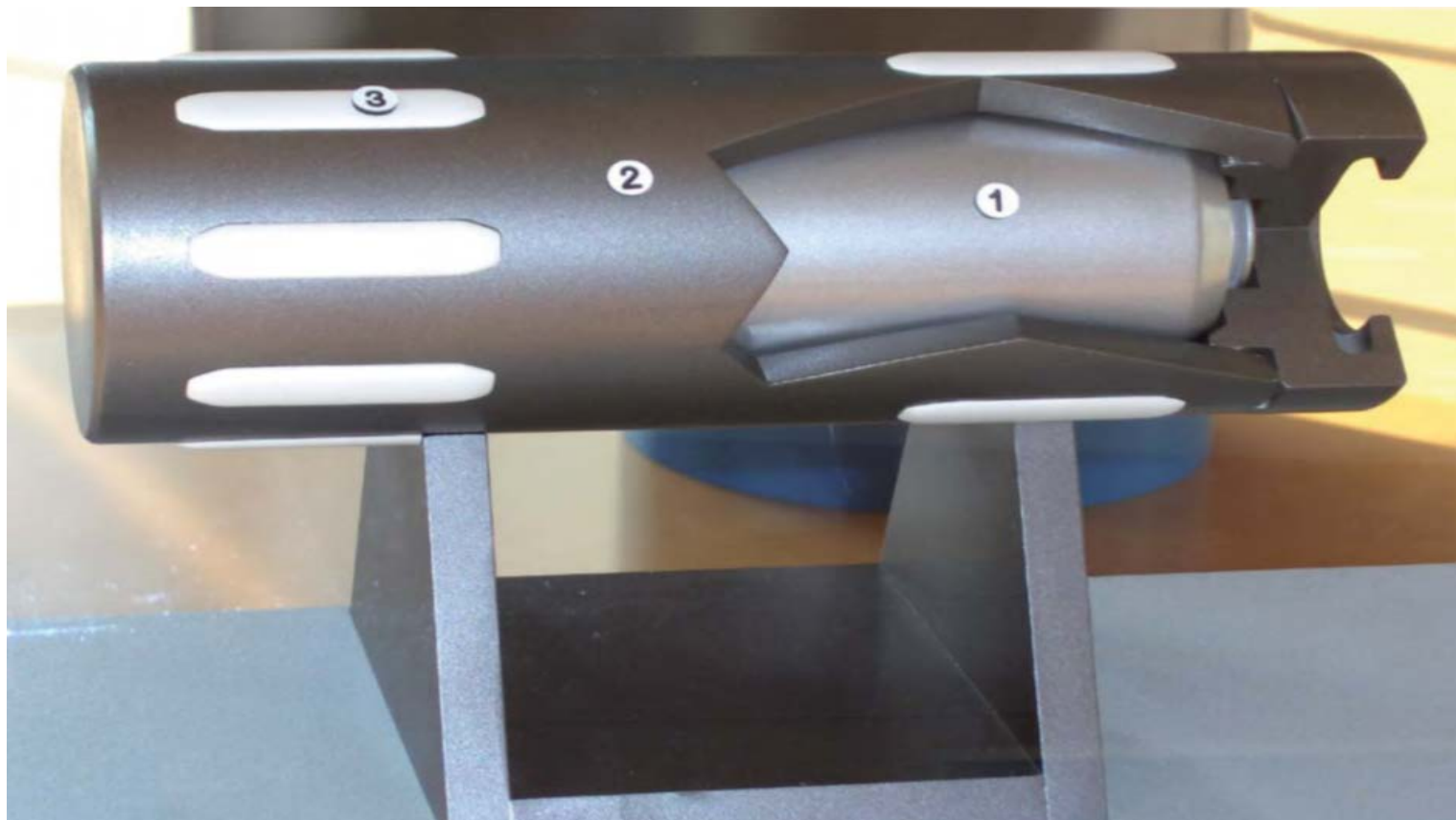
Alvéoles de stockage pour déchets MA-VL

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



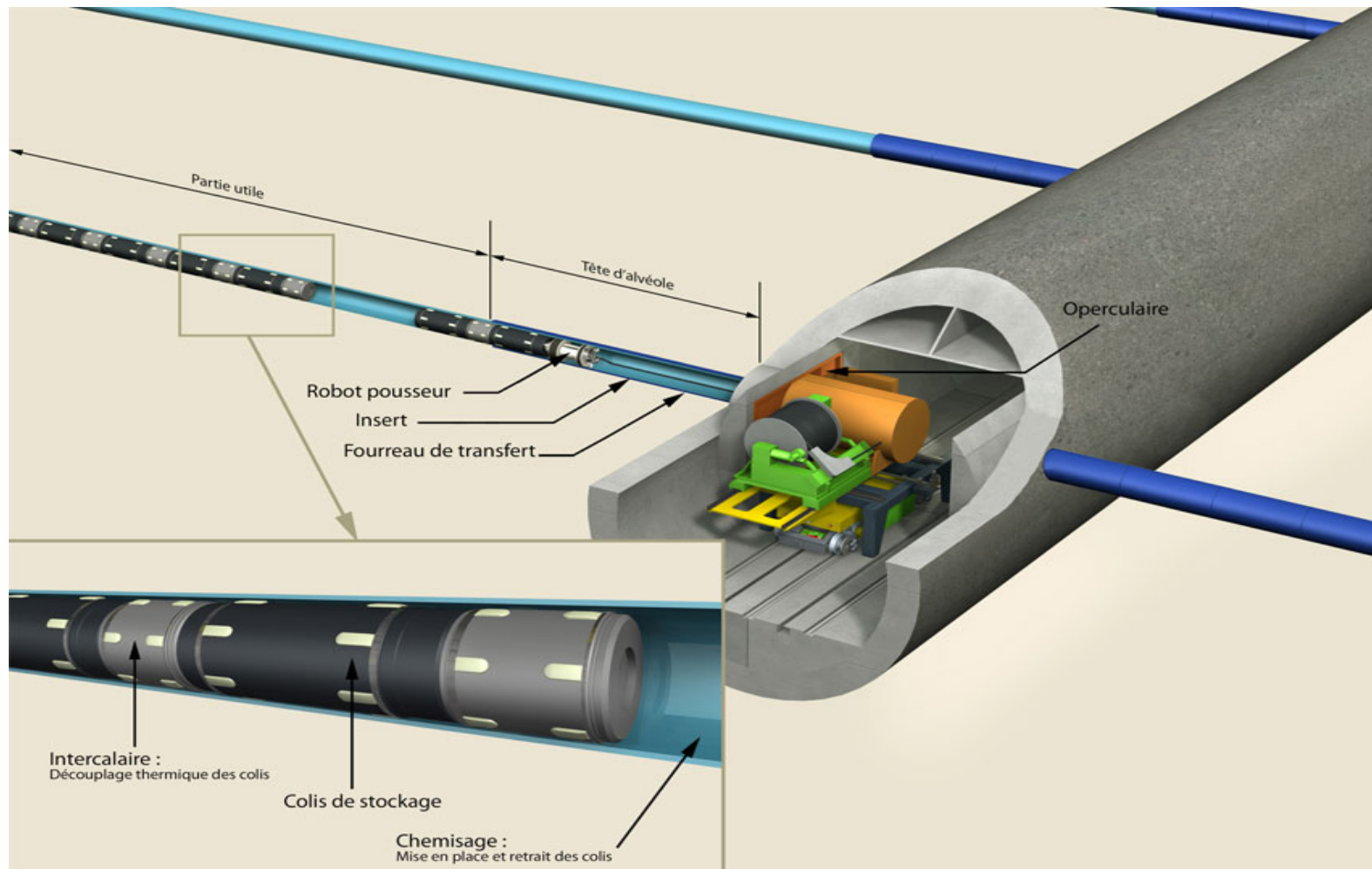
Déchets HA: conteneur et sur-conteneur

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

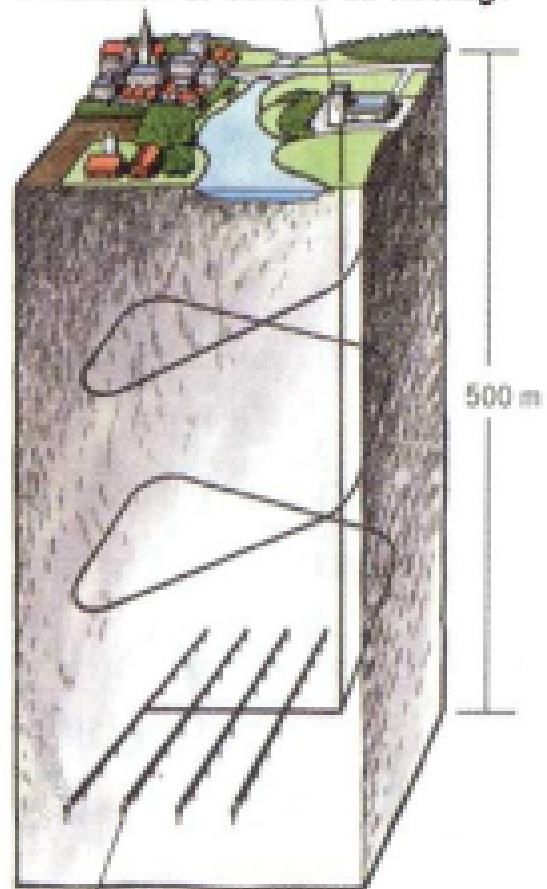
Le sur-conteneur de stockage

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