



# Le Projet Cigéo, impact des scénarios sur le stockage

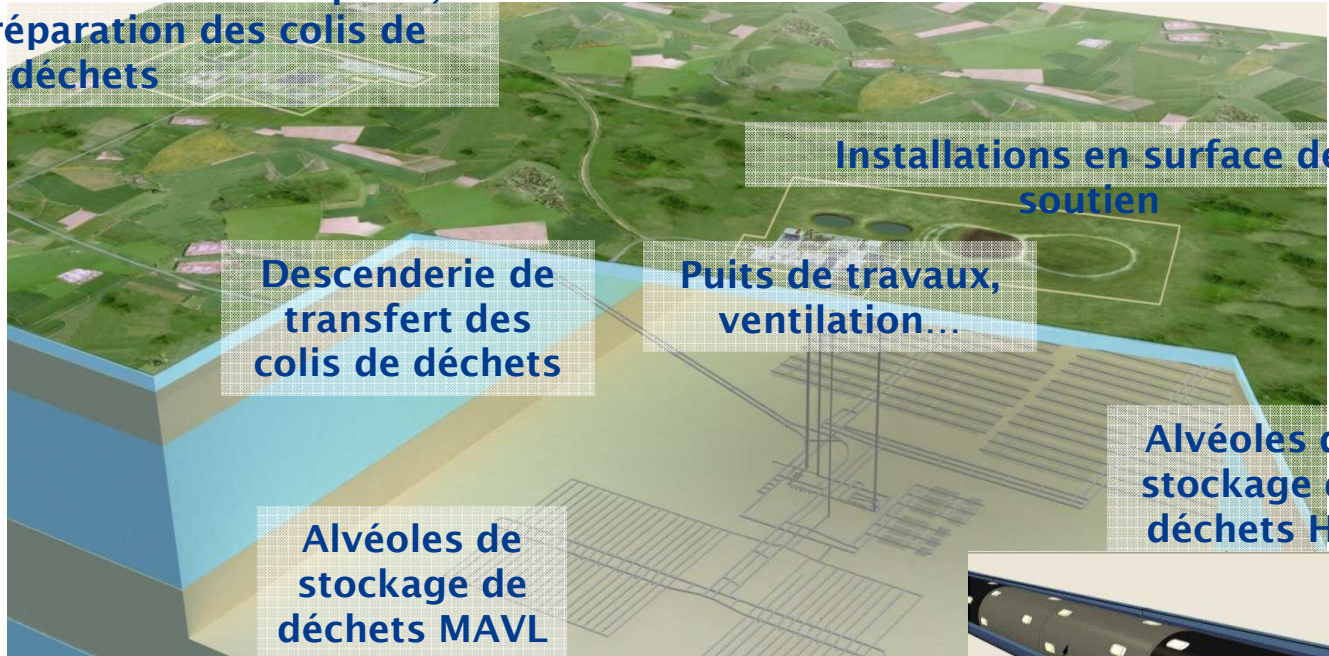
Journée technique SFEN

16 octobre 2012

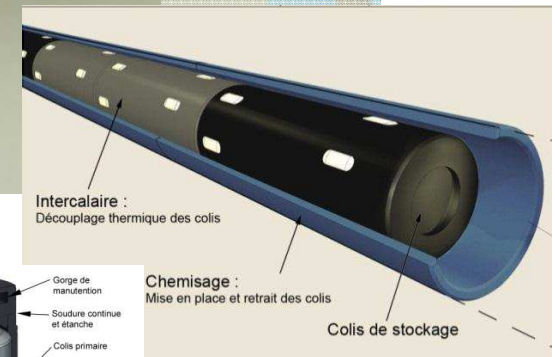
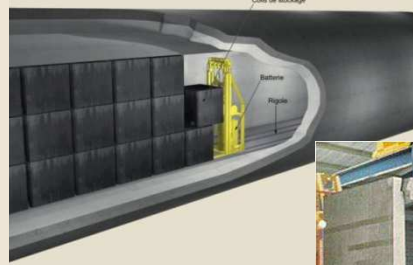
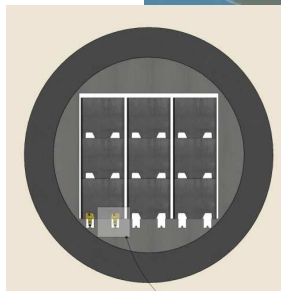


# Le Projet Cigéo : une installation industrielle atypique, construite en souterrain et exploitée sur une durée séculaire.

Installations en surface de réception, contrôle et préparation des colis de déchets



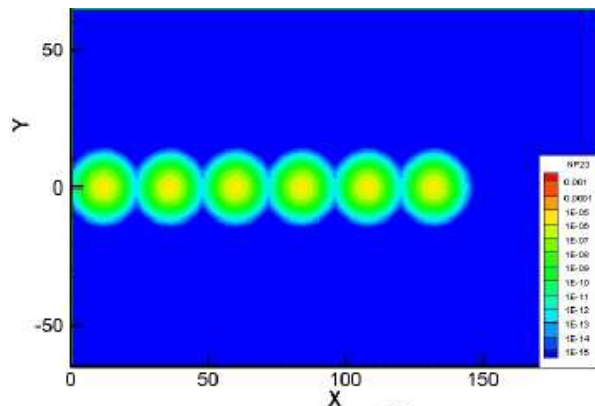
Couche argileuse du Callovo-Oxfordien, âge 160 Ma, profondeur 500 m, épaisseur 150 m



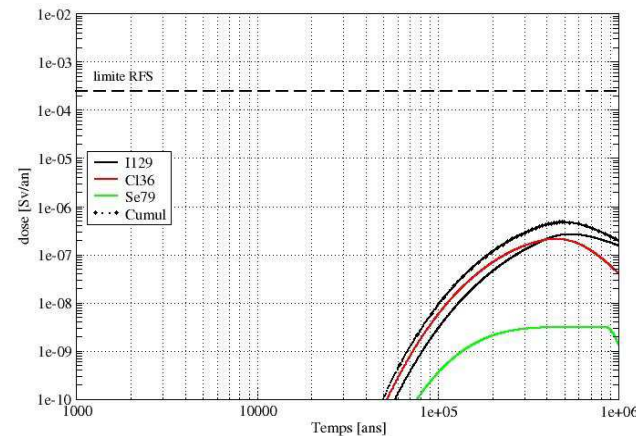
- ❑ 2013 : **Débat public**, validation du site d'implantation de Cigéo
- ❑ 2015 : **instruction de la demande d'autorisation de création**
  - *Rapport de la CNE*
  - *Avis de l'ASN et des collectivités territoriales*
  - *Evaluation par l'OPECST*
- ❑ **Loi fixant les conditions de la réversibilité**
- ❑ **Autorisation de création par décret en Conseil d'Etat après enquête publique**
- ❑ **Construction de la première tranche de Cigéo, sous réserve d'autorisation**
- ❑ **2025 : mise en service**
- ❑ **Exploitation sur une durée séculaire**
- ❑ **Loi autorisant la fermeture définitive de l'installation**
- ❑ **Phase post fermeture : contrôle institutionnel du site, surveillance, préservation de la mémoire**

À long terme les fonctions de sûreté ne doivent pas dépendre d'une surveillance et d'un contrôle institutionnel :

- » Isoler les déchets des phénomènes de surface et des intrusions humaines
- » Limiter le transfert jusqu'à la biosphère des substances radioactives et toxiques contenus dans les déchets.
  - ❑ Sur la totalité des radionucléides, le dossier 2005 a montré que seuls quatre présentent une masse non totalement atténuée en sortie de Calovo-Oxfordien.
  - ❑ Les actinides ne parcourent pas plus de 10 mètres (pour les plus mobiles) en un million d'années.
  - ❑ Les maxima de débits d'activité de ces radionucléides se situent au-delà de 100 000 ans.
  - ❑ L'impact radiologique reste toujours inférieur à 0,25mSv/an.



Cartographie de concentration du  $^{237}\text{Np}$  à 500 000 ans  
(Concentration en mol/m<sup>3</sup>; X et Y en mètres)



SEN - Doses à l'exutoire Saulx de l'Oxfordien -  
Colis HA (Dossier 2005)

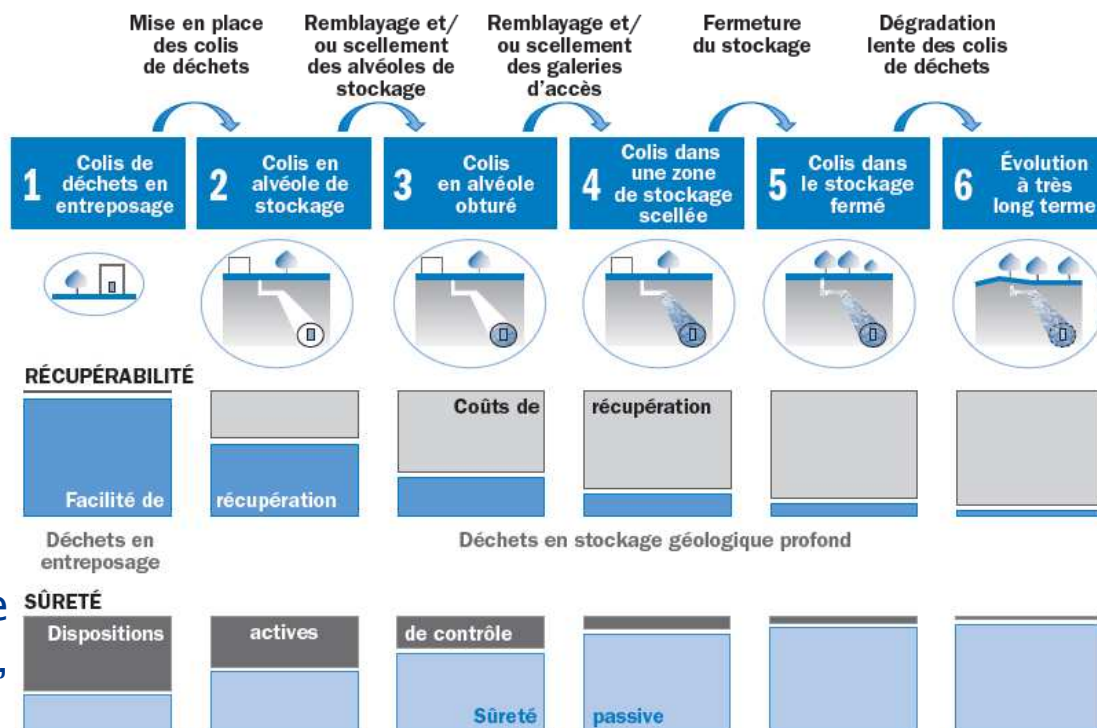
# Le Projet Cigéo : la réversibilité

Une demande sociale et politique, pour laquelle l'Andra doit présenter des propositions lors du débat public.

- » Cigéo sera développé progressivement, de manière flexible pour permettre des évolutions de conception.
- » La fermeture sera réalisée par étapes offrant une possibilité de temporisation.
- » Cigéo est conçue de manière à faciliter d'éventuelles opérations de récupération de colis de déchets.



Essai de mise en alvéole/retrait de colis HA



Echelle internationale de réversibilité, AEN 2011

## L'inventaire national traite deux scénarios contrastés :

59 réacteurs autorisés à fin 2010 (dont 1 EPR)  
Le Pu extrait lors du traitement est recyclé sous forme de MOX



### Poursuite de la production électronucléaire

- ✓ Durée de fonctionnement de 50 ans pour l'ensemble des réacteurs
- ✓ Tous les combustibles consommés par les réacteurs autorisés à fin 2010 sont traités
- ✓ Suppose la disponibilité d'un nouveau parc pour permettre le recyclage de la totalité des matières valorisables

### Non renouvellement de la production électronucléaire

- ✓ Durée de fonctionnement de 40 ans pour l'ensemble des réacteurs
- ✓ Traitement du CU pour fabrication du combustible strictement nécessaire jusqu'à l'arrêt des réacteurs "Moxés"
- ✓ Stockage direct des CU

## Poursuite de la production électronucléaire

Catégorie	Poursuite de la production électronucléaire
HA	10 000
MA-VL	70 000
FA-VL	165 000
FMA-VC	1 600 000
TFA	2 000 000

*Volumes en m<sup>3</sup>  
équivalent conditionné*

## Non renouvellement de la production électronucléaire

Catégorie	Non-renouvellement de la production électronucléaire	
HA	CU UOX	~ 50 000 assemblages*
	CU RNR	~ 1 000 assemblages*
	CU MOX	~ 6 000 assemblages*
	Déchets vitrifiés	3 500
MA-VL	59 000	
FA-VL	165 000	
FMA-VC	1 500 000	
TFA	1 900 000	

\* Volume moyen d'un assemblage : environ 0,2 m<sup>3</sup>

# Impact des scénarios : l'inventaire du projet Cigéo

- La loi destine Cigéo aux déchets ultimes (pas de matières)
- Déchets des installations arrêtées, en exploitation (parc actuel, hypothèse : 50 ans), en construction (autorisées à fin 2010 ) et ITER
- Réserves pour gérer les incertitudes industrielles

Inventaire de Cigéo			Fin 2010	
Catégorie de déchets	Nombre de colis primaires	Volume des colis primaires (m <sup>3</sup> )	Volume produit (m <sup>3</sup> )	Ratio
HA	58 487*	10 059	2 700	27 %
MAVL	175 188	70 200	40 000	57 %

\* dont verres issus du traitement des CU MOX aujourd'hui entreposés



Déchets HA vitrifiés



Déchets de structure



Déchets issus d'effluents



Déchets technologique



Déchets activés et ITER

## MAVL

S

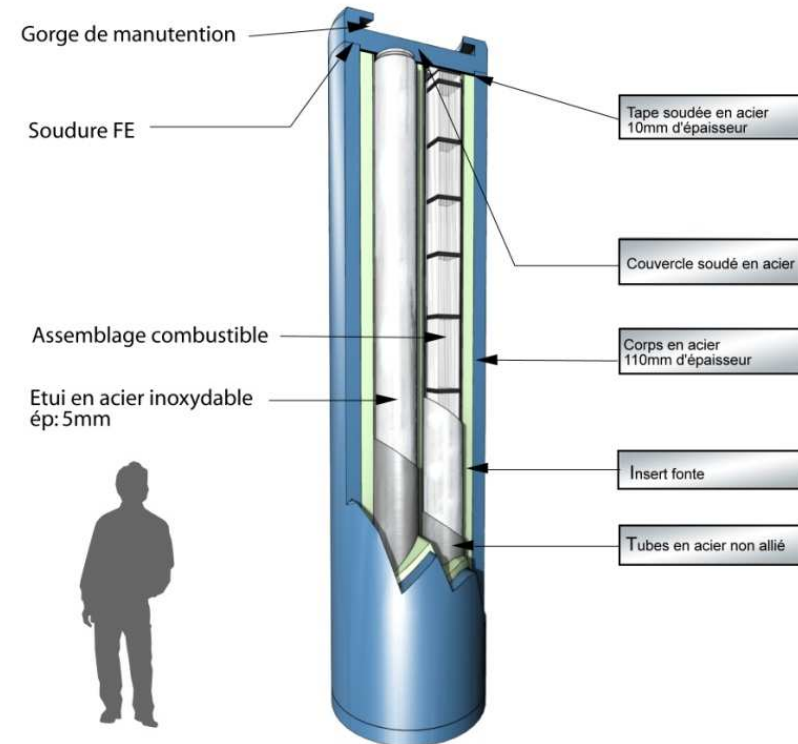
**Extrait du PNGMDR 2010-2012 : « des études sur le comportement à long terme de combustibles usés qui seraient stockés sans retraitement préalable seront poursuivies dans le cadre d'un partenariat CEA-EDF-Andra (...). Sur cette base l'Andra vérifiera que les concepts de stockage (en particulier la conception de la descenderie et des puits) restent compatibles avec l'hypothèse du stockage direct des combustibles usés. ».**

- » Cigéo est conçu pour ne comporter aucun élément rédhibitoire vis-à-vis d'une évolution éventuelle vers l'accueil des combustibles usés.
- » L'installation souterraine vise à utiliser au mieux la zone d'implantation, en gérant l'emprise souterraine du stockage comme une ressource rare.
- » Etude des possibilités de transfert au fond de combustibles usés.

**Toute évolution de l'inventaire par rapport à l'autorisation de création devra faire l'objet d'une nouvelle autorisation (nouveau décret).**

## Questionnement spécifique du stockage de combustibles usés UOX/MOX/URE :

- » Dimensions et masses supérieures des colis d'assemblages,
- » Chargement thermo-hydro-mécanique des argilites, en lien avec une décroissance thermique plus lente ( $^{241}\text{Pu}/^{241}\text{Am}$ ),
- » Sûreté-criticité → conception des colis et du nombre d'assemblages par colis,
- » Maîtrise des gaz de corrosion,
- » Impact radiologique à très long terme ( $^{129}\text{I}$ ).



## La possibilité technique de stocker des CU UOx, MOX, URE est établie :

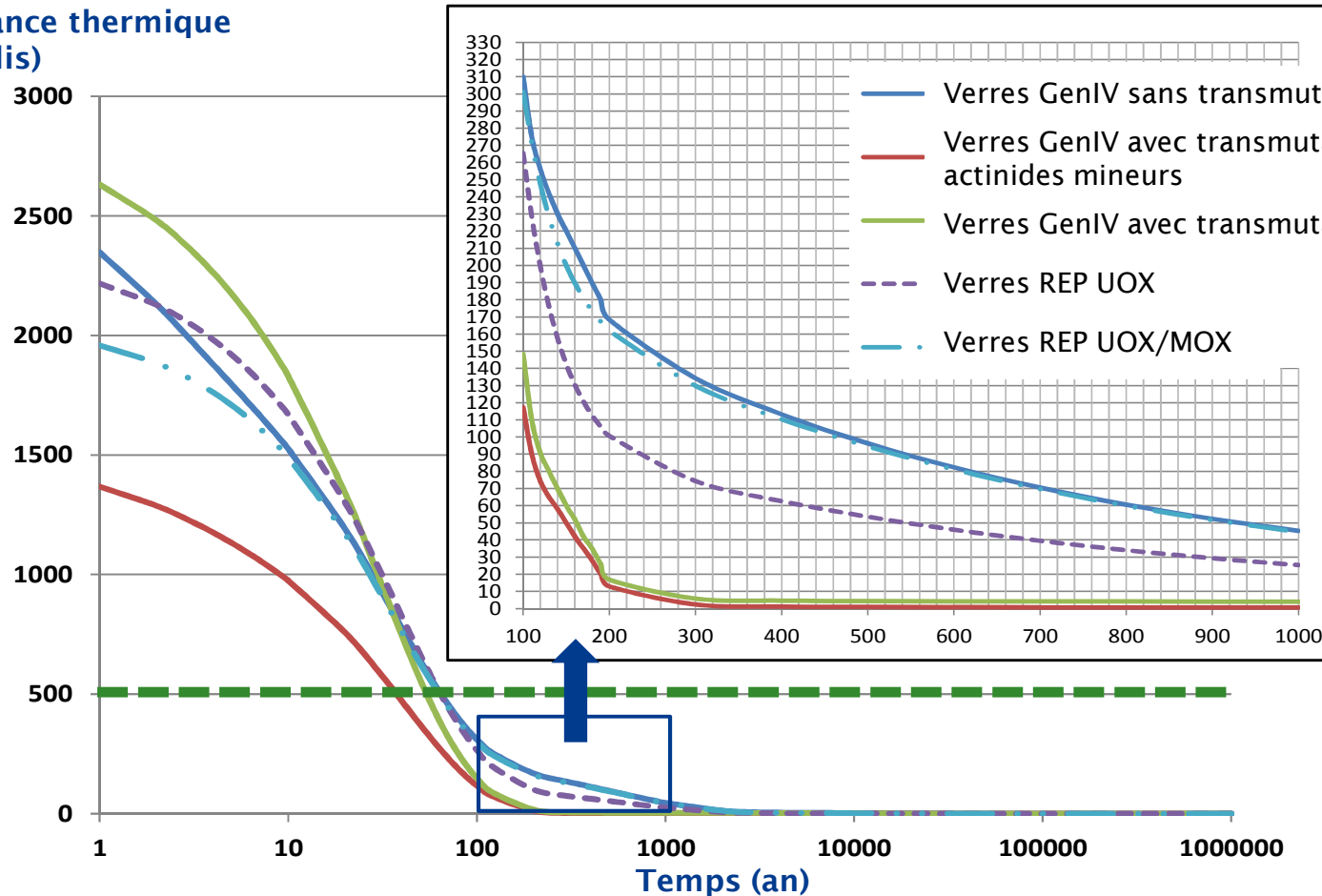
- » Le dossier 2005 a présenté les concepts de stockage associés.
- » Des démonstrateurs de colis de stockage de CU et d'engin de mise en alvéole ont été réalisés.
- » Un arrêt total du traitement ajouterait une emprise souterraine de l'ordre de 10 km<sup>2</sup>.



**Cigéo n'est pas défini pour les déchets de futurs parcs.**

L'Andra a étudié en coopération avec le CEA le stockage des déchets produits par de futurs parcs qui incluraient des réacteurs de 4<sup>ème</sup> génération.

**Puissance thermique (W/colis)**



Source CEA

### **Cigéo n'est pas défini pour les déchets de futurs parcs.**

L'Andra a étudié en coopération avec le CEA le stockage des déchets produits par de futurs parcs qui incluraient des réacteurs de 4<sup>ème</sup> génération.

- » Par rapport au seul multirecyclage du Pu, la transmutation des actinides mineurs ne supprime pas le besoin en stockage et ne réduit pas le volume de déchets à stocker.
- » Elle permet un gain en emprise souterraine (jusqu'à un facteur 3).
- » La séparation-transmutation d'actinides mineurs ne modifie pas les conditions de l'impact radiologique à long terme du stockage en évolution normale.