

Résultats du projet européen ESDRED

Engineering Studies and Demonstrations of Repository Designs

(Etudes d'ingénierie et démonstrateurs de concepts de stockage)



Le projet intégré ESDRED

- Le projet intégré ESDRED fédère, à l'échelle européenne, un ensemble d'études d'ingénierie et de démonstrateurs de concepts de stockage.
- Le projet a démarré en février 2004, pour une durée de 5 ans.
- Le budget total du projet est de 18,3 M€ dont 7,3 M€ financés par l'Union Européenne dans le cadre du 6^{ème} PCRD (Euratom 2002-2006).
- L'Andra est le coordinateur de l'ensemble du projet.

Le projet regroupe 13 participants de 9 pays européens :

DBE TEC	Allemagne
GRS	Allemagne
ONDRAF-NIRAS	Belgique
ESV-EURIDICE-GIE	Belgique
ENRESA	Espagne
AITEMIN	Espagne
CSIC	Espagne
POSIVA	Finlande
ANDRA	France
NRG	Pays Bas
NIREX (NDA)	Royaume Uni
SKB	Suède
NAGRA	Suisse

Phasage global du projet ESDRED

2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Données d'entrée et exigences fonctionnelles						
	■					
	■					
	■					
		■				
			■			
				■		
	■					

Le projet se décompose en 4 modules techniques.

Dans la suite sont présentés les principaux résultats des modules techniques directement utiles aux recherches de l'Andra.

MODULE 1 : Construction de Barrière Ouvragée

Principaux objectifs du Module 1 :

- Caractériser, fabriquer & manipuler des **blocs en matériau bentonitique comprimé de grande dimensions et de masse importante** (technique applicable aux scellements, bouchons d'alvéole...)
 - ⇒ Application test : Réalisation d'anneaux de masse 4 tonnes et de diamètre 2,25 m (correspondant au concept de stockage de combustibles usés du Dossier 2005).

Leader : Andra

- Mettre au point une technique de **remblayage par pellets de bentonite** à l'aide de vis sans fin (pour remblayage et scellement de galeries).
 - ⇒ Application test : Remblayage d'un espace annulaire colis – paroi.

Leader : NAGRA

MODULE 1 (Andra) : Blocs compactés

Un moule métallique (100 tonnes) a été fabriqué pour réaliser des anneaux de bentonite en une seule pièce.



MODULE 1 (Andra) : Blocs compactés

Plusieurs blocs de bentonite de 2,25 m de diamètre ont été pressés sous un effort de 45 000 tonnes.

Le démoulage des blocs a nécessité une mise au point en trois itérations, avant d'être maîtrisé.



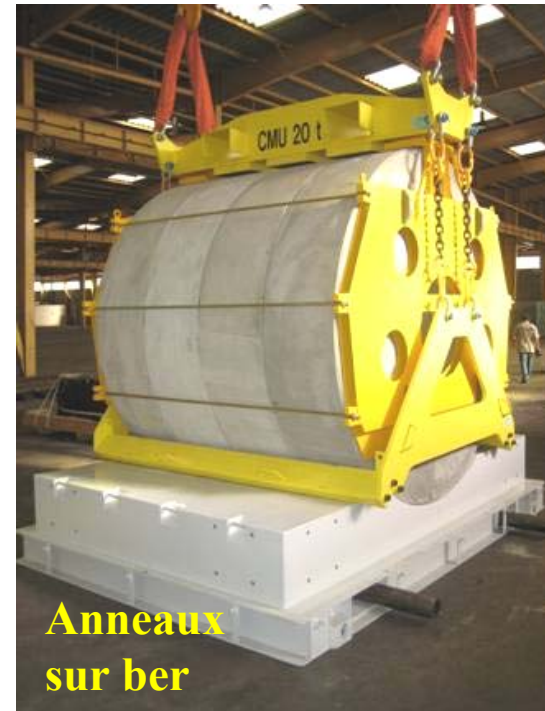
Le moule sous la presse de capacité 65 000 tonnes à Issoire



Un anneau de bentonite compactée après démoulage

MODULE 1 (Andra) : Blocs compactés

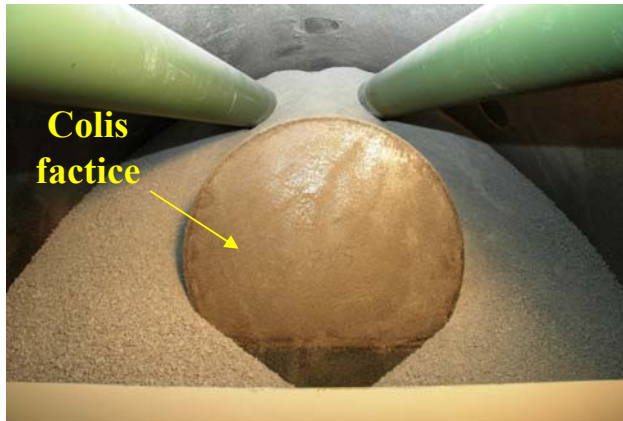
Des techniques de manipulation des blocs compactés ont été mises au point pour s'adapter au caractère friable du matériau, puis qualifiées avec succès.



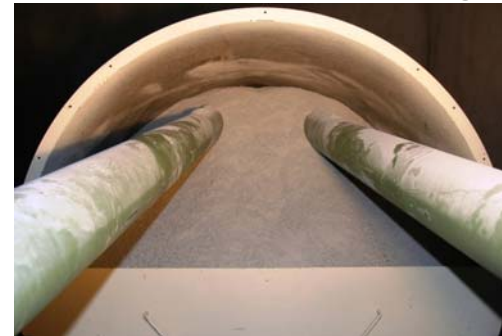
MODULE 1 (NAGRA) : Remblayage en galerie avec pellets

L'essai de mise en place de pellets a permis d'ajuster le processus opératoire (rotation des deux vis sans fin en mode opposé), et d'obtenir ainsi une cohésion et une densité du matériau homogènes.

Clavage en partie supérieure de galerie



Remblayage en partie inférieure de galerie



Système à vis

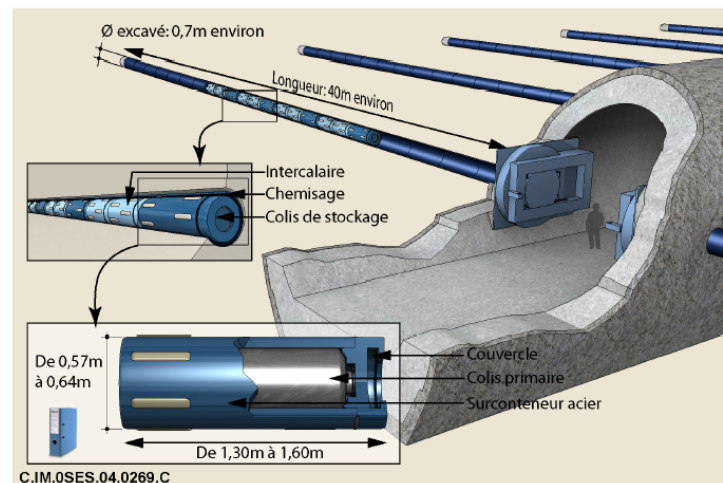


MODULE 2 : Transfert & Mise en place de colis HA en alvéole

Objectif :

Concevoir, fabriquer et tester en atelier à l'échelle 1/1 un **système de mise en place de colis de déchets HA en alvéoles horizontales**

(concept présenté par le Dossier 2005).



Dans un premier temps, un **prototype** a permis de tester les **principales fonctionnalités** (réalisé en 2005 et achevé début 2006).

Dans un second temps, un **démonstrateur industriel** intégrera les **enseignements issus du prototype** et représentera les **principales contraintes d'environnement en exploitation d'un stockage** (action démarrée).

MODULE 2 : Rappel du prototype de robot pousseur réalisé

Le prototype a permis de valider le principe de fonctionnement du robot pousseur.

Le bon comportement des patins de glissement en céramique a été démontré.



MODULE 2 : Principales caractéristiques du futur démonstrateur industriel (contrat en cours confié à CEGELEC)

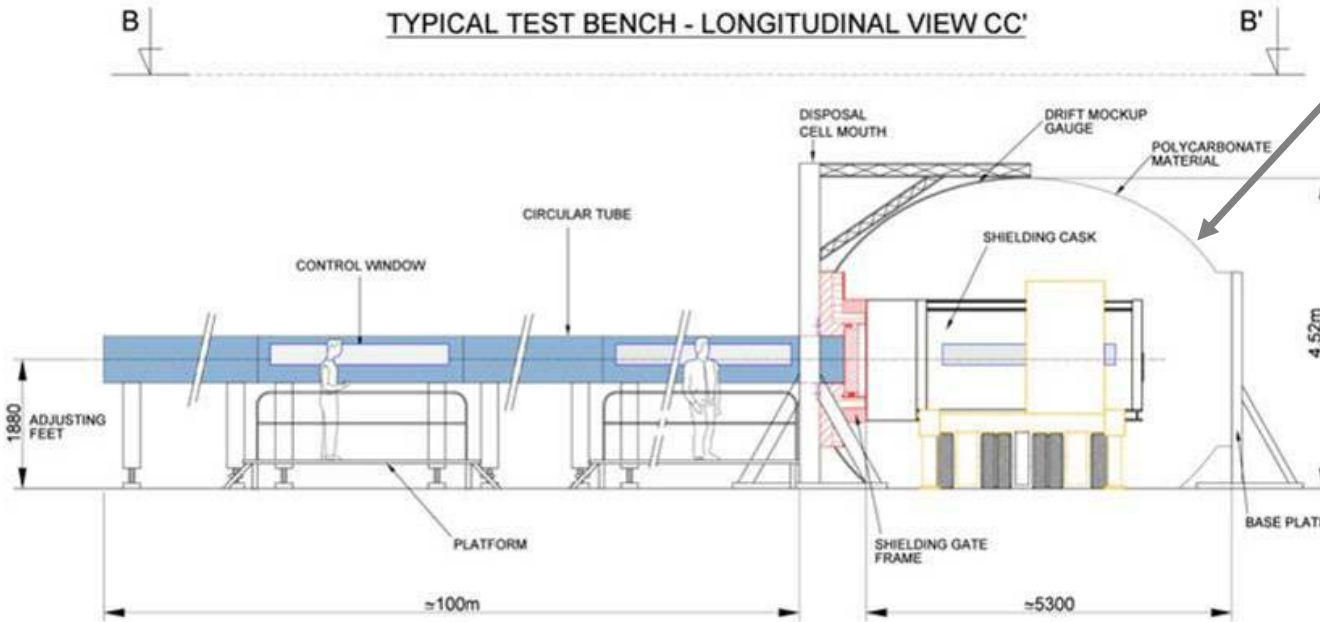
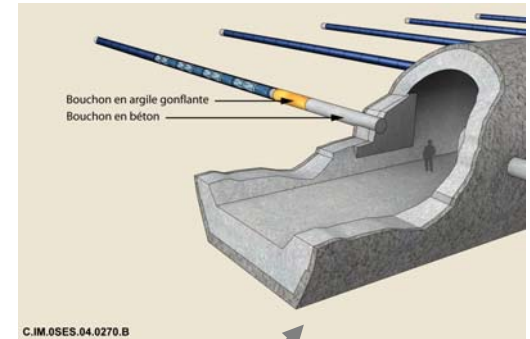
- Recherche d'une réduction du nombre de composants (ombilicaux, pièces en mouvement) ;
- Intégration de toutes les fonctions de guidage de la navette et d'accostage de la hotte sur l'operculaire d'alvéole, manipulation télécommandée ;
- Prise en compte des masses et dimensions géométriques nécessaires à la radioprotection ;
- Tests de fonctionnement en manuel et en automatique, y compris en simulant les défauts de construction de l'alvéole ;
- Tests des modes de dépannage et essais d'endurance ;
- Evaluation de possibilités technologiques en matière d'allongement d'alvéole (jusqu'à une centaine de mètres au plus).

Le démonstrateur industriel sera présenté au public dans le futur Centre technique expérimental (CTe) de Saudron.

MODULE 2 : Schéma du futur démonstrateur industriel

Les conditions de travail en souterrain seront simulées par une maquette de galerie à l'échelle 1/1.

De même les essais s'effectueront avec un chemisage d'alvéole de stockage à l'échelle 1/1.



MODULE 3 : Transport de charges lourdes

Objectif :

Concevoir, fabriquer et tester des **systèmes de manutention souterraine de charges lourdes**, selon 2 principes techniques :

1 – Transfert sur coussins d’air :

- Dans un premier temps, prototype à l’échelle 1/3 (achevé début 2005).
- Dans un second temps, démonstrateur en atelier à l’échelle 1/1, intégrant toutes les conditions d’environnement opérationnelles et les enseignements issus du prototype, appliqué à la mise en stockage d’un colis de combustible usé (CU1) de 43 tonnes (achevé début 2007).

Leader : ANDRA

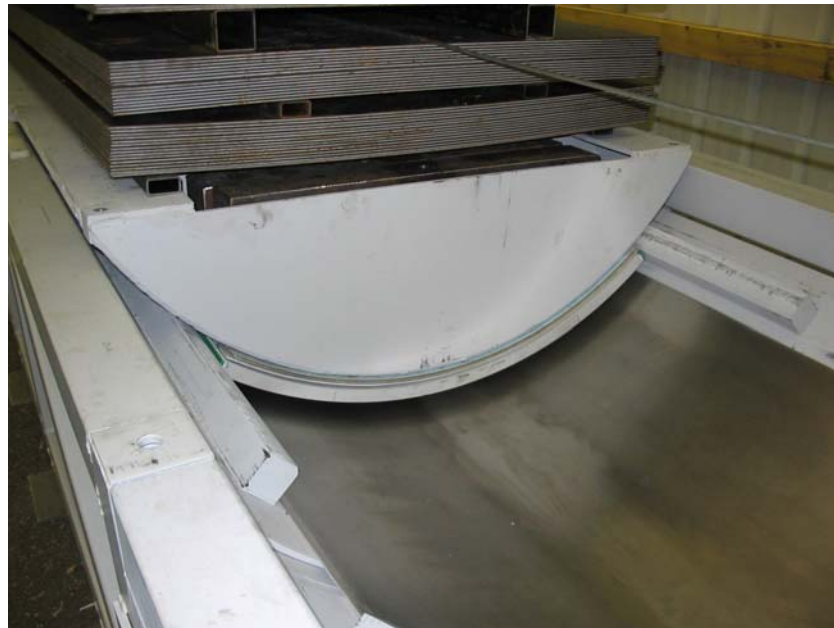
2 – Transfert sur coussins d’eau :

- Démonstrateur appliqué à la mise en place d’un colis de combustible usé (« Super Container ») de 45 tonnes, mis en œuvre d’abord en atelier, puis in situ au Laboratoire d’Aspö (achevé début 2007).

Leader : SKB

MODULE 3 (Andra) : Prototype de coussins d'air à l'échelle 1/3 (fin 2004)

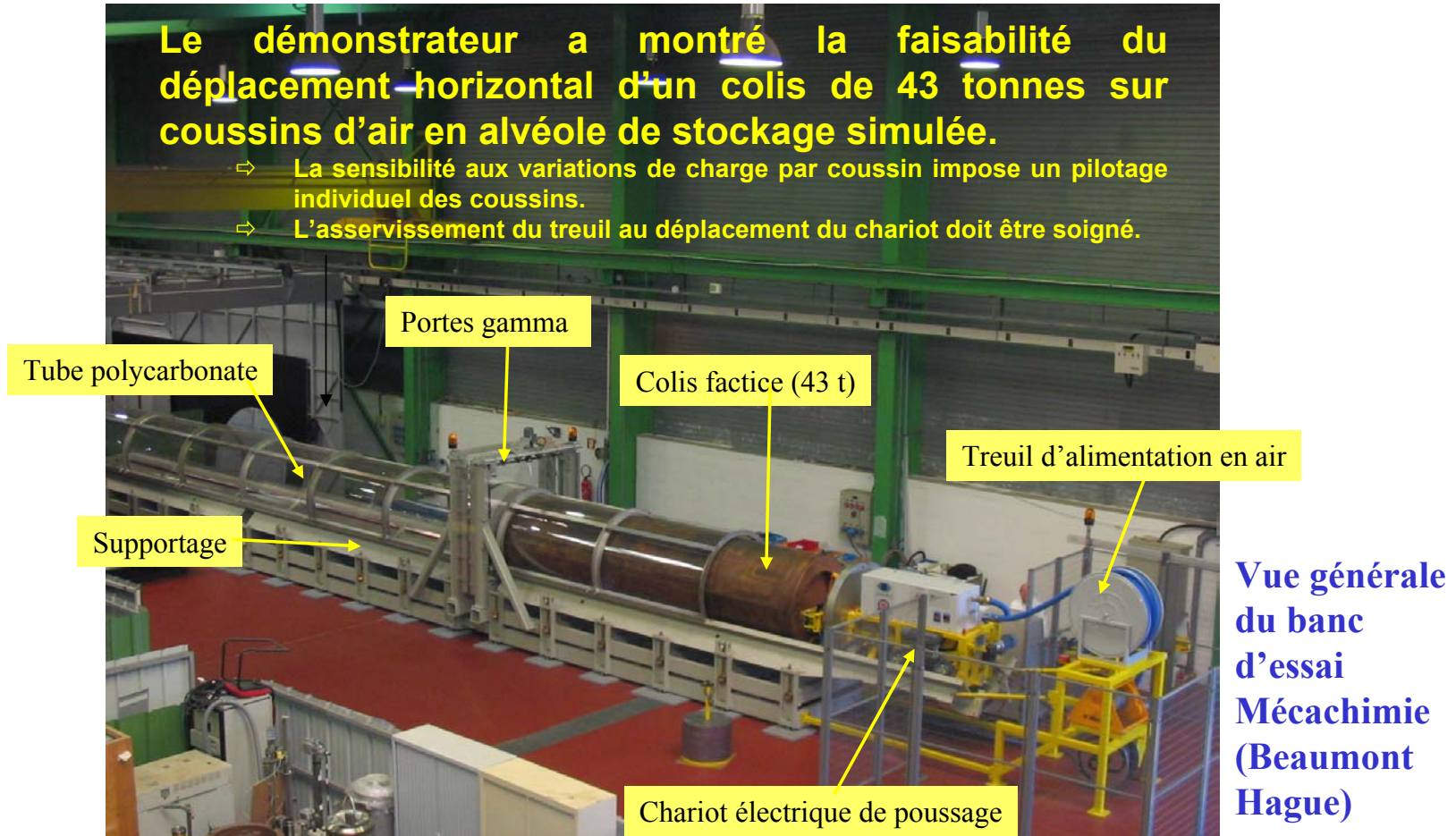
**Le prototype a permis de valider le principe de fonctionnement
des coussins d'air incurvés.**



MODULE 3 (Andra) : Démonstrateur industriel de transport sur coussins d'air

Le démonstrateur a montré la faisabilité du déplacement horizontal d'un colis de 43 tonnes sur coussins d'air en alvéole de stockage simulée.

- ⇒ La sensibilité aux variations de charge par coussin impose un pilotage individuel des coussins.
- ⇒ L'asservissement du treuil au déplacement du chariot doit être soigné.



**Vue générale
du banc
d'essai
Mécachimie
(Beaumont
Hague)**

MODULE 3 (SKB) : Démonstrateur industriel de transport sur coussins d'eau à Äspö

Le démonstrateur a permis de valider le transport sur coussins d'eau



Conclusions

Le compactage de très grandes pièces de bentonite (\varnothing 2,25 m) a mobilisé des moyens industriels sans précédent pour ce type d'application.

Le projet a adopté une approche progressive (par itérations ou en passant par l'étape intermédiaire d'un prototype) qui a permis de réduire le risque technique en développement.

Aujourd'hui, l'Andra a acquis un savoir faire dans la mise au point de démonstrateurs comparable à celui de ses homologues étrangers.

Enfin, le travail réalisé dans le cadre du projet ESDRED fait l'objet d'un large effort d'information à la demande de l'Union européenne :

- Site Web www.esdred.info opérationnel et actualisé régulièrement ;
- Formation "*Technology Related to Geological Disposal of High Level Long Lived Radioactive Waste*" (Master en gestion des déchets radioactifs de l'Université Polytechnique de Bucarest) ;
- Conférence internationale "*Practical Aspects of Deep Radioactive Waste Disposal*", Université Technique de Prague, 16-18 juin 2008.