

A la recherche de solutions durables pour la gestion à long terme des déchets radioactifs des catégories B et C

Dans le monde entier, des recherches sont en cours pour trouver des solutions pour la gestion à long terme des déchets radioactifs des catégories B et C : des endroits où la radioactivité des déchets peut s'atténuer sans causer de dommages à l'homme et à l'environnement.

La fiche « A la recherche de solutions durables pour la gestion à long terme des déchets des catégories B et C » présente les recherches et les études menées sur la gestion à long terme de ce type de déchets.

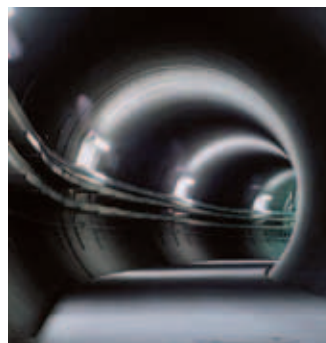
Avez-vous encore des questions sur la radioactivité en général ? Lisez alors la fiche « Radioactivité, une introduction ». Pour savoir ce que l'on fait aujourd'hui des déchets des catégories B et C, nous vous renvoyons à la fiche « Déchets radioactifs des catégories B et C en un clin d'œil ».

Actuellement, les déchets radioactifs des catégories B et C sont entreposés provisoirement, après traitement et conditionnement, en conditions sûres dans des bâtiments adaptés sur le site de Belgoprocess à Dessel. La gestion à long terme consiste à isoler les déchets de l'homme et de l'environnement tant que la radioactivité présente un risque pour la santé, assurant en même temps une protection efficace des générations futures.

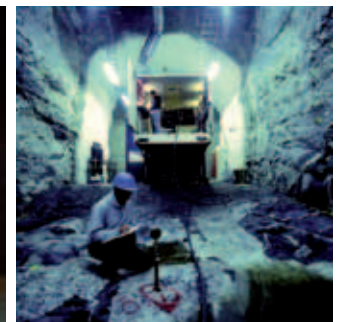
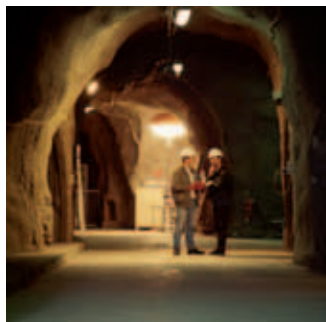
Au **niveau international**, on reconnaît généralement que des couches géologiques profondes (quelques centaines de mètres) et stables peuvent offrir une solution sûre pour la gestion à long terme de déchets de longue durée de vie (également appelés déchets des catégories B et C). Les

déchets sont pour certains d'entre eux producteur de chaleur. Il existe un consensus international pour dire que le dépôt final en profondeur constitue, pour ce type de déchets, la meilleure option actuellement disponible ou susceptible d'être disponible dans l'avenir prévisible. Les roches étudiées au niveau mondial sont principalement le granit, l'argile et le sel.

Les formations de sel, comme celles présentes en Allemagne, n'apparaissent pas dans le sous-sol belge. Les formations de granit, comme celles utilisées pour le dépôt final en Suède et en Finlande, sont présentes en Belgique, à plus de deux kilomètres de profondeur, mais n'ont jamais fait l'objet d'investigations. Un nombre croissant de pays opte pour l'argile (France, Suisse, Allemagne).



Des projets de recherche et d'étude intensives sont en cours dans différents pays. Tous les facteurs entrant en jeu au niveau du dépôt final en profondeur, sont examinés en détail durant une période prolongée.

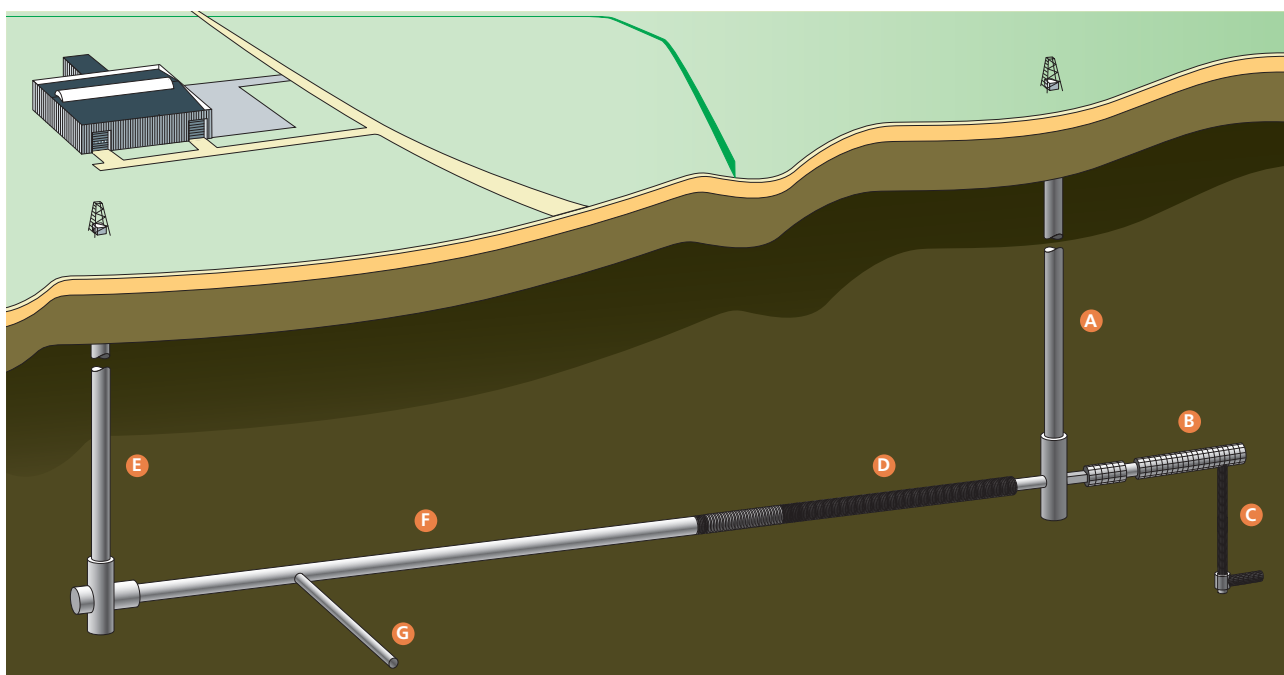


En Belgique, cette solution est depuis longtemps à l'étude. Depuis 1974, la Belgique est un des pays précurseurs dans ce domaine.

Les recherches menées par l'ONDRAF, en collaboration avec le SCK•CEN (Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire à Mol) et avec différents bureaux d'étude et universités, ont pour but de vérifier si la mise en dépôt final dans une couche d'argile peu indurée (comme l'argile de Boom au nord-est de la Belgique et l'argile yprésienne au nord-ouest de la Belgique) peut assurer la sûreté à long terme de l'homme et de l'environnement. Les recherches sont axées sur les aspects scientifiques et techniques et visent à évaluer la confiance dans la sûreté, la faisabilité et la robustesse du système de dépôt final étudié.

Cette solution, qui repose sur une stratégie de concentration et de confinement des substances radioactives présentes dans les déchets, implique la mise en place d'une série de barrières ouvragées et naturelles complémentaires entre les déchets et l'environnement.

Bien que les conclusions des travaux de recherche soient prometteuses et positives, ceux-ci devront être poursuivis pendant plusieurs années avant de pouvoir prendre une décision concrète sur la **manière dont et l'endroit où** les déchets des catégories B et C pourraient effectivement être mis en dépôt.



- A Premier puits 1980-1982
- B Première galerie (URL) 1983-1984
- C Puits expérimental et galerie expérimentale 1984
- D Deuxième galerie (Test Drift) 1987
- E Second puits 1997-1999
- F Galerie de liaison 2001-2002
- G Galerie PRACLAY 2007

HADES

Un laboratoire souterrain a été construit dans l'argile de Boom, à une profondeur de 225 mètres sous les terrains du SCK•CEN. HADES est une installation de recherche scientifique et technologique, destinée à vérifier la faisabilité de la construction, de l'exploitation et de la fermeture d'une installation de dépôt dans l'argile profonde. Les recherches menées visent à obtenir une connaissance approfondie des processus importants pour évaluer la sûreté et la faisabilité d'un dépôt final en profondeur. Tant les aspects géologiques et hydrogéologiques que les aspects géomécaniques et géochimiques sont traités. Les résultats obtenus permettent des prévisions et des évaluations plus fiables à court et à long terme.

Dans le laboratoire HADES, des modèles de calcul et des résultats de laboratoire sont validés par des tests dans l'argile de Boom, sur une échelle représentative dans le temps et dans l'espace. HADES étant une installation de recherche nucléaire autorisée, les scientifiques peuvent y mettre en œuvre une grande diversité de traceurs et de sources radioactifs.

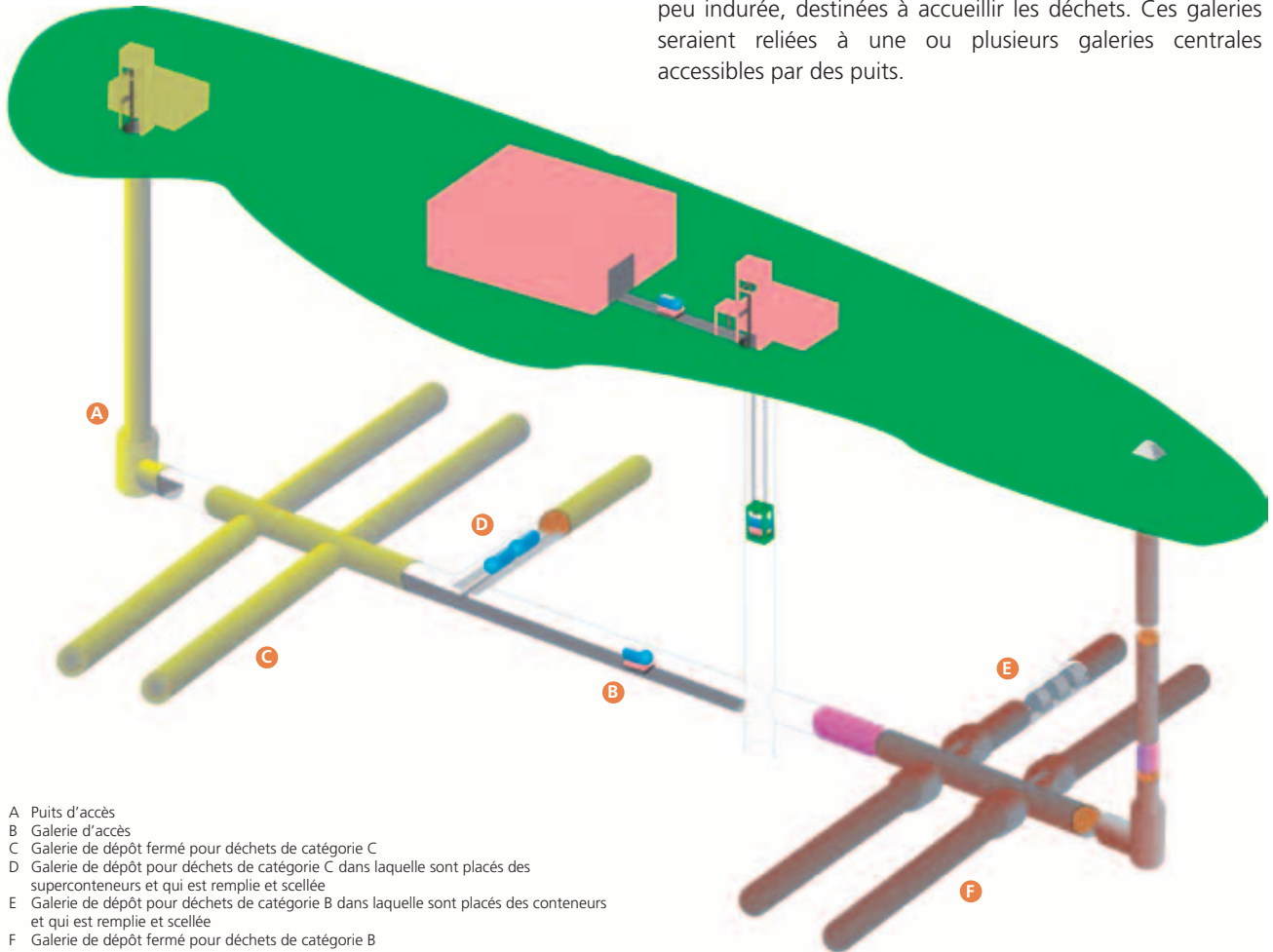
Toutefois, les déchets radioactifs ne seront jamais mis en dépôt dans le laboratoire HADES.

Depuis 2000, HADES est entièrement géré par le GIE EURIDICE, un groupement d'intérêt économique entre l'ONDRAF et le SCK•CEN. EURIDICE examine la faisabilité de la mise en dépôt final des déchets de haute activité et de longue durée de vie dans des couches d'argile profondes. Il contribue ainsi au programme national de dépôt final de l'ONDRAF.



Le concept de dépôt final en profondeur pour les déchets des catégories B et C

Le concept générique de dépôt final en profondeur étudié en Belgique consiste en un réseau de galeries de dépôt souterraines, en béton, excavées dans une couche d'argile peu indurée, destinées à accueillir les déchets. Ces galeries seraient reliées à une ou plusieurs galeries centrales accessibles par des puits.



Le confinement des déchets radioactifs est assuré en premier lieu par les barrières ouvragées de l'installation de dépôt, comme la forme du déchet elle-même (par exemple déchets vitrifiés), et les différentes barrières que l'homme construit autour des déchets. D'autre part, la barrière naturelle de l'argile assure le confinement des substances radioactives qui seront libérées après un certain temps. De par sa faible perméabilité et son grand pouvoir de rétention des substances radioactives, cette barrière – la couche d'argile peu indurée – suffit pour assurer la sûreté à court et à long terme. La capacité de confinement de l'argile en tant que barrière naturelle

couvre un espace de temps de loin supérieur à la durée de vie des barrières ouvragées. La profondeur du dépôt et les propriétés de la formation géologique assurent l'isolement des déchets de la biosphère et de facteurs perturbateurs potentiels, comme des changements climatiques.

Bien que l'architecture générale du dépôt soit identique, certaines barrières diffèrent en fonction de la catégorie de déchets à mettre en dépôt. Le principe de la fonction multi-sûreté reste toujours d'application.

■ Quelles sont les différentes barrières prévues pour les déchets non chauffants, par exemple les déchets de catégorie B ?



Les fûts de déchets conditionnés sont d'abord placés par groupes dans un large conteneur en béton. Un mortier de ciment est coulé dans le conteneur pour remplir les espaces entre les fûts. Ces conteneurs facilitent le transport des déchets jusqu'à l'installation de dépôt, ainsi que leur récupération éventuelle. Les conteneurs forment également la première barrière entre les déchets et la biosphère.

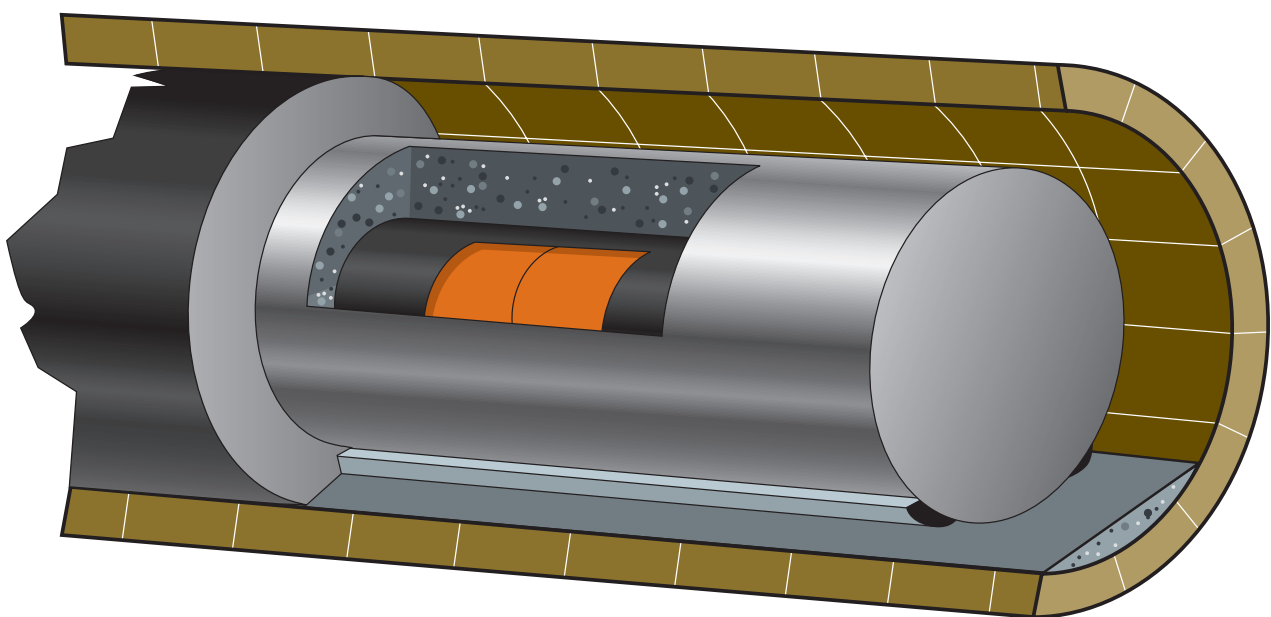
■ Quelles sont les différentes barrières prévues pour les déchets chauffants, par exemple les déchets vitrifiés ?

La **première barrière** sur laquelle repose la sûreté de l'installation de dépôt, est un conteneur dit 'superconteneur', dans lequel les conteneurs en acier inoxydable contenant les déchets vitrifiés sont placés deux par deux. Ce superconteneur se compose tout d'abord d'un suremballage en acier au carbone dont la fonction de sûreté consiste à confiner les substances radioactives pendant la phase thermique, c'est-à-dire tant que les déchets émettent de grandes quantités de chaleur (quelques centaines d'années). Le suremballage est enveloppé par une matrice en béton qui est enfermée dans une gaine cylindrique en acier inoxydable.

Le (super)conteneur et ses composantes assurent un blindage permanent contre les rayonnements. En outre, il est fabriqué en surface pour limiter autant que possible les manipulations souterraines et assurer ainsi une protection optimale des opérateurs.

L'installation de dépôt consiste également en un réseau de galeries souterraines en béton dans lesquelles les conteneurs sont mis en dépôt. Au fur et à mesure du remplissage, l'installation est obturée au moyen d'un matériau de remblayage et de blindages, isolant ainsi l'installation de dépôt du monde extérieur.

La **principale barrière** sur laquelle repose la sûreté de l'installation de dépôt est la couche géologique dans laquelle serait construite l'installation. Cette barrière est la plus importante puisqu'elle devra retarder aussi longtemps que possible la migration des substances radioactives vers la biosphère, lorsque les barrières ouvragées auront perdu leur efficacité (après la phase thermique). C'est donc la géologie du site qui devra assurer que l'impact radiologique des déchets mis en dépôt reste à long terme au-dessous des limites fixées aux niveaux national et international, et donc loin en dessous de la radioactivité naturelle. En effet, la durabilité des barrières ouvragées ne peut être garantie durant les périodes extrêmement longues à prendre en considération (quelques dizaines à plusieurs centaines de milliers d'années).



Collaboration internationale

Les programmes de recherche réalisés dans le laboratoire HADES ont un caractère fortement international. Cette collaboration mène au partage de connaissances et favorise l'évaluation critique des programmes. De plus, elle soutient le développement d'une approche européenne et internationale commune pour les questions essentielles relatives au dépôt en profondeur des déchets radioactifs.



Pourquoi l'argile de Boom est-elle une formation appropriée ?

L'argile de Boom est une formation géologique appropriée pour le dépôt en profondeur des déchets radioactifs des catégories B et C parce qu'elle :

- *est largement présente sous forme d'une couche épaisse et homogène ;*
- *forme une couche géologique stable à une profondeur appropriée ;*
- *est plastique et a donc fortement tendance à se refermer après avoir subi des perturbations physiques (par exemple des excavations) ;*
- *est peu perméable, de sorte que l'eau dans l'argile reste pratiquement immobile et le transport est limité à un lent processus de diffusion ;*
- *présente des propriétés géochimiques favorables et a une capacité élevée de rétention de la plupart des radionucléides de longue durée de vie, réduisant ainsi largement leur capacité de déplacement ;*
- *n'a pas de voies préférentielles de migration rapide des radionucléides.*

Le principe multisûreté

Afin de permettre à la radioactivité de décroître sans causer de dommages à l'homme et à l'environnement, la solution à long terme doit offrir une protection optimale. Cet objectif est atteint par l'application du principe multi-sûreté. Celui-ci consiste à mettre en œuvre différentes barrières successives et complémentaires qui ont chacune leur fonction dans le cadre de la sûreté à long terme (impermeabilité, résistance à la corrosion, rétention,...). Les différentes barrières, qui seront des barrières soit naturelles soit ouvragées, confineront chacune de leur propre manière les substances radioactives et retarderont leur migration à long terme. Les barrières sont sélectionnées et conçues de manière à ce que la performance générale du système de dépôt ne dépende pas d'une seule barrière. Même si une barrière ne fonctionne pas tout à fait selon les prévisions (suite à des événements imprévisibles ou improbables), le système présente une marge de sécurité suffisamment grande.

Situation actuelle en Belgique

La faisabilité d'un dépôt final en profondeur en tant que solution à long terme pour les déchets des catégories B et C n'est pas uniquement une question technique, scientifique et économique. Lorsqu'il s'agit d'une éventuelle réalisation, les aspects sociaux, politiques et éthiques sont certainement tout aussi importants. Les programmes actuels de recherche et de développement offrent un support au processus décisionnel relatif aux déchets radioactifs des catégories B et C.

A ce jour, aucune décision n'a été prise en Belgique au sujet de l'option de gestion à long terme. L'ONDRAF souhaite faire évoluer cette situation. C'est pourquoi il prépare en 2009

un Plan Déchets qui décrit la politique future en matière de gestion des déchets radioactifs. Ce Plan Déchets sera accompagné d'un rapport stratégique sur les incidences environnementales (SEA), qui analysera les alternatives éventuelles pour la gestion à long terme des déchets des catégories B et C. Ces documents, qui doivent être soumis à la consultation des instances officielles et du public, seront présentés au gouvernement en 2010 afin que celui-ci dispose de tous les éléments permettant de décider en connaissance de cause de la stratégie à long terme qu'il souhaite voir élaborer davantage.