Comment construit-on un superconteneur ?

ESV EURIDICE GIE

En Belgique, des scientifiques et ingénieurs étudient comment stocker les déchets de haute activité en toute sûreté dans de l'argile. Les déchets devraient être emballés dans des enveloppes spéciales, appelées « superconteneurs » puis stockés dans des galeries souterraines. À la demande de l'ONDRAF, les chercheurs ont construit un superconteneur grandeur nature et réalisé des mesures afin d'étudier le comportement des matériaux utilisés. Le GIE EURIDICE a participé à ce project.

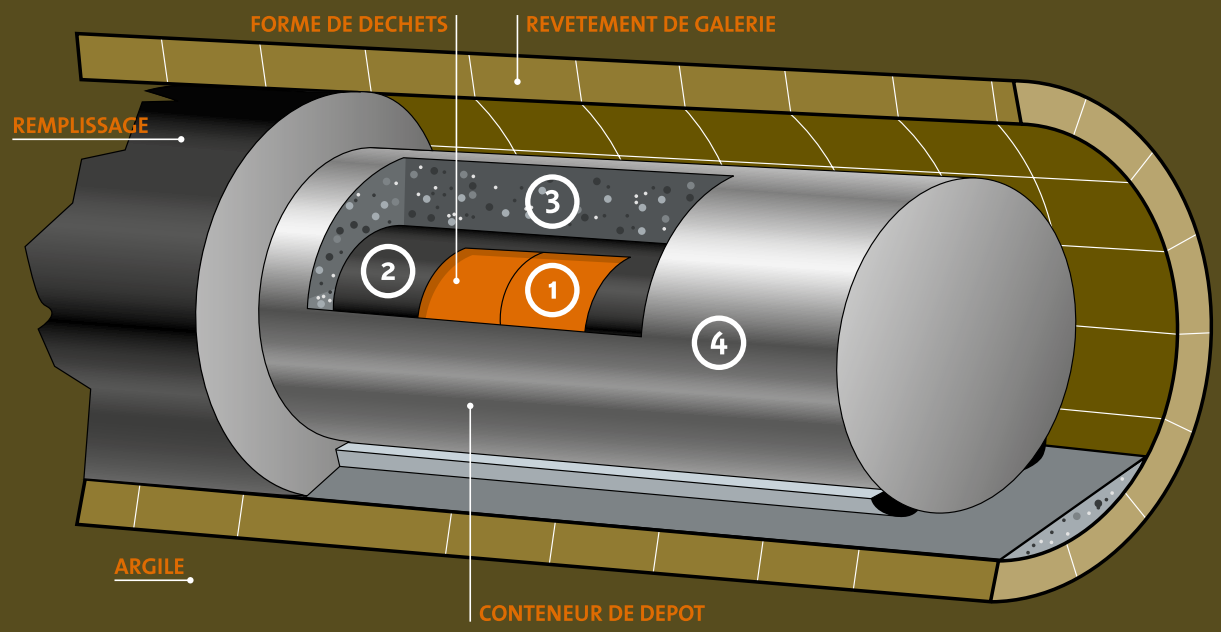
Qu'est-ce qu'un superconteneur ?

Le superconteneur a été conçu spécialement pour emballer les déchets de haute activité avant de les stocker. Les déchets de haute activité produisent de la chaleur et doivent refroidir à la surface pendant au moins 60 ans avant de pouvoir être emballés dans des superconteneurs puis placés dans l'installation de stockage. Une fois stockés, les déchets émettront encore de la chaleur pendant quelques centaines voire quelques milliers d'années. Le superconteneur doit confiner ces déchets tout au long de cette période afin d'empêcher les substances radioactives d'entrer en contact avec l'eau et de se propager dans l'argile pendant cette phase d'émission de chaleur. Certains déchets de haute activité resteront cependant radioactifs après la durée de la phase d'émission de chaleur et même après la durée de vie du superconteneur. C'est alors l'argile qui se chargera d'isoler les déchets de l'homme et de l'environnement pendant plusieurs centaines de milliers d'années.

Comment le superconteneur est-il conçu ?

Le superconteneur est composé de plusieurs barrières qui confinent les déchets. Les fûts de déchets de haute activité **(1)** sont enveloppés dans un suremballage en acier au carbone de 3 cm d'épaisseur **(2)**. Ce suremballage est à son tour enrobé d'une couche de béton de 70 cm d'épaisseur **(3)** puis emballé dans une enveloppe en acier inoxydable de 6 mm d'épaisseur **(4)**.

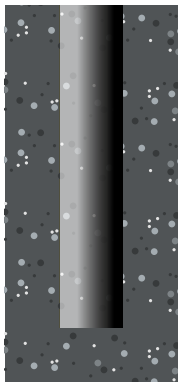
L'objectif de la couche de béton est double. D'une part, elle sert à protéger les travailleurs du rayonnement radioactif émis par les déchets pendant le transport des conteneurs et d'autre part, elle assure, pendant plusieurs milliers d'années, des conditions chimiques spécifiques (milieu basique) dans lesquelles le suremballage en acier au carbone ne se dégradera que très lentement. Grâce au béton, les déchets radioactifs n'entreront pas en contact avec l'eau pendant des milliers d'années.



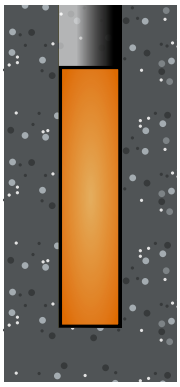
Les différentes barrières du superconteneur.

Étapes de construction

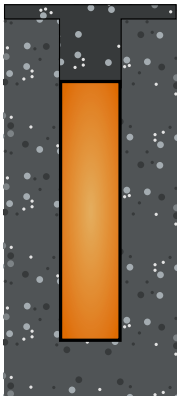
Les superconteneurs seront fabriqués à la surface et ensuite placés horizontalement dans les galeries de stockage souterraines. On fabriquera tout d'abord un cylindre en béton creux de 70 cm d'épaisseur. Le dessus du cylindre restera ouvert. On placera ensuite des déchets de haute activité emballés dans un suremballage en acier au carbone dans le cylindre en béton. Enfin, on coulera le couvercle en béton sur le cylindre afin de refermer l'ensemble. Un manteau en acier inoxydable englobera le tout. Une fois fermé, le superconteneur se réchauffera progressivement en raison de la chaleur résiduelle encore libérée par les déchets de haute activité.



Construction du cylindre en béton



Placement du suremballage en acier au carbone



Placement du couvercle en béton

Test de démonstration

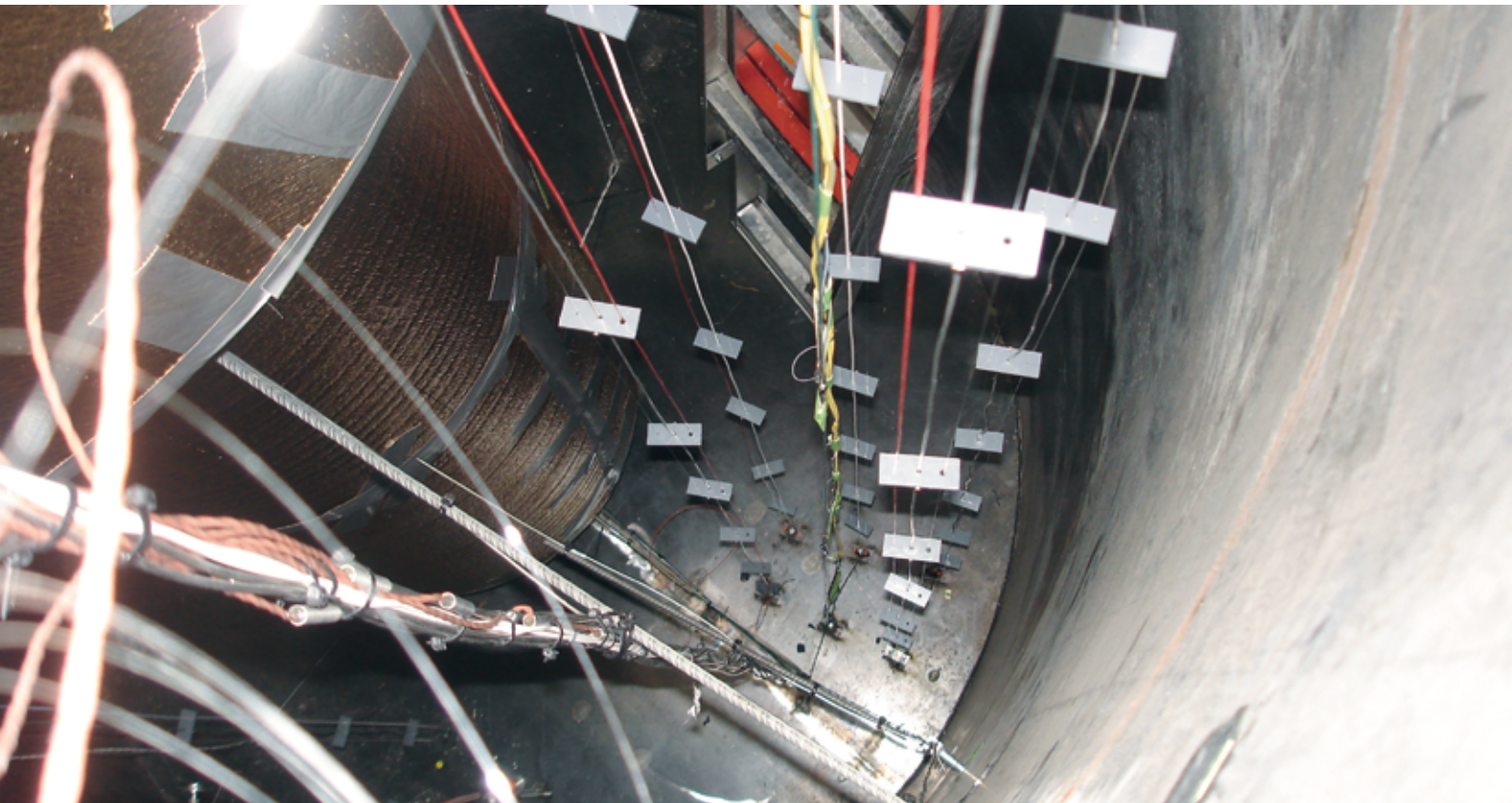
Pour tester la faisabilité pratique de ce concept, les scientifiques ont reproduit un superconteneur grandeur nature. Le modèle a le même diamètre et la même épaisseur que le concept et mesure un peu moins de quatre mètres de haut. La longueur d'un véritable superconteneur variera entre 4 et 6 mètres, en fonction du type de déchets de haute activité. La chaleur que les déchets radioactifs émettront dans le superconteneur est reproduite à l'aide d'un système de chauffage. Les tests sont effectués en collaboration avec l'UGent. Les experts en béton de l'université disposent d'un laboratoire adapté à la réalisation de ce type de tests à grande échelle.

Le modèle grandeur nature nous apprend comment construire un superconteneur qui répond à toutes les normes de sûreté du stockage géologique.

Vu les grandes dimensions et l'importance cruciale du béton, une attention particulière est accordée à la construction du cylindre en béton. Le modèle grandeur nature n'est pas emballé dans de l'acier inoxydable car toute l'attention est actuellement concentrée sur l'étude du béton. Pendant le test, de grandes quantités de béton liquide sont coulées entre deux moules en acier (voir photo). Les ingénieurs utilisent à cet effet un type de béton autocompactant dont la composition répond aux exigences du superconteneur. Ce type de béton assure que les différents volumes placés successivement dans le moule forment un cylindre en une seule pièce lorsque le béton a fait prise. La composition du béton assure les conditions chimiques adéquates pour protéger l'acier au carbone.

Après une période d'au moins 28 jours, pendant lesquels le béton fait prise, le suremballage en acier au carbone est placé au centre du cylindre en béton, en même temps que le système de chauffage, pour reproduire la production de chaleur des déchets de haute activité. Le dessus du modèle de test est ensuite refermé.

Vue aérienne des capteurs placés entre les deux moules avant le coulage du béton.



Le béton est coulé entre les deux moules pour former le cylindre. Le système de chauffage est placé dans l'ouverture centrale et entouré d'une couche d'acier au carbone - le suremballage.

Après la prise du béton, les moules sont retirés. On obtient alors un cylindre creux en béton de près de 4 mètres de haut.

Observations

Les moules sont munis de nombreux capteurs. Ils ont été placés au préalable et enregistrent tous les changements qui s'opèrent dans le béton. Les changements qui surviennent pendant la prise, mais aussi ceux qui surviennent après la mise en place du système de chauffage sont ainsi suivis de près. Ces mesures sont nécessaires pour vérifier et, le cas échéant, confirmer la **fiabilité des modèles de calculs réalisés auparavant** sur le comportement mécanique et thermique du béton.

De petites fissures peuvent apparaitre pendant la prise du béton. On étudie également la **formation de ces petites fissures**. Les fissures en surface peuvent être facilement détectées grâce à différentes techniques de mesures à l'extérieur du cylindre. Pour vérifier si ces fissures pénètrent à l'intérieur du manteau en béton, on prélève des carottes de béton dans le cylindre.

Étude détaillée des fissures à la surface du cylindre en béton.

Résultats

Sur la base des tests réalisés à ce jour, on peut considérer que le concept actuel de superconteneur pourra être réalisé. Les espèces de béton utilisées permettent de construire un cylindre en béton en une seule pièce. Les mesures prises dans le béton confirment les calculs réalisés auparavant sur le comportement mécanique et thermique du béton. L'étude de la formation de fissures pendant la prise du béton et de son impact sur la sûreté se poursuit.

Étapes futures

Des tests similaires seront encore réalisés dans le futur afin de tester la production du couvercle en béton et du manteau en acier inoxydable. Ils s'inscrivent dans le cadre de la recherche consacrée au stockage géologique, qui vise à optimiser encore le concept de stockage.

LE GIE EURIDICE

Le GIE EURIDICE est un groupement d'intérêt économique entre l'ONDRAF, l'Organisme national des déchets radioactifs et des matières fissiles enrichies, et le SCK•CEN, le Centre d'Étude de l'Énergie Nucléaire. EURIDICE assure la gestion du laboratoire souterrain HADES et mène des recherches sur la sûreté et la faisabilité du stockage géologique des déchets de haute radioactivité et/ou de longue durée de vie dans une couche d'argile souterraine en Belgique. EURIDICE contribue ainsi grandement au programme national de stockage de l'ONDRAF.

VENEZ NOUS VISITER !

EURIDICE dispose d'une exposition permanente présentant les recherches relatives au stockage de déchets radioactifs. Pour autant que les travaux dans le laboratoire souterrain le permettent, il est possible de coupler la visite de l'exposition à une visite technique du laboratoire souterrain HADES. Les visites ne sont organisées qu'en semaine, pour des groupes de 17 personnes au maximum. Les visiteurs doivent être âgés d'au moins 18 ans. Les visiteurs seront accompagnés d'un guide expérimenté.

Pour obtenir de plus amples informations sur les visites au GIE EURIDICE, rendez-vous sur le site www.euridice.be.

Veuillez prévoir votre visite à l'avance en envoyant un e-mail à info@euridice.be

www.euridice.be

ESV EURIDICE GIE

ESV EURIDICE GIE
Boeretang 200
2400 Mol
014 33 27 84
info@euridice.be

© GIE EURIDICE • Janvier 2017 • Éditeur Responsable: Peter De Preter, Sneppenstraat 66, 3010 KESSEL-LO