

# Op zoek naar duurzame oplossingen voor het beheer op lange termijn van radioactief afval van de categorieën B en C

Wereldwijd wordt gezocht naar oplossingen voor het beheer op lange termijn van radioactief afval van de categorieën B en C: plaatsen waar de radioactiviteit van het afval kan verzwakken zonder de mens en het leefmilieu schade te berokkenen.

In deze fiche "Op zoek naar duurzame oplossingen voor het beheer op lange termijn van afval van de categorieën B en C" lees je over het onderzoek en de studies over het beheer op lange termijn van dit type afval.

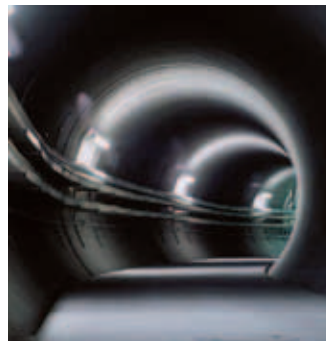
Heb je nog vragen over radioactiviteit in het algemeen? Lees dan de fiche "Radioactiviteit, een inleiding". Over wat er vandaag gebeurt met het afval van de categorieën B en C kun je meer lezen in de fiche "Radioactief afval van de categorieën B en C in een notendop".

Radioactief afval van de categorieën B en C wordt **vandaag** na verwerking en conditionering, veilig opgeslagen in aangepaste gebouwen op de site van Belgoprocess in Dessel, althans tijdelijk. Bij het beheer op lange termijn gaat het erom het afval af te zonderen van de mens en het leefmilieu zolang de radioactiviteit een gezondheidsrisico vormt, zodat ook toekomstige generaties afdoend beschermd zijn.

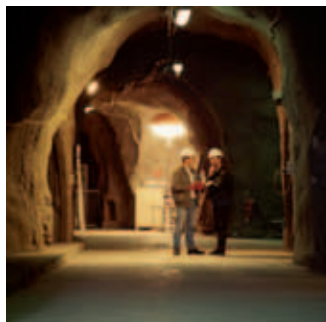
Op **internationaal vlak** wordt algemeen erkend dat diepe (honderden meters) en stabiele geologische lagen een veilige oplossing kunnen bieden voor het beheer op lange termijn van afval met een hoge stralingsactiviteit en/of lange halveringstijd (ook wel afval van de categorieën B en

C genoemd). Categorie C afval is meestal warmteafgevend. Er bestaat een internationale eensgezindheid dat voor dit type afval diepe berging de beste optie is die momenteel beschikbaar is of die in de te voorziene toekomst beschikbaar zou kunnen zijn. De gesteenten die wereldwijd worden onderzocht zijn vooral graniet, klei en zout.

Zoutformaties zoals in Duitsland, komen niet voor in de Belgische ondergrond. Granietformaties, zoals men voor berging gebruikt in Zweden en Finland, komen wel voor, op meer dan twee kilometer diepte, maar zijn nooit verkend geweest. Steeds meer landen opteren voor klei (Frankrijk, Zwitserland, Duitsland).



In verschillende landen lopen intensieve onderzoeks- en studieprojecten. Alle factoren die bij diepe berging een rol spelen, worden over een langere periode grondig onderzocht.

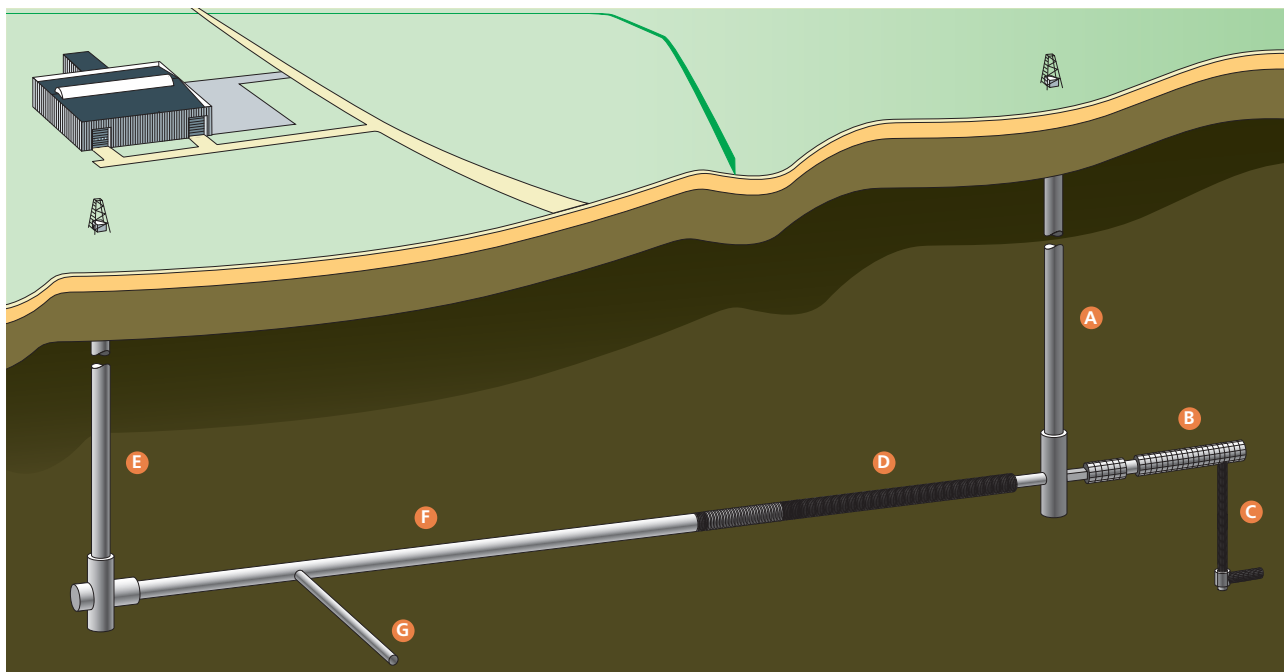


In België wordt deze oplossing al geruime tijd bestudeerd. Sinds 1974 is België één van de toonaangevende landen in het onderzoek ter zake.

Het onderzoek dat door NIRAS wordt verricht, in samenwerking met het SCK.CEN (Studiecentrum voor Kernenergie in Mol) en verschillende studie bureaus en universiteiten, heeft tot doel na te gaan of de berging in een weinig verharde klei (zoals de Boomse klei in Noordoost-België en de leperiaan klei in Noordwest-België) de veiligheid van mens en milieu op lange termijn kan waarborgen. Het onderzoek richt zich op de wetenschappelijke en technische aspecten en evalueert het vertrouwen in de veiligheid, de haalbaarheid en de robuustheid van het bestudeerde bergingssysteem.

Deze oplossing, die steunt op een strategie van concentratie en insluiting van de radioactieve stoffen die in het afval aanwezig zijn, impliceert de plaatsing van een reeks aanvullende kunstmatige en natuurlijke barrières tussen het afval en het leefmilieu.

Hoewel de conclusies van de onderzoekswerkzaamheden veelbelovend en positief zijn, moet het onderzoek nog meerdere jaren worden voortgezet vooraleer een concrete beslissing genomen kan worden over de **manier waarop en de plaats waar** het afval van de categorieën B en C effectief zou kunnen worden geborgen.



- A Eerste schacht 1980-1982
- B Eerste galerij (URL) 1983-1984
- C Experimentele schacht en galerij 1984
- D Tweede schacht (Test Drift) 1987
- E Tweede schacht 1997-1999
- F Verbindingsgalerij 2001-2002
- G PRACLAY-galerij 2007

## HADES

*In de Boomse kleilaag, op een diepte van 225 meter onder de terreinen van het SCK. CEN heeft men een ondergronds laboratorium gebouwd. Het is het eerste bouwwerk dat ooit in een diepe niet-verharde kleilaag opgetrokken werd. HADES is een wetenschappelijke en technologische onderzoeksinstallatie om de haalbaarheid na te gaan van het bouwen, uitbaten en afsluiten van een bergingsinstallatie in diepe klei. Met het onderzoek wil men een grondige kennis verkrijgen van de processen die belangrijk zijn om de veiligheid en de uitvoerbaarheid van diepe berging te evalueren. Zowel geologische, hydrogeologische, geomechanische als geochemische aspecten worden behandeld. De resultaten leiden tot meer betrouwbare voorspellingen en evaluaties op korte en op lange termijn.*

*In HADES worden modelberekeningen en laboratoriumresultaten getest in de Boomse klei op een representatieve schaal in tijd en ruimte. Aangezien HADES een vergunde nucleaire onderzoeksinstallatie is, kunnen wetenschappers er een grote verscheidenheid van radioactieve tracers en bronnen gebruiken.*

***Er zal echter nooit radioactief afval in HADES geborgen worden.***

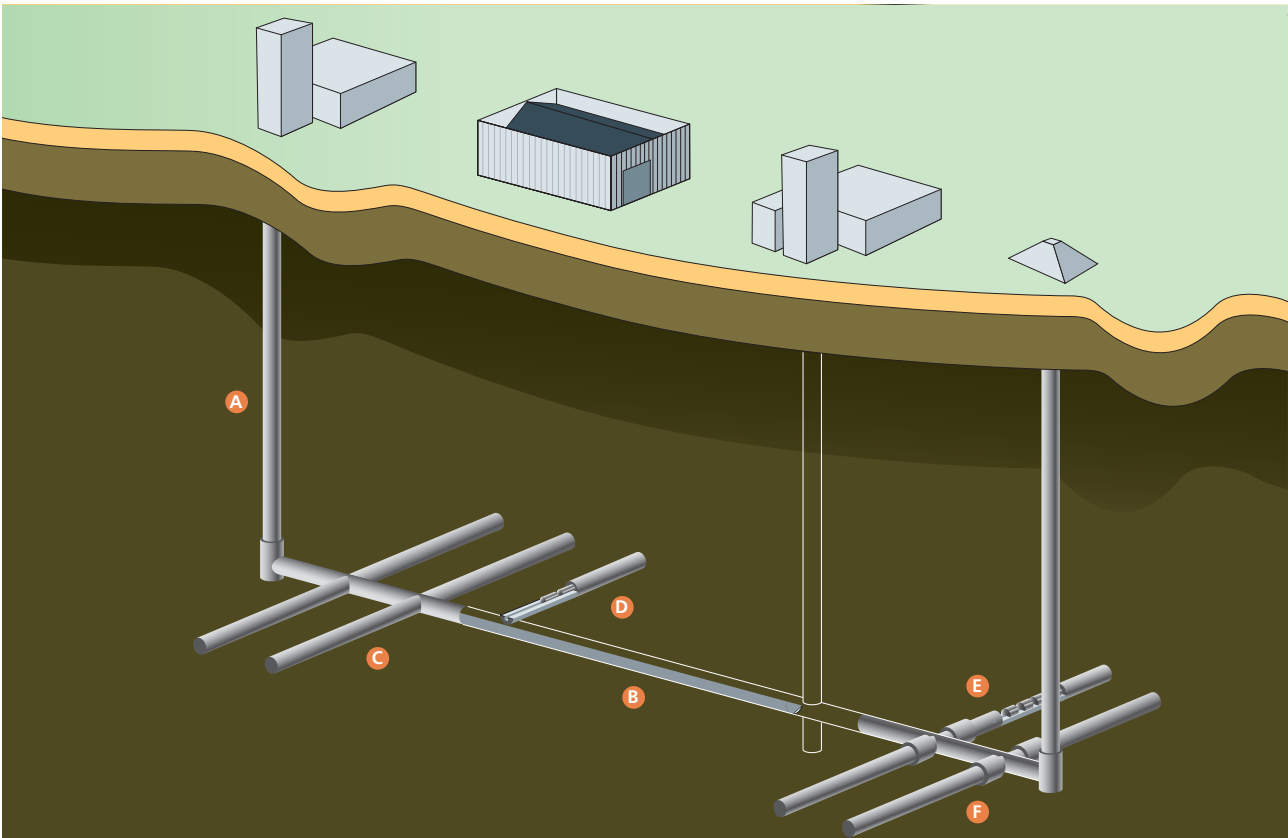
*Sinds 2000 wordt HADES volledig beheerd door het ESV EURIDICE, een economisch samenwerkingsverband tussen NIRAS en het SCK•CEN. EURIDICE onderzoekt de haalbaarheid van berging van hoogactief en langlevend afval in diepe kleilagen. Op die manier draagt EURIDICE bij tot het nationaal bergingsprogramma van NIRAS.*



## Het concept van diepe berging voor het afval van de categorieën B en C

Het algemene concept van diepe berging dat in België wordt bestudeerd, bestaat uit een netwerk van ondergrondse betonnen bergingsgalerijen die in een weinig verharde kleilaag worden uitgegraven en waarin het afval zou worden geborgen. Deze galerijen zouden verbonden worden met één of meer centrale galerijen die toegankelijk zijn via schachten.

- A Toegangsschacht
- B Toegangsgalerij
- C Afgesloten bergingsgalerij voor categorie B afval
- D Bergingsgalerij voor categorie C afval waarin supercontainers worden geplaatst en die wordt opgevuld en afgedicht
- E Bergingsgalerij voor categorie B afval waarin containers worden geplaatst en die wordt opgevuld en afgedicht
- F Afgesloten bergingsgalerij voor categorie B afval



De insluiting van het radioactieve afval gebeurt in eerste instantie door de kunstmatige barrières van de bergingsinstallatie, zoals de afvalvorm zelf (bijvoorbeeld verglaasd afval), en de verschillende barrières die de mens errond bouwt. Daarnaast verzekert de natuurlijke barrière van de klei de insluiting van de radioactieve stoffen die na een zekere tijd vrijkomen. Aangezien deze barrière – de weinig verharde kleilaag – weinig waterdoorlatend is en een sterk retentievermogen voor radioactieve stoffen heeft, volstaat ze om de veiligheid op korte en op lange termijn te waarborgen. De insluitingscapaciteit van klei als natuurlijke barrière omvat

een tijdspanne die veel groter is dan de levensduur van de kunstmatige barrières. De diepte van de berging en de eigenschappen van de geologische formatie waarborgen de afzondering van het afval van de biosfeer en van mogelijk versturende factoren, zoals klimaatveranderingen, waardoor de goede karakteristieken ook op lange termijn verzekerd zijn.

Hoewel de algemene bergingsarchitectuur identiek is, verschillen sommige barrières naargelang de categorie afval die geborgen moet worden. Steeds is het principe van de multiveiligheidsfunctie van toepassing.

■ Welke zijn de verschillende barrières die gepland worden voor niet-warmte-afgevend afval van categorie B?



De vaten met geconditioneerd afval worden eerst in groep in een grote betonnen container geplaatst. In de container wordt cementmortel gegoten om de ruimtes tussen de vaten op te vullen. Deze containers vergemakkelijken het vervoer van het afval tot in de bergingsinstallatie. De containers vormen tevens de eerste barrière tussen het afval en de biosfeer.

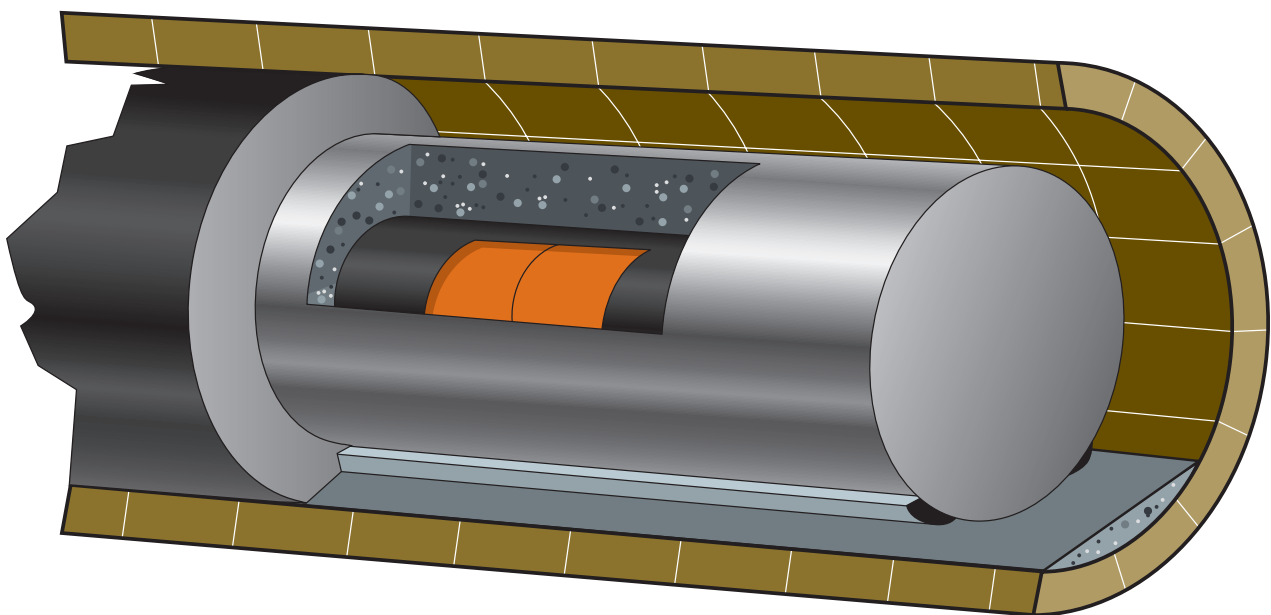
■ Welke zijn de verschillende barrières die gepland worden voor warmte-afgevend afval (bv. verglaasd afval)?

De **eerste barrière** waarop de veiligheid van de bergingsinstallatie berust, is een zogenaamde 'supercontainer' waarin de roestvrij stalen containers met verglaasd afval per twee worden geplaatst. Deze supercontainer bestaat in de eerste plaats uit een koolstofstalen oververpakking die als veiligheidsfunctie heeft de radioactieve stoffen in te sluiten tijdens de thermische fase, dit wil zeggen zolang het afval grote hoeveelheden warmte uitzendt (enkele honderden jaren). De oververpakking is omgeven door een betonnen matrix die in een cilindrische roestvrij stalen omhulsel opgesloten is.

De (super)container en zijn componenten zorgen voor een permanente afscherming tegen straling. Bovendien wordt hij aan de oppervlakte gebouwd om de ondergrondse manipulaties zoveel mogelijk te beperken en aldus een optimale bescherming voor de operatoren te waarborgen.

De bergingsinstallatie bestaat uit een netwerk van ondergrondse betonnen galerijen waarin de containers worden geborgen. Naarmate het bergen vordert, wordt de installatie volledig afgesloten met een opvulmateriaal. Daarmee is de bergingsinstallatie volledig geïsoleerd van de buitenwereld.

De **belangrijkste barrière** waarop de veiligheid van de bergingsinstallatie berust, is de geologische laag waarin de installatie zou worden gebouwd. Deze barrière is de belangrijkste omdat ze de migratie van de radioactieve stoffen naar de biosfeer zolang mogelijk zal moeten vertragen wanneer de kunstmatige barrières niet langer efficiënt zijn (na de thermische fase). Het is dus de geologie van de site die ervoor moet zorgen dat de radiologische impact van het geborgen afval op lange termijn onder de op nationaal en internationaal vlak vastgelegde limieten, en dus ver onder de natuurlijke radioactiviteit blijft. De duurzaamheid van de kunstmatige barrières kan niet gegarandeerd worden gedurende de extreme lange periodes die moeten worden beschouwd (enkele tientallen tot honderdduizenden jaren).



## Internationale samenwerking

*De onderzoeksprogramma's in HADES hebben een sterk internationaal karakter. Deze samenwerking leidt tot het delen van kennis en bevordert de kritische evaluatie van de programma's. Daarenboven ondersteunt ze de ontwikkeling van een gemeenschappelijke Europese en internationale benadering voor de belangrijkste vraagstukken in verband met diepe berging van radioactief afval.*

## Waarom is de Boomse klei een geschikte formatie?



*De Boomse klei is een geschikte geologische formatie voor de diepe berging van radioactief afval van de categorieën B en C omdat:*

- *ze over een groot gebied aanwezig is als een dikke, homogene laag;*
- *ze een stabiele, geologische laag is op een geschikte diepte;*
- *ze plastisch is en dus een sterke neiging heeft om zichzelf weer te sluiten na fysische verstoringen (bijv. uitgraving);*
- *ze zeer weinig waterdoorlatend is, zodat het water in de klei praktisch onbeweeglijk is en elk transport erin beperkt is tot een traag diffusieproces;*
- *ze gunstige geochemische eigenschappen heeft en een sterk vermogen om de meeste van de langlevende radionucliden vast te houden, waardoor deze zich maar heel weinig kunnen verplaatsen;*
- *ze geen voorkeurswegen voor de snelle migratie van radionucliden heeft.*

## Het multiveiligheidsprincipe

*Om de radioactiviteit in het afval te laten vervallen zonder schade te berokkenen aan de mens en het leefmilieu, moet de langetermijnoplossing optimale bescherming bieden. Dit bereikt men door toepassing van het multiveiligheidsprincipe. Dit principe bestaat uit het gebruik van verschillende opeenvolgende en aanvullende barrières die elk hun eigen functie hebben in het kader van de langetermijnveiligheid (ondoorlatendheid, corrosieweerstand, retentie, ...). De verschillende barrières, die ofwel natuurlijke ofwel kunstmatige barrières zullen zijn, zullen elk op hun eigen manier de radioactieve stoffen insluiten en hun migratie op lange termijn vertragen. De barrières worden zo geselecteerd en ontworpen dat de algemene performantie van het bergingssysteem niet afhankelijk is van één barrière. Zelfs als een barrière niet helemaal volgens plan zou werken (wegens onverwachte of onwaarschijnlijke gebeurtenissen), biedt deze werkwijze toch een voldoende grote veiligheidsmarge.*

## Huidige situatie in België

---

De haalbaarheid van diepe berging als langetermijnoplossing voor het afval van de categorieën B en C is niet alleen een technisch, wetenschappelijk en economisch vraagstuk. Wanneer het over een mogelijke realisatie gaat, zijn sociale, politieke en ethische aspecten zeker even belangrijk. De huidige onderzoeks- en ontwikkelingsprogramma's bieden ondersteuning aan het besluitvormingsproces rond radioactief afval van de categorieën B en C.

In België is op de dag van vandaag nog geen beslissing genomen over de langetermijnbeheeroptie. NIRAS wil deze situatie laten evolueren. Daarom bereidt ze in 2009 een

Afvalplan voor dat het toekomstige beleid inzake radioactief afval beschrijft. Dit Afvalplan zal vergezeld zijn van een strategisch milieueffectenrapport (SEA), waarin mogelijke alternatieven voor het beheer op lange termijn van het afval van de categorieën B en C worden geanalyseerd. Deze documenten, die ter raadpleging moeten worden voorgelegd aan een aantal officiële instanties en aan het publiek, zullen in 2010 aan de regering worden voorgelegd zodat deze beschikt over alle elementen om oordeelkundig te kunnen beslissen over de langetermijnstrategie die ze verder uitgewerkt wil zien.