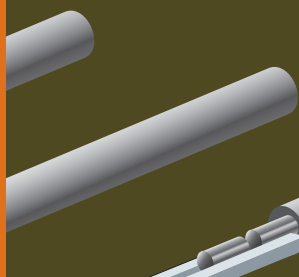
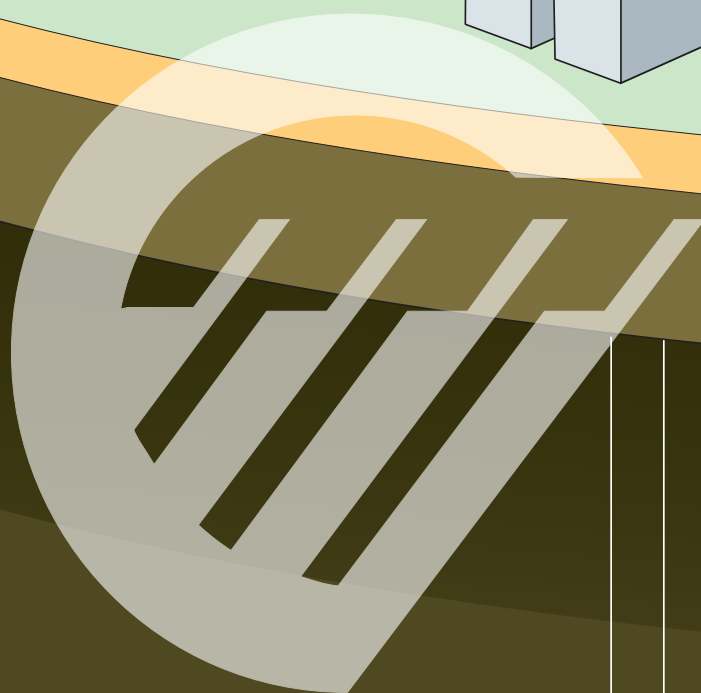
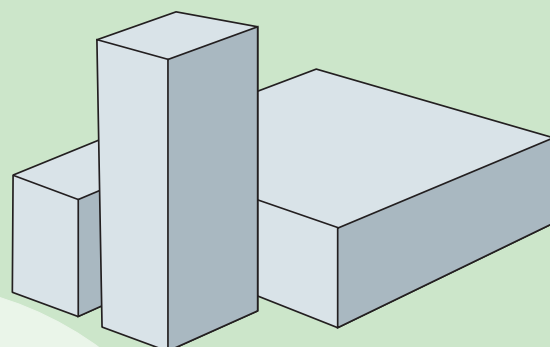


# Onderzoeken of het veilig en haalbaar is om radioactief afval te bergen





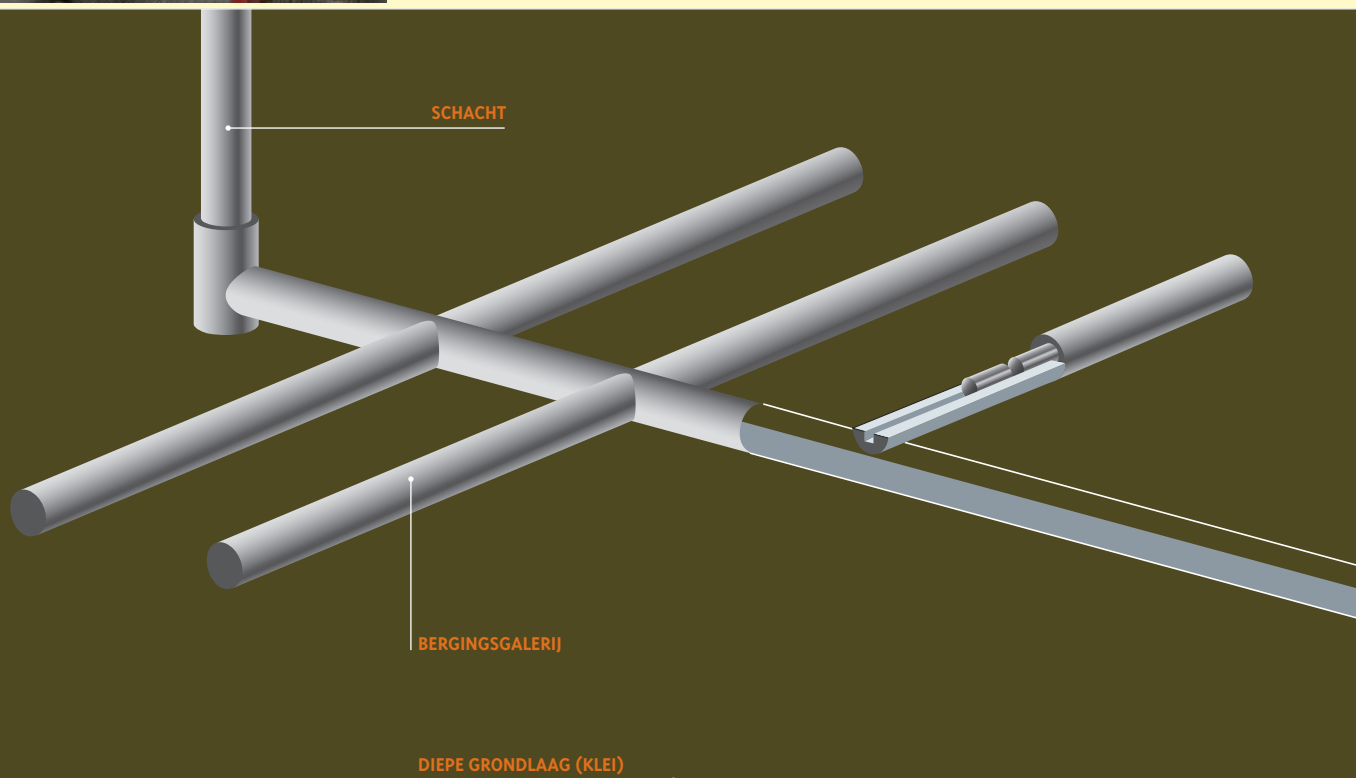
## Onderzoeken of het veilig en haalbaar is om radioactief afval te bergen

Radioactief afval is gevaarlijk. Het zendt stralen uit die we niet kunnen zien, voelen, ruiken of horen. Maar die stralen kunnen levend weefsel beschadigen en kunnen kankers veroorzaken. Daarom moeten we de mens en het milieu ertegen beschermen.

De radioactiviteit in sommige soorten afval dooft tamelijk snel uit. Maar bepaalde radioactieve stoffen blijven vele duizenden jaren lang gevaarlijk. Wetenschappers onderzoeken al meer dan 30 jaar of we afval dat zulke radioactieve stoffen bevat, diep onder de grond zouden kunnen bergen.



Op 30 jaar tijd is het onderzoek in België ver gevorderd. De onderzoekers zijn tot het besluit gekomen dat het inderdaad veilig en haalbaar is om hoogradioactief en/of langlevend afval diep onder de grond te bergen. Zo zou ook de veiligheid op lange termijn gegarandeerd kunnen worden.



## Hoe kunnen we mens en milieu beschermen?

Bij berging van hoogradioactief en/of langlevend afval diep onder de grond zouden we een hele reeks barrières tussen onze leefwereld en het afval plaatsen. Om te beginnen zou er een grote natuurlijke barrière zijn: een speciaal uitgekozen diepe geologische laag. Daarnaast zouden er enkele stevige, kunstmatige barrières zijn: verpakkingen in verschillende lagen rond het afval en allerlei opvulmaterialen. Als de kunstmatige barrières na heel lange tijd kapot zouden gaan, zou de geologische laag zijn rol pas goed beginnen te spelen. Die laag zou er dan voor zorgen dat de radioactieve stoffen maar heel traag kunnen vrijkomen.

## Waarom diep onder de grond?

De berging moet mens en milieu zeer lang beschermen. Daarom moet het hoogradioactieve en/of langlevende afval volledig van mens en milieu **afgezonderd** zijn, en dat moet zo blijven, ook bijvoorbeeld na een klimaatverandering.

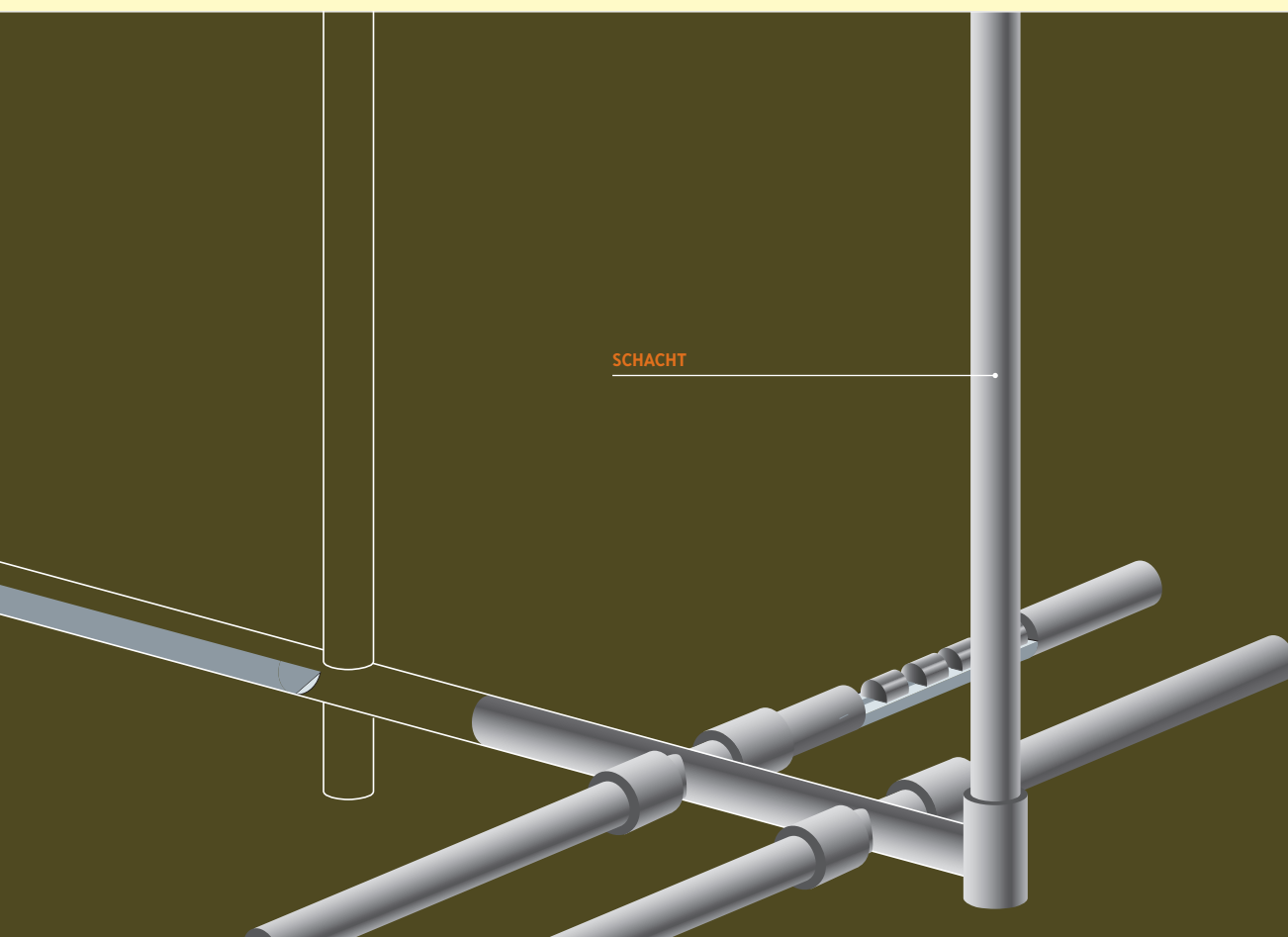
Het afval moet ook goed **ingesloten** zijn. Het is belangrijk dat er zo weinig mogelijk water bij het

afval komt. Water zou radioactieve stoffen kunnen meevoeren en in de ondergrond verspreiden. De kunstmatige barrières moeten dat zoveel mogelijk voorkomen.

Als de kunstmatige barrières het na lange tijd begeven, mogen de radioactieve stoffen maar **heel traag** in de ondergrond **vrijkomen**. De keuze van het type ondergrond waarin we het afval zouden bergen, is dus enorm belangrijk. Sommige geologische lagen houden de radioactieve stoffen zeer lang vast. Zo'n laag is beter geschikt om hoogradioactief en/of langlevend afval in te bergen dan andere lagen. Bepaalde diepe kleilagen in de Belgische ondergrond blijken goed geschikt te zijn. Zo'n kleilaag zou de belangrijkste barrière zijn voor de bescherming van mens en milieu gedurende zeer lange tijd.

### Zal het hoogradioactieve en/of langlevende afval wel geborgen worden?

Het is niet zeker dat het hoogradioactieve en/of langlevende afval diep onder de grond geborgen zal worden. De onderzoekers menen wel dat zulke berging een veilige oplossing kan zijn voor zeer lange tijd. Maar zij kunnen niet beslissen om de berging uit te voeren. Dat is de taak van de regering. Ook de bevolking zal inspraak krijgen.



# Over welk afval gaat het eigenlijk?

## Hoogradioactief en/of langlevend afval

De straling in sommige soorten radioactief afval is bijzonder sterk en geeft daardoor warmte af. Dat soort afval noemen we **hoogradioactief**. Bepaalde radioactieve stoffen in het afval doen er duizenden jaren over om uit te doven. Dat soort afval noemen we **langlevend**.



Brandstof van kerncentrales



Materiaal om brandstof voor kerncentrales te maken



Materiaal voor bestraling in de geneeskunde



Rookdetectoren

Afbraakmateriaal van kernreactoren  
(Foto's: Electrabel, GDF SUEZ Groep)

# Waar bevindt het hoogradioactieve en/of langlevende afval zich nu?

## Het afval is veilig opgeslagen

Het hoogradioactieve en/of langlevende afval is veilig verpakt in speciale vaten. De radioactieve stoffen kunnen er niet uit ontsnappen. De vaten staan in tijdelijke opslagplaatsen van Belgoprocess, het dochterbedrijf van NIRAS.



Hoogradioactief en/of langlevend afval



Het hoogradioactieve afval bevindt zich in opslaggebouwen van Belgoprocess te Dessel. Het zal nog tientallen jaren warmte afgeven. De afvalvaten zitten in grote kokers met ventilatie. De gele deksels op de foto sluiten de kokers af. Tussen de vaten en de buitenwereld bevindt zich anderhalve meter gewapend beton. Zo is alles voor de komende tientallen jaren veilig.



Het langlevende afval staat in verschillende opslaggebouwen van Belgoprocess te Dessel. Om de vaten te stapelen bedienen technici een kraan vanuit een controlekamer. Zo kan de straling hen niet bereiken.

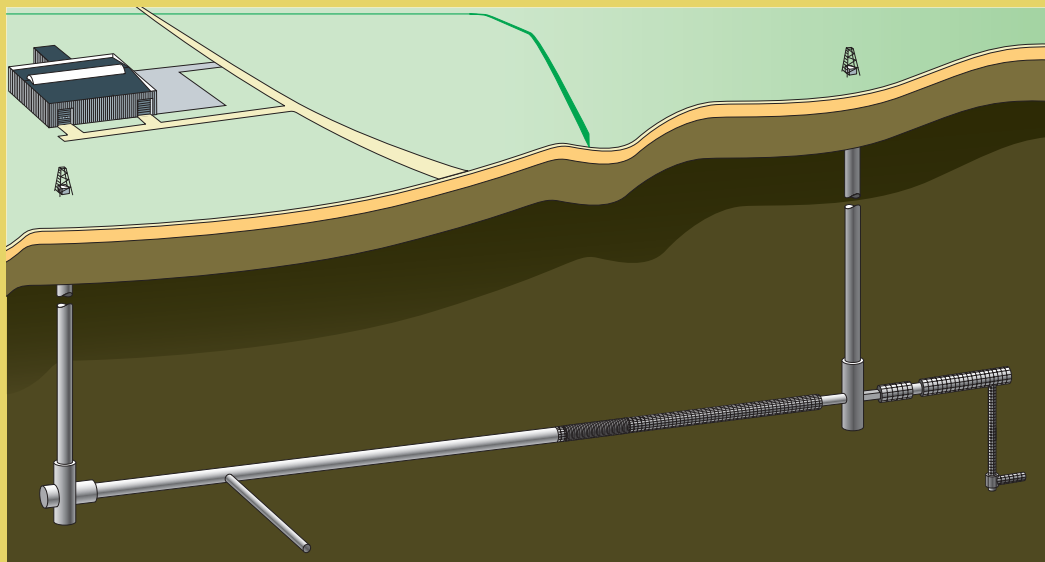
Gebruikte kernbrandstof in Tihange  
(Foto: Electrabel, GDF SUEZ Groep)



Gebruikte kernbrandstof wordt nu nog bewaard in de kerncentrales van Doel en Tihange. In de toekomst zal die brandstof of een deel ervan hoogradioactief langlevend afval zijn.

# Wat onderzoekt men allemaal?

Wetenschappers overal ter wereld zijn van mening dat berging diep onder de grond de meest geschikte oplossing is voor het langetermijnbeheer van hoogradioactief en/of langlevend afval. Al meer dan 30 jaar onderzoeken ook wetenschappers in België dit. Hiernaast en op de volgende bladzijden geven we een idee van de vragen die ze zich daarbij stellen en de antwoorden die ze tot nu toe gevonden hebben.



## Onderzoek onder én boven de grond

In 1980 is men begonnen met de bouw van een **ondergronds laboratorium** in Mol. Het laboratorium heet HADES en bevindt zich 225 meter onder de aardbodem, in een diepe kleilaag. Wetenschappers onderzoeken er hoe de radioactieve stoffen zich gedragen in zo'n kleilaag diep onder de grond, gedurende lange tijd. Ingenieurs en technici proberen er allerlei technieken uit om ondergrondse bergingsgalerijen te bouwen en af te sluiten.

Het onderzoek onder de grond wordt aangevuld met experimenten in laboratoria van universiteiten en onderzoeksbureaus. Daarnaast zijn er ook tests op ware grootte.

## Hoe geschikt is een diepe kleilaag om radioactief afval te bergen?

Het jarenlange onderzoek bevestigt dat de onderzochte diepe kleilaag geschikt is om hoograadioactief en/of langlevend afval in te bergen. De kleilaag zou de belangrijkste bescherming voor mens en milieu zijn gedurende zeer lange tijd. Klei houdt radioactieve stoffen heel lang vast. De stoffen kunnen zich dus niet snel door de klei verspreiden. Daarbij komt dat zo'n diepe kleilaag plastisch is, net als boetseerlei. Als er scheuren in de kleilaag ontstaan, dan sluiten ze zich vanzelf weer. Bovendien is de onderzochte kleilaag al meer dan 30 miljoen jaar oud en is ze stabiel.



Zo ziet de kleilaag in het ondergronds laboratorium HADES er uit.

## Hoe zouden uitgravingen de diepe kleilaag beïnvloeden?

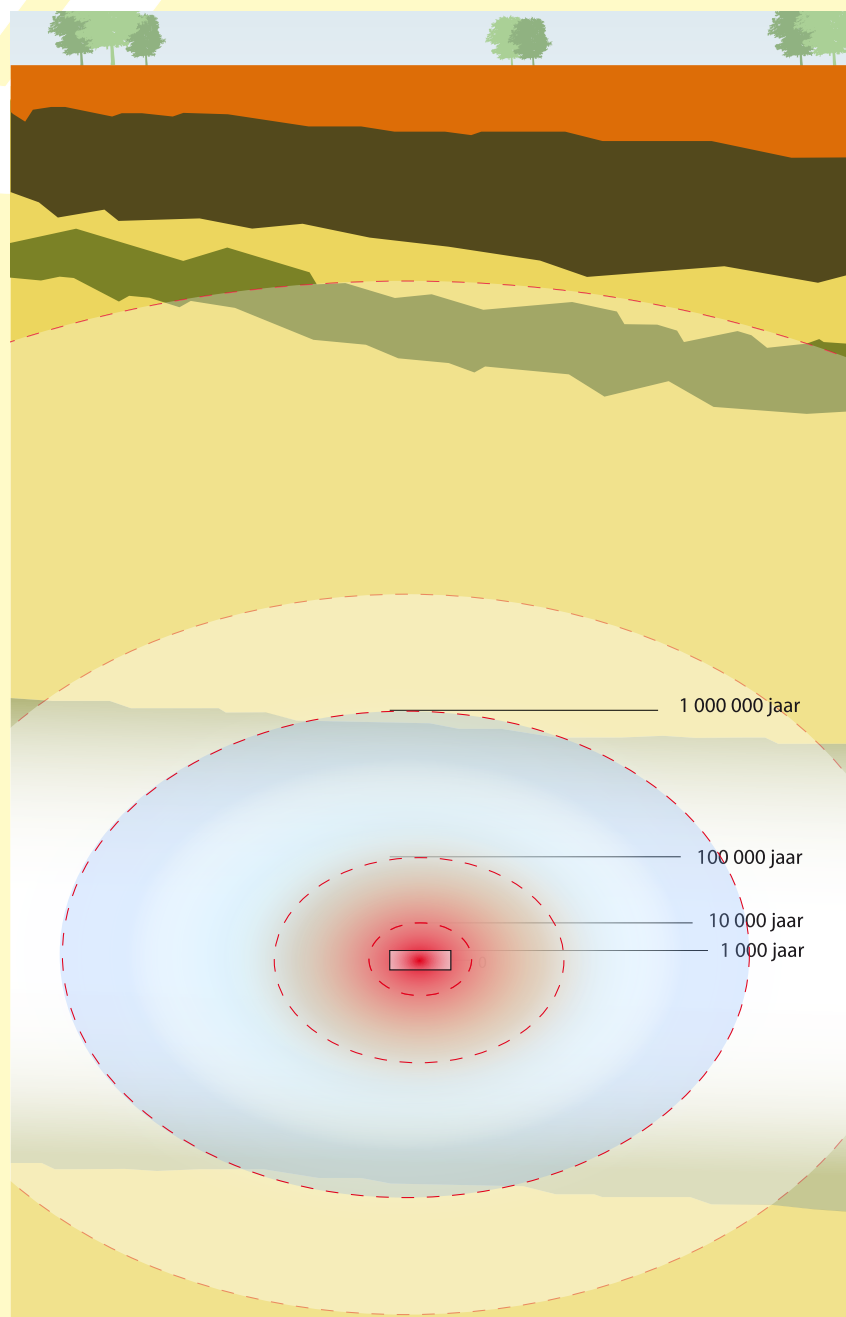
De techniek van het uitgraven is sterk verbeterd, zodat de kleilaag bijna niet verstoord zou worden. Bovendien is diepe klei plastisch. Daardoor zouden scheuren en barsten die ontstaan tijdens de uitgraving, zich spontaan weer sluiten. De radioactieve stoffen zouden er niet door kunnen ontsnappen.



De techniek van het uitgraven in de klei is sterk verbeterd.

## In welke mate zouden radioactieve stoffen uit de berging in het milieu terechtkomen?

Sommige radioactieve stoffen zouden na zeer lange tijd in het milieu terechtkomen. Maar tegen die tijd zouden ze uitgedoofd en niet gevaarlijk meer zijn.



Tegen de tijd dat de radioactieve stoffen (bijvoorbeeld actiniden) in het milieu zouden terechtkomen, zouden ze uitgedoofd en niet gevaarlijk meer zijn.

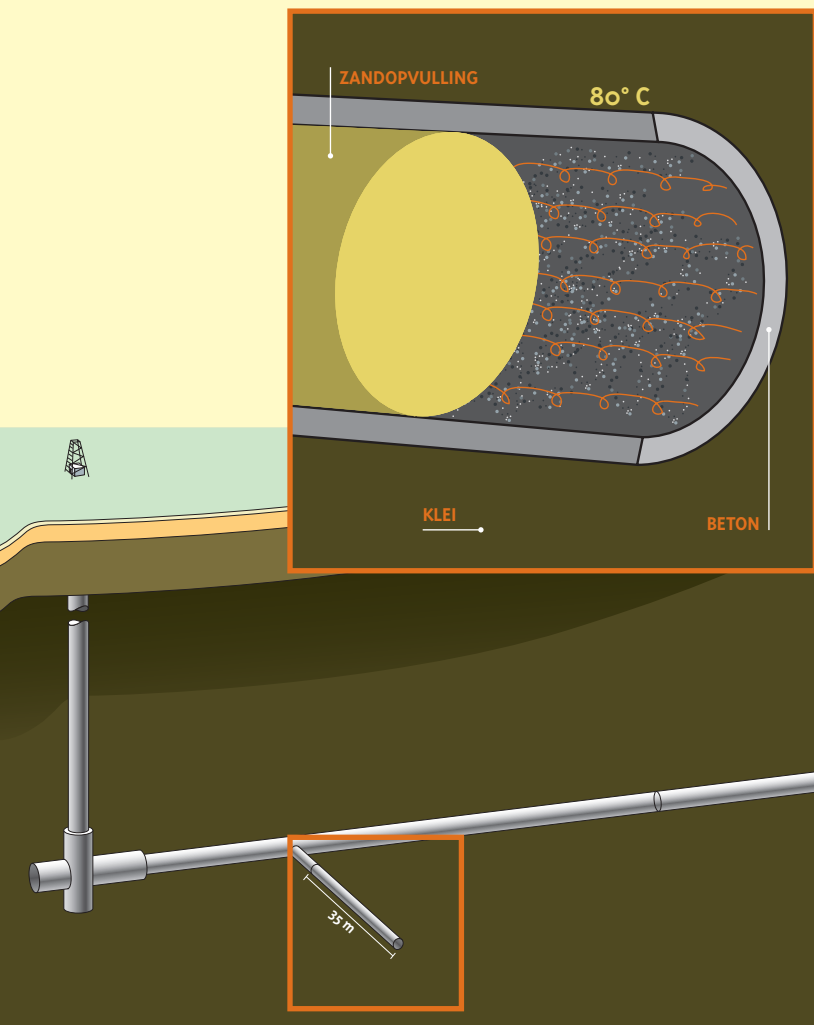
## Welke invloed zou de warmte van het hoogradioactieve afval hebben op de diepe klei?

In het ondergronds laboratorium onderzoekt men hoe de kleilaag reageert op warmte. De klei zet uit en er ontstaan spanningen. Bovendien neemt de waterdruk toe en beweegt het water in de klei een beetje. Daarom zou het afval dat warmte afgeeft, boven de grond opgeslagen moeten blijven tot de temperatuur voldoende gedaald is. Bovendien zouden de bergingsgalerijen zo ver van elkaar moeten liggen, dat de overblijvende warmte de klei niet doet barsten.

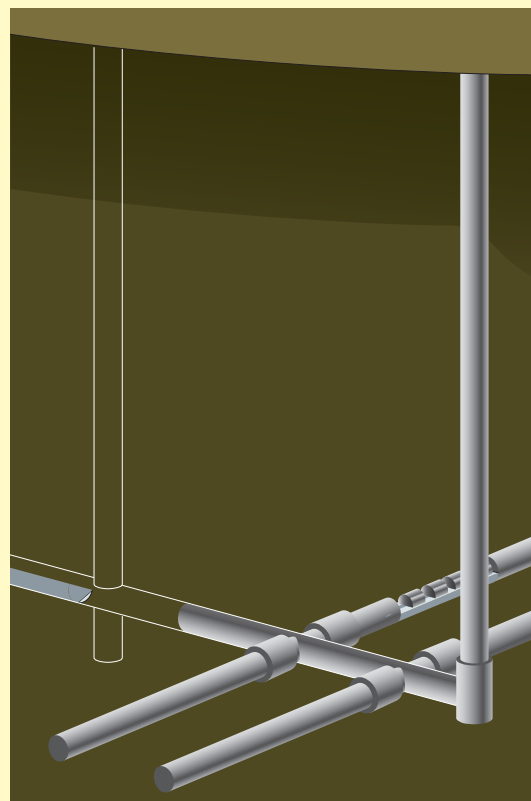
Een opwarmingsexperiment op ware grootte in het ondergronds laboratorium moet al die kennis bevestigen en verfijnen. Het experiment vindt plaats in een galerij van 35 meter lang en loopt van 2010 tot 2020. De warmte van het afval wordt nagebootst door elektrische weerstanden.

## Hoe zou zo'n berging diep onder de grond er kunnen uitzien?

De bergingsinstallatie zou zich in het midden van een diepe kleilaag bevinden. Ze zou bestaan uit een reeks bergingsgalerijen die aansluiten op een hoofdgalerij. De verpakkingen met het hoogradioactieve en/of langlevende afval zouden via verticale schachten in de bergingsinstallatie terechtkomen. Daarna zouden ze via de hoofdgalerijen naar de bergingsgalerijen gaan. Daar zouden ze één na één ingeschoven worden.



Een opwarmingsexperiment onder de grond zal onze kennis verfijnen.



Hoe berging diep onder de grond eruit kan zien, ligt nu min of meer vast.

## Hoe zouden de technici beschermd zijn bij berging van het hoogradioactieve en/of langlevende afval onder de grond?

Het afval zou boven de grond in een bergingscontainer geplaatst worden. Die container schermt de straling af en sluit de radioactieve stoffen in. Op die manier zouden de technici bij de berging beschermd zijn.

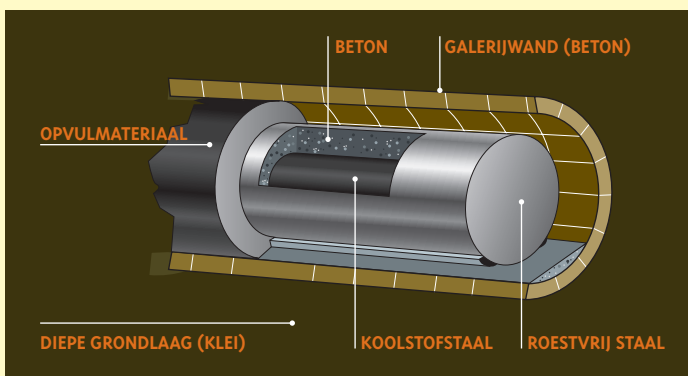
## Hoe zouden we de berging kunnen afsluiten als al het afval erin gebracht is?

Berging betekent dat we het radioactieve afval in geschikte installaties zouden brengen en dat we het in principe nooit meer zouden terughalen. Zodra een bergingsgalerij gevuld is met bergingscontainers, zou hij volledig opgevuld en afgedicht worden. Nadien zouden ook de hoofdgalerijen en de toegangsschachten afgedicht worden. De berging zou dan volledig van de buitenwereld afgesloten kunnen worden. Experimenten hebben bewezen dat dit mogelijk is.

## Hoe zou het hoogradioactieve en/of langlevende afval verpakt kunnen zijn?

De vaten met het hoogradioactieve en/of langlevende afval zouden in een verpakking in koolstofstaal geplaatst worden, de overpack. De overpack zou in

een 70 centimeter dikke betonnen cilinder zitten. En die zou dan op zijn beurt weer in roestvrij staal zitten. Dit geheel noemen we de bergingscontainer. Experimenten hebben uitgewezen dat al die lagen van de verpakking gedurende lange tijd de radioactieve stoffen zouden insluiten.



Ook hoe het afval verpakt zou kunnen zijn, is uitgewerkt.

## En wat binnen pakweg 5 000 jaar?

Onderzoekers kunnen geen experiment uitvoeren dat 5 000 jaar duurt. Daarom maken ze gebruik van computermodellen. Met de computer bootsen ze alle onderdelen van het bergingssysteem na en simuleren ze experimenten die heel lang duren. De resultaten daarvan vergelijken ze dan met de resultaten van echte experimenten. Dat maakt het mogelijk om zowel de simulaties als de echte experimenten te verfijnen. Door de computersimulaties kunnen ze het gedrag van het bergingssysteem tot ver in de toekomst evalueren en kunnen ze sommige elementen nog veiliger maken.

experimenten

verfijnde experimenten

resultaat

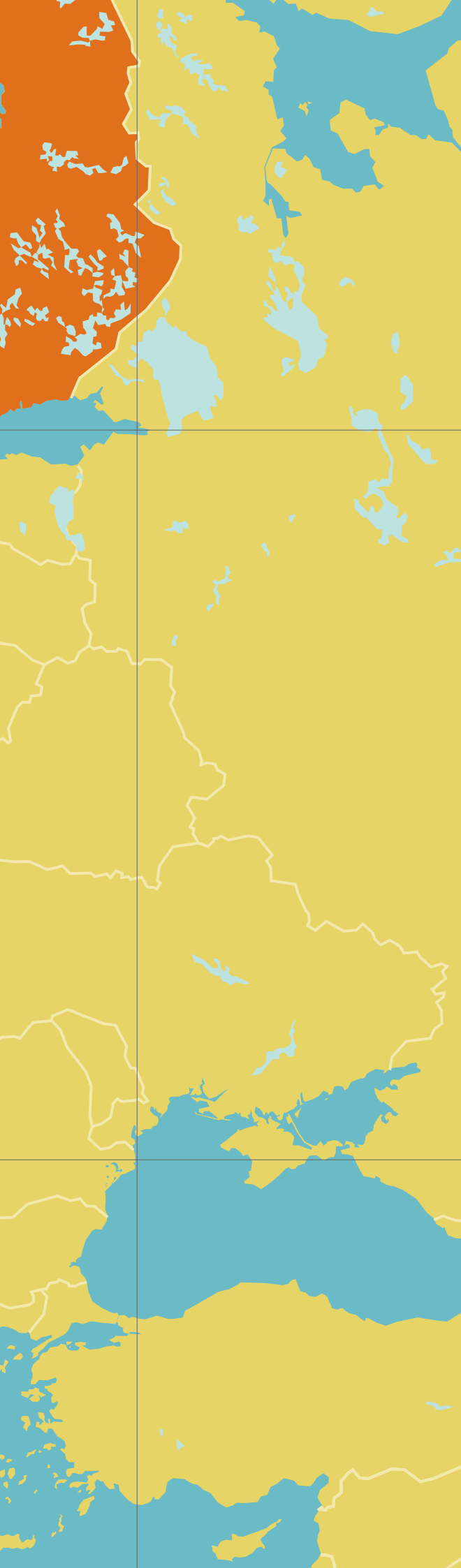
resultaat

Met computers kunnen we evalueren hoe het bergingssysteem onder de grond zich zou gedragen in de verre toekomst.

5 000 jaar **simulatie** 100 000 jaar en meer

# Hoe staat men tegenover berging in het buitenland?





## Wetenschappers internationaal zijn van mening dat berging diep onder de grond veilig zou zijn

Sinds tientallen jaren onderzoeken wetenschappers in vele landen of het verantwoord zou zijn om hoogradioactief en/of langlevend afval in diepe, stabiele grondlagen te bergen. Dat zou klei, graniet of zout kunnen zijn. De wetenschappers zijn inmiddels van mening dat dit soort berging veilig en haalbaar zou zijn.

Het principe van berging diep onder de grond is overal het zelfde: verschillende kunstmatige en natuurlijke barrières zouden de veiligheid op de lange termijn garanderen.

De praktische realisatie zou verschillen van land tot land. Dat is het werk van de ingenieurs en wetenschappers ter plaatse.

## Internationale samenwerking

In het Belgisch ondergronds laboratorium zijn er heel wat projecten waarin wetenschappers van diverse nationaliteiten samenwerken. Bovendien wordt de kennis over berging internationaal geëvalueerd en uitgewisseld.

## Wat is de situatie in andere landen?

In alle landen wordt het hoogradioactief en/of langlevend afval tijdelijk opgeslagen in gebouwen die speciaal daarvoor ontworpen zijn. De Verenigde Staten zijn momenteel het enige land waar berging van langlevend afval plaatsvindt. Het gaat om militair langlevend afval en de berging gebeurt in een zoutlaag.

In Europa hebben Duitsland, Finland, Frankrijk, het Verenigd Koninkrijk, Zweden en Zwitserland beslist om radioactief afval diep onder de grond te bergen. Enkel Finland is al met de ondergrondse werken begonnen. Zweden heeft de plaats voor de berging gekozen in juni 2009.

Andere landen, zoals Italië en België, hebben nog geen beslissing genomen. Spanje heeft de beslissing op de lange baan geschoven.



#### **ESV EURIDICE EIG**

ESV EURIDICE is een economisch samenwerkingsverband tussen NIRAS en het SCK•CEN. Het onderzoekt of het veilig en haalbaar is om radioactief afval te bergen.



#### **NIRAS**

NIRAS is de Nationale instelling voor radioactief afval en verrijkte splijtstoffen. NIRAS is verantwoordelijk voor het beheer van het Belgische radioactieve afval op lange termijn.



STUDIECENTRUM VOOR KERNENERGIE  
CENTRE D'ETUDE DE L'ENERGIE NUCLEAIRE

Het SCK•CEN is het Studiecentrum voor Kernenergie te Mol. Het centrum is gespecialiseerd in nucleaire wetenschap en technologie.

#### **Wil je meer weten?**

ESV EURIDICE organiseert het hele jaar door bezoeken, na registratie.

Bezoekers moeten minstens 18 jaar oud zijn.

Meer informatie is te bekomen bij Brigitte Pitz,

tel. 014 33 27 84, [brigitte.pitz@sckcen.be](mailto:brigitte.pitz@sckcen.be)

#### **ESV EURIDICE**

Boeretang 200, 2400 Mol

tel. 014 33 27 84, fax 014 32 37 09

[www.euridice.be](http://www.euridice.be)