

Editoriaal

Op internationaal vlak zijn de wetenschappers het eens: berging in een stabiele geologische laag is een geschikte oplossing voor het beheer van radioactief afval op lange termijn. In België wordt deze oplossing al meer dan 25 jaar bestudeerd. Met haar onderzoeksactiviteiten wil NIRAS nagaan of de berging in een weinig verharde kleilaag (zoals bijvoorbeeld de Boomse Klei in Noord-Oost België) de veiligheid van mens en milieu op lange termijn kan waarborgen. Hoewel reeds grote vooruitgang geboekt is in de evaluatie van de haalbaarheid en de veiligheid op lange termijn van deze bergingsvorm, moet het onderzoek nog worden voortgezet om de resterende onzekerheden op te heffen. In dit kader is de studie van de geologische stabiliteit van Noord-Oost België belangrijk.

In dit nummer van ACTUA vindt u een stand van zaken van de paleoseismische studie¹ van de geologische breuk van Rauw, die NIRAS in samenwerking met de Koninklijke Sterrenwacht uitvoert. Deze studie, die met het graven van een sleuf haar eindfase bereikt heeft, moet NIRAS niet alleen een duidelijker beeld geven van de geologische stabiliteit op lange termijn in de streek van Mol-Dessel, maar moet ook een beter inzicht verschaffen in de frequentie en de grootte van aardbevingen in deze streek.



Jean-Paul Minon

¹ *Paleoseismische studie: de studie van de aardbevingen die in geologische tijden zijn opgetreden (minimum enkele duizenden jaren geleden).*

Welke eindbestemming voor het Belgisch radioactief afval?

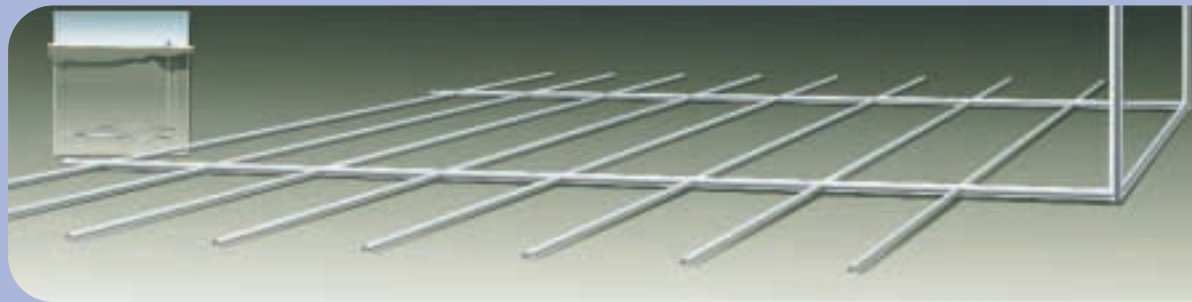
In België is het dagelijkse beheer van radioactief afval routinewerk. Na verwerking en conditionering wordt het afval tijdelijk opgeslagen in speciaal daartoe bestemde gebouwen op de site van Belgoprocess, de ondernemingsdochtermaatschappij van NIRAS in Dessel. Hiermee is de zaak echter niet rond; er moet namelijk nog een oplossing gevonden worden voor het beheer van het afval op lange termijn.

De berging heeft tot doel het radioactieve afval van de biosfeer te isoleren zolang de radioactiviteit in het afval niet door natuurlijk verval gedaald is tot op een niveau dat onschadelijk is voor mens en milieu. Bepaalde radioactieve stoffen zijn reeds na een paar seconden onschadelijk, maar andere blijven tien- tot zelfs honderdduizend jaar gevaarlijk.

Het multibarrièreprincipe

Om mens en milieu op lange termijn tegen radioactief afval te beschermen, moeten twee zaken vermeden worden: enerzijds mag de door dit afval geproduceerde straling de atmosfeer niet bereiken en anderzijds mogen de radioactieve stoffen zich niet in het milieu verspreiden. Dit verklaart waarom de veiligheid van de bergingsinstallatie op een reeks natuurlijke en/of kunstmatige barrières berust.

Iedere barrière speelt een eigen en aanvullende rol die tot doel heeft de radioactieve stoffen in te sluiten, de eventuele verspreiding ervan op lange termijn te vertragen en de bereikbaarheid ervan te beperken. In tegenstelling tot oppervlakteberging – die enkel in aanmerking komt voor laagactief en/of kortlevend afval en waar de veiligheid berust op de opeenvolging van verschillende kunstmatige barrières – is bij diepe berging de geologische laag waarin de bergingsinstallatie gebouwd is, de belangrijkste barrière op lange termijn. Voor hoogactief en/of langlevend afval is het namelijk de geologie van de bergingsite die voor de bescherming van mens en milieu moet zorgen wanneer de kunstmatige barrières niet langer afdoend zijn.



De algemene architectuur van diepe berging

Het concept van diepe berging dat in België bestudeerd wordt, neemt de vorm aan van een reeks bergingsgalerijen die in een diepe kleilaag uitgegraven worden. Deze galerijen zijn onderling verbonden door één of meer hoofdgalerijen die via schachten bereikbaar zijn. De verpakkingen met geconditioneerd afval worden samen met een opvullingsmateriaal in de bergingsgalerijen geplaatst. De architectuur van een eventuele bergingsinstallatie en de materialen die zouden worden gebruikt bij de bouw ervan, zijn nog in ontwikkeling. Wanneer alle bergingsgalerijen gevuld zullen zijn, kan het geheel afgesloten worden en zal de bergingsinfrastructuur op die manier volledig van de buitenwereld afgezonderd zijn.



Paleoseismische studie van de breuk van Rauw

Geologie, slechts één uit een reeks wetenschappelijke disciplines

Om de mogelijkheid tot berging van het Belgische radioactief afval in de Boomse Klei te bestuderen, heeft NIRAS een onderzoeks- en ontwikkelingsprogramma uitgewerkt. De twee belangrijkste doelstellingen daarvan zijn:

- de technische haalbaarheid van een dergelijke berging aantonen (hierbij speelt het ondergrondse onderzoekslaboratorium HADES, dat door het ESV EURIDICE geëxploiteerd wordt, een zeer belangrijke rol);
- een evaluatie maken van de veiligheid die een dergelijke berging op lange termijn moet bieden.

Bij berging moet de veiligheid gewaarborgd worden over veel langere periodes dan de tijdsschalen die we gewoon zijn. De uitvoering van deze berging kan dus niet steunen op ervaringen met gelijkaardige realisaties. Radioactief afval kan pas geborgen worden na een lang, geleidelijk en flexibel proces waarbij talrijke wetenschappelijke disciplines aan bod komen: geologie en hydrogeologie, burgerlijke en mijnbouwkunde, geochemie, fysica van de radionucliden, materiaalwetenschap, statistiek en numerieke analyse.

Geologische studies

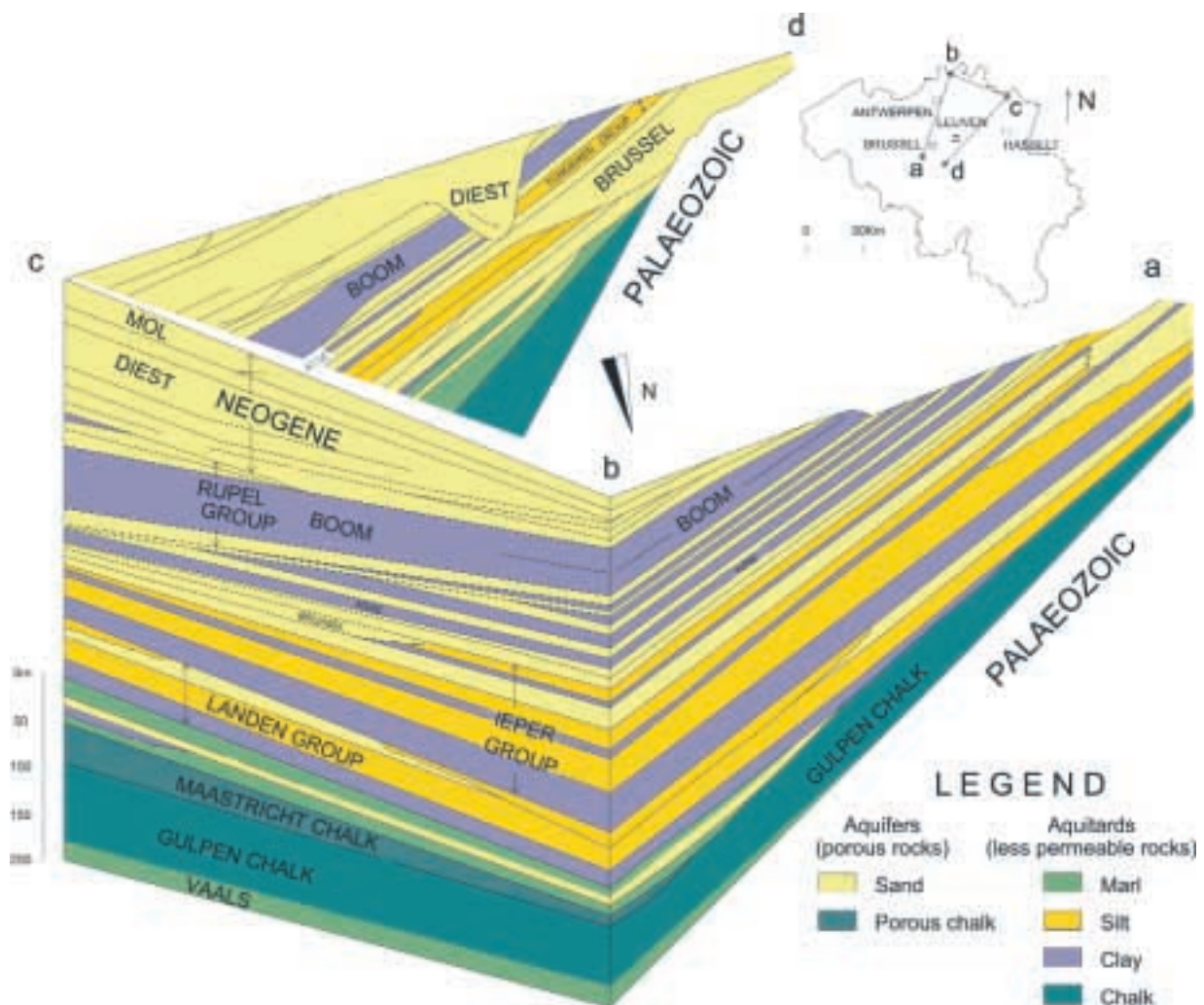
Het hoofddoel van de geologische studies is de kwaliteit van het gastgesteente te evalueren. In België zijn deze studies gericht op kleilagen. Deze vertonen een reeks eigenschappen waardoor ze geschikt zijn als gastformatie:

- om te beginnen is klei plastisch, waardoor eventuele scheuren en breuken vanzelf weer dichtgaan;
- ten tweede is klei weinig waterdoorlatend, waardoor de kans dat radioactieve stoffen die zich in de bergingsinstallatie bevinden, zich in de biosfeer zouden verspreiden via waterverplaatsingen zeer gering is;
- ten slotte heeft klei een hoog retentievermogen, waardoor de radioactieve stoffen vastgehouden worden.

Al deze gunstige eigenschappen moeten evenwel nog verder bevestigd en gekwantificeerd worden. Daarom werd een programma voor geologisch onderzoek gestart, onder meer om boringen, seismische campagnes, laboratoriumtests en bibliografische studies uit te voeren.

De studies die NIRAS tot op heden heeft verricht, hebben in eerste instantie geleid tot een betere kennis van de Boomse Klei:

- de Boomse Klei is ongeveer 100 meter dik; de helling bedraagt circa 1°; de samenstelling is vrij vergelijkbaar over het volledige grondgebied van de Kempen; de basis ligt tussen 200 en 400 meter diep;
- alle resultaten lijken te bevestigen dat de Boomse Klei een stabiele laag is sedert de afzetting ervan dertig miljoen jaar geleden;
- de Boomse Klei is weinig waterdoorlatend en de verstoringen die het gevolg zijn van de graafwerken zullen vanzelf weer dichtgaan.



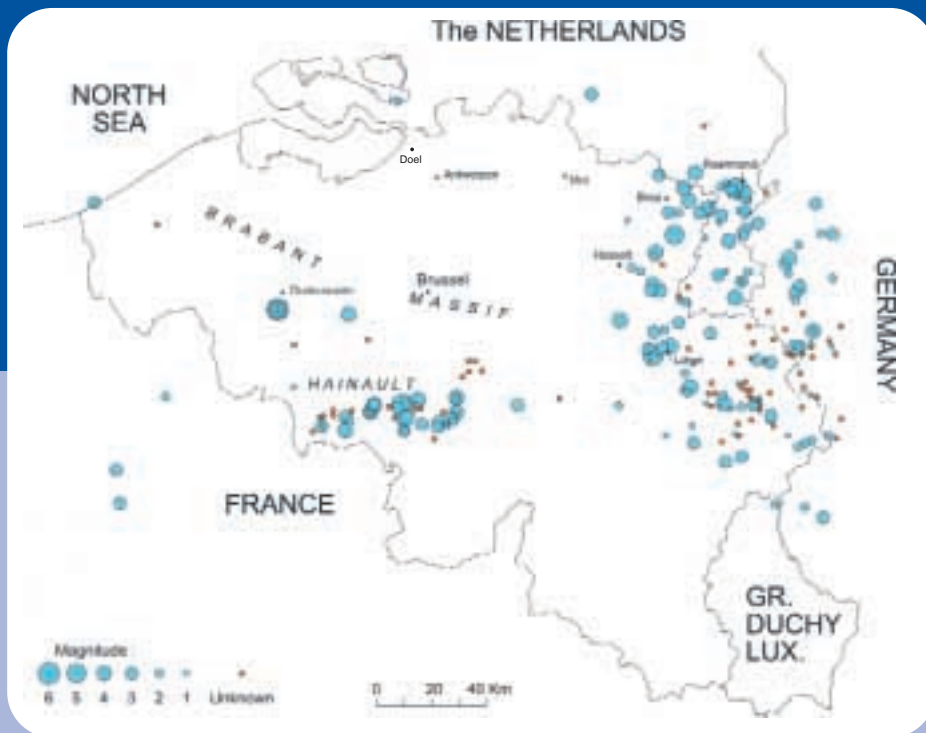
Situering van de Boomse Klei in de geologische lagen.

Verder heeft het geologisch onderzoek tot doel de geologische evolutie van de Kempen en het toekomstig gedrag van de Boomse Klei te voorspellen. Dit is noodzakelijk om de stabiliteit en de veiligheid van een eventuele diepe berging in deze laag op zeer lange termijn (ongeveer een miljoen jaar, met een focus op de eerste duizenden jaren) te evalueren. Hoe zit het bijvoorbeeld met de frequentie en de maximale grootte van aardbevingen in de streek van Mol-Dessel? En welke impact kunnen deze verschijnselen op de geologie van deze streek hebben?

In het meest oostelijke deel van de Kempen komt een breukenstelsel² voor dat bekend is onder de naam Roerdal Slenk³. De activiteit van deze breuken geeft aanleiding tot aardbevingen (bijvoorbeeld de aardbeving van Roermond, 1992). De Koninklijke Sterrenwacht verricht sinds een tiental jaren onderzoek naar de activiteit van deze breuken. In samenwerking met NIRAS is ze een paleoseismische studie gestart van de breuk van Rauw, één van de breuken die het dichtst bij de streek van Mol-Dessel gelegen is.

² Breuk: een in de ondergrond aanwezige breuk of breukzone waarlangs zich een verplaatsing van rotslagen voordoet. De lagen die aan de ene kant van de breuk gelegen zijn, ondergaan een verplaatsing ten opzichte van de lagen aan de overkant.

³ Slenk: smalle, langwerpige, door normale breuken begrensde tektonische continentale verzakkingsbreuk die ontstaat naar aanleiding van een scheur in de korst onder invloed van een uitzetting.



De opgemeten aardbevingen in België zijn aangeduid in het blauw.

Wat is een aardbeving?

Aardbevingen vinden plaats wanneer spanningen zich gaan ophopen op een gegeven plaats in een gesteente. Deze opgehoopte spanningen kunnen bijvoorbeeld veroorzaakt worden door de wrijving van twee blokken die ten opzichte van elkaar kunnen bewegen langs een breuk. Wanneer de opgehoopte spanningen een bepaalde grenswaarde bereiken, beweegt het gesteente en wordt de ingesloten energie plots vrijgegeven. Deze energie uit zich in de vorm van een elastische vervormingsgolf die zich doorheen de aarde en via het aardoppervlak voortplant: een aardbeving.

Een methode om de grootte van een aardbeving te meten, bestaat erin de effecten ervan aan de oppervlakte van de aarde te bestuderen. Samen met aardbevingen ontstaan namelijk grote of minder grote grondverschuivingen in de geologische lagen. De studie van de breuk langs breuklijnen in geologische lagen maakt het mogelijk de grootte en de leeftijd van aardbevingen te bepalen.

De vraag naar de keuze van een site voor berging van hoogactief en/of langlevend afval

NIRAS beschouwt de Boomse Klei als een referentiegesteente en de zone Mol-Dessel als een referentiesite voor de onderzoeks-, ontwikkelings- en demonstratiewerkzaamheden met betrekking tot diepe berging.

De keuze van een site voor de diepe berging van hoogactief en/of langlevend afval is momenteel dan ook niet aan de orde in België. Tot op heden hebben de onderzoeks- en ontwikkelingswerkzaamheden van NIRAS betrekking op het gastgesteente en ze hebben geenszins te maken met de keuze van een bergingssite. Daar komen immers veel andere factoren bij kijken, zowel technische als maatschappelijke.

Waarom een paleoseismische studie van de breuk van Rauw?

Van alle breuken die deel uitmaken van de Roerdal Slenk, liggen de breuken van Rauw en Poppel het dichtst bij de streek van Mol-Dessel. Het kunnen inschatten of die breuken een recente seismische activiteit gekend hebben op de geologische tijdschaal (van 1.000 jaar en meer) kan belangrijke antwoorden bieden voor het onderzoek naar de stabiliteit en de veiligheid op zeer lange termijn van een eventuele diepe berging in de Boomse Klei. De enige manier om dit te weten te komen, bestaat erin de sporen van breukwerking in de recente geologische lagen te bestuderen. Hiertoe moet een sleuf⁴ gegraven worden op de plaats waar zich een breuk bevindt.

In eerste instantie had de door de Koninklijke Sterrenwacht en NIRAS uitgevoerde studie tot doel een site te bepalen die het meest geschikt was om een sleuf te graven.

Hiertoe moesten drie stappen ondernomen worden:

- ten eerste een bibliografische studie en geomorfologische analyses die het mogelijk moesten maken om bij benadering de ligging van de breuken van Rauw en Poppel te bepalen;
- ten tweede geofysische metingen en handboringen om de ligging aan de oppervlakte van deze breuken te verkennen;
- ten derde de keuze van een site waar het uitgraven van een sleuf mogelijk zou zijn.

Bibliografische studies en geomorfologische analyses

In vergelijking met de actievere breuken van de Roerdal Slenk waren de gegevens met betrekking tot de breuken van Rauw en Poppel minder uitgebreid. Dit verklaart waarom belangrijke voorafgaande onderzoeken nodig waren om de ligging van deze twee breuken bij benadering te bepalen.

In de eerste studiejaren werden de topografische kaarten van de streek en de bestaande gegevens over deze breuken onder de loep genomen. Op basis hiervan kon hun ligging in de zone tussen Mol en Lommel en in de zone tussen Leopoldsburg en de Nederlandse grens, ten noorden van Postel, beter gelokaliseerd worden.

Topografische anomalieën veroorzaakt door breuktrede⁵ – waarvan de grootte tussen 0,5 m en 1 meter schommelt – werden effectief vastgesteld in het landschap, op plaatsen waar geen menselijke ingrepen hadden plaatsgevonden. Deze vaststellingen gebeurden op basis van de aanwezigheid van abnormale depressies in het landschap, van plotse wijzigingen in de topografische contouren, van meanders in de rivieren en valleien, van moerassige gebieden, van duinlandschappen en uiteraard ook op basis van geologische en geofysische aanwijzingen in de bestaande literatuur.

In tegenstelling tot de breuktrede veroorzaakt door de breuk van Rauw is deze van de breuk van Poppel blijkbaar overdekt geweest door recente duinen, waardoor de breuk niet meer bestudeerd zou kunnen worden door middel van een sleuf. Daarom werd beslist dat verdere studies zich specifiek zouden richten op de breuk van Rauw.

Geofysische metingen

Op basis van deze bibliografische studies en geomorfologische analyses werden de meest veelbelovende sites geselecteerd om de breuk van Rauw in een te graven sleuf te observeren. Hier werden geofysische metingen uitgevoerd – gedetailleerde topografische metingen, handboringen en gekerde boringen, elektromagnetische weerstandsprofielen, sonderingen, elektrische tomografieën – om zekerheid te bekomen omtrent de nauwkeurige ligging van de breuk.

Op bijna alle sites werden abnormale oppervlakteweerstand en verschuivingen van lithologische grenzen waargenomen ter hoogte van de vermoedelijke plaats van de breuk van Rauw, waardoor de ligging van deze breuk kon worden bevestigd.



De keuze van een site voor de sleuf

Op basis van de resultaten van de uitgevoerde geofysische metingen werd een bruikbare site geïdentificeerd in Postel (op de terreinen van Sibelco), waar aan sleufonderzoek gedaan kan worden. Op deze site konden met behulp van radar aanwijzingen van verstoringen gemeten worden.

De graafwerken werden gestart op 31 maart 2003. De sleuf is 100 meter lang, 8 meter breed en 3 meter diep en bestaat aan de ene zijde uit een hellende wand van 60°, en aan de andere zijde uit een verticale wand met een trede op halve hoogte. De uitgegraven aarde (circa 900 m³) zal weer teruggestort worden bij het dichtmaken van de sleuf. Op de plaats van de graafwerken ligt het waterpeil tussen 1 meter en 1,5 meter onder het aardoppervlak. Om het peil te verlagen tot onder de diepte van de sleuf, moest dus grondwater weggepompt worden vóór de aanvang van de graafwerken. Tijdens de hele duur van de werkzaamheden zal grondwater moeten worden weggepompt.

De sleuf zal ongeveer een maand toegankelijk blijven, de tijd die nodig is om alle onderzoekswerkzaamheden uit te voeren: het schoonmaken van de wanden, het plaatsen van een beschermlaag tegen regen en een raster om zich op de wand te kunnen oriënteren, verslag van de waarnemingen, foto's, monsternemingen, eventueel bijkomend geofysisch onderzoek, enz. Gedurende deze periode zullen deskundigen uit verschillende onderzoeksdomeinen (aardwetenschappen, datering, stratigrafie, geomorfologie, sedimentologie, structurele geologie, enz.) de sleuf kunnen bezoeken en helpen bij de interpretaties.

⁴ De laatste tien jaar werden verscheidene sleuven in de streek van de Roerdal Slenk geopend. De sleuf van Rotem, die in juni 2002 geopend werd, is daar het recentste voorbeeld van. Aan de hand van deze sleuf kon bepaald worden wanneer de laatste aardbevingen die door de breuk van Feldbiss (ten westen van de Roerdal Slenk) veroorzaakt werden, plaatsvonden, en wat hun grootte en frequentie waren. Zo kon ook met een grotere nauwkeurigheid de datering van de volgende aardbeving bepaald worden.

⁵ Topografisch breuktrede: breuk in het reliëf die in het landschap zichtbaar is en die het gevolg van een aardbeving kan zijn.

Lering trekken uit de studie van de breuk van Rauw

Na het terreinonderzoek zal men kunnen starten met de analyse van de waarnemingen en van de grondstalen. Aan de hand van de resultaten die in 2004 beschikbaar zullen zijn, zal bepaald kunnen worden of een recente seismische activiteit plaatsgevonden heeft in de breuk van Rauw. De datering van de laatste aardbevingen, de maximale grootte en de frequentie ervan zullen hopelijk vastgesteld kunnen worden. Deze gegevens moeten een betere inschatting mogelijk maken van het risico van aardbevingen in de streek van Mol-Dessel. Deze paleoseismische studie zal NIRAS helpen om de onzekerheden in verband met de veiligheid en de stabiliteit op lange termijn van een diepe berging van radioactief afval in de Boomse Klei weg te nemen.

Meer weten?

- website van NIRAS (www.nirond.be);
- website van het Koninklijk Observatorium van België (www.astro.oma.be/SEISMO/SAFE/mol/index.html);
- het boek "Geologie van de Kempen – Een synthese", dat besteld kan worden via de website van NIRAS;
- het rapport SAFIR 2, dat gedownload of besteld kan worden via de website van NIRAS;
- Naar een duurzaam beheer van radioactief afval – het rapport SAFIR 2 en z'n context (persdossier van 4 februari 2002), dat gedownload of besteld kan worden via de website van NIRAS

Colofon

*ACTUA is het informatiebulletin van
NIRAS (de nationale instelling voor
radioactief afval en verrijkte
spleijstoffen),
Kunstlaan 14,
BE-1210 Brussel*

Verantwoordelijke uitgever:
Jean-Paul Minon

Contact en abonnementen:
*Valentine Vanhove,
tel. + 32 2 212 10 34,
v.vanhove@nirond.be*