



Afvalplan

**voor het langetermijnbeheer van geconditioneerd hoogradioactief en/of
langlevend afval en overzicht van verwante vragen**

Dit document is het resultaat van uitgebreid teamwerk binnen NIRAS en met Brigitte Cornélis, zelfstandige wetenschappelijke redactrice, die het heeft opgesteld. Het is eveneens beschikbaar in het Frans en zal beschikbaar zijn in het Engels. De executive summary is beschikbaar in het Nederlands, het Frans en het Duits. Ze werd op 30 september 2011 gepubliceerd in het Belgisch Staatsblad. Ze zal beschikbaar zijn in het Engels.

Contact: NIRAS, Dienst Communicatie, Kunstlaan 14, 1210 Brussel
info@afvalplan.be

Aanvullende informatie: www.niras-afvalplan.be

Referentie: ONDRAF/NIRAS, Afvalplan voor het langetermijnbeheer van geconditioneerd hoogradioactief en/of langlevend afval en overzicht van verwante vragen, rapport NIROND 2011-02 N, 2011

Verantwoordelijke uitgever:

Jean-Paul Minon, Avenue des Combattants 107 A, 1470 Genappe

Woord vooraf

Het Afvalplan van NIRAS heeft tot doel te beantwoorden aan de vereisten

- van het koninklijk besluit van 30 maart 1981, zoals gewijzigd, houdende bepaling van de opdrachten en de werkingsmodaliteiten van de instelling, dat haar verplicht een algemeen programma voor het beheer op lange termijn op te stellen voor het radioactieve afval,
- en van de wet van 13 februari 2006 betreffende de beoordeling van de gevolgen voor het milieu van bepaalde plannen en programma's en de inspraak van het publiek bij de uitwerking van de plannen en programma's in verband met het milieu.

Het beantwoordt tevens aan de vraag die de voorgdij in 2004 aan NIRAS heeft gericht om een maatschappelijke dialoog over het langetermijnbeheer van geconditioneerd hoogactief en/of langlevend afval (B&C-afval) voor te bereiden en te starten en alle mogelijke strategieën voor dit beheer te evalueren, teneinde een beslissing mogelijk te maken over de beheeroplossing die moet worden gerealiseerd om mens en milieu te beschermen zolang dit afval een risico vormt.

Het Afvalplan van NIRAS werd op 23 september 2011 aangenomen door de raad van bestuur van NIRAS, de enige autoriteit die daartoe gemachtigd is. Het werd door NIRAS afgewerkt na ontvangst van de adviezen en opmerkingen die tijdens de zomer 2010 werden geformuleerd in het kader van de wettelijke raadpleging van diverse officiële instanties en van het publiek waaraan het ontwerp van Afvalplan en het begeleidende strategisch milieueffectenrapport (*strategic environmental assessment* of SEA) werden voorgelegd, overeenkomstig de bepalingen van de wet van 2006. Het vervangt en annuleert het ontwerp van Afvalplan. Het Afvalplan werd tevens bijgewerkt om rekening te houden met de wijzigingen die zich sinds juni 2010 hebben voorgedaan op nationaal en internationaal vlak en in de buitenlandse programma's: het geeft de toestand weer zoals die zich voordeed op 31 juli 2011. Het houdt echter geen rekening met de Europese richtlijn van 19 juli 2011 betreffende het verantwoord en veilig beheer van verbruikte splijtstof en radioactief afval, behalve dat een bijlage is toegevoegd met enkele opvallende punten van deze richtlijn die rechtstreeks verband houden met het Afvalplan en met een eerste analyse van de bijdrage van het Afvalplan tot de naleving van de bepalingen van de richtlijn. Aangezien de wet van 2006 niet voorziet in het aanpassen van het SEA als gevolg van de wettelijke raadpleging is het SEA ongewijzigd gebleven.

In zijn advies over het ontwerp van Afvalplan en over het SEA stelt het Adviescomité SEA, dat opgericht werd door de wet van 2006, geen leemtes vast in de wijze waarop de wettelijke procedure werd uitgevoerd. Het *"waardeert de investering die het NIRAS heeft gedaan om te zorgen voor een correcte uitvoering van de procedure met betrekking tot de milieueffectenbeoordeling, inzonderheid door een versie van het repertorium in te dienen die rekening houdt met zijn opmerkingen"*. Het Adviescomité SEA stelt eveneens vast dat *"de documentatie compleet is [...]"*.

Met het Afvalplan wil NIRAS voldoen aan haar wettelijke verplichtingen en de regering tegelijkertijd alle nodige elementen aanreiken om haar in staat te stellen met kennis van zaken een *principebeslissing* te nemen, dit wil zeggen een algemene beleidsbeslissing,

over het langetermijnbeheer van het B&C-afval, inclusief de bestraalde splijtstoffen die als afval worden aangegeven. Het Afvalplan is dus een strategisch document. Het heeft niet tot doel een uitvoerige beschrijving te geven van alle argumenten, inzonderheid de wetenschappelijke, technische en financiële argumenten, die ten grondslag liggen aan de beheeroplossing die NIRAS aanbeveelt. Deze argumentatie is in ruime mate gedocumenteerd in de nationale en internationale wetenschappelijke literatuur waarnaar het Afvalplan en het SEA verwijzen. Het Afvalplan en het SEA berusten inderdaad op een stevige basis van wetenschappelijke en technische kennis die de kennis verworven in het kader van het Belgische programma en zelfs in het kader van langetermijnbeheer-programma's voor radioactief afval in het algemeen, ver overstijgt.

Het Afvalplan zoals het is aangenomen, zal pas worden uitgevoerd als het gevalideerd is door een principebeslissing van de regering, die op korte termijn noodzakelijk is en die een duidelijk beleid voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval vastlegt. De geleidelijke ontwikkeling van dit beleid zou moeten worden omkaderd door een normatief systeem dat eveneens moet worden uitgewerkt.

Het Afvalplan en het SEA gaan vergezeld van de volgende twee documenten:

- de verklaring die, overeenkomstig de bepalingen van de wet van 2006, onder meer samenvat hoe in het Afvalplan rekening werd gehouden met het SEA en de raadplegingen die tijdens de wettelijke procedure werden gehouden;
- het rapport van het publieksforum dat de Koning Boudewijnstichting op verzoek van NIRAS eind 2009 – begin 2010 heeft georganiseerd en dat gewijd was aan de vraag "Hoe beslissen over het langetermijnbeheer van het B&C-afval?".

Executive summary

In België heeft de wetgever het beheer van radioactief afval toevertrouwd aan een openbare instelling met rechtspersoonlijkheid: de Nationale instelling voor radioactief afval en verrijkte splijtstoffen of NIRAS. Dat beheer moet de mens en het milieu beschermen tegen de risico's van radioactief afval en heeft dan ook in belangrijke mate betrekking op het langetermijnbeheer. Geconditioneerd laag- en middelactief kortlevend afval, afval van categorie A genoemd, vormt immers verscheidene honderden jaren lang een risico voor de mens en het milieu. Het andere geconditioneerde afval dat beheerd wordt door NIRAS, het geconditioneerde afval van de categorieën B en C, ook B&C-afval genoemd, heeft als gemeenschappelijk kenmerk dat het zodanig veel langlevende radionucliden bevat dat het gedurende verscheidene tienduizenden tot honderdduizenden jaren een risico vormt. Het gaat om afval van hoge activiteit en/of lange levensduur.

Het langetermijnbeheer van radioactief afval is een exclusieve bevoegdheid van NIRAS. Volgens het wettelijk kader houdt dit beheer op lange termijn in dat het afval in de installatie voor langetermijnbeheer moet worden geplaatst *zonder de bedoeling* het terug te nemen; deze installatie is dan de eindbestemming van het afval. Het feit dat het niet de bedoeling is het afval terug te nemen, betekent echter niet noodzakelijk dat het onmogelijk is het terug te nemen of dat het onmogelijk is controles uit te voeren.

In tegenstelling tot de toestand met betrekking tot het afval van categorie A is er in België nog geen gevalideerd institutioneel beleid voor het langetermijnbeheer van het bestaande en geplande B&C-afval, inclusief de niet-opgewerkte bestraalde splijtstoffen die als afval worden aangegeven (of kunnen worden aangegeven) alsook de overtollige hoeveelheden verrijkte splijtstoffen en plutoniumhoudende stoffen (behalve splijtstoffen) die als afval worden aangegeven (of kunnen worden aangegeven).

In het vervolg van de tekst wordt met de uitdrukking 'B&C-afval' ook bedoeld: inclusief de niet-opgewerkte bestraalde splijtstoffen die als afval worden aangegeven (of kunnen worden aangegeven) alsook de overtollige hoeveelheden verrijkte splijtstoffen en plutoniumhoudende stoffen (behalve splijtstoffen) die als afval worden aangegeven (of kunnen worden aangegeven).

Het belang en de kwaliteit van de onderzoeks-, ontwikkelings- en demonstratiewerkzaamheden (RD&D) inzake langetermijnbeheer van het B&C-afval, die in 1974 werden opgestart door het Studiecentrum voor Kernenergie (SCK•CEN) en een tiental jaren later onder de verantwoordelijkheid van NIRAS werden geplaatst, werden vanaf 1976 herhaaldelijk bevestigd door verschillende commissies en werkgroepen die door institutionele instanties belast waren met de opdracht zich uit te spreken over de aan de gang zijnde studies over het langetermijnbeheer van het B&C-afval of over kwesties met betrekking tot het energiebeleid. De gekozen richting — *geologische berging in weinig verharde klei* (in België de Boomse Klei of de Ieperiaanklei) — werd echter nooit formeel bevestigd of ontkracht op federaal vlak.

Het behoort echter tot de verantwoordelijkheid van de landen die het Gezamenlijk Verdrag van 1997 inzake de veiligheid van het beheer van bestraalde splijtstof en inzake de veiligheid van het beheer van radioactief afval hebben ondertekend, waaronder België, om een beleid voor het langetermijnbeheer van dit afval te hebben. Nadat België

dit verdrag had bekrachtigd, heeft hij het in 2002 omgezet in zijn wettelijk kader. Deze nationale verantwoordelijkheid, die losstaat van het toekomstige energiebeleid van de betrokken landen, vormt ook één van de basisprincipes van de Europese richtlijn 'Afval' van 19 juli 2011 betreffende het verantwoord en veilig beheer van verbruikte splijtstof en radioactief afval. (Het Afvalplan houdt geen rekening met deze zeer recente richtlijn, behalve door toevoeging van een bijlage met enkele opvallende punten van deze richtlijn die rechtstreeks verband houden met het Afvalplan en met een eerste analyse van de bijdrage van het Afvalplan aan de naleving van de bepalingen van de richtlijn.)

Een institutioneel beleid voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval is overigens in meerdere opzichten onmisbaar, in het bijzonder om NIRAS in staat te stellen de RD&D-werkzaamheden die nog nodig zijn, te focussen op basis van de eindbestemming van dit afval, alle 'stroomopwaartse' aspecten van het beheer ervan te bepalen en te optimaliseren, het principe 'de vervuiler betaalt' op meer concrete basis toe te passen dan vandaag het geval is, om de gemeenten waar het afval momenteel tijdelijk wordt opgeslagen niet langer in het ongewisse te laten over de duur van deze opslag en om de toekomstige generaties niet op te zadelen met de beheerverantwoordelijkheid, inclusief alle bijbehorende lasten (technisch, financieel, besluitvorming, radiologisch, enz.), overeenkomstig het principe van intergenerationele billijkheid dat vermeld is in het Gezamenlijk Verdrag en in de 'Afval'-richtlijn.

1 Motivering en draagwijdte van het Afvalplan

Aangezien

- NIRAS wettelijk verplicht is een algemeen beheerprogramma op lange termijn te hebben voor het radioactieve afval;
- een beleid voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval *onmisbaar* is;
- het RD&D-programma van NIRAS voor het langetermijnbeheer van B&C-afval, dat in de lijn ligt van internationale aanbevelingen hieromtrent, een staat van technisch vergevorderde maturiteit bereikt heeft en een algemene beleidsbeslissing ter zake bijgevolg *mogelijk* is;
- NIRAS in 2004 door haar voorgedij belast werd met de voorbereiding en het aangaan van een maatschappelijke dialoog op elk niveau over het langetermijnbeheer van B&C-afval en met de evaluatie van alle mogelijke strategieën voor dit beheer, zodat een beslissing kan worden genomen omtrent de te realiseren beheeroplossing;
- de wet van 13 februari 2006, enerzijds, bepaalt dat het algemeen programma voor het beheer op lange termijn van radioactief afval het voorwerp dient te zijn van een beoordeling van zijn effecten voor het milieu en dat het milieueffectenrapport (*strategic environmental assessment* of SEA) een beoordeling dient te bevatten van de waarschijnlijke gevolgen van 'redelijke alternatieven' en, anderzijds, voorziet in inspraak van het publiek bij het opstellen van dit programma;

heeft NIRAS het initiatief genomen om in één enkel document, het *Afvalplan*, alle nodige elementen samen te brengen zodat de regering met kennis van zaken een *principebeslissing* of, met andere woorden, een *algemene beleids- of richtingaangevende beslissing* kan nemen over het langetermijnbeheer van het B&C-afval. Een dergelijke

beslissing is geen beslissing tot onmiddellijke uitvoering van een specifieke oplossing op een bepaalde site.

Het Afvalplan is gericht op het langetermijnbeheer van het B&C-afval. Het slaat enkel op het bestaande afval en het afval waarvan de productie gepland is, hoofdzakelijk in het kader van het huidige elektronucleaire programma. Volgens de raming 2009 van NIRAS, zal het B&C-afval dat tegen 2070 moet worden beheerd, dit wil zeggen van nu tot na de volledige ontmanteling van alle bestaande of geplande nucleaire installaties op 31 december 2008, oplopen tot de volgende volumes:

- 11 100 of 10 430 m³ afval van categorie B, al naargelang de huidige opschorting van de opwerking van bestraalde commerciële splijtstoffen wordt opgeheven of gehandhaafd blijft. Dit afval is hoofdzakelijk afkomstig van de onderzoeksactiviteiten, de productie van kernbrandstoffen, de opwerking van bestraalde splijtstoffen en de ontmanteling van kerncentrales en van de installaties voor onderzoek en vervaardiging van splijtstoffen.
- 600 of 4 500 m³ afval van categorie C, al naargelang de huidige opschorting van de opwerking van bestraalde commerciële splijtstoffen wordt opgeheven of gehandhaafd blijft. Dit afval is verglaasd afval afkomstig van de opwerking van commerciële bestraalde splijtstoffen, alsook niet-opgewerkte bestraalde splijtstoffen die als afval worden aangegeven.

Een groot deel van dit afval bestaat reeds of zal onvermijdelijk worden geproduceerd.

Het Afvalplan vermeldt het langetermijnbeheer van het afval van categorie A enkel pro memorie, aangezien de te realiseren beheeroplossing voor dit afval — oppervlakteberging op het grondgebied van de gemeente Dessel, in het kader van een geïntegreerd project dat een meerwaarde voor de regio biedt — werd vastgelegd door een beslissing van de ministerraad van 23 juni 2006.

Ten slotte identificeert het Afvalplan een reeks vragen die niet door NIRAS alleen kunnen worden beantwoord, maar die een invloed kunnen hebben op het langetermijnbeheer van het B&C-afval (zoals het statuut — hulpbron of afval — van de commerciële bestraalde splijtstoffen en de verrijkte splijtstoffen en plutoniumhoudende stoffen, behalve splijtstoffen) of zelfs op haar beheeractiviteiten in het algemeen. Zo snijdt het Afvalplan de kwestie aan van de ontwikkeling van één of meer beheersystemen ter aanvulling van het bestaande systeem, met het oog op het langetermijnbeheer van stoffen die momenteel niet het statuut van radioactief afval hebben, maar dit statuut later zouden kunnen aannemen, of van radioactief afval waarvan de overname door NIRAS nog niet werd aangevraagd.

Naast het Afvalplan zal het algemeen programma van NIRAS voor het langetermijnbeheer van radioactief afval op termijn één of meer andere specifieke plannen omvatten om te voorzien in het beheer van alle stoffen die het statuut van radioactief afval hebben of zullen hebben. Deze plannen zullen worden opgesteld naarmate de overeenkomstige dossiers een voldoende graad van ontwikkeling bereiken.

2 Uitwerking van het Afvalplan en procedureaspecten

Om haar Afvalplan uit te werken, heeft NIRAS geopteerd voor een ruimere beoordeling van de mogelijke beheeropties voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval en voor een ruimere maatschappelijke raadpleging dan die vereist door de wet van 13 februari 2006.

- Het Afvalplan en het SEA waarop het gebaseerd is, hebben zoveel mogelijk rekening gehouden met alle mogelijke opties voor het beheer van het B&C-afval.
- De uitwerking van het document dat voorafging aan het Afvalplan, 'ontwerp van Afvalplan' genoemd, en van het SEA werd verrijkt met de resultaten van een maatschappelijke raadpleging die lang vóór de door de wet van 13 februari 2006 opgelegde raadplegingsprocedure werd georganiseerd op initiatief van NIRAS.
- De evaluatie van de opties in het kader van het SEA heeft zich niet beperkt tot de milieueffecten, maar integreert in de mate van het mogelijke de milieu- en veiligheidsdimensie, de technische en wetenschappelijke dimensie, de financiële en economische dimensie en de maatschappelijke en ethische dimensie.

Het Afvalplan en het SEA zijn het eindpunt van een ontwikkelingsproces in verschillende fasen, die geregeld wordt door de wettelijke procedure bepaald door de wet van 13 februari 2006. Volgens de bepalingen van deze wet heeft NIRAS het ontwerp van Afvalplan en het SEA in het bijzonder ter advies voorgelegd aan het Adviescomité, het zogenaamde Adviescomité SEA, dat door diezelfde wet is opgericht, aan de Federale Raad voor Duurzame Ontwikkeling, aan de gewestregeringen en aan het publiek. Zoals de wet haar toestond, heeft NIRAS deze documenten ook ter advies voorgelegd aan de nucleaire veiligheidsoverheid (Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle of FANC). In zijn advies over het ontwerp van Afvalplan en het SEA stelt het Adviescomité SEA geen leemtes vast in de wijze waarop de wettelijke procedure werd uitgevoerd.

NIRAS heeft bij de afwerking van het Afvalplan rekening gehouden met de adviezen van de officiële instanties en met de opmerkingen geformuleerd door het publiek in het kader van de wettelijke raadplegingsprocedure. Overeenkomstig de bepalingen van de wet van 2006 heeft zij tevens een verklaring opgesteld die onder meer samenvat hoe bij de afwerking van het plan rekening gehouden werd met het SEA en de ontvangen adviezen en opmerkingen.

Het Afvalplan werd op 23 september 2011 aangenomen door de raad van bestuur van NIRAS, de enige autoriteit die daartoe gemachtigd is. *De start van de uitvoering van het Afvalplan moet worden gevalideerd door een principebeslissing op federaal niveau.*

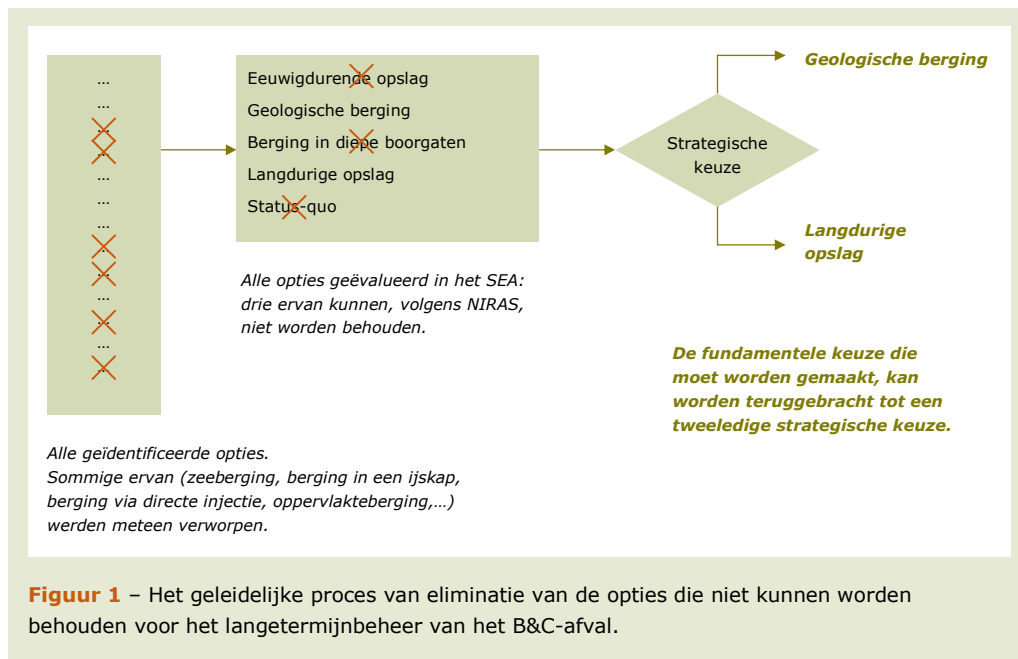
3 Evaluatie en vergelijking van de opties

Het Afvalplan en het SEA waarop het gebaseerd is, hebben zoveel mogelijk rekening gehouden met alle mogelijke opties voor het beheer van het B&C-afval (Figuur 1). Sommige opties werden meteen verworpen, omdat ze in strijd zijn met door België ondertekende internationale verdragen of conventies (bijvoorbeeld zeebergings- en bergings- in een ijskap) en/of met het wettelijk en reglementair Belgisch kader (bijvoorbeeld berging via directe injectie van afval in vloeibare vorm in de diepe ondergrond) en/of onvoldoende garanties bieden op het vlak van de veiligheid (bijvoorbeeld oppervlaktebergings-). De resterende opties, namelijk eeuwigdurende opslag, geologische berging, berging in diepe boorgaten, langdurige opslag met het oog op of in afwachting

van 'iets anders', en de optie die erin zou bestaan de huidige toestand te verlengen (status quo), zijn het voorwerp geweest van een transdisciplinaire evaluatie in het SEA en het Afvalplan. In zijn advies heeft het Adviescomité SEA bevestigd dat de keuze van de mogelijke opties coherent is met de aangenomen benaderingen in andere landen die met hetzelfde type van problematiek geconfronteerd zijn.

Aangezien het Afvalplan een strategische beslissing beoogt en geen beslissing over een concreet project, hebben het Afvalplan en het SEA op generieke wijze rekening gehouden met de beheeropties, dit wil zeggen zonder ze te koppelen aan een specifieke site. Ze hebben dus geen betrekking op de keuze van een vestigingssite voor de nodige beheerinstallaties en dus ook niet op het detailontwerp ervan. De evaluatie van de beschouwde opties was bijgevolg voornamelijk kwalitatief en was gebaseerd op het oordeel van deskundigen die daarbij zijn uitgegaan van de — volledig openbare — kennisbasis die beschikbaar is op nationaal en internationaal vlak alsook, in de mate van het mogelijke, van vergelijkbare studies uitgevoerd in het buitenland en de daaruit resulterende beslissingen, en van de ervaring met bestaande analoge infrastructuur in België en in het buitenland. Er werden echter ook kwantitatieve analyses uitgevoerd, telkens wanneer dit mogelijk en gerechtvaardigd was. Door de strategische aard van het Afvalplan werden de grensoverschrijdende milieueffecten niet geëvalueerd. In zijn advies heeft het Adviescomité SEA bevestigd dat een dergelijke beoordeling nog niet mogelijk was.

Na de beoordeling van de opties werd de keuze van het type van oplossing dat moet worden gerealiseerd voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval teruggebracht tot een tweevoudige strategische keuze: de berging van het afval in een geschikte geologische formatie of de langdurige opslag van het afval met het oog op of in afwachting van 'iets anders'. De optie van eeuwigdurende opslag is immers niet geschikt om de langetermijnveiligheid te verzekeren, de berging in diepe boorgaten kan redelijkerwijs niet overwogen worden voor het langetermijnbeheer van het totale volume B&C-afval en de status quo-optie is geen beheeroplossing op lange termijn en stelt NIRAS dus niet in staat haar beheeropdracht integraal te vervullen.



De geologische berging en de langdurige opslag (100 tot 300 jaar) onderscheiden zich hoofdzakelijk door het feit dat de opslag niet de eindbestemming van het afval is en dus geen beheeroplossing is die definitief kan worden, in tegenstelling tot de geologische berging, die bovendien een systeem kan worden die de veiligheid op passieve wijze verzekert (dit wil zeggen zonder dat menselijk ingrijpen noodzakelijk is, hetgeen niet automatisch betekent dat er geen controles zijn of dat controles onmogelijk zijn) na volledige sluiting van de bergingsinstallatie. De operationele periode (bouw, exploitatie, sluiting) van een geologische bergingsinstallatie (grootteorde van een honderdtal jaren) vereist daarentegen een actief beheer en is, wat dat betreft, vergelijkbaar met de operationele periode van een opslaginstallatie.

Uit de vergelijking van de geologische berging met de opslag gedurende 100 tot 300 jaar komen twee elementen naar voren die, volgens NIRAS, op afdoende wijze pleiten voor de geologische berging als oplossing voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval (zie ook Figuur 2).

- De *robuustheid* van de geologische berging ten opzichte van toekomstige (maatschappelijke, natuurlijke en andere) ontwikkelingen, met andere woorden het feit dat de veiligheid van een goed ontworpen en gerealiseerd bergings-systeem niet op onaanvaardbare wijze wordt beïnvloed door de toekomstige ontwikkelingen. Omgekeerd vereist de veiligheid van de opslag een actief beheer en is ze dus bijzonder afhankelijk van de maatschappelijke ontwikkelingen: ze zou mogelijk niet meer kunnen worden verzekerd in geval van tekortkomingen in het actief beheer.
- Het feit dat geologische berging een *minimum aan lasten* doorschuift naar de toekomstige generaties. Omgekeerd schuift elke opslagoplossing *de facto* de volledige verantwoordelijkheid voor het beheer, met inbegrip van de hoge lasten die eraan verbonden zijn, door naar de volgende generaties. Op het einde van de periode van langdurige opslag zullen deze dan verplicht zijn te beslissen over een oplossing die definitief kan worden of een nieuwe opslagperiode.

Een geologische bergingsinstallatie die geleidelijk wordt ontwikkeld, gerealiseerd en afgesloten, eventueel na een periode van controles *in situ*, vormt volgens NIRAS de enige geschikte beheeroplossing om mens en milieu langdurig te beschermen tegen de risico's verbonden aan het B&C-afval en om het doorschuiven van lasten naar de toekomstige generaties tot een minimum te beperken terwijl hun tegelijkertijd bepaalde keuzemogelijkheden worden gelaten, in het bijzonder op het vlak van de controle van de bergingsinstallatie, de planning voor de sluiting, het eventueel terugnemen van het afval en de overdracht van kennis aan de generaties die na hen zullen komen. Deze oplossing is conform de internationale aanbevelingen en praktijken.

HUIDIGE TOESTAND

Tijdelijke opslag



Gepland voor ongeveer 75 jaar
 Veilig indien onderhoud en controles

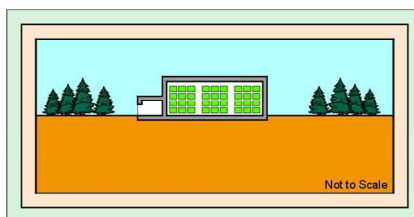
Het opgeslagen afval moet worden overgebracht naar een installatie voor langetermijnbeheer.

Strategische keuze voor het langetermijnbeheer (onderdeel van de principebeslissing)

OF

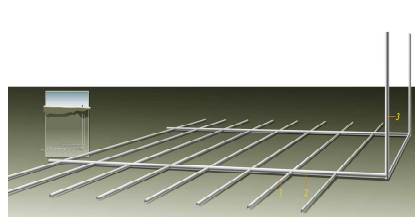
GEWENSTE TOESTAND:
 Oplossing die de bescherming van mens en leefmilieu garandeert zolang het afval een risico vormt (enkele tientallen tot enkele honderdduizenden jaren)

Langdurige opslag



Bron: NIREX

Geologische berging



Veiligheid

Voornaamste onzekerheden

Levensduur van het systeem

Kwetsbaarheid voor natuurlijke gebeurtenissen

Overdracht van lasten

Terugneembaarheid van het afval

Controles

Kennisoverdracht

Benutten van de technische en wetensch. ontwikkelingen

Principe 'de vervuiler betaalt'

Kwetsbaarheid voor kwaadwillige daden

Type van oplossing

- verzekerd indien permanent onderhoud en controles
- maatschappelijke $\Rightarrow$ kunnen niet worden beheerst (onzekerheden met betrekking tot het feit dat de toekomstige maatschappijen de controles, die voor de langetermijnveiligheid nodig zijn, zullen handhaven)
- beperkt door de techniek (a priori tot 300 jaar)
- bescherming door de techniek
- volledige overdracht op de volgende generaties
- mogelijk op elk moment
- onontbeerlijk voor de veiligheid
- onontbeerlijk voor de veiligheid
- steeds mogelijk
- niet toepasbaar omdat de oplossing die de opslag zal moeten vervangen niet bepaald is
- fundamenteel afhankelijk van de controles
- kan volgens de veiligheidsautoriteit (FANC) niet verantwoord worden

is dus geen oplossing voor het langetermijnbeheer

vereist een nieuwe principebeslissing met het oog op een oplossing voor het langetermijnbeheer



- intrinsiek aan het systeem, dit gedurende geologische tijdperken (miljoen jaren)
- technische en wetenschappelijke $\Rightarrow$ wordt rekening mee gehouden voor de ontwikkeling en de evaluaties van een robuust bergingssysteem; echter geen onoverkomelijke obstakels tijdens 30 jaar RD&D in een twintigtal landen
- verzekerd door de keuze van een stabiele geologie
- bescherming door de geologie
- overdracht op de volgende generaties beperkt tot een minimum
- mogelijk, steeds moeilijker met de tijd
- niet onontbeerlijk voor de veiligheid, maar bedoeling om ze te handhaven gedurende een overeen te komen periode
- niet onontbeerlijk voor de veiligheid, maar gepland
- beperkt tot de exploitatieperiode
- toepasbaar op concrete basis
- lage kwetsbaarheid omwille van de diepte
- oplossing die op internationaal vlak aanbevolen is

is dus een oplossing voor het langetermijnbeheer

Strikt genomen is geen enkele menselijke actie meer nodig zodra de bergingsinstallatie volledig gesloten is. Het geheel 'kunstmatige barrières + geologische gastformatie' zet de radionucliden die uiteindelijk uit het afval zullen vrijkomen vast, zodat mens en leefmilieu beschermd zijn.

Figuur 2 – Belangrijkste elementen van de strategische keuze tussen geologische berging en langdurige opslag.

4 De door NIRAS aanbevolen oplossing voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval

NIRAS beveelt voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval dat reeds bestaat en waarvan de productie gepland is, een *globale* geologische bergingsoplossing voor. Dit betekent dat ze een technische oplossing omvat (sectie 4.1) die past in een besluitvormingsproces dat de technische en maatschappelijke aspecten integreert (sectie 4.2) en waarvan de ontwikkeling en realisatie gepaard gaan met een reeks voorwaarden geformuleerd tijdens de maatschappelijke consultatie die op initiatief van NIRAS werd georganiseerd en tijdens de wettelijke raadpleging (sectie 4.3).

4.1 Technische oplossing voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval

De door NIRAS aanbevolen technische oplossing voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval is een oplossing die definitief kan worden, namelijk

- geologische berging (sectie 4.1.1)
- in weinig verharde klei (Boomse Klei of Ieperiaanklei) (sectie 4.1.2)
- in één enkele installatie (gemeenschappelijk voor al het B&C-afval en gerealiseerd op één enkele site) (sectie 4.1.3)
- op Belgisch grondgebied (sectie 4.1.4)
- zodra mogelijk, waarbij het tempo van ontwikkeling en realisatie van de oplossing afgestemd moet zijn op de wetenschappelijke en technische maturiteit en op het maatschappelijk draagvlak van de oplossing (sectie 4.1.5).

4.1.1 Geologische berging

De geologische berging

- past in het kader van de wettelijke opdracht van NIRAS, in die zin dat ze het B&C-afval een eindbestemming geeft;
- is toepasbaar op al het bestaande en geplande B&C-afval;
- wordt door de beheerders van radioactief afval en de veiligheidsoverheden op nationaal en internationaal vlak geacht uitvoerbaar te zijn en in staat mens en milieu gedurende honderdduizenden jaren te beschermen op robuuste en intrinsiek passieve wijze;
- wordt door de resultaten van de multidisciplinaire analyse van de mogelijke beheeropties, die in het SEA werd uitgevoerd, bevestigd als *enige oplossing voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval en in ieder geval als de oplossing die het veiligst is vanuit radiologisch oogpunt, het meest robuust ten aanzien van de mogelijke maatschappelijke en natuurlijke evoluties en het meest geschikt om mens en milieu op lange termijn te beschermen*;
- beperkt de lasten die naar de toekomstige generaties worden doorgeschoven tot een minimum, in het bijzonder de radiologische risico's, de milieueffecten en de verantwoordelijkheid om de veiligheid te garanderen, beslissingen te nemen en voor de financiering in te staan;
- kan worden gefinancierd volgens het principe 'de vervuiler betaalt';

- werd gekozen door alle landen die over een institutioneel beleid voor het lange-termijnbeheer van hun B- en/of C-afval beschikken. De Verenigde Staten exploiteren sinds 1999 een geologische bergingsinstallatie voor hun militair afval van categorie B en Finland, Frankrijk en Zweden zijn in principe nog slechts 10 of 15 jaar verwijderd van het begin van de industriële exploitatie van een geologische bergingsinstallatie.

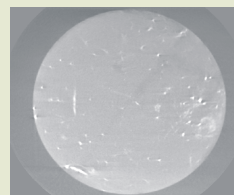
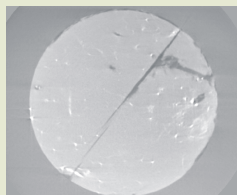
4.1.2 In weinig verharde klei (Boomse Klei of Ieperiaanklei)

Van de geologische formaties die in België aanwezig zijn, lijkt weinig verharde klei, in het bijzonder de Boomse Klei en Ieperiaanklei, intrinsieke kenmerken te vertonen die deze klei het meest geschikt maken om de verwachte functies van een natuurlijke barrière te vervullen, namelijk de functies van isolering, insluiting en vastzetting op lange termijn van de radionucliden en de chemische contaminanten die in een geologische bergingsinstallatie aanwezig zijn. Een goed ontworpen en gerealiseerd bergingssysteem (gastformatie + bergingsinstallatie + afval) in deze klei, is in staat de veiligheid op lange termijn te verzekeren.

Weinig verharde klei als natuurlijke barrière voor de migratie van de radionucliden en de chemische contaminanten op lange termijn

Weinig verharde klei vertoont verschillende kenmerken die er een kwaliteitsvolle natuurlijke barrière van maken voor de migratie van de radionucliden en de chemische contaminanten naar het leefmilieu.

- Ze is *zeer weinig doorlatend*. Er zijn dus als het ware geen waterbewegingen in deze klei en dus ook geen transport van radionucliden en chemische contaminanten door deze vector. Het transport is bijgevolg hoofdzakelijk diffusief, dit wil zeggen dat de stoffen migreren onder invloed van hun concentratiegradiënt en niet onder die van de beweging van het poriënwater.
- Ze bezit een *groot vermogen* om talrijke radionucliden en chemische contaminanten *vast te zetten* (sorptievermogen, gunstige geochemische eigenschappen,...). De migratie ervan doorheen de klei wordt dus sterk vertraagd.
- Ze is *plastisch*. De barsten en breuken die erin zouden kunnen ontstaan, inzonderheid als gevolg van de graafwerken, hebben dus de neiging vanzelf weer dicht te gaan (zelfdichtingsvermogen).



Illustratie van het zelfdichtingsvermogen van de Boomse Klei. Links: kleimonster waarin een breuk werd veroorzaakt; rechts hetzelfde monster, 4 uur na waterverzadiging: de breuk is vanzelf weer dichtgegaan.

De Boomse Klei bestaat over de gehele dikte (ongeveer 100 meter) uit verschillende, min of meer kleirijke lagen. De eigenschappen van het transport van de radionucliden en de chemische contaminanten zijn echter zeer homogeen over bijna de hele dikte van de Boomse Klei. Bovendien zijn de Boomse Klei en de Ieperiaanklei aanwezig in eenvoudige geologische structuren wat de karakterisering ervan vergemakkelijkt.

Ten slotte bezitten de Boomse Klei en de Ieperiaanklei een hydrogeologische, geochemische en mechanische stabiliteit over geologische periodes, dit wil zeggen over miljoenen jaren. Hun bestanddelen zijn kort na het ontstaan van de formatie onveranderd gebleven. Gedurende heel deze periode hebben de natuurlijke veranderingen (aardbevingen, schommelingen van het zeeniveau, ijstijden, enz.) geen invloed gehad op de gunstige eigenschappen van de klei.

Beschrijving van het bergingssysteem

De leidende elementen waarop NIRAS zich baseert om een bergingsinstallatie voor B&C-afval in weinig verharde klei te ontwerpen die de operationele veiligheid en de langetermijnveiligheid kan garanderen, kunnen als volgt worden samengevat.

■ *Langetermijnveiligheid:*

- ▶ Het *insluiten* van het afval van categorie C dient te worden verzekerd door de kunstmatige barrières tijdens de periode waarin de eigenschappen van de gastformatie tijdelijk verstoord zouden kunnen worden, in het bijzonder wegens de temperatuurstijging die het afval veroorzaakt (thermische fase). De duur hiervan gaat van enkele honderden jaren voor het verglaasde afval tot enkele duizenden jaren voor de niet-opgewerkte bestraalde splijtstoffen (mits het afval eerst bovengronds af te koelen gedurende 60 jaar).
- ▶ Het *isoleren* van de bergingsinstallatie tegen externe verstoringen, zoals klimaatveranderingen, aardbevingen of menselijke activiteiten, dient te worden verzekerd door de kleilaag en zijn geologische omgeving.
- ▶ Het *vertragen* van de migratie van de radionucliden en de chemische contaminanten die uiteindelijk uit het afval en de kunstmatige barrières zullen vrijkomen, wordt voornamelijk verzekerd door het vastzetten van de radionucliden in de klei.
- ▶ Het ontwerp van de bergingsinstallatie, inclusief de keuze van de technieken en materialen, is van dien aard dat het de klei, die de belangrijkste barrière voor de veiligheid op lange termijn vormt, *niet onredelijk verstoort*.

■ *Operationele veiligheid:*

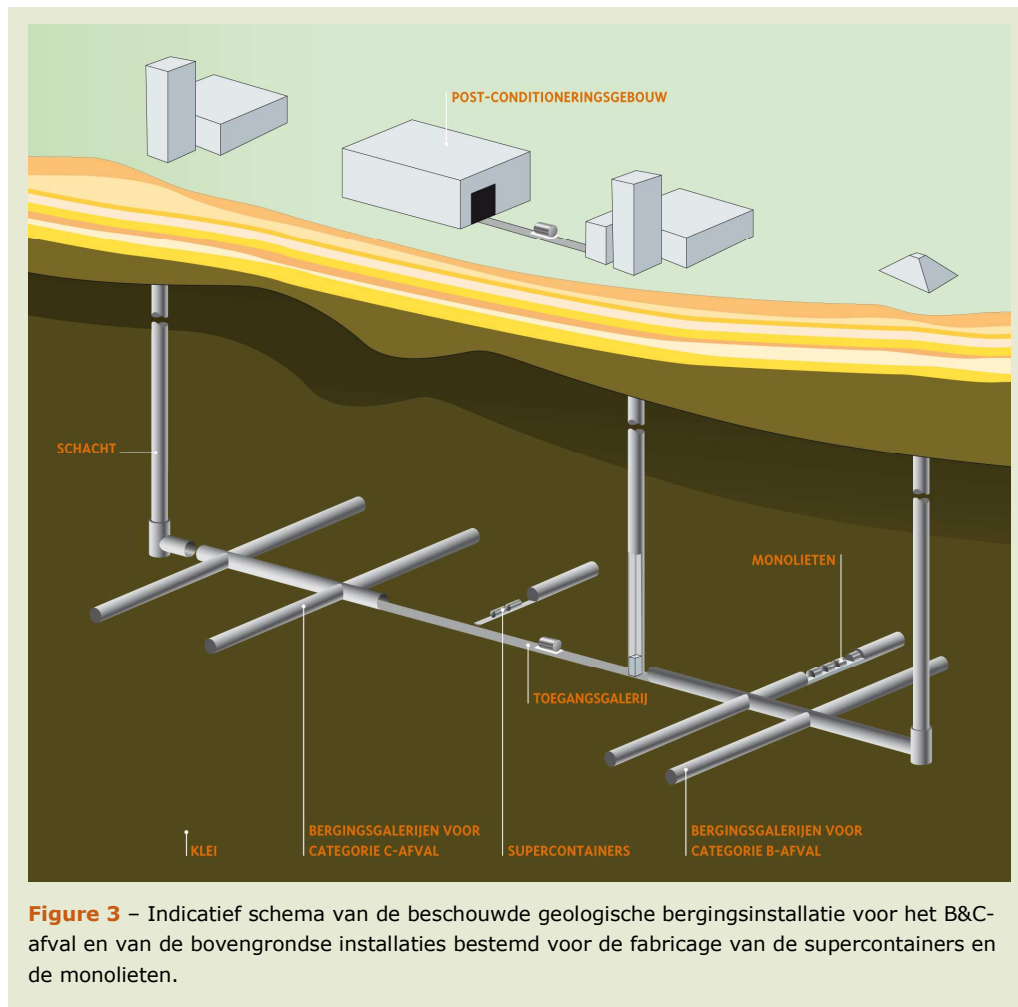
- ▶ De kunstmatige barrières moeten zorgen voor een *radiologische afscherming* van het afval tijdens de hele operationele periode (ongeveer 100 jaar), vanaf het moment waarop het geconditioneerde afval bovengronds wordt gepostconditioneerd om supercontainers of monolieten te vormen (zie hieronder). Ze hebben tevens tot doel de besmettingsrisico's in de bergingsinstallatie te beperken.

De beschouwde geologische bergingsinstallatie voor het B&C-afval bestaat uit een netwerk van horizontale galerijen, gebouwd in het midden van de kleilaag, op voldoende diepte (Figuur 3). Schachten geven toegang tot een hoofdgalerij, die de bergingsgalerijen bedient. Deze galerijen, die een kleinere diameter hebben, zijn verdeeld in verschillende onderdelen voor de berging van afvalgroepen met vergelijkbare kenmerken (bijvoorbeeld de warmte die ze afgeven, de chemische samenstelling of de aard van de conditioneringsmatrix).

Het beschouwde systeem van kunstmatige barrières voor het afval van categorie C is gebaseerd op het gebruik van supercontainers die zorgen voor een volledige insluiting van de radionucliden en de chemische contaminanten tijdens de thermische fase. Om de behandeling te vergemakkelijken, wordt het afval van categorie B in betonnen caissons geplaatst en geïmmobiliseerd in mortel om monolieten te vormen. Zowel de supercontainers als de monolieten zorgen voor een radiologische afscherming voor de werknemers tijdens de exploitatie en de sluiting van de bergingsinstallatie.

Eens het afval geplaatst is, worden de lege ruimtes in de bergingsgalerijen opgevuld met materialen die gekozen worden omwille van de bijdrage die ze kunnen leveren aan de globale veiligheid van het systeem. Na afloop van de ondergrondse operaties worden alle toegangsgalerijen en schachten opgevuld en afgesloten, eventueel na een periode van controles *in situ*. Het systeem bevindt zich dan in een passieve toestand.

Na sluiting zal de geologische bergingsinstallatie kunnen worden gecontroleerd van op de oppervlakte en zullen de toekomstige generaties de controles kunnen voortzetten zolang ze dit wensen. In geval van berging van bestraalde splijtstoffen zullen controles trouwens vereist zijn om de risico's op nucleaire proliferatie te voorkomen.



De oplossing van de geologische berging in weinig verharde klei is voldoende flexibel om te kunnen worden aangepast aan de bijkomende voorwaarden die zouden kunnen worden opgelegd aan de realisatie ervan, zoals de voorwaarden besproken in sectie 4.3, alsook aan potentiële wijzigingen van de te beheren volumes B&C-afval (sectie 5.1). De meest recente raming van de totale niet-geactualiseerde kostprijs, inclusief marges voor technologische en projectonzekerheden, van een geologische berging in de Boomse Klei op een diepte van ongeveer 220 meter, in de veronderstelling van een volledige opwerking van alle commerciële splijtstoffen, bedraagt ongeveer 3 miljard EUR₂₀₀₈.

Evaluatie van de langetermijnveiligheid

De langetermijnpact van de bergingsinstallatie werd geëvalueerd op basis van de massa beschikbare kennis en expertise, zowel op nationaal als op internationaal vlak. De onzekerheden omtrent de evolutie van het bergingssysteem werden geanalyseerd door er op doordachte wijze rekening mee te houden in een waaier van scenario's. Deze scenario's zijn het referentiescenario, dat de verwachte evolutie van het bergingssysteem beschrijft, en zijn varianten, een aantal andere mogelijke maar minder waarschijnlijke evolutiescenario's (drastische stijging van het zeeniveau, aardbevingen, ijstijd, voortijdige breuk van de kunstmatige barrières,...) en scenario's van menselijke intrusie.

De belangrijkste kennis inzake de evaluatie van de langetermijnveiligheid in normale omstandigheden werd verworven voor een bergingsinstallatie die verondersteld wordt gebouwd te worden in het midden van de Boomse kleilaag van 100 meter dikte in de regio van Mol-Dessel. De kennis verworven in het kader van de veiligheidsevaluaties is gebaseerd op voorzichtige, soms zelfs pessimistische hypothesen, waarbij aanzienlijke veiligheidsmarges worden ingebouwd in de verkregen resultaten. Deze kennis kan als volgt worden samengevat.

- Het is de Boomse Klei die het meest bijdraagt tot de langetermijnveiligheid.
- De kunstmatige barrières leveren een reële bijdrage aan de langetermijnveiligheid die duidelijk hoger ligt dan de benodigde bijdrage.
- De rol van de afvalmatrices is bijkomstig voor de langetermijnveiligheid, behalve wat de UO₂-matrix van de kernbrandstof betreft.
- De maximale dosis die gegenereerd wordt door de bergingsinstallatie, is ten minste een factor 10 lager dan de reglementaire limiet:
 - ▶ de belangrijkste stoffen die bijdragen tot de dosis zijn splijttingsproducten die niet vastgezet worden door de Boomse Klei (¹²⁹I, ³⁶Cl, ¹⁴C,...),
 - ▶ de actinides (U, Pu, Am, Cm en Np) dragen slechts in geringe mate bij tot de dosis,
 - ▶ de meeste radionucliden vervallen tot verwaarloosbare activiteitsniveaus tijdens hun verblijf binnen de kunstmatige barrières en hun transport doorheen de Boomse Klei.
- De meest mobiele splijttingsproducten verlaten de Boomse Klei na enkele tientallen duizenden jaren; de actinides verlaten de Boomse Klei na meerdere honderdduizenden jaren. In beide gevallen gaat het om minieme hoeveelheden.
- De aanwezigheid van een geologische bergingsinstallatie in de Boomse Klei heeft geen negatieve invloed op de watervoerende lagen boven en onder de Boomse Klei en belet niet dat ze gebruikt worden als drinkwaterbron.

De besluiten van de evaluatie van de andere mogelijke evolutiescenario's en de menselijke intrusiescenario's zijn niet fundamenteel verschillend van die met betrekking tot het referentiescenario.

Over het algemeen stemmen de resultaten van de evaluaties van de langetermijnveiligheid overeen met de resultaten verkregen in het kader van andere nationale programma's inzake geologische berging, waardoor het vertrouwen dat men kan hebben in deze evaluaties versterkt wordt.

De aanwezigheid van watervoerende lagen aan weerskanten van de Boomse Klei en de Ieperiaanklei vormt een bijzonder aandachtspunt voor NIRAS, zowel wat betreft hun radiologische bescherming en de beperking van de fysisch-chemische verstoringen (thermische impact, aanwezigheid van chemisch-toxische elementen,...) als wat betreft het risico op menselijke intrusie.

Het zal uiteraard aan het FANC en aan de overheden bevoegd voor milieubescherming zijn om zich, in het kader van de vergunningsaanvraagprocedure voor de geologische berging, uit te spreken over de graad van veiligheid en bescherming die geboden wordt door het ontwikkelde bergingssysteem en de realisatie ervan toe te staan.

Evaluatie van de uitvoerbaarheid

De bouw van het ondergronds onderzoekslaboratorium HADES, meer bepaald de meest recente uitbreidingsfase, heeft aangetoond dat het mogelijk is om op industriële wijze schachten en galerijen te bouwen in de Boomse Klei op meer dan 200 meter diepte, en tegelijkertijd de geomechanische verstoringen van de klei te beperken. Demonstratie-experimenten op grote schaal hebben bovendien bevestigd dat verschillende types van operaties kunnen worden uitgevoerd in de schachten en galerijen met behulp van gekende industriële methodes, zoals de opvulling van de bergingsgalerijen, de afsluiting van de schachten en de behandeling van de supercontainers en monolieten. Deze resultaten werden bevestigd in het buitenland.

Evaluatie door *peers*

De verworven wetenschappelijke en technische kennis met betrekking tot de berging in weinig verharde klei, in het bijzonder 30 jaar RD&D in het ondergronds laboratorium HADES, werd herhaaldelijk geëvalueerd door Belgische en buitenlandse deskundigen. Hun besluiten kunnen als volgt worden samengevat.

- De verworven kennis berust op stevige wetenschappelijke bases en heeft een zodanige graad van maturiteit bereikt dat men zich gunstig kan uitspreken over de veiligheid en uitvoerbaarheid van deze oplossing. De studies die in andere landen aan de gang zijn, bevestigen het potentieel van kleihoudende formaties op het vlak van de insluiting van het geborgen afval en de vastzetting van de radionucliden en chemische contaminanten.
- De resterende onzekerheden worden systematisch geanalyseerd en in aanmerking genomen in de veiligheids- en uitvoerbaarheidsevaluaties. Ze tonen aan dat deze onzekerheden niet van dien aard zijn dat ze de veiligheid en/of uitvoerbaarheid van deze oplossing ter discussie kunnen stellen. Het reduceren van de onzekerheden ligt ten grondslag aan de lopende en toekomstige RD&D-programma's.

De gegrondheid van de werkzaamheden op het vlak van de berging in weinig verharde klei werd overigens herhaaldelijk bevestigd door verschillende commissies en werkgroepen die door institutionele instanties belast waren met de taak zich uit te spreken over vraagstukken die in diverse mate betrekking hebben op het probleem van het beheer van radioactief afval.

Maturiteit van de technische oplossing en het nemen van een principebeslissing

Geen enkele van de redenen die zouden kunnen worden aangevoerd om een principebeslissing ten gunste van geologische berging in weinig verharde klei uit te stellen, is volgens NIRAS gerechtvaardigd: deze oplossing is, *vanuit technisch oogpunt, voldoende rijp om het voorwerp te zijn van een principebeslissing*. De nog op te heffen onzekerheden worden namelijk niet als onoverkomelijk beschouwd. Het feit dat nu een dergelijke beslissing wordt genomen, sluit bovendien niet uit dat de RD&D wordt voortgezet om de geologische bergingsoplossing verder te ontwikkelen en de realisatie ervan voor te bereiden. Dit is daarentegen onontbeerlijk en gepland: door de RD&D voort te zetten, zal de verworven kennis geleidelijk kunnen worden bevestigd en verfijnd, teneinde de veiligheidsmarges te vergroten, de resterende onzekerheden te reduceren en het bergingssysteem te optimaliseren. De bescherming van de watervoerende lagen aan weerszijden van de Boomse Klei en de Ieperiaanklei zal hierbij één van de belangrijkste aandachtspunten vormen. Het feit dat nu een principebeslissing wordt genomen ten gunste van de geologische berging in weinig verharde klei sluit echter niet uit dat de ontwikkelingen met betrekking tot de beheerpistes die in het Afvalplan werden onderzocht, maar niet werden behouden, verder worden gevolgd. In zijn advies over het ontwerp van Afvalplan en het SEA bevestigt het FANC overigens dat bovengrondse opslag "*hetzij in afwachting van de ontwikkeling van nieuwe technieken, hetzij eeuwigdurend*" onverantwoord is.

Door te kiezen voor geologische berging in weinig verharde klei als oplossing voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval is de zone van het Belgisch grondgebied waarin een bergingsinstallatie kan worden gevestigd, in feite beperkt tot het noordoosten en het uiterste noorden van het westen van België. Een dergelijke keuze houdt echter niet in dat onmiddellijk gekozen wordt voor een vestigingssite.

4.1.3 In één enkele installatie

Volgens NIRAS moet het afval van categorie B en dat van categorie C op lange termijn worden beheerd in het kader van een beheeroplossing — geologische berging — die, enerzijds, gemeenschappelijk is voor beide afvaltypes, omdat hun langetermijnrisico zich uitstrekt over vergelijkbare tijdschalen, namelijk meerdere tientallen tot honderdduizenden jaren en die, anderzijds, gerealiseerd wordt op één enkele site, omdat afzonderlijke installaties redelijkerwijs, vanuit economisch oogpunt, niet kunnen worden overwogen volgens de respectieve volumes van het beschouwde afval. De geologische bergingsinstallatie zal evenwel zodanig ontworpen en geëxploiteerd worden dat afval met verschillende kenmerken in aparte delen van de bergingsinstallatie en na elkaar in de installatie zal worden geplaatst.

4.1.4 Op Belgisch grondgebied

NIRAS meent dat het B&C-afval (net zoals de rest van het andere afval waarvoor zij verantwoordelijk is) moet worden beheerd in een nationaal kader en dus op Belgisch grondgebied. Aangezien België in de jaren zestig heeft gekozen voor kernenergie om een belangrijk deel van zijn elektriciteit te produceren en de splijtstofcyclus in zijn geheel verantwoordelijk is voor de productie van het overgrote deel van het Belgische radioactieve afval, is het aan België om te zorgen voor het beheer van zijn radioactief

afval, ongeacht zijn toekomstig energiebeleid. Dit standpunt ligt in de lijn van de aanbevelingen en reglementeringen die op internationaal vlak van kracht zijn en die de nationale verantwoordelijkheid van de landen benadrukken voor het beheer van hun radioactief afval.

4.1.5 Zodra mogelijk

De geologische berging zou zodra mogelijk moeten kunnen starten, rekening houdend met de wetenschappelijke, technische, maatschappelijke en reglementaire vereisten. Het tempo van ontwikkeling en realisatie van de bergingsoplossing moet, met andere woorden, afgestemd zijn op de wetenschappelijke en technische maturiteit en op het maatschappelijk draagvlak van de oplossing: de dynamiek van het programma moet in stand worden gehouden zonder evenwel stappen over te slaan.

Geologische berging 'zodra mogelijk' heeft ten doel

- NIRAS te laten beschikken over een volledig beheersysteem voor het B&C-afval dat op optimale wijze kan worden georganiseerd, en haar aldus in staat te stellen haar opdracht integraal te vervullen;
- NIRAS de gelegenheid te bieden de reële kostprijs van de berging te ramen, en haar aldus in staat te stellen het principe 'de vervuiler betaalt' op concrete basis toe te passen;
- het behoud van de expertise en de knowhow op nationaal vlak te verzekeren, in het bijzonder inzake kennis van het afval, RD&D en evaluatie van de prestaties van het bergingssysteem; deze factor is van fundamenteel belang voor de veiligheid;
- de lasten die aan de toekomstige generaties worden overgedragen, tot een minimum te beperken en te voorkomen dat de toestand van onzekerheid voor de gemeenten waar het afval momenteel voorlopig, maar voor onbepaalde duur, is opgeslagen, blijft voortduren.

Aangezien de ontwikkeling en realisatie van een globale oplossing van geologische berging wetenschappelijke, technische, maatschappelijke en besluitvormingsaspecten omvat, kan de planning van het ontwikkelings- en realisatieprogramma niet vooraf worden opgesteld, maar zal ze geleidelijk worden bepaald door een waaier van factoren (evolutie en resultaten van de RD&D, totstandbrenging en behoud van een maatschappelijk draagvlak, *siting*proces, teneur van de beslissingen die tijdens het besluitvormingsproces worden genomen,...).

Vanuit strikt technisch en voluntaristisch oogpunt en op basis van de huidige stand van de kennis is de geologische berging van het eerste afval, dat afval van categorie B zal zijn, a priori niet mogelijk vóór 2035–2040: er zal nog ten minste een vijftiental jaar nodig zijn om participatieprocessen tot stand te brengen, om de aanbevolen oplossing door middel van RD&D-werkzaamheden te preciseren, te bevestigen en te optimaliseren, om het maatschappelijk draagvlak van de oplossing te versterken, met name via het proces van de keuze van een vestigingssite, alsook om de vergunningsaanvragen voor te bereiden en in te dienen en vervolgens de nodige vergunningen te verkrijgen, in het bijzonder de zogenaamde nucleaire oprichtings- en exploitatievergunning die nodig zal zijn om te starten met de bouw van de bergingsinstallatie. Deze bouw zou ongeveer vijftien jaar in beslag nemen.

4.2 Besluitvormingsproces

De ontwikkeling en realisatie van de aanbevolen technische oplossing passen in het kader van een besluitvormingsproces dat de technische en maatschappelijke aspecten integreert. NIRAS wenst dat dit proces stapsgewijs verloopt, dat het aanpasbaar, participatief en transparant is en dat het de continuïteit verzekert. Het zal zich uitstrekken over een periode van een honderdtal jaar, vanaf het moment dat een principebeslissing wordt genomen. Ten minste tot de sluiting van de bergingsinstallatie zullen immers beslissingen moeten worden genomen.

NIRAS heeft een eerste ontwerp van besluitvormingsproces uitgewerkt, dat een gespreksbasis vormt die moet worden verrijkt en verfijnd, of zelfs gewijzigd, via overleg met alle belanghebbende partijen. Dit overleg, dat NIRAS snel wenst te starten, zal beginnen met de identificatie van de belanghebbende partijen in het besluitvormingsproces. Het moet een antwoord bieden op de vragen wie zal beslissen over wat, wanneer, op welke bases en op welke manier. Met uitzondering van de bepalingen van de wet van 13 februari 2006 bestaat er immers momenteel geen normatief systeem dat bepaalt hoe de verschillende stappen moeten worden genomen tijdens de periode tussen het nemen van een principebeslissing over het langetermijnbeheer van radioactief afval en de nucleaire vergunningsaanvraag die noodzakelijk is om de gekozen beheeroplossing te realiseren. De identificatie van de te nemen schakelbeslissingen, van de bij de verschillende stappen van het besluitvormingsproces betrokken partijen, van de respectieve taken en verantwoordelijkheden of bijvoorbeeld ook van de ondersteunende documenten die moeten worden opgesteld, vormt hierbij een belangrijke uitdaging. Het overleg, waarvan ook de financiering moet worden georganiseerd, zal de aanzet geven tot het integreren van een participatieve dynamiek in het B&C-programma. Deze dimensie werd tot voor enkele jaren grotendeels over het hoofd gezien.

Het besluitvormingsproces zou moeten worden opgenomen in het normatieve systeem dat moet worden uitgewerkt. Dit systeem moet NIRAS en alle actoren met wie zij moet samenwerken een voldoende stabiel en afgebakend kader bieden om de ontwikkeling en realisatie van de aanbevolen technische oplossing mogelijk te maken.

Het normatieve systeem zou moeten voorzien in de oprichting van een onafhankelijk opvolgingsorgaan dat erop moet toezien dat het besluitvormingsproces vordert via volledig gedocumenteerde stappen, dat het aanpasbaar, participatief en transparant is en dat het de continuïteit en de integratie van de maatschappelijke en technische aspecten verzekert.

4.3 Voorwaarden voortvloeiend uit de raadplegingen

NIRAS meent dat de ontwikkeling en realisatie van de technische oplossing die zij aanbeveelt, niet alleen dienen te voldoen aan de toepasbare normen en reglementeringen, maar ook aan voorwaarden die uit de raadplegingen voortvloeien. Deze voorwaarden vloeien voort uit bekommernissen die in grote mate gedeeld worden door het publiek en bekommernissen die geuit werden door de geraadpleegde officiële instanties. Sommige houden verband met de ontwikkeling en realisatie van een oplossing voor het langetermijnbeheer van radioactief afval en werden door NIRAS omgezet naar het specifieke geval van geologische berging (sectie 4.3.1), terwijl andere

betrekking hebben op de noodzaak om de evolutie te volgen van beheerpistes die in het Afvalplan werden onderzocht maar niet werden behouden (sectie 4.3.2).

Andere maatschappelijke bekommernissen, in het bijzonder de noodzaak van een onafhankelijke opvolging van het besluitvormingsproces, werden geïntegreerd in de technische oplossing en/of in het besluitvormingsproces dat NIRAS heeft uitgetekend (sectie 4.2).

4.3.1 Voorwaarden in verband met de ontwikkeling en realisatie van de aanbevolen technische oplossing

Het publiek, dat al dan niet voorstander is van een oplossing van het type 'geologische berging', meent over het algemeen dat het radioactieve afval moet kunnen worden verwijderd uit de installatie waarin het zich bevindt, dat de goede werking en de veiligheid van deze installatie moeten kunnen worden gecontroleerd en dat de kennis van het afval en van de installatie moet worden doorgegeven van generatie op generatie.

NIRAS is van plan rekening te houden met deze eisen bij de ontwikkeling en realisatie van de geologische bergingsoplossing die zij aanbeveelt. *De juiste draagwijdte van deze eisen moet worden verduidelijkt in overleg met alle belanghebbende partijen, rekening houdend met de noodzaak om te voldoen aan de eisen inzake veiligheid en technische en financiële uitvoerbaarheid.*

Zo verbindt NIRAS zich ertoe

- de omkeerbaarheid gedurende de exploitatie van de berging te garanderen en de maatregelen te bestuderen die de eventuele terugneming van het afval zouden kunnen vergemakkelijken na gedeeltelijke of volledige sluiting van de bergingsinstallatie, gedurende een nog te bepalen periode. Het versterken van de terugneembaarheid bij het ontwerpen en realiseren van een bergingsinstallatie mag evenwel niet ten koste gaan van de radiologische veiligheid, de fysieke beveiliging en de maatregelen inzake non-proliferatie van kerntechnische materialen (*safeguards*); het zou een invloed kunnen hebben op de kostprijs van de berging;
- de controles van de goede werking van het bergingssysteem, bovenop de reglementaire controles, te handhaven gedurende een met de belanghebbende partijen overeen te komen periode. Deze controles mogen het systeem echter niet verstoren en dus zijn goede werking niet in gevaar brengen;
- de overdracht aan de toekomstige generaties van de kennis van de bergingsinstallatie en de kennis van het afval dat ze bevat, zo goed mogelijk voor te bereiden. Deze overdracht kan zowel op nationaal als op internationaal vlak georganiseerd worden, met name via de rapporten die in het kader van internationale verplichtingen moeten worden geleverd. Elke generatie zal evenwel zelf moeten beslissen over de kennis en de middelen die zij wenst over te dragen aan de volgende generatie.

4.3.2 Opvolgingsvoorwaarden

Gelijktijdig met de ontwikkeling en realisatie van de geologische bergingsoplossing die zij aanbeveelt, zal NIRAS de evolutie volgen van beheerpistes die in het Afvalplan werden onderzocht maar die niet werden behouden. Zo zal NIRAS doorgaan met

- het volgen van de evolutie van de kennis van de schieferformaties als dusdanig en als mogelijke gastformaties, om aldus te beschikken over een oplossing op Belgisch grondgebied waarop kan worden teruggevallen indien weinig verharde klei uiteindelijk zou worden verworpen;
- het volgen van de evolutie van de kennis met betrekking tot de berging in diepe boorgaten, teneinde eventueel te beschikken over een oplossing voor het langetermijnbeheer van zeer beperkte hoeveelheden afval waarvan men de terugnemings bijzonder moeilijk zou willen maken;
- het volgen, via de internationale instanties, van de evolutie inzake de ontwikkeling van geologische bergingsinstallaties die door verschillende landen van de Europese Unie worden gedeeld, teneinde het beleid dat in die landen ter zake wordt gevoerd en de eventuele invloed ervan op het Belgische programma te begrijpen;
- het volgen van de nationale en internationale ontwikkelingen op het vlak van de geavanceerde nucleaire technologieën, hoewel deze technologieën geen enkele bijdrage zullen leveren tot het langetermijnbeheer van het bestaande en geplande geconditioneerde afval. Deze opvolging is gerechtvaardigd doordat, enerzijds, het beleid voor het beheer van de commerciële bestraalde splijtstoffen van het huidige nucleaire park nog niet gekend is en, anderzijds, de installaties die specifiek onderzoek verrichten naar de geavanceerde nucleaire technologieën zelf afval zullen produceren dat op lange termijn beheerd moet worden.

5 Voorstellen en aanbevelingen met betrekking tot verwante vragen die niet door NIRAS alleen kunnen worden beantwoord

Verschillende vragen die niet door NIRAS alleen kunnen worden beantwoord, hebben een impact of zullen een impact hebben op haar beheeractiviteiten. Ze kunnen in twee groepen worden onderverdeeld: een eerste groep die betrekking heeft op het langetermijnbeheer van het B&C-afval en een tweede groep die betrekking heeft op de ontwikkeling van een of meer aanvullende beheersystemen. Ze zijn het voorwerp van verschillende voorstellen en aanbevelingen.

5.1 Langetermijnbeheer van het B&C-afval

Om haar opdracht inzake het beheer van het B&C-afval tot een goed einde te kunnen brengen, moet NIRAS niet alleen de bevestiging krijgen van de oplossing die zij aanbeveelt voor het langetermijnbeheer van dit afval, maar moet zij ook

- over een voldoende duidelijk en volledig reglementair kader beschikken voor de geologische berging van het B&C-afval;
- te gelegener tijd kunnen anticiperen op de eventuele wijzigingen in de volumes en types van B&C-afval dat geologisch geborgen moet worden.

Voor deze punten is NIRAS niet exclusief bevoegd.

Bijgevolg

- *betreffende het specifieke reglementair kader voor de geologische berging van het B&C-afval*
 - wenst NIRAS dat dit kader, dat momenteel uitgewerkt wordt door het FANC, zodra mogelijk beschikbaar is;
- *betreffende de mogelijkheid om te gelegener tijd te anticiperen op de eventuele wijzigingen in de volumes en types van B&C-afval dat geologisch geborgen moet worden*
 - beveelt NIRAS aan dat het statuut (hulpbron of afval) van de bestraalde splijtstoffen van de commerciële reactoren wordt opgehelderd;
 - beveelt NIRAS aan dat het statuut (hulpbron of afval) van de verrijkte splijtstoffen en de plutoniumhoudende stoffen behalve splijtstoffen, die sommige exploitanten in het bezit hebben, wordt opgehelderd;
 - beveelt NIRAS aan dat de bevoegde overheid te gelegener tijd haar advies zou vragen voor elk dossier waarin beslissingen moeten worden genomen die mogelijk een grote impact kunnen hebben op het beheer van radioactief afval (bijvoorbeeld opwerking van de bestraalde splijtstoffen, verhoging van de versplijtingsgraad van de brandstof, ontwerp van een nieuwe grote nucleaire installatie, sanering van een site die radioactief verontreinigd is).

De afwezigheid van een specifiek reglementair kader voor de geologische berging van het B&C-afval en de onzekerheden omtrent de eventuele wijzigingen in de volumes en types van B&C-afval dat geologisch geborgen moet worden, doen evenwel niets af aan de noodzaak van een principebeslissing en aan de mogelijkheid om deze beslissing te nemen.

5.2 Ontwikkeling van een of meer aanvullende beheersystemen, in het bijzonder voor radiumhoudend afval

Vermits NIRAS dient in te staan voor het langetermijnbeheer van al het radioactieve afval dat in België aanwezig is, wenst zij zich voor te bereiden op verschillende problemen in verband met stoffen die momenteel niet het statuut van radioactief afval hebben, maar dit statuut later zouden kunnen aannemen. De geïdentificeerde problematiek houdt verband met bestaande toestanden die het voorwerp zijn geweest of kunnen zijn van een beslissing van het FANC tot radiologische sanering. Ze wenst zich tevens voor te bereiden op de problematiek van het langetermijnbeheer van radioactief afval dat aanwezig is in vergunde installaties voor tijdelijke opslag, waarvan de overname door NIRAS nog niet aangevraagd werd. Het gaat hoofdzakelijk om radiumhoudend afval en afval van bepaalde sectoren van de niet-nucleaire nijverheid — onder meer de fosfaatsnijverheid en de cementnijverheid — die grondstoffen gebruiken die van nature radioactief zijn, zonder dat het radioactieve karakter ervan een gewilde eigenschap van deze stoffen is (zogenaamd 'NORM'- en 'TENORM'-afval).

Met het oog op het langetermijnbeheer van radioactief afval afkomstig van toekomstige saneringen en van het radioactieve afval dat aanwezig is in de vergunde installaties voor

tijdelijke opslag zal NIRAS een of meer beheersystemen moeten ontwikkelen ter aanvulling van het bestaande systeem. Dit afval heeft immers als gemeenschappelijk kenmerk dat het om afval met lange levensduur en hoofdzakelijk zeer lage en lage activiteit gaat, dat over talrijke sites verspreid is en mogelijke aanzienlijke volumes vertegenwoordigt.

In de praktijk zal NIRAS tijdens de komende jaren een plan opstellen voor het langetermijnbeheer van het radiumhoudend afval dat aanwezig is op de site van Umicore in Olen en omgeving, alsook van het radiumhoudend afval dat ze reeds in opslag heeft. Het doel van dit plan is een beleid voor te stellen voor het langetermijnbeheer van dit afval, dat het noodzakelijke kader voor een optimaal beheer zal creëren, rekening houdend met de specifieke kenmerken van het beschouwde afval. Om dit plan volledig te kunnen ontwikkelen, dient NIRAS echter door het FANC te worden ingelicht over de algemene principes die moeten worden toegepast voor het langetermijnbeheer van het radiumhoudend afval en dient ze te gelegener tijd het standpunt van het agentschap te kennen met betrekking tot de noodzaak om de verschillende stortplaatsen en terreinen in Olen al dan niet te saneren, wat momenteel nog niet beslist is.

Indien het FANC zou oordelen dat bepaalde andere toestanden (toestanden in verband met de NORM- en TENORM-problematiek of de aanwezigheid van vroegere verspreide radioactieve verontreinigingen op bepaalde terreinen) radiologisch gesaneerd dienen te worden, zal NIRAS deze saneringen onderzoeken in overleg met het FANC, desgevallend in het kader van een nieuw beheerplan.

Het vooruitzicht van een plan dat specifiek gewijd is aan het langetermijnbeheer van radiumhoudend afval en, desgevallend, van een of meer latere plannen doet niets af aan de overwegingen en conclusies met betrekking tot het afval van categorie B en dat van categorie C die zijn uitgewerkt in dit Afvalplan: dit bestaande en geplande afval kan op lange termijn worden beheerd in het kader van de globale oplossing die NIRAS aanbeveelt.

6 Uitvoering van het Afvalplan

De start van de uitvoering van het Afvalplan, dat op 23 september 2011 werd aangenomen door de raad van bestuur van NIRAS, moet worden gevalideerd door een principebeslissing van de federale regering, waarbij een duidelijk beleid voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval wordt vastgelegd. De uitvoering van het Afvalplan zal een reeks acties omvatten die het mogelijk maken de gekozen oplossing voor het langetermijnbeheer te realiseren, zoals de keuze van een gastformatie, de keuze van mogelijke vestigingszones, de formalisering van maatschappelijke overlegprocessen en -structuren, de keuze van een of meer vestigingssites, de plaatselijke integratie van de oplossing en de vergunningsaanvragen. Voor de geleidelijke ontwikkeling van dit beheerbeleid moet een aangepast normatief systeem worden ingevoerd dat momenteel nog ontbreekt.

7 Verband met de Europese richtlijn 'Afval' van 19 juli 2011

De globale oplossing die in het Afvalplan wordt aanbevolen voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval zal, indien ze gevalideerd wordt door een principebeslissing, mee bijdragen tot de naleving van verschillende van de bepalingen van de Europese richtlijn 'Afval' van 19 juli 2011 betreffende het verantwoord en veilig beheer van verbruikte splijtstof en radioactief afval. Deze oplossing stemt immers overeen met de principes van de richtlijn, in het bijzonder de nationale verantwoordelijkheid voor het beheer, het feit dat de langetermijnveiligheid van het beheer berust op een installatie die de veiligheid op passieve wijze verzekert, het principe 'de vervuiler betaalt', het principe van intergenerationale billijkheid, die bepaalt dat de huidige generaties geen onredelijke lasten mogen overdragen aan de toekomstige generaties, en de uitwerking van een gedocumenteerd en participatief besluitvormingsproces. Ze beantwoordt aan de oplossing die in de richtlijn als *"de meest veilige en duurzame keuze als eindpunt voor het beheer van hoogactief afval en van als afval beschouwde verbruikte splijtstof"* wordt beschouwd.

Het Afvalplan als dusdanig geldt als voorbereiding op het eerste Belgische programma, dat uiterlijk tegen 23 augustus 2015 moet worden meegedeeld aan de Commissie en dat alle stappen van het beheer van bestraalde splijtstoffen en radioactief afval zal omvatten.

Inhoudstafel

Deel 1	Context en draagwijdte van het Afvalplan	1
1	Het Afvalplan in het kort	3
1.1	Motivering en doelstellingen van het Afvalplan	4
1.2	Uitwerking van het Afvalplan	7
1.2.1	Maatschappelijke consultatie op initiatief van NIRAS	11
1.2.2	Wettelijke raadplegingsprocedure	12
1.2.3	Overhandiging aan de voogdij	15
1.3	Structuur van het Afvalplan	15
2	NIRAS	17
2.1	Wettelijke opdracht inzake het beheer van radioactief afval	17
2.2	Werking	19
3	Draagwijdte van het systeem van NIRAS voor het beheer van radioactief afval	23
3.1	Voorwaarden opdat een stof beheerd zou worden door NIRAS	23
3.1.1	Radioactief afval zijn	23
3.1.2	Aanwezig zijn op Belgisch grondgebied of zich in het buitenland bevinden maar van Belgische oorsprong zijn	24
3.1.3	Het voorwerp zijn geweest (of kunnen zijn) van een aanvraag tot overname	24
3.2	Draagwijdte van het beheersysteem	25
3.2.1	Stoffen die in het beheersysteem zijn opgenomen of erin zullen worden opgenomen	25
3.2.2	Stoffen die op termijn in het beheersysteem kunnen worden opgenomen	33
3.2.3	Stoffen die uitgesloten zijn van het beheersysteem	36
3.2.4	Synthese	37
4	Het beheer van radioactief afval en zijn financiering	39
4.1	Wettelijk en reglementair kader	39
4.1.1	Internationale conventies en verdragen en Europese richtlijnen	39
4.1.2	Belgisch wettelijk en reglementair kader	41
4.1.3	Principes en normen aanbevolen op internationaal vlak	41
4.2	Beschrijving van het beheersysteem	43
4.2.1	Beheer op korte termijn	44
4.2.2	Beheer op middellange termijn	46
4.2.3	Beheer op lange termijn	48
4.2.4	Acceptatie (of kwaliteitszorg en -controle)	52

4.3	Technische inventaris van het geconditioneerde radioactieve afval	56
4.3.1	Raming anno 2009 van de volumes geconditioneerd afval	58
4.3.2	Verwante vragen met betrekking tot de raming anno 2009	60
4.4	Financiering van het beheersysteem	61
4.4.1	Beheer op korte termijn	61
4.4.2	RD&D-activiteiten en activiteiten van het type 'maatschappelijk participatieproces'	62
4.4.3	Beheer op middellange en lange termijn	62
5	Draagwijdte van het Afvalplan en noodzaak van een principebeslissing op korte termijn voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval	67
5.1	Draagwijdte van het Afvalplan	67
5.2	Noodzaak van een principebeslissing op korte termijn voor het B&C- afval	69
5.2.1	Internationale aanbevelingen in verband met de noodzaak van een beleid voor het beheer van radioactief afval	71
5.2.2	Documenten afkomstig van overheden op federaal niveau die verwijzen naar de noodzaak van een principebeslissing	73
5.2.3	Argumenten van goed beheer en bijbehorende argumenten inzake billijkheid	75
5.2.4	Wens van de publieke opinie dat het radioactief afvalbeheer niet wordt doorgeschoven naar de toekomstige generaties	82
Deel 2	Beschrijving, evaluatie en vergelijking van de mogelijke opties voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval en door NIRAS aanbevolen oplossing	83
6	Korte beschrijving van de beschouwde beheeropties	85
6.1	Opties die definitief kunnen worden	86
6.1.1	Actieve beheeroptie	87
6.1.2	Beheeropties die de veiligheid op passieve wijze verzekeren	88
6.2	Opties die niet definitief kunnen worden	92
6.3	Status-quo-optie (of nuloptie)	93
7	Evaluatie en vergelijking van de opties	95
7.1	Evaluatiemethodologie die in het SEA wordt gevolgd	95
7.2	Geïntegreerde globale evaluatie van NIRAS	98
7.2.1	De opties die niet kunnen worden behouden	98
7.2.2	De strategische keuze	101

8	Geologische berging in weinig verharde klei (Boomse Klei of Ieperiaanklei) als technische oplossing die NIRAS aanbeveelt voor het langetermijnbeheer	121
8.1	Geologische berging in weinig verharde klei (Boomse Klei of Ieperiaanklei)	121
8.1.1	Een programma dat zich stapsgewijs ontwikkelt sinds 1974: chronologische wetenschappelijke en institutionele mijlpalen	122
8.1.2	Beschrijving van het bergingssysteem in weinig verharde klei	131
8.1.3	Voorwaarden voor de ontwikkeling en realisatie van een geologische bergingsinstallatie	134
8.1.4	Belangrijkste wetenschappelijke en technische kennis en ervaring verworven in het kader van het RD&D-programma voor de berging in de Boomse Klei	140
8.1.5	De Ieperiaanklei als gastformatie vergeleken met de Boomse Klei	148
8.1.6	Toekomstige belangrijkste RD&D-activiteiten met het oog op de ontwikkeling en de geleidelijke realisatie van een geologische bergingsinstallatie	149
8.1.7	Kosten van de RD&D	153
8.2	In één enkele installatie	154
8.3	Op Belgisch grondgebied	154
8.4	Zodra mogelijk	156
9	De geologische berging ontwikkelen en realiseren in het kader van een integrerend besluitvormingsproces	159
9.1	Krachtlijnen van het besluitvormingsproces	161
9.1.1	Stapsgewijs vooruitgaan	163
9.1.2	Participatief zijn	164
9.1.3	Aanpasbaar zijn	165
9.1.4	Transparant en geloofwaardig zijn	167
9.1.5	De continuïteit garanderen, met inbegrip van de continuïteit van de kennis	167
9.2	Ontwerp van referentiebesluitvormingsproces voor de geleidelijke realisatie van de aanbevolen oplossing	168
9.2.1	Naar een groen licht voor de start van het <i>siting</i> proces	171
9.2.2	Naar een groen licht voor de ontwikkeling van een of meer geïntegreerde voorontwerpen van berging	172
9.2.3	Naar de keuze van de toekomstige bergingssite en het verkrijgen van het groene licht voor de ontwerpfase	173
9.2.4	Naar het verlenen van de nodige vergunningen om te starten met de bouwfase	175
9.2.5	Naar het verlenen van de processen-verbaal van oplevering en de vergunningen	175
9.3	Ontwikkeling van een normatief systeem	176
9.4	Integratie van een participatieve dynamiek in het B&C-programma	176

Deel 3	Verwante vragen die niet door NIRAS alleen kunnen worden beantwoord	179
10	Verwante vragen die een impact kunnen hebben op het beheersysteem van NIRAS, in het bijzonder op het langetermijnbeheer van het B&C-afval	181
10.1	Wettelijk en reglementair kader met betrekking tot het langetermijnbeheer	182
10.2	Mogelijke wijzigingen in de technische inventaris van geconditioneerd afval	182
10.2.1	Statuut van de bestraalde splijtstoffen en het hervatten van de opwerking	183
10.2.2	Toekomstig energiebeleid van België inzake elektriciteitsproductie	187
10.2.3	Eventuele overdracht van afval van categorie A naar categorie B	188
10.2.4	Statuut van de verrijkte splijtstoffen en de plutoniumhoudende stoffen	189
10.2.5	Eventuele wijzigingen van de inventaris van radiumhoudend afval van categorie B	190
11	Verwante vragen betreffende de ontwikkeling van een of meer aanvullende beheersystemen	191
11.1	Radiumhoudend afval	192
11.1.1	Site van Umicore in Olen en omgeving	192
11.1.2	Sites van NIRAS geëxploiteerd door Belgoprocess	195
11.1.3	Plan gewijd aan het langetermijnbeheer van radiumhoudend afval	195
11.2	Radioactief afval van saneringsoperaties met betrekking tot beroepsactiviteiten, waartoe beslist zou kunnen worden door het FANC	196
11.3	Radioactief afval van saneringen van terreinen die een vroegere, verspreide radioactieve verontreiniging vertonen, waartoe beslist zou kunnen worden door het FANC	197
11.4	Toevoeging aan het bestaande wettelijk en reglementair kader	198
Deel 4	Besluiten en aanbevelingen	199
12	Besluiten en aanbevelingen	201
12.1	De door NIRAS aanbevolen oplossing voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval	202
12.1.1	Technische oplossing voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval	202
12.1.2	Besluitvormingsproces	206
12.1.3	Voorwaarden voortvloeiend uit de raadplegingen	207
12.2	Voorstellen en aanbevelingen met betrekking tot vragen die niet door NIRAS alleen kunnen worden beantwoord	208

12.2.1	Langetermijnbeheer van het B&C-afval	208
12.2.2	Ontwikkeling van een of meer aanvullende beheersystemen, in het bijzonder voor radiumhoudend afval	209
Bijlagen		211
B1	Oorsprong en kenmerken van het B&C-afval	213
B2	Bijdrage van het Afvalplan tot het naleven van de verplichtingen van de richtlijn 'Afval'	217
B3	Definities uit het Belgisch wettelijk en reglementair kader	221
B4	Acroniemen	223
Referenties		225

1

Deel 1

Context en draagwijdte van het Afvalplan



1 Het Afvalplan in het kort

In België heeft de wetgever het beheer van radioactief afval* ¹ toevertrouwd aan een openbare instelling met rechtspersoonlijkheid, die daartoe in 1980 werd opgericht: de Nationale instelling voor radioactief afval en verrijkte splijtstoffen of NIRAS ([1, 2] zoals gewijzigd, voornamelijk door [3, 4, 5, 6]). Dat beheer moet de mens en het milieu beschermen tegen de risico's van radioactief afval en heeft dan ook in belangrijke mate betrekking op het langetermijnbeheer. Geconditioneerd laag- en middelactief kortlevend afval, afval van categorie A genoemd, vormt immers verscheidene honderden jaren lang een risico voor de mens en het milieu. Het andere geconditioneerde afval dat beheerd wordt door NIRAS, het geconditioneerde afval van de categorieën B en C, ook B&C-afval genoemd, heeft als gemeenschappelijk kenmerk dat het zodanig veel langlevende radionucliden bevat dat het gedurende verscheidene tienduizenden tot honderduizenden jaren een risico vormt. Het gaat om afval van hoge activiteit en/of lange levensduur.

Het langetermijnbeheer van radioactief afval is een exclusieve bevoegdheid van NIRAS. Volgens het wettelijk kader houdt dit beheer op lange termijn in dat het afval in de installatie voor langetermijnbeheer moet worden geplaatst zonder de bedoeling het terug te nemen: het langetermijnbeheer moet, met andere woorden, een oplossing bieden *die definitief kan worden* (artikel 1 van het koninklijk besluit van 30 maart 1981 [2]). Het feit dat het niet de bedoeling is het afval terug te nemen, betekent echter niet noodzakelijk dat het onmogelijk is het terug te nemen of dat het onmogelijk is controles uit te voeren.

In tegenstelling tot de toestand met betrekking tot het afval van categorie A (sectie 4.2.3) is er in België nog geen gevalideerd institutioneel beleid voor het langetermijnbeheer van B&C-afval. Het belang en de kwaliteit van de onderzoeks-, ontwikkelings- en demonstratiewerkzaamheden (RD&D) ter zake, die in 1974 werden opgestart door het Studiecentrum voor Kernenergie (SCK•CEN) en een tiental jaren later onder de verantwoordelijkheid van NIRAS werden geplaatst, werden vanaf 1976 herhaaldelijk bevestigd door verschillende commissies en werkgroepen die door

Radioactief afval:
"elke stof waarvoor geen enkel gebruik is voorzien en die radionucliden bevat in een hogere concentratie dan de waarden die de bevoegde overheid als aanvaardbaar beschouwt voor stoffen die zonder toezicht mogen worden gebruikt of geloosd" (KB van 30 maart 1981, artikel 1)

Activiteit: het tempo waarin de transformaties in een radioactieve stof plaatsvinden

¹ Woorden met een sterretje zijn gedefinieerd in het Belgisch wettelijk en reglementair kader en zijn bijeengebracht in een glossarium aan het einde van het Afvalplan. De eerste keer dat ze in de tekst voorkomen, worden ze tevens, samen met een aantal andere termen, uitgelegd in kadertjes in de marge van de tekst. Momenteel wordt overleg gevoerd over enkele incoherenties in de terminologie die in het wettelijk en reglementair kader wordt gebruikt.

Levensduur: de tijd die nodig is opdat de activiteit van een radionuclide met de helft zou afnemen door een proces van radioactief verval

Bestraalde splijtstof:

"splijtstoffen of plutoniumhoudende stoffen vervat in een structuur die het gebruik ervan in een reactor mogelijk maakt, nadat ze definitief uit de reactor zijn ontladen" (KB van 30 maart 1981, artikel 1)

Overtollige hoeveelheden:

"hoeveelheden verrijkte splijtstoffen plutoniumhoudende stoffen of ongebruikte of bestraalde splijtstof waarvoor geen enkel gebruik of latere omzetting voorzien is door de producent of de exploitant" (KB van 30 maart 1981, artikel 1)

institutionele instanties belast waren met de opdracht zich uit te spreken over de aan de gang zijnde studies over het langetermijnbeheer van het B&C-afval of over kwesties met betrekking tot het energiebeleid. De gekozen richting — *geologische berging in weinig verharde klei* (in België de Boomse Klei of de Ieperiaanklei) — werd echter nooit formeel bevestigd of ontkracht op federaal vlak (sectie 8.1.1). Een institutioneel beleid voor het langetermijnbeheer is evenwel in meerdere opzichten onmisbaar, in het bijzonder om NIRAS in staat te stellen verschillende aspecten van haar beheersysteem op korte en middellange termijn te optimaliseren en, in een ruimer kader, de verschillende onderdelen van haar opdracht van openbare dienstverlening tot een goed einde te brengen. De bedoeling hiervan is de gemeentes waar het afval momenteel tijdelijk wordt opgeslagen niet langer in het ongewisse te laten over de duur van deze opslag en de toekomstige generaties niet op te zadelen met de beheerverantwoordelijkheid, inclusief alle bijbehorende lasten.

1.1 Motivering en doelstellingen van het Afvalplan

Aangezien

- NIRAS wettelijk verplicht is een algemeen beheerprogramma op lange termijn te hebben voor het radioactieve afval (artikel 2, § 3, 1. c, van het koninklijk besluit van 30 maart 1981 [2]);
- de wet van 2 augustus 2002 [7], die het Gezamenlijk Verdrag inzake de veiligheid van het beheer van bestraalde splijtstof en inzake de veiligheid van het beheer van radioactief afval, gedaan te Wenen in 1997 [8], omzet, België verplicht een beleid te hebben voor het langetermijnbeheer van zijn radioactief afval;
- de Europese richtlijn 2001/42/EG van 27 juni 2001 betreffende de beoordeling van de gevolgen voor het milieu van bepaalde plannen en programma's [9] de juridische notie introduceert van plannen en programma's die opgesteld worden met het oog op de goedkeuring ervan door het parlement of de regering;
- er in België nog geen institutioneel beleid is voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval;
- een beleid voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval in meerdere opzichten *onmisbaar* is (sectie 5.2);
- het RD&D-programma van NIRAS voor het langetermijnbeheer van B&C-afval, dat in de lijn ligt van internationale aanbevelingen hieromtrent, een staat van technisch vergevorderde maturiteit bereikt heeft (hoofdstuk 8) [10] en een algemene beleidsbeslissing ter zake bijgevolg *mogelijk* is;
- NIRAS in 2004 door haar voorgedij onder meer belast werd met de voorbereiding en het aangaan van een maatschappelijke dialoog op elk niveau over het langetermijnbeheer van B&C-afval en met de evaluatie van alle mogelijke strategieën voor dit beheer, zodat een beslissing kan worden genomen omtrent de te realiseren beheeroplossing [11];
- de wet van 13 februari 2006 betreffende de beoordeling van de gevolgen voor het milieu van bepaalde plannen en programma's en de inspraak van het publiek bij de uitwerking van de plannen en programma's in verband met het milieu [12] het verband legt tussen enerzijds, de verplichting van NIRAS om een algemeen

beheerprogramma op lange termijn te hebben voor het radioactieve afval en, anderzijds

- ▶ de Europese richtlijn 2001/42/EG, door te bepalen dat de milieueffecten van dit algemene programma beoordeeld moeten worden en dat het milieueffectenrapport (*strategic environmental assessment* of SEA) eveneens een beoordeling dient te bevatten van de waarschijnlijke gevolgen van 'redelijke alternatieven';
- ▶ de Europese Richtlijn 2003/35/EG tot voorziening in inspraak van het publiek in de opstelling van bepaalde plannen en programma's betreffende het milieu [13];

heeft NIRAS het initiatief genomen om in één enkel document, *Afvalplan* genoemd, alle nodige elementen samen te brengen zodat de regering met kennis van zaken een *principebeslissing* of, met andere woorden, een *algemene beleids- of richtingaangevende beslissing* kan nemen over het langetermijnbeheer van het B&C-afval, inclusief de niet-opgewerkte bestraalde splijtstoffen* die als afval worden aangegeven (of kunnen worden aangegeven) alsook de overtollige hoeveelheden* verrijkte splijtstoffen* en plutoniumhoudende stoffen* die als afval worden aangegeven (of kunnen worden aangegeven).

In het vervolg van de tekst wordt met de uitdrukking 'B&C-afval' ook bedoeld: inclusief de niet-opgewerkte bestraalde splijtstoffen die als afval worden aangegeven (of kunnen worden aangegeven) alsook de overtollige hoeveelheden verrijkte splijtstoffen en plutoniumhoudende stoffen die als afval worden aangegeven (of kunnen worden aangegeven).

Het Afvalplan is dus gericht op het langetermijnbeheer van het B&C-afval. Het slaat enkel op het bestaande afval en het afval waarvan de productie gepland is, hoofdzakelijk in het kader van het huidige elektronucleaire programma. (Het gaat dus niet om het langetermijnbeheer van het afval dat zou voortkomen uit de exploitatie van nieuwe reactoren.) Het Afvalplan vermeldt het langetermijnbeheer van het afval van categorie A enkel pro memorie, aangezien de te realiseren beheeroplossing voor dit afval — oppervlakteberging op het grondgebied van de gemeente Dessel — werd vastgelegd door een beslissing van de ministerraad van 23 juni 2006 [14]. Ten slotte biedt het Afvalplan geen strategie voor het langetermijnbeheer van het radioactieve afval afkomstig van de vroegere en toekomstige saneringen. Voor situaties waarin de veiligheidsoverheid (Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle of FANC) een beslissing tot sanering heeft genomen, moeten NIRAS, het FANC en regionale instanties namelijk nog een gemeenschappelijke visie ontwikkelen over het langetermijnbeheer van het radioactieve afval dat uit deze saneringen zal voortkomen. Voor de andere situaties die mogelijk een sanering vereisen, is het aan het FANC om zich uit te spreken over de noodzaak van deze sanering. Het Afvalplan identificeert evenwel een reeks verwante vragen (inclusief vragen in verband met de saneringen), die niet door NIRAS alleen kunnen worden beantwoord, maar die wel een invloed kunnen hebben op haar activiteiten en inzonderheid op het langetermijnbeheer van B&C-afval. Deze vragen stellen de noodzaak van een principebeslissing op korte termijn evenwel niet ter discussie en hebben geen impact op de beheeroptie die NIRAS aanbeveelt voor het B&C-afval, namelijk *de geologische berging in weinig verharde klei (Boomse Klei of Ieperaanklei) in één enkele installatie (dit wil zeggen een gemeenschappelijke installatie voor al het B&C-afval, die op één enkele site wordt gebouwd) op Belgisch grondgebied, zodra mogelijk, rekening houdend met het feit dat het tempo van de ontwikkeling en*

Verrijkte

splijtstoffen: "elke stof die splijtbare uraniumisotopen bevat in een gehalte dat hoger is dan dat van natuurlijk uranium en zich in een andere vorm bevindt dan deze van ongebruikte of bestraalde splijtstof" (KB van 30 maart 1981, artikel 1)

Plutoniumhoudende

stoffen: "elke stof die splijtbare plutoniumisotopen bevat en zich in een andere vorm bevindt dan deze van ongebruikte of bestraalde splijtstof" (KB van 30 maart 1981, artikel 1)

realisatie van de oplossing afhankelijk is van de wetenschappelijke en technische maturiteit ervan en van het maatschappelijke draagvlak dat ervoor bestaat. (Het begin van de bergingsactiviteiten is a priori niet mogelijk vóór 2035–2040, gelet op de wetenschappelijke, technische, maatschappelijke en reglementaire verplichtingen waarmee rekening moet worden gehouden.)

Het algemeen programma voor het beheer op lange termijn van radioactief afval, bepaald door het koninklijk besluit van 30 maart 1981, zal op termijn, naast het Afvalplan, één of meer specifieke plannen omvatten betreffende het beheer van alle stoffen die het statuut van radioactief afval hebben of zullen hebben. Deze plannen zullen worden opgesteld naarmate de overeenkomstige dossiers een voldoende graad van maturiteit bereiken. Zo zal NIRAS in de komende jaren een plan opmaken voor het langetermijnbeheer van de aanzienlijke volumes radiumhoudend afval afkomstig van vroegere activiteiten, die aanwezig zijn op Belgisch grondgebied en die een bijzondere problematiek vormen (sectie 11.1). Het vooruitzicht van een dergelijk plan doet geen afbreuk aan de in dit Afvalplan geformuleerde overwegingen en besluiten met betrekking tot het afval van categorie B (dat deels radiumhoudend is) en het afval van categorie C.

Als besluitvormingsinstrument dat moet dienen om het Afvalplan en de beoogde principebeslissing te ondersteunen, heeft het SEA enkel betrekking op het langetermijnbeheer van het B&C-afval [15]. De keuze van de oplossing voor het langetermijnbeheer van het afval van categorie A is immers het voorwerp geweest van de nodige institutionele beslissingen (sectie 5.1). Het SEA is het document van een contractant — *Resource Analysis* (sinds juni 2010 gekend onder de naam TRITEL) — van wie NIRAS, overeenkomstig artikel 9 van de wet van 2006, heeft nagegaan dat hij geen enkel belang heeft bij het Afvalplan.

Volgens NIRAS zou de principebeslissing die door het Afvalplan mogelijk moet worden gemaakt, op de volgende drie aspecten moeten slaan:

- *het te ontwikkelen type van oplossing voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval;*
- *het besluitvormingsproces, met de belangrijkste mijlpalen en een planning, dat gevolgd dient te worden om de gekozen oplossing te realiseren;*
- *de manier waarop het maatschappelijk draagvlak, dat nodig is voor de stapsgewijze realisatie van de gekozen oplossing, kan worden verkregen en in stand gehouden.*

Een dergelijke principebeslissing is dus geen beslissing tot onmiddellijke realisatie van een specifieke oplossing op een bepaalde site, maar zou de eerste stap vormen van een stapsgewijs en aanpasbaar besluitvormingsproces. Een dergelijke beslissing is immers per definitie een beslissing *genomen in aanwezigheid van onzekerheden*, die dus een *voorwaardelijk karakter* heeft: ze moet tijdens het besluitvormingsproces bevestigd en verder uitgewerkt worden door opeenvolgende beslissingen, die aantonen dat de oplossing kan worden uitgevoerd overeenkomstig de vereisten van veiligheid, technische en financiële uitvoerbaarheid en maatschappelijke aanvaardbaarheid. Er zullen trouwens minstens één à twee decennia verlopen tussen de keuze van de te ontwikkelen oplossing en het begin van de eigenlijke industriële activiteiten. Deze periode zal onder meer worden benut om de technische en wetenschappelijke kennis te bevestigen en te verfijnen via de voortzetting van de RD&D, die geleidelijk zal evolueren naar de bevestiging van de verworven kennis, de voorbereiding van de industriële fase en de

voorbereiding van de vergunningsaanvraagdossiers. Tegelijkertijd zal een toereikend maatschappelijk draagvlak tot stand moeten worden gebracht voor de gekozen oplossing en voor het proces van keuze van een vestigingssite. Het besluitvormingsproces zou moeten worden opgenomen in een normatief systeem dat momenteel nog ontbreekt.

1.2 Uitwerking van het Afvalplan

Aangezien het de wens van NIRAS was de regering alle nodige elementen aan te reiken om, met kennis van zaken, een principebeslissing te nemen over het langetermijnbeheer van het B&C-afval en het de eerste maal was dat formeel om de mening van het publiek over dit dossier werd gevraagd, via de raadplegingsprocedure bepaald in de wet van 13 februari 2006, heeft NIRAS geopteerd voor een ruimere beoordeling van de mogelijke beheeropties en een ruimere maatschappelijke raadpleging dan die vereist door de wet. In die optiek heeft NIRAS de volgende keuzes gemaakt.

- Het Afvalplan en het SEA waarop het gebaseerd is, hebben *zoveel mogelijk* rekening gehouden met alle mogelijke opties voor het beheer van het B&C-afval, inclusief de opties die op internationaal vlak worden verworpen, opties die niet definitief kunnen worden en de optie die erin zou bestaan de huidige toestand te verlengen (status-quo).
- De maatschappelijke consultatie heeft zich niet beperkt tot de publieksraadpleging zoals bepaald in de wet. Aangezien het langetermijnbeheer van radioactief afval een belangrijke maatschappelijke uitdaging vormt, heeft NIRAS de bevolking, via een *maatschappelijke consultatie*, willen betrekken bij de opstelling van het document dat aan het Afvalplan voorafging (het 'ontwerp van Afvalplan') en van het SEA, en dit lang vóór het stadium van de wettelijke publieksraadplegingsprocedure. Het langetermijnbeheer van radioactief afval, en dus in het bijzonder van het B&C-afval, vormt immers niet alleen een wetenschappelijke en technische uitdaging, maar ook een maatschappelijke uitdaging die diverse bekommernissen doet ontstaan: hoe wordt de langetermijnveiligheid van de bestudeerde oplossing verzekerd? welke impact heeft ze op het leefmilieu op lange termijn? kan ze worden gefinancierd? door wie wordt ze gefinancierd of zal ze worden gefinancierd? welke lasten brengt ze mee voor de toekomstige generaties? hoe kan de continuïteit en de overdracht van de kennis van de ene generatie op de andere worden verzekerd? zijn de wetenschappelijke bases ervan voldoende stevig? beheerst men de technieken die nodig zijn om de oplossing te realiseren? ...;
- De evaluatie van de opties in het kader van het SEA heeft zich niet beperkt tot de milieueffecten, maar integreert in de mate van het mogelijke de dimensie milieu en veiligheid, de technische en wetenschappelijke dimensie, de financiële en economische dimensie en de maatschappelijke en ethische dimensie (Kader 1). Het SEA is dus een uitgebreid of *geïntegreerd* SEA.

Kader 1 – De vier dimensies van een duurzame oplossing voor het langetermijnbeheer van radioactief afval

Bij het verschijnen van het SAFIR 2-rapport [16, 17], dat de verworven wetenschappelijke en technische kennis over de ontwikkeling van een oplossing voor het langetermijnbeheer van B&C-afval in België bundelde, en dankzij haar ervaring in de participatie van lokale gemeenschappen in het kader van het bergingsproject voor afval van categorie A, wees NIRAS op de beperkingen van een benadering die hoofdzakelijk steunt op de begrippen wetenschappelijke risico-evaluatie en risicopreventie, wanneer beslissingen moeten worden genomen in een situatie met tal van onzekere factoren [18]. In dergelijke situaties, zoals het langetermijnbeheer van B&C-afval, krijgt de keuze van het type van oplossing dat moet worden gerealiseerd en dat uiteraard op stevige wetenschappelijke en technische argumenten moet berusten, ook een maatschappelijke dimensie. Naast de technische en wetenschappelijke dimensie moet het besluitvormingsproces dus ook rekening houden met de waarden die in de maatschappij leven.

De notie van duurzame oplossing

De notie 'duurzame ontwikkeling' verscheen voor het eerst in het rapport 'Our Common Future', ook het 'Brundtlandrapport' genoemd, waarvan het de kern vormt [19]. Dit rapport werd in 1987 door de Wereldcommissie voor Milieu en Ontwikkeling van de Verenigde Naties gepubliceerd en legt een eenduidig verband tussen economische groei, milieuproblemen, armoede en ontwikkeling. Duurzame ontwikkeling wordt erin opgevat als een ontwikkeling die tegemoetkomt aan de noden van vandaag zonder het vermogen van de toekomstige generaties om in hun eigen behoeften te voorzien, in het gedrang te brengen. Duurzame ontwikkeling draait dus om een bewustwording van de verplichtingen van de huidige generatie ten aanzien van de volgende generaties. De begrippen duurzame ontwikkeling en intra- en intergenerationele billijkheid werden daarna overgenomen in de principes uiteengezet in de Verklaring over Milieu en Ontwikkeling van de Verenigde Naties die in 1992 in Rio de Janeiro werd afgelegd [20].

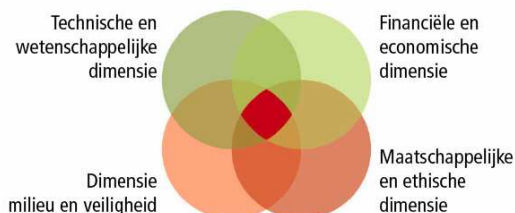
Onder de principes en noties die vaak worden geassocieerd met duurzame ontwikkeling [21], vinden we met name het voorzorgsprincipe, de visie op lange termijn, het principe 'de vervuiler betaalt', de maatschappelijke verantwoordelijkheid en de wens om geen onaantoonbare lasten door te geven aan andere bevolkingen (in het bijzonder de minst bevoordeelden) of aan de toekomstige generaties. Aangezien het adjectief *duurzaam* vaak gebruikt wordt om andere woorden dan *ontwikkeling* aan te duiden en het tot verwarring kan leiden, is het nuttig de betekenis die eraan gegeven wordt te preciseren in de context waarin het gebruikt wordt [21].

België is de weg van duurzame ontwikkeling ingeslagen door de goedkeuring van de wet van 5 mei 1997 betreffende de coördinatie van het federale beleid inzake duurzame ontwikkeling [22].

NIRAS is voorstander van geïntegreerde oplossingen met het oog op het langetermijnbeheer van B&C-afval, met andere woorden oplossingen die de bescherming van mens en milieu waarborgen, waarbij technische, economische en maatschappelijke aspecten tegelijk en op evenwichtige wijze in aanmerking worden genomen en in overleg met alle belanghebbende partijen worden uitgewerkt. Deze oplossingen worden 'duurzaam' genoemd, in die zin dat ze rekening houden met de drie dimensies eigen aan duurzame ontwikkeling — milieu, mens en welvaart (dat niet alleen het economisch voordeel, maar ook maatschappelijk welzijn omvat) [23] — alsook met de technische en wetenschappelijke dimensie. Deze laatste is 'transversaal' ten aanzien van de andere dimensies: ze legt immers de grondslag voor het uitwerken van beheeropties en de evaluatie van hun economische, maatschappelijke en milieugevolgen, maar ook voor de betrouwbaarheid van die evaluatie.

Om de notie van duurzame oplossing zoveel mogelijk te concretiseren, opteerde NIRAS voor een evaluatie van de overwogen beheeropties op basis van de volgende vier dimensies.

Volgens een recente studie van de Vrije Universiteit Brussel (VUB) voor de *Belgian Science Policy Office* (BELSPO) [24] is de aanpak die NIRAS heeft gevolgd in haar Afvalplan "vrij revolutionair voor de nucleaire cultuur en tot op heden de enige die op duurzaamheidscriteria is gebouwd" [vertaling van NIRAS].



De technische en wetenschappelijke vooruitgang wordt erkend als één van de fundamenteën van duurzame ontwikkeling in het algemeen [21] en van de milieuaspecten in het bijzonder, zoals aangegeven in het programma Agenda 21 "*A Blueprint for Sustainable Development*" dat goedgekeurd werd door de Conferentie van de Verenigde Naties over Milieu en Ontwikkeling in Rio de Janeiro (1992) en waarvan hoofdstuk 22 het belang van een veilig en ecologisch rationeel beheer van radioactief afval bevestigt [25].

De economische en financiële dimensie en de maatschappelijke dimensie, die vooral verwijzen naar de noodzaak om de financiering van het afvalbeheer te garanderen zonder de toekomstige generaties buitensporige lasten door te geven, maken trouwens integraal deel uit van het basisprincipe van optimalisering van de bescherming van mens en milieu tegen stralingen (ook ALARA-principe genoemd — *as low as reasonably achievable* of "zo laag als redelijkerwijze mogelijk"), dat bepaalt dat de waarschijnlijkheid van blootstelling, het aantal blootgestelde personen en de grootte van hun individuele doses zo laag mogelijk moeten worden gehouden, rekening houdend met economische en maatschappelijke factoren [26].

De noodzaak om de vier dimensies van een duurzame oplossing in aanmerking te nemen en in te bouwen bij de evaluatie van de opties die worden overwogen voor het beheer van B&C-afval werd duidelijk aangegeven, zowel door de deelnemers aan de NIRAS-dialogen en de interdisciplinaire conferentie die NIRAS voorafgaand aan de uitwerking van het ontwerp van Afvalplan en het SEA heeft georganiseerd [29], als door de deelnemers aan het publieksforum dat op onafhankelijke wijze georganiseerd werd door de Koning Boudewijnstichting [31]. Volgens de studie van de VUB [24] "*wordt veel aandacht besteed aan de integratie (multidisciplinair, technisch-economisch, maatschappelijk en ethisch). In het Afvalplan van NIRAS werden de principes en mechanismen voor de hiermee samenhangende billijkheidsdimensie beschouwd in het kader van een transparante en participatieve oefening, terwijl het initiatief tot beoordeling werd toevertrouwd aan een gezaghebbend instituut (de Koning Boudewijnstichting) dat ervaring heeft in participatieve experimenten en geen banden heeft met de nucleaire sector (dat, met andere woorden, onafhankelijk is).*" [vertaling van NIRAS]

Een aanpak van duurzame ontwikkeling *stricto sensu* zou minstens een globale aanpak vereisen op het niveau van alle praktijken die ten grondslag liggen aan de productie van radioactief afval, zoals voorzien in de toepassing van het eerste principe inzake stralingsbescherming (principe van rechtvaardiging — Kader 6 in sectie 4.1.3) [57, 58], in het bijzonder de toepassing van kernenergie voor de productie van elektriciteit. Dit valt echter buiten de bevoegdheden van NIRAS.

Duurzame ontwikkeling en het voorzorgsprincipe

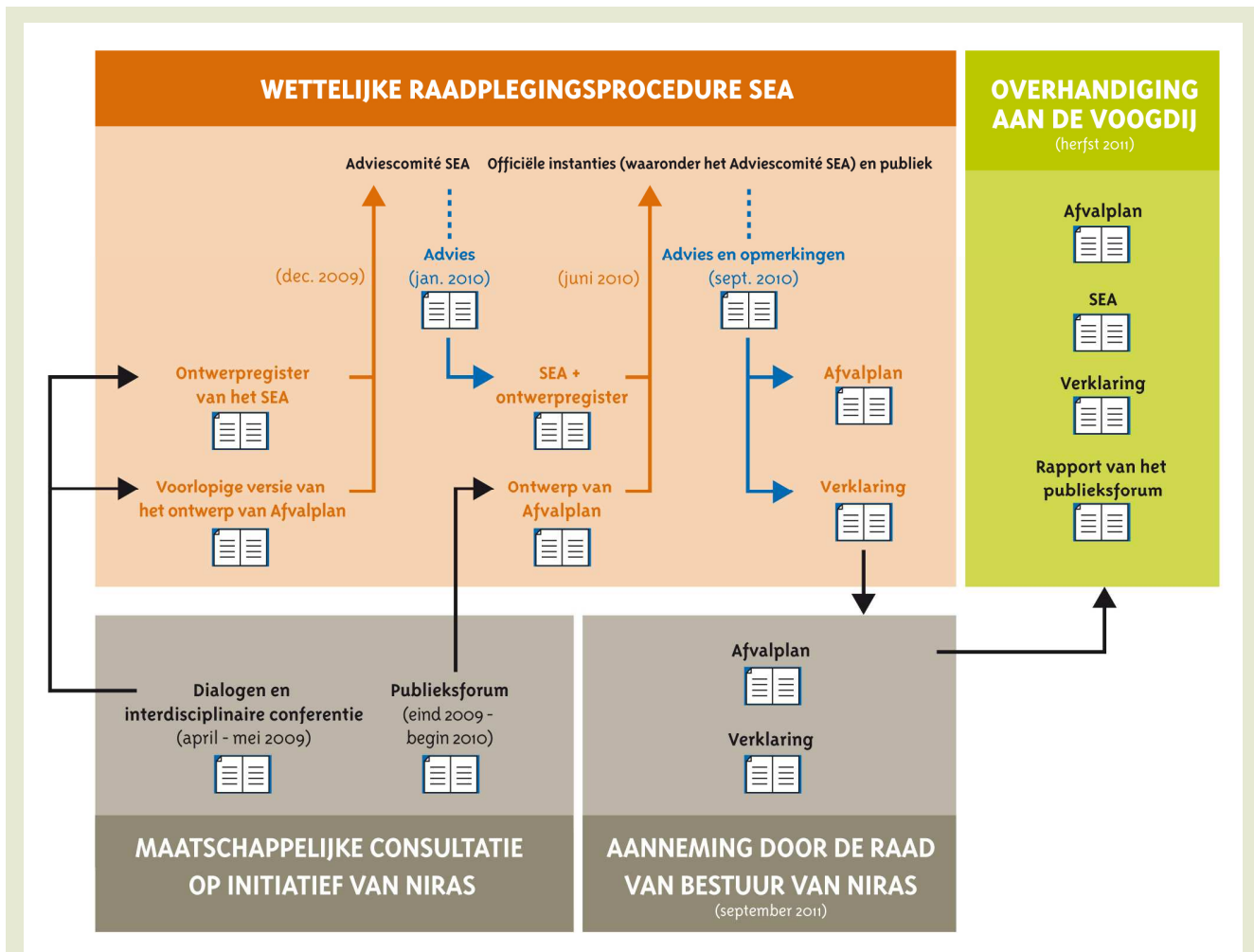
De Verklaring van Rio linkt het concept van duurzame ontwikkeling aan het voorzorgsprincipe (Principe 15), dat het verband legt tussen situaties waarin risico's worden genomen in aanwezigheid van grote onzekerheid, en de wetenschappelijke en technische dimensie: "*Teneinde het milieu te beschermen, zullen staten naar hun vermogen op grote schaal de voorzorgsbenadering moeten toepassen. Daar waar ernstige of onomkeerbare schade dreigt, mag het ontbreken van volledige wetenschappelijke zekerheid niet als argument worden gebruikt voor het uitstellen van effectieve maatregelen om milieuaantasting te voorkomen.*" [vertaling van NIRAS]. In de betekenis van actieprincipe, dat zou kunnen worden vertaald als "Doe er in geval van twijfel alles aan om zo goed mogelijk te handelen" [27], houdt het voorzorgsprincipe onder meer het volgende in [27, 28]:

- multidisciplinaire en tegensprekelijke wetenschappelijke expertise (waarbij onzekerheid doorgaans niet synoniem is met een gebrek aan kennis, maar wel met het bestaan van complexe situaties met gevolgen op lange termijn), die de uitvoering van onderzoeks- en ontwikkelingsprogramma's veronderstelt die een risicoanalyse, risicobeperking en evaluatie van alternatieven mogelijk moeten maken;
- een zo ruim mogelijk overleg, zo vroeg mogelijk, met alle betrokkenen, met inbegrip van het publiek in ruime zin, over de risico's, hun evaluatie en hun aanvaardbaarheid;
- een periodieke herevaluatie van de risico's en onzekerheden op basis van de kennisevolutie.

Deze interpretatie strookt met de benadering van NIRAS, die geconfronteerd wordt met een milieuprobleem dat het gewone milieukader en de gewone tijdschaal ruimschoots overstijgt. Het Afvalplan van NIRAS en het SEA waarop het zich baseert, evalueren de risico's en identificeren de wetenschappelijke en maatschappelijke onzekerheden die verbonden zijn aan de verschillende overwogen opties voor het beheer van B&C-afval. De inhoud ervan werd verrijkt dankzij verschillende initiatieven op het vlak van maatschappelijke consultatie. NIRAS zal de risico's en onzekerheden in verband met de gekozen beheeroplossing op geregelde tijdstippen opnieuw evalueren doorheen het proces van ontwikkeling van de oplossing.

Aangezien het Afvalplan een strategische beslissing beoogt en geen beslissing over een concreet project, hebben het Afvalplan en het SEA op generieke wijze rekening gehouden met de beheeropties, dit wil zeggen zonder ze te koppelen aan een specifieke site. Ze hebben dus geen betrekking op de keuze van een vestigingssite voor de nodige beheerinstallaties en dus ook niet op het detailontwerp ervan. De evaluatie van de beschouwde opties was bijgevolg voornamelijk kwalitatief en was gebaseerd op het oordeel van deskundigen die daarbij zijn uitgegaan van de — volledig openbare — kennisbasis die beschikbaar is op nationaal en internationaal vlak alsook, in de mate van het mogelijke, van vergelijkbare studies uitgevoerd in het buitenland en de daaruit resulterende beslissingen, en van de ervaring met bestaande analoge infrastructuur in België en in het buitenland. Er werden echter ook kwantitatieve analyses uitgevoerd, telkens wanneer dit mogelijk en gerechtvaardigd was. Door de strategische aard van het Afvalplan werden de grensoverschrijdende milieueffecten niet geëvalueerd.

Het Afvalplan en het SEA zijn het eindpunt van een ontwikkelingsproces in verschillende fasen, geregeld door een wettelijke procedure (sectie 1.2.2) en voorafgegaan door een maatschappelijke consultatie op initiatief van NIRAS (sectie 1.2.1) (Figuur 1).



Figuur 1 – De maatschappelijke consultatie op initiatief van NIRAS en de wettelijke raadplegingsprocedure, gevolgd door de aanneming door de raad van bestuur van NIRAS en de overhandiging van de documenten aan de voogdij.

1.2.1 Maatschappelijke consultatie op initiatief van NIRAS

De maatschappelijke consultatie op initiatief van NIRAS bestond uit twee luiken (Figuur 1 en Figuur 2).

- Via een reeks *NIRAS-dialogen* en een *interdisciplinaire conferentie*, georganiseerd in april en mei 2009, konden organisaties van het middenveld, experts en burgers uiting geven aan hun bezorgdheden en verwachtingen op het vlak van het lange-termijnbeheer van B&C-afval. De communicatiecampagne rond deze consultatie bestond met name uit een persconferentie, een eerste zending van 4 500 e-mails, de latere dubbele verzending, door een bureau gespecialiseerd in onlinestudies, van 30 000 e-mails waarbij de geadresseerden werden uitgenodigd om de specifieke website van NIRAS (www.niras-afvalplan.be) te raadplegen en zich in te schrijven op de dialogen, een telefonische actie naar 200 organisaties van het middenveld en de herhaaldelijke publicatie (15 keer) van een aankondiging in de gratis pers.

De acht dialogen brachten in totaal een zestigtal deelnemers bijeen. Aan de interdisciplinaire conferentie namen 84 deskundigen uit verschillende disciplines deel, inclusief disciplines die geen rechtstreeks verband hadden met het beheer van radioactief afval. Deze consultatiedagen werden begeleid door procesbegeleiders die onafhankelijk waren van NIRAS. De rol van NIRAS beperkte zich tot het verstrekken van informatie aan de deelnemers en tot het observeren van het verloop van de gedachtewisselingen.

- Een *publieksforum*, waarvan de organisatie door NIRAS werd toevertrouwd aan de Koning Boudewijnstichting, was gewijd aan het besluitvormingsproces op het vlak van het langetermijnbeheer van B&C-afval. Dit forum werd eind 2009 – begin 2010 georganiseerd. De Koning Boudewijnstichting heeft, in alle onafhankelijkheid, een panel van 32 burgers samengesteld dat representatief was voor de diversiteit van onze samenleving en heeft dit panel gedurende drie weekends geholpen om na te denken over dit thema. NIRAS is niet tussenbeide gekomen in dit proces.



Figuur 2 – Consultatie van de burgers op initiatief van NIRAS. Links, een werkgroep tijdens de interdisciplinaire conferentie (bron: Dialogue Learning Centre); rechts, overhandiging aan de directeur-generaal van NIRAS van het eindrapport door de deelnemers aan het publieksforum georganiseerd door de Koning Boudewijnstichting (bron: Koning Boudewijnstichting; fotografie: Emmanuel Crooy).

De resultaten van de maatschappelijke consultatie op initiatief van NIRAS werden in aanmerking genomen bij het opstellen van het SEA en het ontwerp van Afvalplan, en dus van het Afvalplan. De rapporten van de NIRAS-dialogen, alsook de synthese [29] van deze rapporten en van de interdisciplinaire conferentie — opgesteld door de onafhankelijke procesbegeleiders — zijn beschikbaar op de specifieke website van NIRAS, net als het rapport van het eveneens uit onafhankelijke personen samengestelde auditcomité [30], dat tijdens die dagen een observatierol vervulde. Het rapport van het publieksforum [31] is beschikbaar op de website van de Koning Boudewijnstichting (www.kbs-frb.be).

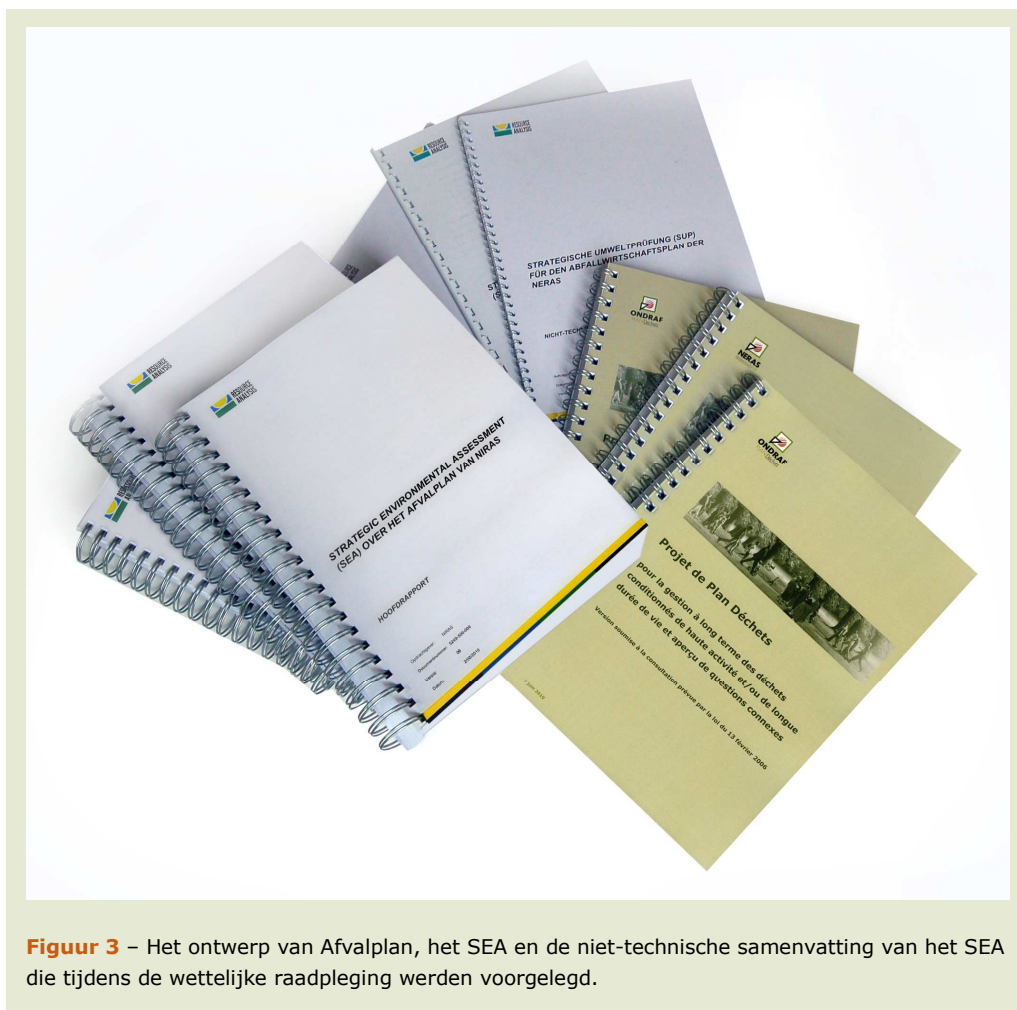
1.2.2 Wettelijke raadplegingsprocedure

Overeenkomstig de bepalingen van de wet van 13 februari 2006 vormen het Afvalplan en het SEA het eindpunt van een ontwikkelingsproces in verschillende fasen (Figuur 1).

In een eerste fase heeft NIRAS een ontwerpregister van het SEA, met de te bestuderen milieueffecten en de methodologische aspecten van de beoordeling, voorgelegd aan het Adviescomité dat opgericht werd door de wet van 2006 (in het vervolg van de tekst 'Adviescomité SEA' genoemd). Het Adviescomité SEA diende de overeenstemming van het register, op het vlak van de inhoud en de aanpak, met de wettelijke voorschriften na te gaan. Het ontwerpregister van het SEA ging vergezeld van een voorlopige versie van het ontwerp van Afvalplan, die bestemd was voor het Adviescomité SEA.

In een tweede fase heeft NIRAS haar ontwerp van Afvalplan en het eigenlijke SEA (Figuur 3) ter advies voorgelegd aan het Adviescomité SEA, aan de Federale Raad voor Duurzame Ontwikkeling, aan de gewestregeringen en, zoals de wet haar toeliet, aan het FANC. NIRAS heeft deze documenten ook tegelijkertijd ter raadpleging aan het publiek voorgelegd.

De publieksraadpleging werd vijftien dagen voor de aanvang ervan aangekondigd door middel van een bij het Belgisch Staatsblad gevoegd bericht [32], op de federale portaalsite, op de nationale portaalsite van het Verdrag van Aarhus, op de specifieke website van NIRAS en in een twaalfstal grote dagbladen (zes Nederlandstalige dagbladen, vijf Franstalige dagbladen en één Duitstalig dagblad), met een totale oplage van ongeveer 1 770 000 exemplaren (Figuur 4). Het ontwerp van Afvalplan en het SEA waren beschikbaar in het Frans, het Nederlands en het Duits. Ze konden worden gedownload op de specifieke website van NIRAS en waren op verzoek te verkrijgen in gedrukte vorm. Daarnaast heeft NIRAS alle Belgische gemeenten één of meer exemplaren van het ontwerp van Afvalplan en het SEA aangeboden om ze ter beschikking te stellen van hun burgers. Ten slotte heeft NIRAS de officiële SEA-vertegenwoordigers van de lidstaten van de Europese Unie op eigen initiatief ingelicht over de raadpleging en hen uitgenodigd de eventuele opmerkingen van hun land kenbaar te maken.



Figuur 3 – Het ontwerp van Afvalplan, het SEA en de niet-technische samenvatting van het SEA die tijdens de wettelijke raadpleging werden voorgelegd.

In zijn advies [33] over het ontwerp van Afvalplan en het SEA stelt het Adviescomité SEA geen leemtes vast in de wijze waarop de wettelijke procedure werd uitgevoerd. Het *"waardeert de investering die het NIRAS heeft gedaan om te zorgen voor een correcte uitvoering van de procedure met betrekking tot de milieueffectenbeoordeling, inzonderheid door een versie van het repertorium in te dienen die rekening houdt met zijn opmerkingen"*. Het stelt eveneens vast dat *"de documentatie compleet is [...]"*.

Het Adviescomité SEA bevestigt tevens dat een evaluatie van de grensoverschrijdende milieueffecten nog niet mogelijk was.

"Het Comité vindt dat het ontwerp afvalplan, gelet op zijn algemene inhoud, niet toelaat om in dit stadium uit te maken of zijn uitvoering al dan niet verwaarloosbare effecten kan hebben op het leefmilieu in een ander Lidstaat van de Europese Unie of van een andere Verdragsluitende Partij van het Verdrag van Espoo van 25 februari 1991 betreffende de milieueffectenbeoordeling in een grensoverschrijdende context. Het Comité vestigt echter wel de aandacht van de auteurs van het afvalplan op het feit dat de toekomstige beslissingen over het beheer van het nucleair afval in België en vooral over inplanting van de installaties grensoverschrijdende effecten kunnen hebben waarmee rekening moet worden gehouden, en dit overeenkomstig de vigerende wetgeving."



Raadpleging van de bevolking

Ontwerp van het Afvalplan en milieueffectenrapport voor het beheer op lange termijn van hoogradioactief en/of langlevend afval

Van 7 juni tot en met 6 september

2010 kunnen het Ontwerp van het Afvalplan van NIRAS en het milieueffectenrapport voor het beheer op lange termijn van hoogradioactief en/of langlevend afval worden geraadpleegd door de bevolking, krachtens de wet van 13 februari 2006.

Tijdens deze raadpleging kan iedereen zijn opmerkingen kenbaar maken. Deze zullen in aanmerking worden genomen bij het opstellen van de definitieve versie van het Afvalplan dat NIRAS vóór het einde van het jaar aan de overheid zal voorleggen.

U kunt reageren:

- Online: www.niras-afvalplan.be
- Per e-mail: afvalplan@nirond.be
- Schriftelijk:
NIRAS Afvalplan, Kunstlaan 14,
1210 Brussel

Voor meer informatie en om de documenten te downloaden:

www.niras-afvalplan.be

Een gedrukt exemplaar van de bovenvermelde documenten kan schriftelijk aangevraagd worden (NIRAS Afvalplan, Kunstlaan 14, 1210 Brussel of afvalplan@nirond.be).

NIRAS is de Nationale instelling voor radioactief afval en verrijkte splijtstoffen, die door de overheid belast is met het beheer van het Belgische radioactieve afval. De opdracht van de instelling bestaat erin het radioactieve afval veilig te beheren op korte en op lange termijn. De bescherming van het milieu en de veiligheid van de bevolking staan hierbij centraal.

Figuur 4 – Nederlandstalige versie van de aankondiging van de publieksraadpleging, verschenen in de Nederlandstalige dagbladen op 20 mei 2010.

In een derde fase heeft NIRAS bij de afwerking van het Afvalplan rekening gehouden met de adviezen van de officiële instanties en met de opmerkingen geformuleerd door het publiek in het kader van de wettelijke raadplegingsprocedure. Als gevolg daarvan heeft zij aan de oplossing die zij aanbeveelt voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval voorwaarden gekoppeld inzake terugneembaarheid van het geborgen afval, controle van de goede werking van het bergingssysteem en overdracht van de kennis over de bergingsinstallatie. De exacte draagwijdte van deze voorwaarden zal moeten worden bepaald in overleg met alle belanghebbende partijen. Andere bekommernissen, inzonderheid de opvolging van de ontwikkelingen met betrekking tot beheerpistes die in het Afvalplan werden onderzocht maar niet werden behouden, alsook de noodzaak van een onafhankelijke opvolging van het besluitvormingsproces werden geïntegreerd in de globale oplossing die NIRAS aanbeveelt. Overeenkomstig de bepalingen van de wet van 2006 heeft zij tevens een verklaring opgesteld [34] die onder meer samenvat hoe bij de

afwerking van het plan rekening gehouden werd met het SEA en de ontvangen adviezen en opmerkingen. De wet van 2006 voorziet daarentegen niet in de aanpassing van het SEA op basis van deze adviezen en opmerkingen.

Het Afvalplan werd op 23 september 2011 aangenomen door de raad van bestuur van NIRAS, de enige autoriteit die daartoe gemachtigd is ².

1.2.3 Overhandiging aan de voogdij

Het Afvalplan zoals het is aangenomen, wordt door NIRAS aan haar voogdij overhandigd, samen met de verklaring, het SEA en het rapport van het publieksforum. Aldus beschikt de regering over alle nodige elementen om een principebeslissing te nemen over het langetermijnbeheer van het B&C-afval. NIRAS meent immers dat het Afvalplan zoals het is aangenomen enkel kan worden uitgevoerd indien het gevalideerd is door de regering.

1.3 Structuur van het Afvalplan

Het Afvalplan is opgesplitst in vier delen.

- Het *eerste deel* plaatst het Afvalplan in zijn context, rechtvaardigt de draagwijdte ervan en dringt aan op de *noodzaak* om op korte termijn een principebeslissing te nemen over het langetermijnbeheer van het B&C-afval.
- Het *tweede deel* gaat dieper in op de kwestie van het langetermijnbeheer van B&C-afval en toont aan dat een principebeslissing *mogelijk is*. Het geeft een beknopte beschrijving van de verschillende beheeropties die aan bod komen en van de methodologische aanpak die in het SEA gevolgd wordt om ze te evalueren. Het vat deze evaluatie vervolgens samen volgens de principes en criteria die het meest relevant lijken om als richtsnoer te dienen bij het nemen van een principebeslissing. Het beschrijft, ten slotte, de grote lijnen van de door NIRAS aanbevolen oplossing en het participatieve besluitvormingsproces dat uitgestippeld werd met het oog op de stapsgewijze realisatie ervan, met inbegrip van de elementen met betrekking tot de wijze waarop een maatschappelijk draagvlak voor deze oplossing wordt gecreëerd en in stand gehouden.
- Het *derde deel* wil de aandacht van de regering vestigen op een reeks verwante vragen die niet door NIRAS alleen kunnen worden beantwoord.
- *Deel vier*, ten slotte, geeft een beknopte samenvatting van de door NIRAS aanbevolen oplossing voor het langetermijnbeheer van B&C-afval, met inbegrip van de bijbehorende voorwaarden. Het formuleert tevens verschillende aanbevelingen met betrekking tot de bovenvermelde verwante vragen.

² De wet van 13 februari 2006 heeft niet tot doel regels vast te leggen voor het aannemen van plannen of programma's waarop ze van toepassing is. Men dient bijgevolg te refereren naar de bijzondere reglementeringen die de wijze van uitwerking en aanneming van plannen en programma's organiseren. In dit verband geeft de wet van 13 februari 2006 aan dat deze plannen en programma's moeten worden voorzien in de reglementering opdat ze erop van toepassing zou kunnen zijn (in het geval van het Afvalplan van NIRAS, artikel 2, § 3, 1. c, van het koninklijk besluit van 30 maart 1981, zoals gewijzigd, dat voorziet in een beheerprogramma op lange termijn). Het is dus de reglementering die de werking van NIRAS en de uitoefening van haar opdrachten regelt die bepaalt welke instantie gemachtigd is om het Afvalplan aan te nemen.

Het Afvalplan bevat als bijlage een overzicht van de oorsprong en kenmerken van het bestaande en geplande B&C-afval, hoofdzakelijk in het kader van het huidige elektronucleaire programma, een synthese van de belangrijkste punten van de Europese richtlijn van 19 juli 2011 betreffende het verantwoord en veilig beheer van verbruikte splijtstof en radioactief afval, die rechtstreeks verband houden met het Afvalplan en een eerste analyse van de bijdrage van het Afvalplan tot de naleving van de bepalingen van de richtlijn, een glossarium met termen die gedefinieerd zijn in het Belgisch wettelijk en reglementair kader en een lijst met acroniemen.



2 NIRAS

NIRAS is de openbare instelling met rechtspersoonlijkheid die in 1980 door de wetgever werd opgericht om het *beheer* van radioactief afval op Belgisch grondgebied, ongeacht de oorsprong en herkomst ³, te verzekeren ([1, 2] zoals gewijzigd, voornamelijk door [3, 4, 5, 6]). Het verslag aan de Koning dat ten grondslag ligt aan het koninklijk besluit van 1981, bepaalt het volgende: *"Het nagestreefd fundamenteel objectief is dus door de oprichting van genoemde Instelling, ongeacht elk winstoogmerk, een zo rationeel, gecoördineerd en éénvormig mogelijk beheer te verzekeren van verrichtingen die betrekking hebben op nucleaire materialen. [...] De wetgever heeft de wens uitgedrukt dat dit beheer in handen zou zijn van één enkele instelling onder openbare controle, teneinde te waarborgen dat het openbaar belang doorslaggevend zou zijn bij alle ter zake te nemen beslissingen."*

Radioactieve stof:
"elke stof die één of meer radionucliden bevat waarvan de activiteit of de concentratie om redenen van stralingsbescherming niet mag worden verwaarloosd" (wet van 15 april 1994, artikel 1)

2.1 Wettelijke opdracht inzake het beheer van radioactief afval

NIRAS werd door de wet van 8 augustus 1980 (Kader 2) [1] belast met het beheer van alle radioactieve afval ⁴, ongeacht de oorsprong en herkomst, en met het opstellen van een inventaris van alle nucleaire installaties en alle sites die radioactieve stoffen* bevatten. (Deze inventarisopdracht staat bekend onder de naam 'opdracht tot inventarisatie van de nucleaire passiva'.) De wet van 8 augustus 1980 belast NIRAS eveneens met een aantal andere opdrachten, onder meer op het vlak van het beheer van verrijkte splijtstoffen, plutoniumhoudende stoffen en bestraalde splijtstoffen.

De opdrachten betreffende het beheer van radioactief afval omvatten vooral het transport buiten de installaties van de producenten, de verwerking en conditionering* voor producenten die niet beschikken over door NIRAS erkende uitrustingen, de opslag* buiten de installaties van de producenten en de berging* (of eindberging), waarbij

³ Het wettelijk kader dat de opdrachten en werkingsmodaliteiten van NIRAS definieert, wordt gevormd door artikel 179, § 2, van de wet van 8 augustus 1980 betreffende de budgettaire voorstellen 1979–1980 en zijn koninklijk uitvoeringsbesluit van 30 maart 1981, met inbegrip van hun respectieve en opeenvolgende wijzigingen, met name de wet van 11 januari 1991, het koninklijk besluit van 16 oktober 1991, de wet van 12 december 1997 en de wet van 29 december 2010.

⁴ Het koninklijk besluit van 30 maart 1981 bepaalt dat het gaat om radioactief afval aanwezig op Belgisch grondgebied (artikel 2, § 2, 1).

Verwerking en conditionering van radioactief afval:

"geheel van mechanische, chemische, fysische en andere verrichtingen met het oog op de omvorming van het radioactieve afval in colli die beantwoorden aan de operationele vereisten inzake behandeling, transport, opslag of berging" (KB van 30 maart 1981, artikel 1)

Opslag van radioactief afval:

"tijdelijke opslag van dergelijk afval met de bedoeling en op een manier die het mogelijk maakt het later terug te nemen" (KB van 30 maart 1981, artikel 1)

Berging (of eindberging):

"het plaatsen van bestraalde splijtstof of radioactief afval in een geschikte faciliteit zonder de bedoeling het terug te halen" (wet van 2 augustus 2002, artikel 2)

volgens de wettelijke definitie berging staat voor het plaatsen van bestraalde splijtstof of radioactief afval in een geschikte faciliteit *zonder de bedoeling het terug te halen* [7]. (Het feit dat het niet de bedoeling is het afval terug te nemen, betekent niet noodzakelijk dat het onmogelijk is het terug te nemen of dat het onmogelijk is controles uit te voeren.) NIRAS moet, met andere woorden, een *sluitend* beheersysteem ontwikkelen en in werking stellen voor al het radioactieve afval dat ze overgenomen heeft of zal overnemen. Het gaat hier om een beheersysteem waarvan de laatste stap bepaald is en de definitieve bestemming van dat afval vormt (voor een beschrijving van het beheersysteem van NIRAS, zie hoofdstuk 4).

Artikel 2 [2] van het koninklijk uitvoeringsbesluit van de wet van 8 augustus 1980 — het besluit van 30 maart 1981 — bepaalt bovendien dat NIRAS onder meer de volgende taken heeft

- het opmaken en bijhouden van de inventaris van het bestaande radioactieve afval en de geplande afvalproductie;
- het opmaken en bijhouden van een algemeen beheerprogramma op lange termijn voor het radioactieve afval. Dit programma moet een technisch-economische beschrijving bevatten van de acties die voor dat beheer worden overwogen;
- het opstellen, op basis van de algemene regels, voorgesteld aan de bevoegde overheid en door deze goedgekeurd, van de criteria voor de acceptatie van het geconditioneerde en niet-geconditioneerde afval dat zij ten laste moet nemen*;
- het kwalificeren van de installaties bestemd voor de verwerking en conditionering van het radioactieve afval;
- het zich vergewissen van de overeenstemming van de kwaliteit van het al of niet geconditioneerde radioactieve afval met de acceptatiecriteria en het zorgen voor de definitieve keuring* ervan.

Om het beheer van radioactief afval, dat de kern van de opdracht van NIRAS vormt, tot een goed einde te kunnen brengen, moet het passen in het kader van een *beleid van langetermijnbeheer*. Het is niet NIRAS die dit beleid bepaalt. Zij kan echter voorstellen doen aan haar voogdijoverheid, die beslist over het gevolg dat eraan gegeven wordt, en de voogdij beoordelingselementen aanreiken. NIRAS kan ook het initiatief nemen om haar voogdij aspecten van institutioneel beleid voor te leggen die betrekking hebben op het beheer van radioactief afval en die verduidelijkt moeten worden, zodat zij haar beheeropdracht verder kan uitvoeren.

NIRAS is niet bevoegd in een reeks materies die gevolgen kunnen hebben voor het beheer van radioactief afval, zoals het toekomstig beleid van België inzake de productie van elektriciteit, in het bijzonder elektriciteit van nucleaire oorsprong, de kwestie van de opwerking van bestraalde splijtstoffen, de commerciële keuzes van ondernemingen die radioactief afval produceren, het algemene beleid van onderzoeksinstellingen, het verlenen van de zogenaamde nucleaire oprichtings- en exploitatievergunningen voor de nucleaire installaties, beslissingen tot saneringen in geval van radioactieve verontreinigingen of nog het opstellen van de reglementering inzake stralingsbescherming.

Kader 2 – Uittreksels van artikel 179, § 2, van de wet van 8 augustus 1980, zoals gewijzigd [1]

“2° [...] wordt de Instelling belast met

- het beheer van al het radioactief afval, van welke oorsprong of herkomst het ook zij,
- het opstellen van een inventaris van alle nucleaire installaties en alle terreinen die radioactieve stoffen bevatten, zoals gedefinieerd in artikel 1 van de wet van 15 april 1994 betreffende de bescherming van de bevolking en van het leefmilieu tegen de uit ioniserende stralingen voortspruitende gevaren en betreffende het Federaal Agentschap voor nucleaire controle,

evenals met bepaalde opdrachten op het gebied

- van het beheer van verrijkte splijtstoffen, plutoniumhoudende stoffen, bestraalde splijtstoffen,
- en van de denuclearisatie van de buiten dienst gestelde installaties.”

“3° De Instelling zal slechts afval van buitenlandse oorsprong mogen beheren na instemming te hebben bekomen van haar voogdijoverheid.”

“4° De opdrachten betreffende het radioactief afval omvatten het vervoer buiten de installaties, de verwerking en de conditionering voor de producenten die niet over daartoe door de Instelling erkende uitrustingen beschikken, de opslag buiten de installaties en de berging, evenals de verzameling en de evaluatie van elke informatie die nodig is voor de uitvoering van de bovengenoemde opdrachten. De instelling wordt bovendien gemachtigd om elke handeling te stellen en elke maatregel te treffen die erop gericht is het maatschappelijk draagvlak dat vereist is voor de integratie van een bergingsinstallatie voor radioactief afval in een lokale collectiviteit, te creëren en in stand te houden.”

“6° De opdracht met betrekking tot de inventaris omvat het opstellen van een repertorium van de lokalisatie en de staat van alle nucleaire installaties en alle plaatsen die radioactieve stoffen bevatten [...].”

“8° De opdrachten betreffende verrijkte splijtstoffen, plutoniumhoudende stoffen en bestraalde splijtstoffen omvatten het vervoer buiten de installaties, van de verrijkte en plutoniumhoudende splijtstoffen in een hoeveelheid die en met een verrijkingspercentage dat de door de Koning bepaalde grenzen overschrijdt, de opslag buiten de installaties, van de ten opzichte van de operationele behoeften van de installatie overtollige plutoniumhoudende stoffen, de opslag buiten de installaties, van bestraalde splijtstof of nieuwe splijtstof waarvoor geen enkel gebruik is voorzien, evenals de verzameling en de evaluatie van elke informatie die nodig is voor de uitvoering van de bovengenoemde opdrachten.”

Tenlasteneming:

“alle technische en administratieve operaties die nodig zijn om te zorgen voor het weghalen van het radioactief afval of overtollige hoeveelheden van de site van de producenten en hun overbrenging naar de door de Instelling beheerde installaties” (KB van 30 maart 1981, artikel 1). *In de context van het Afvalplan gebruikt NIRAS 'overname' in plaats van 'tenlasteneming'.*

Keuring: “operatie verricht bij de tenlasteneming van het afval of overtollige hoeveelheden en bestemd om de conformiteit van dit afval met de van kracht zijnde specificaties te onderzoeken, met het oog op de verantwoordelijkheidsoverdracht” (KB van 30 maart 1981, artikel 1)

2.2 Werking

De werkingsmodaliteiten van NIRAS zijn vastgelegd door de bepalingen van het wettelijk en reglementair kader.

- NIRAS kan haar opdrachten met eigen middelen uitvoeren, ze uitbesteden of de uitvoering ervan aan derden toevertrouwen, onder haar verantwoordelijkheid. Het langetermijnbeheer van radioactief afval is evenwel een exclusieve bevoegdheid van NIRAS.

Belgoprocess is sinds 1986 een onderneming-dochtermaatschappij van NIRAS die onder meer belast is met de verwerking en conditionering van radioactief afval van de meeste Belgische producenten die deze activiteiten niet zelf verrichten, en met

de opslag van geconditioneerd afval in afwachting van een langetermijnbeheeroplossing die definitief kan worden. Belgoprocess exploiteert gecentraliseerde installaties in Mol en Dessel, die eigendom zijn van NIRAS en onder haar verantwoordelijkheid staan.

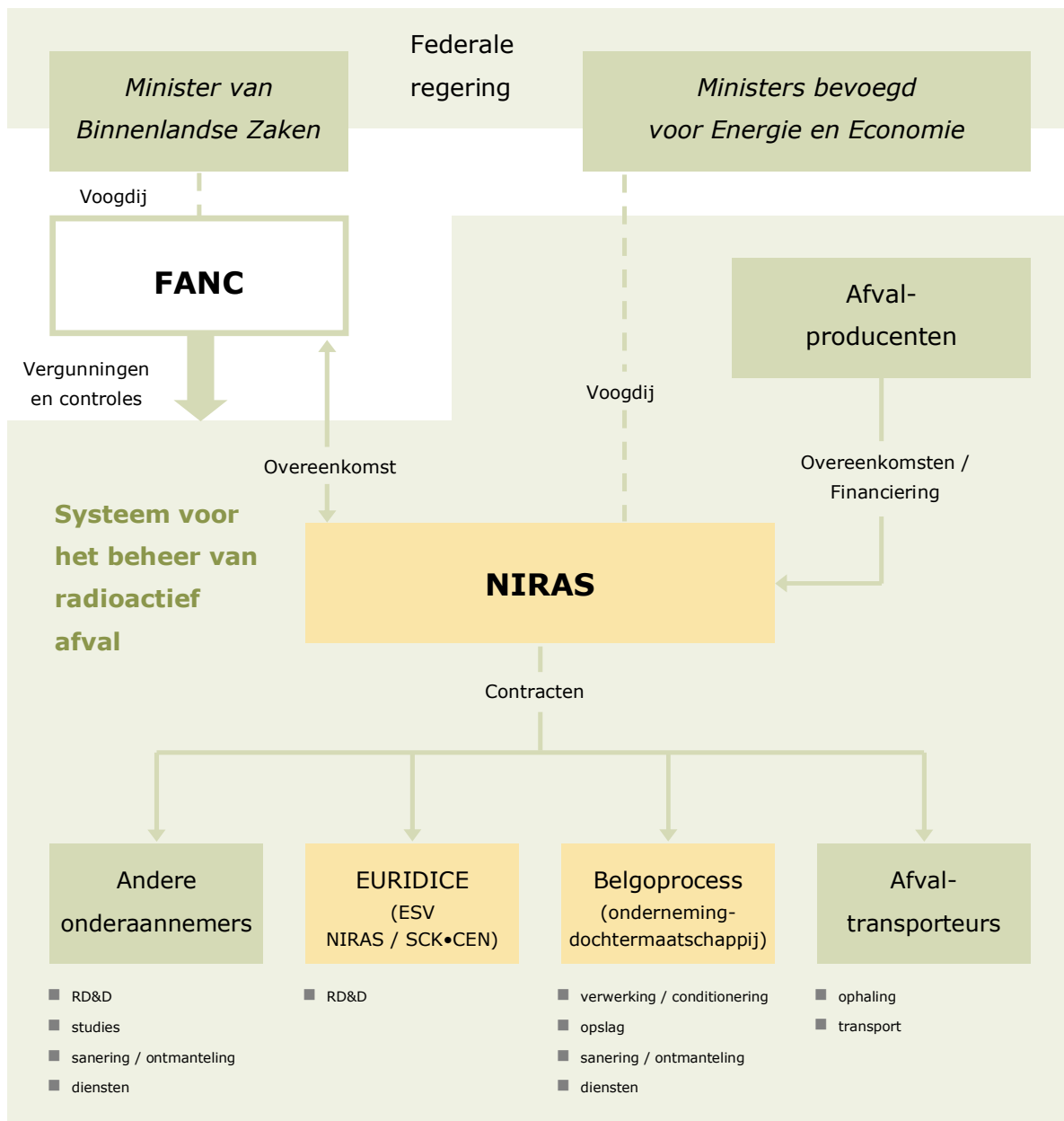
EURIDICE is het economisch samenwerkingsverband dat in 1995 opgericht werd door NIRAS en het SCK•CEN, voornamelijk om het ondergronds onderzoekslaboratorium HADES te beheren.

- NIRAS staat onder de voogdij van de federale regering, via de ministers bevoegd voor energie en economie. Een overlegovereenkomst tussen NIRAS en de veiligheidsautoriteit — het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle of FANC — opgesteld ter uitvoering van artikel 33 van het algemeen reglement op de bescherming van de bevolking, van de werknemers en het leefmilieu tegen het gevaar van de ioniserende stralingen [35], verder in de tekst aangeduid als “algemeen reglement voor de bescherming tegen de ioniserende stralingen”, beoogt *“de wederzijdse uitwisseling van informatie en raadpleging betreffende de aspecten van het beheer van radioactieve afvalstoffen die de uitoefening van de bevoegdheden van beide instellingen kunnen beïnvloeden”*.

Het FANC staat onder voogdij van de minister van Binnenlandse Zaken en moet de bescherming van mens en milieu tegen de gevaren van ioniserende stralingen bevorderen. Het moet met name de regels en normen voor stralingsbescherming bepalen, die in de lijn liggen van de internationale aanbevelingen en de Europese richtlijnen, de nucleaire oprichtings- en exploitatie-, en ontmantelings- of sluitingsvergunningen uitreiken aan de exploitanten van nucleaire installaties (met inbegrip van de exploitanten van bergingsinstallaties), de nucleaire transportvergunningen uitreiken aan de transporteurs van radioactieve stoffen, de naleving van de bepalingen van de vergunningen controleren en de nucleaire installaties inspecteren, het radiologisch toezicht op Belgisch grondgebied verzekeren, meehelpen met de organisatie van het nationale nucleaire en radiologische noodplan en waken over de beveiliging van nucleaire stoffen.

- NIRAS moet tegen kostprijs werken en de begunstigden van haar prestaties — producenten van radioactief afval — niet meer of minder dan de nodige bedragen doen betalen om hun afval veilig te kunnen beheren, conform het principe ‘de vervuiler betaalt’ (voor een beschrijving van de wijze waarop het beheer van radioactief afval gefinancierd wordt, zie sectie 4.4).

De wijze waarop het beheer van radioactief afval in België georganiseerd wordt, is hieronder schematisch weergegeven (Figuur 5).



Figuur 5 – Vereenvoudigde voorstelling van de wijze waarop het radioactieve afval in België wordt beheerd.



3 Draagwijdte van het systeem van NIRAS voor het beheer van radioactief afval

De draagwijdte van het systeem van NIRAS voor het beheer van radioactief afval bepaalt het toepassingsgebied, dat afgebakend wordt door het wettelijk en reglementair kader. De verscheidenheid van de verschillende mogelijke gevallen en de vaststelling dat bepaalde stoffen die momenteel niet beantwoorden aan de definitie van radioactief afval op termijn zouden kunnen worden opgenomen in het beheersysteem van NIRAS, rechtvaardigt een onderzoek van al deze gevallen (voor een beschrijving van het door NIRAS ontwikkelde beheersysteem, zie hoofdstuk 4). In sectie 4.3, dat betrekking heeft op de technische inventaris van geconditioneerd afval van NIRAS, worden eveneens verschillende voorbeelden van radioactief afval gegeven. Bijlage B1 geeft een overzicht van de oorsprong en kenmerken van het B&C-afval [36].

3.1 Voorwaarden opdat een stof beheerd zou worden door NIRAS

Volgens haar opdracht moet NIRAS stoffen beheren die beantwoorden aan de definitie van radioactief afval, ongeacht hun oorsprong en herkomst, die zich op Belgisch grondgebied bevinden en waarvoor de producent of eigenaar⁵ een aanvraag tot overname heeft ingediend, alsook radioactief afval van Belgische oorsprong dat zich tijdelijk in het buitenland bevindt, bijvoorbeeld voor verwerking.

3.1.1 Radioactief afval zijn

We kunnen algemeen stellen dat radioactief afval een stof of voorwerp is dat tegelijk afval en radioactief is. Het is aan de producent of de eigenaar om te bepalen wat radioactief afval is.

Een radioactieve stof is volgens de wet van 15 april 1994 betreffende de bescherming van de bevolking en van het leefmilieu tegen de uit ioniserende stralingen voortspuitende gevaren en betreffende het FANC [37], een *"stof die één of meer radionucliden bevat waarvan de activiteit of de concentratie om redenen van stralingsbescherming niet mag*

⁵ Of in sommige gevallen het FANC.

Radioactief afval van buitenlandse oorsprong:

"radioactief afval dat zijn radioactiviteits-kenmerken heeft verkregen buiten België, behalve indien deze radioactiviteit afkomstig is van uitrustingen en/of afval van Belgische oorsprong dat in het buitenland is verwerkt" (KB van 30 maart 1981, artikel 1)

worden verwaarloosd" (artikel 1). De radioactieve of niet-radioactieve aard van een stof kan doorgaans bepaald worden op basis van de criteria van het algemeen reglement voor de bescherming tegen de ioniserende stralingen. Voor gevallen die momenteel niet aan bod komen in dit reglement (sectie 3.2.2.4) wordt de radioactieve of niet-radioactieve aard bepaald door het FANC na een evaluatie geval per geval.

Volgens het koninklijk besluit van 30 maart 1981 houdende bepaling van de opdrachten en de werkingsmodaliteiten van NIRAS [2], zoals gewijzigd, is radioactief afval *"elke stof waarvoor geen enkel gebruik is voorzien en die radionucliden bevat in een hogere concentratie dan de waarden die de bevoegde overheid als aanvaardbaar beschouwt voor stoffen die zonder toezicht mogen worden gebruikt of geloosd"* (artikel 1). Deze definitie zorgt evenwel voor toepassingsproblemen, in die zin dat het algemeen reglement voor de bescherming tegen de ioniserende stralingen nog geen dergelijke waarden bevat voor beroepsactiviteiten en saneringen (sectie 3.2.2.4).

Radioactief afval kan in ruwe, vaste, vloeibare of gasvorm voorkomen. In sommige gevallen en in bepaalde omstandigheden mogen installaties met een nucleaire vergunning van het FANC gasvormige of vloeibare radioactieve effluënten in beperkte mate en op gecontroleerde wijze in de omgeving lozen. Het meeste radioactieve afval⁶ wordt evenwel verwerkt en geconditioneerd tot een vast product, waarna de colli met geconditioneerd afval worden opgeslagen, in afwachting van een operationele beheeroplossing op lange termijn (sectie 4.2).

3.1.2 Aanwezig zijn op Belgisch grondgebied of zich in het buitenland bevinden maar van Belgische oorsprong zijn⁷

Enkel radioactief afval op Belgisch grondgebied moet in principe door NIRAS overgenomen worden. In sommige gevallen bevindt zich evenwel Belgisch radioactief afval of radioactief afval van Belgische oorsprong in het buitenland, dat op termijn moet terugkeren naar België omdat het tot de verantwoordelijkheid van een Belgische eigenaar behoort, zoals radioactief afval afkomstig van de opwerking van Belgische bestraalde splijtstoffen.

3.1.3 Het voorwerp zijn geweest (of kunnen zijn) van een aanvraag tot overname

De overgrote meerderheid van producenten en eigenaars van radioactief afval wendt zich tot NIRAS voor het beheer van hun radioactief afval. Ze zijn daartoe evenwel niet

⁶ Met uitzondering van vast langlevend, hoofdzakelijk zeer laagactief en laagactief afval, dat in bulk is opgeslagen in de tijdelijke opslaginstallaties UMTRAP en 'Bankloop' van Umicore in Olen (secties 10.2.5 en 11.1.1.1).

⁷ In geval van opwerking van Belgische bestraalde splijtstoffen in het buitenland zijn de eisen met betrekking tot het opwerkingsprocedé dusdanig dat België niet het geconditioneerde afval van de opwerking van de Belgische splijtstoffen recupereert, maar wel geconditioneerd opwerkingsafval waarvan de radiologische en fysico-chemische kenmerken *gelijkwaardig* zijn aan die van de splijtstoffen die ter opwerking zijn verzonden. Deze gelijkwaardigheid wordt vastgesteld op basis van een boekhoudkundig afvalbeheersysteem, het zogenaamde systeem van residu-eenheden, dat door COGEMA (nu AREVA NC) is ontwikkeld. De bestemmings- en toekenningsregels voor de residu's die eruit voortvloeien, werden door Synatom voorgelegd aan NIRAS die ze heeft goedgekeurd.

verplicht. Ze kunnen hun afval zelf tijdelijk opslaan, mits ze de voorwaarden naleven van de opslagvergunning die ze bij het FANC hebben moeten aanvragen. Zo slaan ziekenhuizen en onderzoekslaboratoria radioactief afval op waarvan de levensduur zodanig kort is dat het radioactiviteitsniveau ervan heel snel afneemt en het dus snel als niet-radioactief afval kan worden beschouwd. Enkel NIRAS is gemachtigd om het radioactieve afval op lange termijn te beheren en om bergingsinstallaties te exploiteren.

Bron: "radioactieve stof, toestel of installatie die ioniserende stralingen kan uitzenden of die radioactieve stoffen bevat" (KB van 20 juli 2001, artikel 2)

3.2 Draagwijdte van het beheersysteem

Hoewel de theoretische draagwijdte van het beheersysteem voor radioactief afval gemakkelijk te definiëren is op basis van de bepalingen van het wettelijk en reglementair kader, bestaat er onzekerheid wat het 'afval'-statuut of de radioactieve aard (in de zin van de wet van 15 april 1994) van bepaalde stoffen betreft. NIRAS kan op dit ogenblik dan ook niet volledig voorspellen welke stoffen, die momenteel niet het statuut van radioactief afval hebben, op termijn dat statuut zullen krijgen. De effectieve draagwijdte van haar beheersysteem is, met andere woorden, momenteel beperkter dan de theoretische draagwijdte ervan.

In de hierna volgende analyse wordt een onderscheid gemaakt tussen de stoffen die zich in het beheersysteem van NIRAS bevinden of waarvan de instelling weet dat ze erin opgenomen zullen worden omdat ze als afval zullen worden aangegeven bij NIRAS en het voorwerp zullen zijn van een aanvraag tot overname (sectie 3.2.1), de stoffen die op termijn in het beheersysteem van NIRAS zullen worden opgenomen maar waarvan het statuut van 'radioactief afval' momenteel nog niet vastgesteld is (sectie 3.2.2) en de stoffen die per definitie uitgesloten zijn (sectie 3.2.3). Deze analyse is samenvattend weergegeven in Tabel 1 (sectie 3.2.4).

Op verschillende plaatsen in dit document worden, ter illustratie, types van geconditioneerd afval van de categorieën B en C (zie bijlage B1) weergegeven waarin zich de (types van) stoffen bevinden die in de hierna volgende analyse vermeld zijn. De afvaltypes van categorie A waarin deze stoffen zich ook kunnen bevinden, *worden niet vermeld omdat ze niet het voorwerp zijn van het Afvalplan*. Het afval van categorie A vertegenwoordigt evenwel meer dan 80% van het in 2009 geraamde volume (sectie 4.3.1) van al het afval van de categorieën A, B en C dat op lange termijn moet worden beheerd (sectie 4.2.3).

3.2.1 Stoffen die in het beheersysteem zijn opgenomen of erin zullen worden opgenomen

Om de uitvoering van de verschillende luiken van haar opdracht inzake het beheer van radioactief afval voor te bereiden en te plannen, houdt NIRAS niet enkel rekening met bestaand radioactief afval, maar ook met de productievoorzichten van toekomstig afval, inclusief het Belgische radioactieve afval en het afval van Belgische oorsprong dat zich thans in het buitenland bevindt en op termijn naar België moet terugkeren. NIRAS baseert zich daarvoor op de informatie die de producenten van radioactief afval haar moeten verstrekken in het kader van de periodieke bijwerking van haar technische inventaris van radioactief afval (sectie 4.3) en in het kader van de contracten die de producenten met haar afsluiten voor de ophaling van hun afval.

Weesbron: "bron waarvan het activiteitsniveau op het tijdstip van ontdekking de vrijstellingswaarde vastgesteld in bijlage IA overschrijdt en waarop geen reglementaire controle wordt uitgeoefend, hetzij omdat hierop nooit zulke controle is uitgeoefend, hetzij omdat het een bron betreft die is achtergelaten, verloren, zoekgeraakt, gestolen of, zonder passende kennisgeving aan de bevoegde overheid of inlichting van de ontvanger, is overgedragen aan een nieuwe houder" (KB van 20 juli 2001, artikel 2)

Handeling: "menselijke verrichting die een bijkomende blootstelling van bepaalde personen aan ioniserende stralingen met zich mee kan brengen; deze kunnen afkomstig zijn van een kunstmatige of van een natuurlijke stralingsbron, wanneer de natuurlijke radionucliden worden bewerkt omwille van hun radioactieve, splijt- of kweekeigenschappen. Blootstelling bij een noodgeval is hier niet inbegrepen" (kb van 20 juli 2001, artikel 2)

Met uitzondering van de weesbronnen* (sectie 3.2.1.4) en het militaire afval⁸ dat NIRAS moet overnemen, zijn de stoffen die in haar beheersysteem zijn opgenomen of er op termijn in zullen worden opgenomen, afkomstig van *handelingen** waarvoor het FANC een vergunning heeft uitgereikt of van saneringen, waartoe het FANC besloten heeft, van terreinen die radioactief besmet zijn. De waarden waarmee een onderscheid kan worden gemaakt tussen radioactieve en niet-radioactieve stoffen zijn die welke vastgelegd zijn door het algemeen reglement voor de bescherming tegen de ioniserende stralingen (vrijgave-* en vrijstellingsniveaus* voor vast afval en lozingslimieten voor vloeibare en gasvormige effluenten) [35]. Deze waarden zijn enkel toepasselijk voor afval afkomstig van handelingen waarvoor een vergunning is uitgereikt. Deze handelingen zijn activiteiten die radioactieve stoffen precies omwille van hun radioactieve aard gebruiken, in tegenstelling tot *beroepsactiviteiten** (sectie 3.2.2.4).

De stoffen die in het beheersysteem voor radioactief afval van NIRAS zijn opgenomen of erin zullen worden opgenomen, kunnen in zes groepen worden ingedeeld:

- radioactief afval afkomstig van vergunde handelingen dat aanwezig is op Belgisch grondgebied (buiten het afval dat zich in de vergunde opslaginstallaties van Umicore bevindt);
- radioactief afval afkomstig van de opwerking dat nog uit het buitenland moet terugkeren;
- Belgisch radioactief afval dat zich tijdelijk in het buitenland bevindt, buiten het opwerkingsafval;
- weesbronnen;
- radioactief afval dat zich bevindt in de twee vergunde tijdelijke opslaginstallaties van Umicore in Olen (UMTRAP en 'Bankloop');
- radioactief afval afkomstig van saneringen waartoe het FANC reeds heeft besloten.

3.2.1.1 Radioactief afval afkomstig van vergunde handelingen op Belgisch grondgebied (buiten het afval dat zich in de vergunde opslaginstallaties van Umicore bevindt)

De vergunde handelingen gaan van activiteiten verbonden aan de kernbrandstofcyclus (productie van splijtstoffen en productie van elektriciteit door de kerncentrales van Doel en Tihange — zie Kader 3 in sectie 3.2.1.2) tot het beheer zelf van radioactief afval (verwerking, conditionering en opslag), met inbegrip van onderzoek, de productie van radionucliden voor medische en industriële toepassingen, het gebruik van deze radionucliden voor medische diagnostiek (bijvoorbeeld metastabiel technetium 99, dat bij scans wordt gebruikt) of therapeutische doeleinden (bijvoorbeeld kobalt 60, dat bij radiotherapie wordt gebruikt), of ook nog het industrieel gebruik van meetapparaten met ingekapselde radioactieve bronnen (Figuur 6) (zie Tabel 2 in sectie 4.3 voor een lijst met de belangrijkste exploitanten van vergunde nucleaire installaties).

⁸ Het ministerie van Landsverdediging beschikt over zijn eigen vergunningssysteem. NIRAS neemt geringe hoeveelheden geconditioneerd militair afval over. Het gaat vooral om stukken van oude vliegtuigcockpits en tanks, zoals oude wijzerplaten en andere voorwerpen die destijds geschilderd werden met radiumhoudende verf om ze lichtgevend te maken (lijn d-4 in bijlage B1). (België is geen eigenaar van kernwapens.)



Figuur 6 – Van links naar rechts en van boven naar onder: (thans ontmantelde) handschoenkasten die Belgonucleaire in het verleden heeft gebruikt voor de productie van kernbrandstoffen (bron: Belgonucleaire); binnenste van de kern van de onderzoeksreactor BR2 van het SCK•CEN (bron: SCK•CEN); laboratorium voor de productie van radio-elementen (bron: IRE); gebruik van een radioactieve bron bij radiotherapie (bron: Nagra); controle van de lasnaden van een leiding door middel van een radioactieve bron (bron: Nagra).

Radioactief afval afkomstig van vergunde handelingen is afval dat courant geproduceerd wordt, inclusief afval afkomstig van de opwerking van bestraalde splijtstof (Figuur 7), en afval van de ontmanteling van nucleaire installaties. Radioactief afval is zeer divers. Het gaat bijvoorbeeld om stukken van uitrustingen die buiten gebruik werden gesteld, oplossingseffluenten van bestraalde splijtstof, beschermende kledij, residu's van de behandeling van afvalwater in de kerncentrales, filters, ingekapselde bronnen, vast afval en vloeibare effluenten uit laboratoria, en voor het merendeel beton en metalen afkomstig van ontmantelingsoperaties. Het verwerkte en geconditioneerde afval dat niet in categorie A wordt ondergebracht, komt in categorie B of categorie C terecht.

Vrijgave: onttrekking van radioactieve stoffen of radioactieve voorwerpen afkomstig van een vergunde handeling aan elke latere reglementaire controle door de veiligheidsautoriteit

Vrijstelling: bepaling door de veiligheidsautoriteit dat een bron of een handeling niet onderworpen dient te worden aan alle of een deel van de aspecten van de reglementaire controle omdat de blootstelling (met inbegrip van de potentiële blootstelling) te wijten aan die bron of handeling te gering is om de toepassing van die aspecten te rechtvaardigen

Beroepsactiviteit: "activiteit die geen handeling is maar waarbij natuurlijke stralingsbronnen aanwezig zijn en die kan leiden tot een aanzienlijke verhoging van de blootstelling van personen, die vanuit het oogpunt van stralingsbescherming niet mag verwaarloosd worden" (KB van 20 juli 2001, volgens artikel 1)



Figuur 7 – Splijtstofelement en metaalafval gerecupereerd bij de opwerking van splijtstoffen (bron: AREVA NC).

Twee bijzondere types courant geproduceerd afval zijn de bestraalde splijtstoffen die als afval worden aangegeven door hun eigenaar, en de overtollige hoeveelheden verrijkte splijtstoffen en plutoniumhoudende stoffen die als afval worden aangegeven. Tot op heden heeft NIRAS geen enkele aanvraag ontvangen tot overname van bestraalde splijtstoffen van Belgische commerciële kernreactoren of van verrijkte splijtstoffen en plutoniumhoudende stoffen die als afval worden aangegeven. Het statuut (hulpbron of afval) van deze splijtstoffen (sectie 3.2.2.1) en stoffen (sectie 3.2.2.3) is momenteel immers niet gepreciseerd door hun eigenaars, hetgeen voor NIRAS een onzekerheid vormt die, voor wat de commerciële bestraalde splijtstoffen betreft, bijzonder groot is (sectie 10.2.1). NIRAS heeft wel een aanvraag tot overname ontvangen van de bestraalde splijtstoffen van de onderzoeksreactor Thetis van de Universiteit Gent (lijn c1-2 in bijlage B1), waarvan de ontmanteling begin 2010 is begonnen (Figuur 8). (NIRAS zorgt ook voor de opslag van bestraalde splijtstoffen van de onderzoeksreactor BR3 van het SCK•CEN (lijn c1-1 in bijlage B1), op diens verzoek (Figuur 8).)



Figuur 8 – Ontlading bij Belgoprocess van bestraalde splijtstoffen van de onderzoeksreactor Thetis van de *Universiteit Gent* (bron: Belgoprocess) en opslag van bestraalde splijtstoffen van de onderzoeksreactor BR3 van het SCK•CEN in Castor-containers op site BP1 van NIRAS die door Belgoprocess geëxploiteerd wordt (bron: Belgoprocess/NIRAS).

Er is nooit aan uraniumverrijking gedaan in België, er wordt geen uranium meer gewonnen⁹ en sinds de sluiting in 1975 van de proefopwerkingsfabriek Eurochemic, gebouwd in het kader van een experimenteel project van de Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling (OESO), zijn er geen opwerkingsactiviteiten meer. De site, de installaties en de residu's van de opwerkingsactiviteiten van Eurochemic (voornamelijk lijnen c3-1 tot c3-9, c4-10 en c4-11 in bijlage B1) werden eind 1981 overgedragen aan de Belgische Staat, krachtens een overeenkomst tussen Eurochemic en de Belgische regering. Tot eind 1984 is Eurochemic de site blijven beheren voor rekening van de regering, waarna het beheer ervan werd overgedragen aan de maatschappij Belgoprocess. Deze was net opgericht om de installaties van Eurochemic eventueel opnieuw in bedrijf te stellen. Nadat definitief werd afgezien van dit project heeft de Belgische Staat NIRAS eind 1986 belast met de overname van alle aandelen van Belgoprocess en met het beheer van de installaties en het exploitatieafval van Eurochemic, alsook met de ontmanteling van de buiten gebruik gestelde installaties.

3.2.1.2 Radioactief opwerkingsafval dat nog moet terugkeren uit het buitenland

Met uitzondering van de eerste twee contracten voor de opwerking van brandstof van de Belgische kerncentrales in het buitenland (40 tHM, beide contracten afgesloten in 1976), voorzien de overige opwerkingscontracten in de terugkeer naar België van het radioactieve opwerkingsafval (Kader 3, Figuur 9). Deze overige contracten zijn de contracten voor de opwerking van brandstof van kerncentrales (630 tHM), die in 1978 werden afgesloten door Synatom en COGEMA (in 2006 omgedoopt tot AREVA NC) in La Hague (Frankrijk) (zie ook sectie 3.2.2.1), en de contracten voor de opwerking van bestraalde brandstoffen van de onderzoeksreactor BR2 van het SCK•CEN. Deze laatste werden eind van de jaren negentig afgesloten met COGEMA en UKAEA Ltd, site van Dounreay (Verenigd Koninkrijk), dat in 2008 DSRL (*Dounreay Site Restoration Limited*) is geworden.

Artikel 8 van de Franse programmawet van 28 juni 2006 betreffende het duurzaam beheer van radioactieve stoffen en radioactief afval [38] bepaalt overigens dat Frankrijk niet mag instaan voor het langetermijnbeheer van buitenlands radioactief afval en dat radioactief opwerkingsafval moet worden teruggestuurd naar het land van herkomst van de opgewerkte brandstof.

NIRAS neemt het opwerkingsafval over bij zijn terugkeer naar België (lijnen b2-1 tot b2-5 en c2-1 tot c2-3 in bijlage B1).

⁹ Het ging om de extractie van uranium in de fosfaatnijverheid en om de extractie van radium en uranium uit uraniumerts in Olen.

Kader 3 – Kernbrandstofcyclus UO_2 : van de ontginning van uranium tot het langetermijnbeheer van radioactief afval

Uranium is de meest courante kernbrandstof en is een erts dat relatief veel in de aardkorst voorkomt. Net als andere ertsen moet het *ontgonnen* worden om gebruikt te kunnen worden.

Natuurlijk uranium is een mengsel van voornamelijk uranium-235 en uranium-238. Uranium-235 vertegenwoordigt slechts 0,7% van het mengsel en is splijtbaar. Omdat de meeste kernreactoren brandstof met een hoger gehalte aan splijtbaar uranium vereisen, moet natuurlijk uranium *verrijkt* worden met uranium-235, wat tegelijk leidt tot de productie van verarmd uranium.

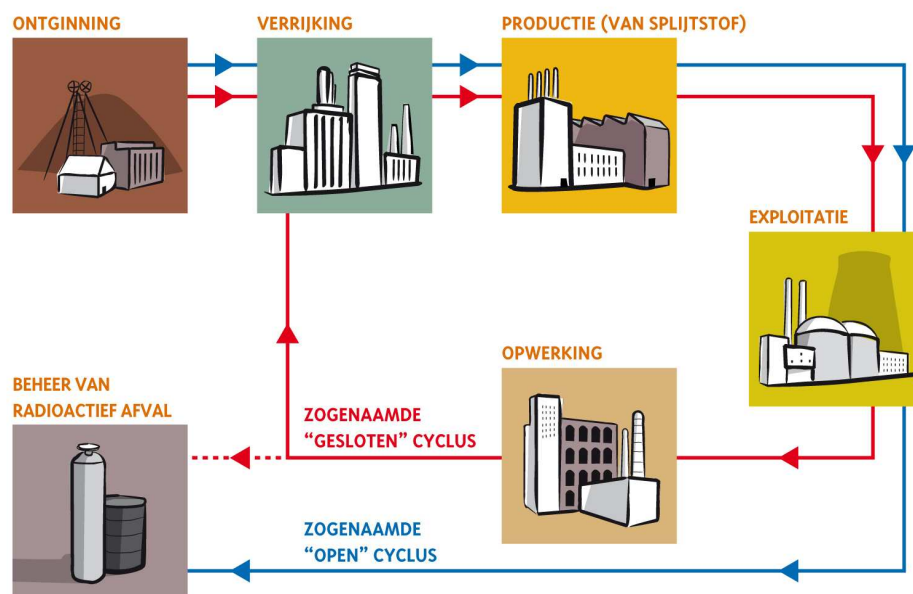
Tijdens de *productie* van splijtstof wordt uraniumoxide gecomprimeerd in pastilles, die op elkaar worden gestapeld in hulzen. Zo ontstaan brandstofstaven die vervolgens worden samengebracht in splijtstofelementen.

De splijtstofelementen worden dan in de reactor geladen, waar de brandstof wordt *gebruikt*. De verschillende reacties die in de reactor plaatsvinden, zetten de brandstof om, die na verloop van tijd verbruikt wordt. Na ongeveer vier jaar moet de brandstof uit de reactor worden verwijderd, hoewel ze nog hoge hoeveelheden splijtbare stoffen bevat.

Eenmaal uit de reactor verwijderd, kunnen de bestraalde splijtstoffen ofwel worden beschouwd als radioactief afval in een zogenaamde *open* brandstofcyclus, ofwel als een herbruikbare stof in een zogenaamde *gesloten* brandstofcyclus. In dit laatste geval wordt de splijtstof *opgewerkt* zodat het niet-gebruikte uranium en het geproduceerde plutonium gerecupereerd kunnen worden. Het uranium en plutonium — goed voor ongeveer 95% van de oorspronkelijke uraniummassa — kunnen dan worden gebruikt voor de productie van nieuwe splijtstof. De resterende 5% wordt omgezet in radioactief afval.

Het radioactieve afval van de open of gesloten splijtstofcyclus moet worden *beheerd* — ook op lange termijn — zodat de mens en het milieu geen enkel risico lopen.

De enige activiteiten van de splijtstofcyclus die in België plaatsvinden, zijn de productie van nieuwe splijtstof, het gebruik ervan in kerncentrales en het beheer van het radioactieve afval dat eruit voortvloeit. Er hebben nooit verrijkingsactiviteiten plaatsgevonden. Er zijn geen ontginnings- en opwerkingsactiviteiten meer.





Figuur 9 – Vullen van een container verglaasd afval afkomstig van de opwerking (bron: AREVA NC) en overladen van een afgeschermd transportverpakking met 28 containers verglaasd afval (bron: Belgoprocess).

3.2.1.3 Belgisch radioactief afval dat zich tijdelijk in het buitenland bevindt, buiten het opwerkingsafval

Het Belgische radioactieve afval, buiten het opwerkingsafval, dat zich in het buitenland kan bevinden, moet op termijn ook naar België terugkeren. NIRAS neemt dit afval over bij zijn terugkeer naar België. Het gaat voornamelijk om filters die de besmetting concentreren (in geval van behandeling van stukken of uitrustingen door ontsmetting) en metaalslakken (in geval van recyclage van metalen in nucleaire smelterijen, vooral door Studsvik in Zweden). Dit afval behoort uitsluitend tot categorie A.

3.2.1.4 Weesbronnen

Naast de bronnen die gebruikt worden in het kader van vergunde handelingen (sectie 3.2.1.1) bestaan er bronnen die zich niet onder reglementaire controle bevinden, bijvoorbeeld omdat ze dateren van voor het stelsel van vergunningen, omdat ze niet aan een vergunning onderworpen zijn of omdat ze verloren of achtergelaten werden. Deze bronnen, die mogelijk vermengd zijn met conventioneel afval, kunnen worden opgespoord door portieken voor de detectie van radioactieve stoffen die geïnstalleerd zijn aan de ingang van stortplaatsen of verwerkingsinstallaties voor conventioneel afval. Het gaat bijvoorbeeld om ioniserende rookdetectoren, radioactieve bliksemafleiders (waarvan de installatie sinds 1985 verboden is en die volledig verboden zijn sinds 2006 – Figuur 10), voorwerpen bedekt met lichtgevende radiumverf, medisch afval met korte levensduur en soms ook ingekapselde bronnen die gebruikt worden voor medische doeleinden of afkomstig zijn van meet- en controleapparaten die in industriële toepassingen worden gebruikt. Als hun eigenaar niet geïdentificeerd kan worden en het FANC ze als afval aangeeft bij NIRAS, neemt de instelling ze over (lijn d-2 in bijlage B1; zie sectie 4.4 voor de financiering van het beheer van weesbronnen).



Figuur 10 – Radioactieve bliksemafleider en rookdetectoren.

3.2.1.5 Speciaal geval van de twee vergunde installaties voor tijdelijke opslag van Umicore in Olen (UMTRAP en 'Bankloop')

Umicore (het vroegere Union Minière) bezit twee opslaginstallaties in Olen — de opslaginstallatie UMTRAP en de opslaginstallatie 'Bankloop' — met een vergunning voor de tijdelijke opslag van afval. De stoffen die ze bevatten, niet-geconditioneerd afval, hoofdzakelijk zeer laagactief en laagactief met lange levensduur, hebben dus per definitie het statuut van radioactief afval en zullen op lange termijn beheerd moeten worden door NIRAS.

Er rijzen momenteel verschillende vragen over de wijze waarop de installaties UMTRAP en 'Bankloop' verder moeten worden beheerd (sectie 11.1.1.1). De UMTRAP-installatie doet overigens nog een andere vraag rijzen, in die zin dat het mogelijk is dat een deel van de inhoud ervan niet ter plaatse zal kunnen worden beheerd en dus eventueel zal moeten worden verwijderd om te worden ondergebracht in de toekomstige installatie voor langetermijnbeheer van B&C-afval (sectie 10.2.5). Deze vragen doen evenwel niets af aan de noodzaak van een principebeslissing voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval en de beheeroplossing die NIRAS aanbeveelt (hoofdstuk 8).

3.2.1.6 Radioactief afval afkomstig van saneringen waartoe het FANC reeds heeft besloten

De stortplaats D1 van Umicore in Olen die radiumhoudend en chemisch afval bevat, is in 2000 het voorwerp geweest van een beslissing tot sanering op termijn door de Dienst Bescherming tegen ioniserende stralingen (DBIS), de toenmalige veiligheidsautoriteit [39]. De voorwaarden voor de radiologische sanering van deze stortplaats moeten nog worden vastgelegd (sectie 11.1). NIRAS zal instaan voor het beheer op lange termijn van de radioactieve stoffen die zullen voortvloeien uit deze sanering.

3.2.2 Stoffen die op termijn in het beheersysteem kunnen worden opgenomen

Sommige groepen stoffen waarvan momenteel niet is bepaald dat ze beantwoorden aan de definitie van radioactieve stof of waarvan het statuut van afval momenteel niet vastligt, en die dus niet onder het beheersysteem van NIRAS vallen, zouden niettemin op termijn kunnen beantwoorden aan de definitie van radioactief afval als gevolg van beslissingen die onafhankelijk van NIRAS worden genomen. Ze zouden dan in het beheersysteem van NIRAS worden opgenomen. De verschillende groepen stoffen zijn:

- niet-opgewerkte bestraalde splijtstoffen van kerncentrales;
- uranium en plutonium afkomstig van de opwerking;
- verrijkte splijtstoffen en plutoniumhoudende stoffen;
- afval van saneringen.

3.2.2.1 Niet-opgewerkte bestraalde splijtstoffen van kerncentrales

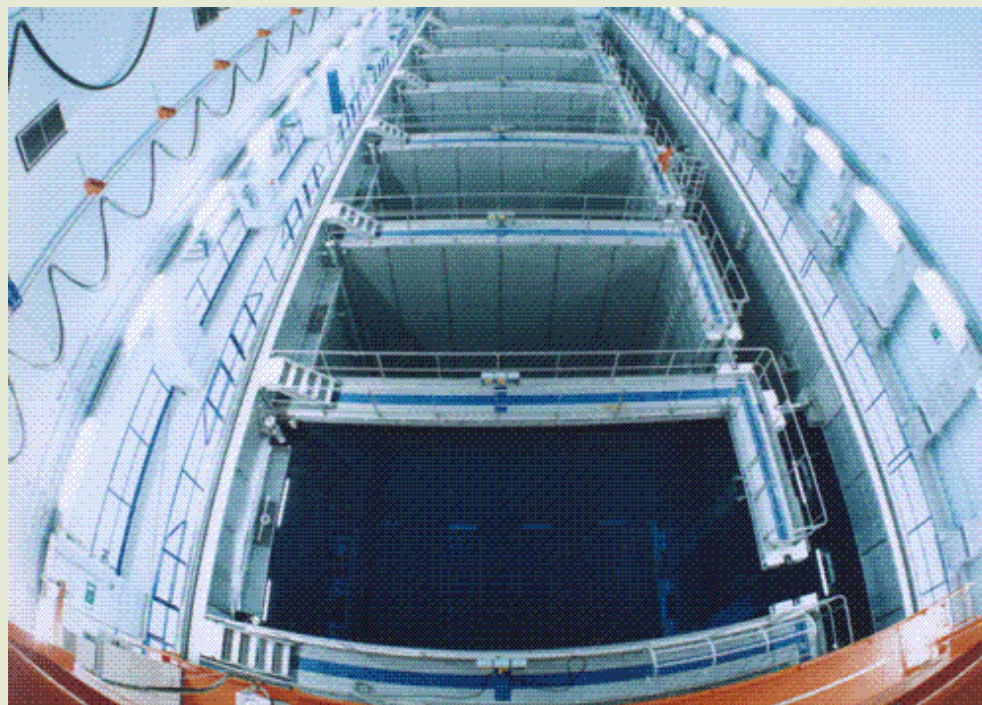
Ter uitvoering van de resolutie van 22 december 1993 van de Kamer [40], datzelfde jaar bevestigd door de ministerraad en door diezelfde ministerraad opnieuw bevestigd op 4 december 1998 [41], heeft België in 1993 de opwerking opgeschort (zie Kader 3 in sectie 3.2.1.2) van de bestraalde splijtstoffen van kerncentrales, ook wel commerciële bestraalde splijtstoffen genoemd.

"De Kamer [...] draagt de Regering op: 1) voortaan de strategie van de opwerking niet langer te bevoordelen ten opzichte van de strategie van conditionering en directe berging [...]. De regering [...] moet de voorwaarden scheppen opdat de strategie van conditionering en directe berging als alternatief kan worden ontwikkeld; 2) gedurende een periode van 5 jaar: het opwerkingscontract gesloten in 1990 niet uit te voeren; de opties in dat contract, welke België zou moeten lichten in 1995, niet te lichten; over geen enkel nieuw opwerkingscontract te onderhandelen tijdens deze periode bestemd voor het onderzoek van de alternatieven;"

Volgens het verslag van de zitting van de ministerraad van 4 december 1998 *"vraagt de regering Synatom tevens geen enkel nieuw opwerkingscontract af te sluiten zonder haar formele toestemming"*. [vertaling van NIRAS]

Sinds de opschorting van de opwerking slaat Electrabel de bestraalde splijtstoffen op de sites van de centrales op (Figuur 11). Hun eigenaar, Synatom, die verantwoordelijk is voor het beheer van zowel ongebruikte als bestraalde splijtstoffen, geeft deze laatste niet aan als overtollige stoffen of vraagt niet dat ze als afval worden overgenomen door NIRAS.

NIRAS is niet zeker of ze de bestraalde splijtstoffen van kerncentrales al dan niet zal moeten beheren, en zo ja, vanaf wanneer. Deze onzekerheid vormt de kern van één van de belangrijkste verwante vragen (sectie 10.2.1). De resolutie van de Kamer van 22 december 1993 legt NIRAS evenwel de verplichting op om het onderzoek naar het langetermijnbeheer van opwerkingsafval en dat naar niet-opgewerkte bestraalde splijtstoffen op voet van gelijkheid te behandelen (sectie 4.2.3). NIRAS neemt deze laatste dus in haar technische afvalinventaris op (sectie 4.3) als afval van categorie C (lijnen b2-6 en b2-7 in bijlage B1).



Figuur 11 – Opslagbekkens voor bestraalde splijtstoffen van Synatom in de kerncentrale van Tihange (bron: Electrabel).

3.2.2.2 Uranium en plutonium afkomstig van de opwerking

Het uranium en het plutonium afkomstig van de opwerking van Belgische bestraalde splijtstoffen kunnen theoretisch opgenomen worden in het beheersysteem van NIRAS. In de praktijk gebeurt dit echter niet, om de volgende redenen:

- het uranium en het plutonium die teruggewonnen werden bij de opwerking van commerciële splijtstoffen van Synatom werden gevaloriseerd, onder meer via de aanmaak van nieuwe splijtstoffen voor de Belgische centrales;
- het uranium en het plutonium die teruggewonnen worden bij de opwerking in het buitenland van bestraalde splijtstoffen van de onderzoeksreactoren van het SCK•CEN keren, overeenkomstig de contractuele bepalingen, niet terug naar België.

3.2.2.3 Verrijkte splijtstoffen en plutoniumhoudende stoffen

In het kader van haar opdracht tot inventarisatie van de nucleaire passiva doet NIRAS bij de nucleaire exploitanten navraag over de hoeveelheden radioactieve stoffen die ze in het bezit hebben. Volgens deze inventaris [42] bezitten verscheidene exploitanten verrijkte splijtstoffen en/of plutoniumhoudende stoffen (buiten de brandstof, in de zin van het koninklijk besluit van 30 maart 1981) die ze niet aangeven als overtollige stoffen en waarvan ze dus geen overname als afval door NIRAS vragen (en ook nooit gevraagd hebben). Daardoor ziet NIRAS zich geconfronteerd met de vraag of zij ooit dergelijke stoffen zal moeten beheren en zo ja, vanaf wanneer (sectie 10.2.4).

3.2.2.4 Afval van saneringen

Naast de radiologische noodsituaties in geval van een ongeval dat zich al dan niet heeft voorgedaan op Belgisch grondgebied, kunnen bepaalde situaties een risico op langdurige radiologische blootstelling inhouden voor mens en milieu en dus beschermingsmaatregelen vereisen, ook al vormen ze over het algemeen geen onmiddellijk gevaar voor de bevolking en het leefmilieu. Hoewel deze mogelijkheid vermeld staat in het algemeen reglement voor de bescherming tegen de ioniserende stralingen, ter uitvoering van de Europese richtlijn 96/29/Euratom over datzelfde onderwerp [43], bepaalt dat reglement noch de procedure, noch de nodige criteria voor de evaluatie van die situaties en voor de bepaling van de te nemen beschermingsmaatregelen, *interventies** genoemd.

Er zijn drie soorten situaties die een risico op langdurige radiologische blootstelling voor de mens en het milieu kunnen inhouden en dus een interventie kunnen vereisen.

- *Industriële activiteiten die gebruik maken van grondstoffen met natuurlijk radioactieve stoffen, zonder dat de radioactieve aard een gezochte eigenschap van deze stoffen is.* Deze industriële activiteiten zijn tot op heden niet onderworpen aan een nucleaire vergunning van het FANC en worden in het algemeen reglement voor de bescherming tegen de ioniserende stralingen vermeld onder de naam *beroepsactiviteiten* (bijvoorbeeld activiteiten uit de fosfaatsnijverheid en uit de cementnijverheid — sectie 11.2). Grondstoffen en residu's van procedés die een niet verwaarloosbare concentratie natuurlijke radionucliden bevatten, en dus een risico op blootstelling aan ioniserende straling kunnen inhouden, worden aangeduid met de acroniemen NORM (*naturally occurring radioactive materials*) en TENORM (*technologically enhanced, naturally occurring radioactive materials*).

Het 'afval'-statuut van residu's van de procedés toegepast in beroepsactiviteiten is overigens niet altijd duidelijk. De residu's van bepaalde activiteiten worden immers als grondstoffen gebruikt voor andere beroepsactiviteiten. Daarenboven worden momenteel nieuwe recyclingcircuits in overweging genomen. Dergelijke recycling kan helpen om de volumes residu's te verminderen die *in fine* als radioactief afval moeten worden beschouwd.

- *Terreinen die radioactief verontreinigd werden door vroegere activiteiten* (secties 11.1.1 en 11.3).
- *Terreinen die besmet zouden worden na een ongeval dat zich al dan niet heeft voorgedaan op Belgisch grondgebied.*

Het FANC ontwikkelt momenteel het reglementair kader met betrekking tot de interventies, in overleg met NIRAS en de gewesten, waarbij deze laatste optreden als overheden bevoegd voor het milieu (sectie 11.4).

Het FANC kan tot twee types van interventie beslissen om de risico's op langdurige radiologische blootstelling tegen te gaan.

- De uitvoering van een *risicobeheerplan*, dit is een geheel van administratieve maatregelen die mogelijk aangevuld worden met controlemaatregelen, om in te grijpen op de mogelijke *blootstellingswegen*. Een risicobeheerplan kan bijvoorbeeld de verplichting opleggen om het gebruik van verontreinigde terreinen voor welbepaalde doeleinden te beperken of om ze te omheinen zodat onbevoegde

Interventie:

"menselijke activiteit, gericht op de voorkoming of vermindering van de blootstelling van personen aan ioniserende stralingen uit bronnen die geen onderdeel van een handeling vormen of oncontroleerbaar zijn, door middel van maatregelen bij de stralingsbronnen, de blootstellingswegen en de betrokken personen zelf" (KB van 20 juli 2001, artikel 2)

Radioactief afval van buitenlandse oorsprong:

"radioactief afval dat zijn radioactiviteits-kenmerken heeft verkregen buiten België, behalve indien deze radioactiviteit afkomstig is van uitrustingen en/of afval van Belgische oorsprong dat in het buitenland is verwerkt" (KB van 30 maart 1981, artikel 1)

personen ze niet kunnen betreden. Een dergelijk plan leidt niet tot de productie van radioactief afval en heeft dus geen invloed op de beheeractiviteiten van NIRAS.

- De uitvoering van een radiologische *sanering*, dit is een geheel van acties en maatregelen om in te grijpen aan de *blootstellingsbron*. Een sanering kan er met name in bestaan de blootstellingsbron beter af te zonderen van mens en milieu, bijvoorbeeld door middel van kunstmatige barrières (zoals afschermlagen), of de bron geheel of gedeeltelijk te verwijderen. Een sanering brengt per definitie radioactief afval mee, dat een specifiek langetermijnbeheer vereist, ter plaatse of in een gecentraliseerde installatie voor langetermijnbeheer.

Zolang de reglementering met betrekking tot interventies niet volledig is, beschikt het FANC niet over de nodige elementen om alle situaties die interventie maatregelen zouden kunnen vereisen, op systematische en coherente wijze te beoordelen. NIRAS kan de 'productie' van radioactief afval verbonden aan saneringen momenteel dus niet voorspellen.

3.2.3 Stoffen die uitgesloten zijn van het beheersysteem

Radioactief afval van buitenlandse oorsprong* wordt expliciet uitgesloten van het beheersysteem van NIRAS, tenzij de voogdij van NIRAS ermee akkoord gaat. Tot op heden bestaat er slechts één akkoord van dit type. Dit akkoord laat NIRAS toe de zeer kleine hoeveelheden radioactief afval uit het Groothertogdom Luxemburg (maximum 0,1 m³ in geconditioneerde vorm per jaar; lijn d-2 in bijlage B1) over te nemen, dus zonder het afval naar het land van oorsprong terug te sturen [44]. Om handelsovereenkomsten af te sluiten voor de verwerking en conditionering van buitenlands radioactief afval in België, moet NIRAS toelating krijgen van de voogdij. Deze overeenkomsten moeten voorzien in de terugkeer van het geconditioneerde afval naar het land van oorsprong ¹⁰.

De bijproducten van de verrichtingen van de nucleaire splijtstofcyclus vóór het gebruik ervan in de reactor zijn overigens uitgesloten van het beheersysteem van NIRAS indien deze operaties plaatsvinden in het buitenland, hetgeen in overeenstemming is met de gebruikelijke logica inzake commerciële economische activiteiten.

- De residu's van de ontginning van uranium (*tailings*) blijven eigendom van de bedrijven die actief zijn in de ontginning van uranium.
- Het verarmd uranium en de andere residu's van de verrijking van natuurlijk uranium blijven eigendom van de bedrijven die werkzaam zijn op het gebied van verrijking. In België zijn er geen dergelijke bedrijven.
- De residu's van de aanmaak in het buitenland van splijtstoffen die in België worden gebruikt, blijven eigendom van de splijtstofproducent.

¹⁰ Er zijn in het verleden, met instemming van de bevoegde overheid, enkele gevallen van uitwisseling geweest tussen geringe hoeveelheden buitenlands afval dat in België verwerkt en geconditioneerd werd, en Belgisch afval met gelijkwaardige radiologische kenmerken.

3.2.4 Synthese

De theoretische draagwijdte en de effectieve draagwijdte van het beheersysteem voor radioactief afval van NIRAS kunnen in de vorm van een tabel worden voorgesteld (Tabel 1). Deze tabel geeft een algemeen overzicht van de handelingen en activiteiten die aan de basis kunnen liggen van de productie van courant radioactief afval of van ontmantelingsafval en onderzoekt per geval of de 'bijproducten' van deze handelingen en activiteiten effectief beantwoorden aan de definitie van radioactief afval dat het voorwerp is geweest of kan worden van een aanvraag tot overname door NIRAS. Hoewel de benaming 'bijproducten' erg vaag is, wordt ze gebruikt omdat ze niet vooruitloopt op het karakter van 'afval' of het radioactieve karakter van de stoffen en uitrustingen waarvan vastgesteld is dat ze mogelijk beantwoorden aan de definitie van radioactief afval.

De theoretische draagwijdte van het beheersysteem voor radioactief afval van NIRAS, bepaald door het wettelijk en reglementair kader, stemt overeen met de groene en grijze lijnen in de tabel:

- de groene lijnen stemmen overeen met de types radioactief afval die opgenomen zijn in het beheersysteem van NIRAS of het zullen worden;
- de grijze lijnen stemmen overeen met types van stoffen die niet opgenomen zijn in het beheersysteem van NIRAS omdat ze momenteel niet beantwoorden aan de definitie van radioactief afval. Ze behoren echter wel tot haar theoretisch toepassingsgebied en zullen dus op termijn mogelijk deel uitmaken van haar beheersysteem, als gevolg van beslissingen die onafhankelijk van NIRAS genomen worden.

De oranje lijnen stemmen overeen met stoffen die niet moeten worden beheerd door NIRAS. Ze worden dus verder niet meer vermeld in de tekst.

Tabel 1 – Vereenvoudigd overzicht van de draagwijdte van het beheersysteem voor radioactief afval van NIRAS. In groen de stoffen die effectief in het systeem zijn opgenomen of er op termijn in opgenomen zullen worden; in lichtgrijs de stoffen die in het theoretisch toepassingsgebied van het beheersysteem vallen, maar die er in de praktijk (nog) niet toe behoren; in oranje de stoffen die uitgesloten zijn. [✓ : ja ; ✗ : nee]

oorsprong	'bijproduct'	radioactief?	afval?	op Belgisch grondgebied?	is het voorwerp geweest of kan het voorwerp zijn van een aanvraag tot overname?	⇒	te beheren door NIRAS?	secties en delen
COMMERCIELE KERBRANDSTOF CYCLUS								
Ontginning	Residu's (<i>tailings</i>)	✓	✓	✗	✗	⇒	✗	3.2.3
Verrijking	Verarmd uranium	✓	beslissing door eigenaar	✗	✗	⇒	✗	3.2.3
Productie van brandstof	Stoffen / uitrustingen	✓	✗	niet relevant	niet relevant	⇒	✗	-
in België	Stoffen / uitrustingen	✓	✓	✓	✓	⇒	✓	3.2.1.1, deel 2
in het buitenland	Stoffen / uitrustingen	✓	✓	✗	✗	⇒	✗	3.2.3
Exploitatie van de commerciële centrales	Stoffen / uitrustingen	✓	✗	niet relevant	niet relevant	⇒	✗	-
	Stoffen / uitrustingen	✓	✓	✓	✓	⇒	✓	3.2.1.1, deel 2
	Niet-opgewerkte bestraalde splijtstoffen	✓	beslissing door eigenaar	✓	beslissing door eigenaar	⇒	?	3.2.2.1, deel 2, 10.2.1
Opwerking in het buitenland van commerciële splijtstoffen	Uranium en plutonium	✓	beslissing door eigenaar	werden gerecycleerd	indien de opwerking wordt hervat, beslissing door eigenaar	⇒	?	3.2.2.2, 10.2.1
	Opwerkingsresidu's	✓	✓	terugkeer is contractueel	✓	⇒	✓	3.2.1.2, deel 2
Ontmanteling van de commerciële centrales	Stoffen / uitrustingen	✓	✗	niet relevant	niet relevant	⇒	✗	-
	Stoffen / uitrustingen	✓	✓	✓	✓	⇒	✓	3.2.1.1, deel 2
ONDERZOEK EN PROEFINSTALLATIES, VERWERKING, CONDITIONERING, OPSLAG, PRODUCTIE VAN RADIONUCLIDEN VOOR MEDISCHE EN INDUSTRIËLE DOELEINDEN, GEBRUIK VAN BRONNEN IN MEDISCHE EN INDUSTRIËLE MIDDELS,...								
Exploitatie van de onderzoeksreactoren	Niet-opgewerkte bestraalde splijtstoffen	✓	beslissing door eigenaar	✓	beslissing door eigenaar	⇒	✓ (één geval)	3.2.1.1, deel 2
Opwerking in het buitenland van de Belgische splijtstoffen van onderzoek	Uranium en plutonium	✓	beslissing door eigenaar	niet teruggestuurd (contractueel)	beslissing door eigenaar	⇒	?	3.2.2.2
	Opwerkingsresidu's	✓	✓	terugkeer is contractueel	✓	⇒	✓	3.2.1.2, deel 2
Opwerking in België (Eurochemic)	Uranium en plutonium	✓	teruggestuurd naar de eigenaar	✗	✗	⇒	✗	3.2.1.1
	Opwerkingsresidu's	✓	✓	✓	✓	⇒	✓	3.2.1.1, deel 2
Andere onderzoeksactiviteiten en diverse exploitatie- en ontmantelings-activiteiten	Stoffen / uitrustingen	✓	✗	niet relevant	niet relevant	⇒	✗	-
	Stoffen / uitrustingen	✓	✓	✓	✓	⇒	✓	3.2.1.1, deel 2
	Overtollige verrijkte splijtstoffen en plutoniumhoudende stoffen	✓	beslissing door eigenaar	✓	beslissing door eigenaar	⇒	?	3.2.2.3, deel 2, 10.2.4
	Weesbronnen	✓	✓	✓	✓	⇒	✓	3.2.1.4, deel 2
Opslag in vergunde installaties van Umicore voor radiumhoudend afval	Residu's van vroegere activiteiten	✓	✓	✓	beslissing door Umicore of FANC	⇒	✓ (op termijn)	3.2.1.5, 10.2.5, 11.1.1.1
Sanering van een stortplaats van Umicore voor radiumhoudend afval	Residu's van vroegere activiteiten	✓	✓	✓	beslissing door Umicore of FANC	⇒	✓ (op termijn)	3.2.1.6, 10.2.5, 11.1.1.2
STOFFEN IN HET BUITENLAND								
van Belgische oorsprong (buiten opwerking)	Residu's van verwerking	✓	✓	terugkeer is contractueel	✓	⇒	✓	3.2.1.5, deel 2
van buitenlandse oorsprong	Stoffen / uitrustingen	✓	✓	✗	instemming geval per geval van de voogdij	⇒	mits instemming van de voogdij	3.2.3
EVENTUELE TOEKOMSTIGE SANERINGEN								
... op sites met vroegere radioactieve verontreiniging	Residu's van vroegere activiteiten	beslissing door FANC	✓	✓	beslissing door eigenaar of FANC	⇒	beheersysteem(-systemen) op lange termijn te ontwikkelen voor de overname van stoffen die gedefinieerd zullen worden als radioactief afval door het FANC	3.2.2.4, 11.1.1, 11.3
... op sites van beroepsactiviteiten	Residu's NORM en TENORM	beslissing door FANC	beslissing door eigenaar of FANC	✓	beslissing door eigenaar of saneringsplichtige of FANC	⇒		3.2.2.4, 11.2
... in geval van radioactieve verontreiniging na een ongeval	Besmettingen	beslissing door FANC	✓	✓	beslissing door eigenaar of FANC	⇒		3.2.2.4



4 Het beheer van radioactief afval en zijn financiering

Het door NIRAS ontwikkelde beheersysteem voor radioactief afval (sectie 4.2) past in een wettelijk en reglementair kader waarvan de belangrijkste elementen hieronder zijn weergegeven (sectie 4.1). Dit systeem berust voor alle aspecten van de uitvoering ervan op een zo precies mogelijke kennis van de hoeveelheden en types afval die NIRAS moet of zal moeten beheren (sectie 4.3). Het wordt gefinancierd door de producenten van radioactief afval, volgens het principe 'de vervuiler betaalt' (sectie 4.4). NIRAS heeft dit systeem beschreven in een uitvoerig rapport [45].

4.1 Wettelijk en reglementair kader

Bij de uitvoering van haar opdracht, die in haar *mission statement* als volgt wordt samengevat:

"Als dienst aan de gemeenschap, al het radioactief afval beheren, nu en in de toekomst, door oplossingen te ontwikkelen en uit te voeren met respect voor de samenleving en het leefmilieu."

leeft NIRAS verschillende verplichtingen en principes na:

- de verplichtingen van door België ondertekende internationale conventies en verdragen en de verplichtingen opgelegd door Europese richtlijnen (sectie 4.1.1);
- de verplichtingen opgelegd door het Belgisch wettelijk en reglementair kader (sectie 4.1.2);
- principes en normen aanbevolen op internationaal vlak (sectie 4.1.3).

4.1.1 Internationale conventies en verdragen en Europese richtlijnen

De door België ondertekende internationale conventies en verdragen die relevant zijn voor het beheer van radioactief afval, zijn ondermeer de volgende:

- verdrag tot oprichting van de Europese Gemeenschap voor Atoomenergie (bekend als Euratom-verdrag, 1957);

- verdrag inzake de non-proliferatie van kernwapens (bekend als non-proliferatieverdrag of NPT, 1968);
- conventie over de preventie van mariene verontreiniging door de dumping van afval (bekend als Conventie van Londen, 1972) en het bijbehorende protocol (1996);
- verdrag inzake milieu-effectrapportage in grensoverschrijdend verband (bekend als Espoo-verdrag, 1991);
- conventie voor de bescherming van het zeemilieu in noordoostelijke Atlantische Oceaan (bekend als OSPAR-verdrag, 1992);
- gezamenlijk verdrag inzake de veiligheid van het beheer van bestraalde splijtstof en inzake de veiligheid van het beheer van radioactief afval (bekend als Gezamenlijk Verdrag, 1997) [8];
- verdrag betreffende de toegang tot informatie, inspraak bij besluitvorming en toegang tot de rechter inzake milieuaangelegenheden (bekend als Aarhus-verdrag, 1998).

De voornaamste Europese richtlijnen die relevant zijn voor het beheer van radioactief afval zijn de volgende:

- richtlijn 85/337/EEG van de Raad van 27 juni 1985 betreffende de milieueffectbeoordeling van bepaalde openbare en particuliere projecten [46];
- richtlijn 96/29/Euratom van de Raad van 13 mei 1996 tot vaststelling van de basishoudingen voor de bescherming van de gezondheid der bevolking en der werkers tegen de aan ioniserende straling verbonden gevaren [43];
- richtlijn 97/11/EG van de Raad van 3 maart 1997 tot wijziging van Richtlijn 85/337/EEG betreffende de milieueffectbeoordeling van bepaalde openbare en particuliere projecten [47];
- richtlijn 98/83/EG van de Raad van 3 november 1998 betreffende de kwaliteit van voor menselijke consumptie bestemd water [48];
- richtlijn 2001/42/EG van het Europees Parlement en de Raad van 27 juni 2001 betreffende de beoordeling van de gevolgen voor het milieu van bepaalde plannen en programma's [9];
- richtlijn 2003/4/EG van het Europees Parlement en de Raad van 28 januari 2003 inzake de toegang van het publiek tot milieu-informatie en tot intrekking van Richtlijn 90/313/EEG van de Raad [49];
- richtlijn 2003/35/EG van het Europees Parlement en de Raad van 26 mei 2003 tot voorziening in inspraak van het publiek in de opstelling van bepaalde plannen en programma's betreffende het milieu [13].

4.1.2 Belgisch wettelijk en reglementair kader

De belangrijkste teksten van het Belgisch wettelijk en reglementair kader die relevant zijn voor het beheer van radioactief afval, buiten de teksten die behoren tot het wettelijk kader dat de opdrachten en werkingsmodaliteiten van NIRAS vastlegt (sectie 2.1), zijn de volgende:

- voor de nucleaire aspecten (federaal niveau):
 - ▶ wet van 15 april 1994 betreffende de bescherming van de bevolking en van het leefmilieu tegen de uit ioniserende stralingen voortvloeiende gevaren en betreffende het FANC [37];
 - ▶ koninklijk besluit van 20 juli 2001 houdende algemeen reglement op de bescherming tegen de ioniserende stralingen [35];
 - ▶ wet van 2 augustus 2002 houdende instemming met het Gezamenlijk Verdrag [7]. Deze wet bekrachtigt het Belgisch engagement om de internationaal aanvaarde criteria en normen van het *International Atomic Energy Agency* (IAEA, Internationaal Agentschap voor Atoomenergie) inzake het beheer van radioactief afval en bestraalde splijtstoffen na te leven;
- voor sommige milieu- en publieksparticipatieaspecten (restbevoegdheden op federaal niveau):
 - ▶ wet van 17 december 2002 houdende instemming met het Aarhus-verdrag [50];
 - ▶ wet van 13 februari 2006 betreffende de beoordeling van de gevolgen voor het milieu van bepaalde plannen en programma's en de inspraak van het publiek bij de uitwerking van deze plannen en programma's [12], die de richtlijnen 2001/42/EG en 2003/35/EG omzet;
 - ▶ wet van 5 augustus 2006 betreffende de toegang van het publiek tot milieu-informatie [51], die de richtlijn 2003/4/EG omzet;
- voor de andere milieu- en publieksparticipatieaspecten (regionaal niveau):
 - ▶ de verschillende elementen van het reglementair kader van de gewesten.

4.1.3 Principes en normen aanbevolen op internationaal vlak

De principes inzake het beheer van radioactief afval, die op internationaal vlak worden aanbevolen, zijn voornamelijk de negen principes van radioactief afvalbeheer van het IAEA [52], de tien fundamentele veiligheidsprincipes van het IAEA [53] en de drie basisprincipes van stralingsbescherming van de *International Commission on Radiological Protection* (ICRP, Internationale Commissie voor Stralingsbescherming) [26] (Kader 4, Kader 5 en Kader 6). Deze principes overlappen elkaar gedeeltelijk. Ze zijn uitgewerkt in een hiërarchisch systeem van internationale normen en aanbevelingen op het niveau van het IAEA (*safety fundamentals, safety requirements, safety guides,...*) (onder meer [54, 55]) en in een reeks aanbevelingen van de ICRP (onder meer [26, 56, 57, 58]). De algemeen aanvaarde en toegepaste strategie voor het beheer van radioactief afval is de strategie van concentratie en insluiting van afval, waarbij het geïsoleerd wordt van de biosfeer, in tegenstelling tot een strategie van verdunning en verspreiding van de radioactiviteit in het leefmilieu [52, 55].

Bij de principes die rechtstreeks betrekking hebben op het beheer van radioactief afval komen nog verschillende andere principes:

- het ethisch principe van billijkheid binnen eenzelfde generatie (intragenerationele billijkheid), dat men terugvindt in het zevende fundamentele veiligheidsprincipe van het IAEA;
- het ethisch principe van billijkheid tussen generaties (intergenerationele billijkheid), dat men terugvindt in de principes 4 en 5 van het beheer van radioactief afval van het IAEA, in het zevende fundamentele veiligheidsprincipe van het IAEA en in artikel I, ii), van het Gezamenlijk Verdrag [8]: *"Het verzekeren dat tijdens alle stadia van het beheer van gebruikte splijtstof en radioactief afval doeltreffende bescherming bestaat tegen mogelijke risico's teneinde personen, de samenleving en het milieu te behoeden voor de schadelijke gevolgen van ioniserende straling, nu en in de toekomst, op zodanige wijze dat wordt voldaan aan de behoeften en aspiraties van de huidige generatie zonder dat de mogelijkheid van de komende generaties om aan hun behoeften en aspiraties te voldoen in gevaar wordt gebracht"*;
- het voorzorgsprincipe (Kader 1 in sectie 1.2);
- de principes van financieel bestuur, voornamelijk het principe 'de vervuiler betaalt'.

Kader 4 – Principes van radioactief afvalbeheer van het IAEA [52]

De negen principes van radioactief afvalbeheer vormen de kern van het Gezamenlijk Verdrag inzake de veiligheid van het beheer van bestraalde splijtstof en inzake de veiligheid van het beheer van radioactief afval [8], dat België ratificeerde in 2002 [7]. [vertaling van NIRAS]

1. *Bescherming van de menselijke gezondheid.* Radioactief afval moet zo beheerd worden dat een aanvaardbaar niveau van bescherming van de menselijke gezondheid verzekerd wordt.
2. *Bescherming van het leefmilieu.* Radioactief afval moet zo beheerd worden dat een aanvaardbaar niveau van bescherming van het leefmilieu geboden wordt.
3. *Bescherming voorbij de nationale grenzen.* Radioactief afval moet zo beheerd worden dat rekening wordt gehouden met de effecten op de menselijke gezondheid en op het leefmilieu over de nationale grenzen heen.
4. *Bescherming van volgende generaties.* Radioactief afval moet zo beheerd worden dat de voorspelde impact op de gezondheid van volgende generaties niet groter zal zijn dan het relevante niveau van impact dat vandaag als aanvaardbaar wordt beschouwd.
5. *Lasten voor de volgende generaties.* Radioactief afval moet zo beheerd worden dat er geen overmatige lasten worden gelegd op de volgende generaties.
6. *Nationaal wettelijk kader.* Radioactief afval moet worden beheerd binnen een aangepast nationaal wettelijk kader, waarin de verantwoordelijkheden duidelijk toegekend zijn en waarin voorzien wordt in onafhankelijke regulerende functies.
7. *Beheersing van de productie van radioactief afval.* Het voortbrengen van radioactief afval zal tot een haalbaar minimum beperkt worden.
8. *Onderlinge afhankelijkheid van het voortbrengen en het beheren van radioactief afval.* De onderlinge afhankelijkheid van al de stappen van het voortbrengen en het beheren van radioactief afval moet afdoende in rekening gebracht worden.
9. *Veiligheid van de installaties.* De veiligheid van de installaties voor het beheer van radioactief afval moet gedurende de ganse duur van het beheer afdoende verzekerd worden.

Kader 5 – Fundamentele veiligheidsprincipes van het IAEA [53]

De tien fundamentele veiligheidsprincipes zijn van toepassing op alle omstandigheden en handelingen die stralingsrisico's inhouden en omvatten dus het domein van het beheer van radioactief afval. [vertaling van NIRAS]

1. *Verantwoordelijkheid voor veiligheid.* De eerste verantwoordelijkheid voor de veiligheid moet bij de persoon of de organisatie liggen die verantwoordelijk is voor de installaties en de activiteiten die een stralingsrisico inhouden.
2. *Rol van de regering.* Een effectief wettelijk en overheidskader voor de veiligheid moet gecreëerd en onderhouden worden, met inbegrip van een autonome regulerende instantie.
3. *Leiderschap en management voor veiligheid.* Effectief leiderschap en management voor veiligheid moeten gecreëerd en onderhouden worden in de organisaties die zich bezighouden met stralingsrisico's en betrokken zijn bij installaties en activiteiten die een stralingsrisico inhouden.
4. *Verantwoording van installaties en activiteiten.* Installaties en activiteiten die een stralingsrisico inhouden moeten een globaal voordeel opleveren.
5. *Optimalisatie van bescherming.* Bescherming moet zodanig geoptimaliseerd worden dat het de hoogste graad aan veiligheid kan bieden die redelijkerwijs mogelijk is.
6. *Beperking van de risico's voor individuen.* De maatregelen voor de controle van stralingsrisico's moeten van die aard zijn dat geen enkel mens een onaanvaardbaar risico loopt.
7. *Bescherming van de huidige en toekomstige generaties.* Alle mensen en het leefmilieu, vandaag en in de toekomst, moeten beschermd worden tegen stralingsrisico's.
8. *Voorkoming van ongevallen.* Alle doelmatige inspanningen moeten geleverd worden om nucleaire en stralingsongevallen te voorkomen en te beperken.
9. *Voorbereid zijn en antwoord bieden op noodsituaties.* Alle maatregelen moeten genomen worden om voorbereid te zijn en antwoord te kunnen bieden op nucleaire of stralingsincidenten.
10. *Beschermende acties om bestaande of niet-gereguleerde risico's te verminderen.* Beschermende acties voor de vermindering van bestaande of niet-gereguleerde risico's moeten verantwoord en geoptimaliseerd worden.

Kader 6 – Basisprincipes van stralingsbescherming van de ICRP [26]

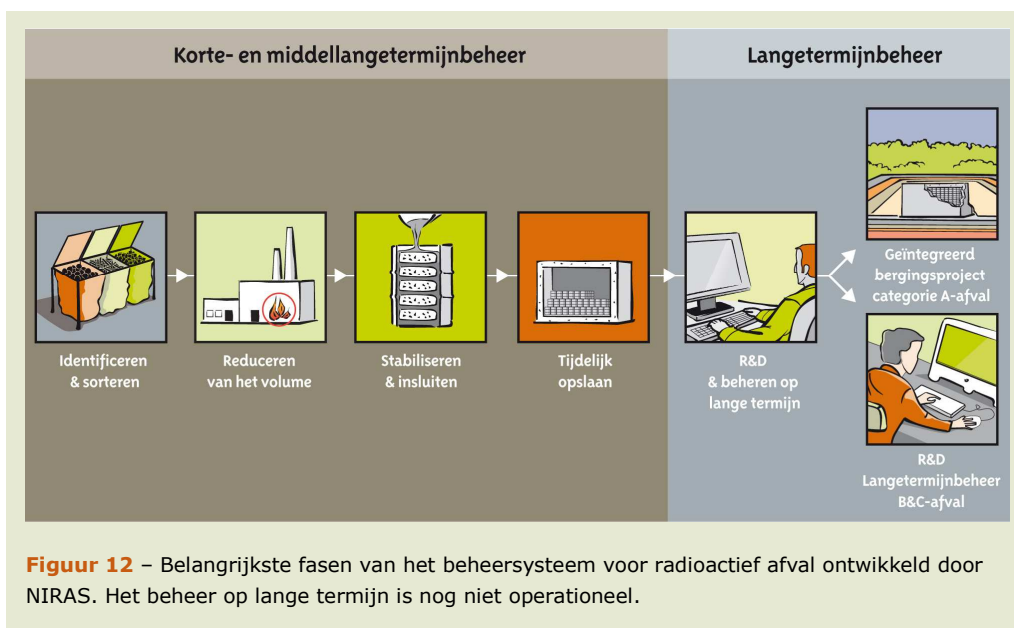
De drie principes van stralingsbescherming vormen de basis van het wettelijk en reglementair kader, zowel op internationaal, Europees als nationaal niveau, voor de bescherming van de mens en het leefmilieu tegen ioniserende straling. [vertaling van NIRAS]

1. *Rechtvaardiging.* Iedere beslissing die de situatie van stralingsblootstelling verandert, moet meer voordelen dan nadelen bieden.
2. *Optimalisering van bescherming* (ook wel het ALARA-principe genoemd (*as low as reasonably achievable*)). De waarschijnlijkheid van blootstelling, het aantal blootgestelde personen en de grootte van hun individuele doses dient zo laag mogelijk gehouden te worden, rekening houdend met de economische en sociale factoren.
3. *Individuele dosislimieten.* De totale dosis voor een individu in geval van een geplande blootstellingsituatie anders dan medische blootstelling van patiënten mag de van toepassing zijnde limieten aanbevolen door de [ICRP] niet overschrijden.

4.2 Beschrijving van het beheersysteem

Sinds het begin van de jaren tachtig heeft NIRAS een beheersysteem ontwikkeld en geleidelijk ingevoerd dat de mens en het milieu moet beschermen tegen de risico's van

het radioactieve afval dat de instelling overneemt (Figuur 12). Dit systeem omvat momenteel twee grote groepen van operationele activiteiten, die gecentraliseerd zijn in Mol-Dessel: de activiteiten voor het beheer op korte termijn (sectie 4.2.1), en de activiteiten voor het beheer op middellange termijn (sectie 4.2.2). Bovendien coördineert NIRAS verschillende activiteiten om het langetermijnbeheer van het afval te verzekeren (sectie 4.2.3). Twee activiteiten lopen doorheen het ganse beheersysteem: het vervoer van afval en de acceptatie van afval (sectie 4.2.4).



4.2.1 Beheer op korte termijn

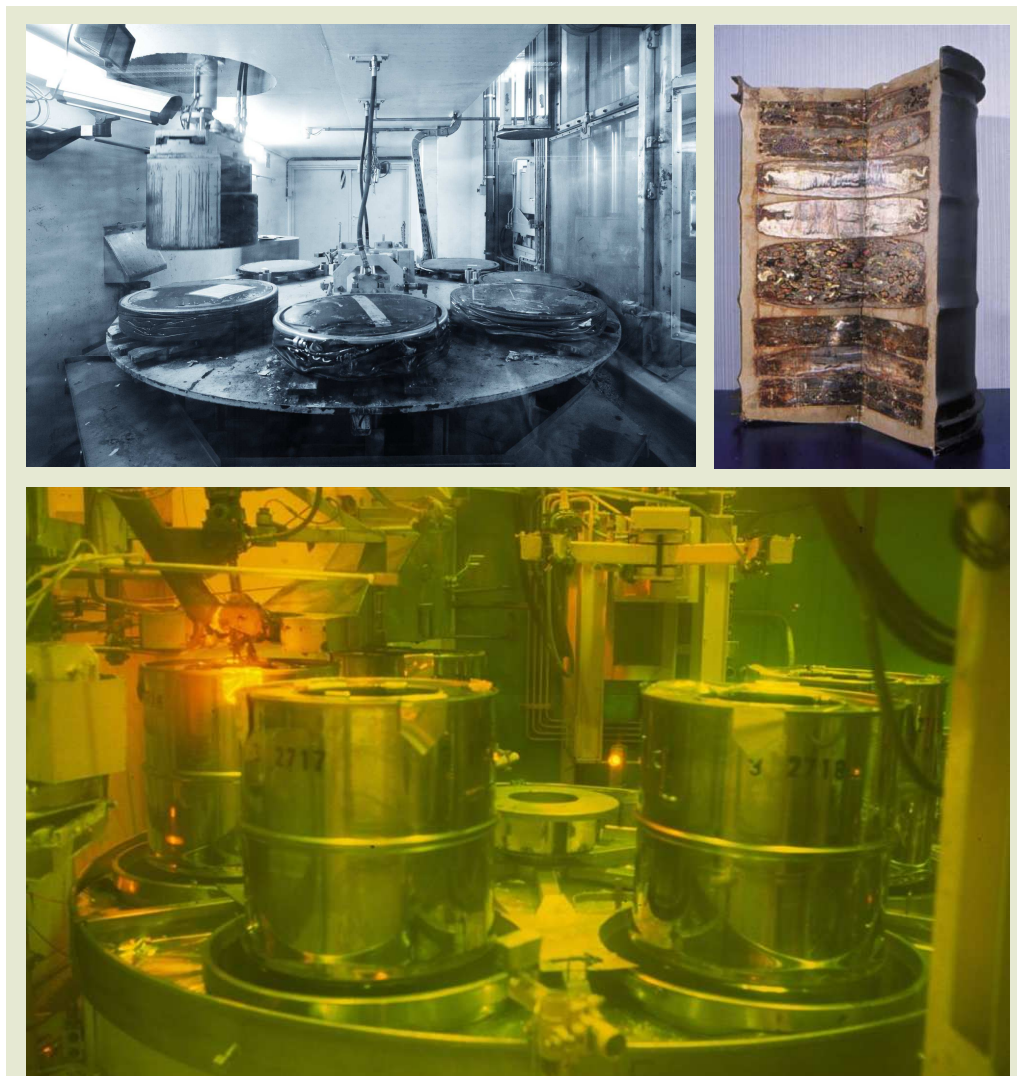
De activiteiten voor het beheer op korte termijn, ook wel activiteiten van courant beheer genoemd, worden goed beheerst. Ze bestaan uit twee delen: de *beheeractiviteiten aan de bron*, die tot de bevoegdheid van de producenten van radioactief afval behoren, en de *verwerkings- en conditioneringsactiviteiten*.

4.2.1.1 Beheer aan de bron

De beheeractiviteiten aan de bron van radioactief afval beginnen met het voorkomen van de productie van radioactief afval dankzij de optimalisering van industriële praktijken en de vermindering van de volumes aan stoffen die beantwoorden aan de definitie van radioactief afval. Deze vermindering kan op verschillende manieren tot stand komen: bijvoorbeeld door de technieken voor de ontmanteling van buiten gebruik gestelde nucleaire uitrustingen en installaties te optimaliseren, door de ontsmettings-technieken te verbeteren en door gebruik te maken van de vrijgavemogelijkheden. De producenten van radioactief afval moeten bovendien hun afval sorteren volgens de richtlijnen van NIRAS, zorgen dat het beantwoordt aan de acceptatiecriteria en zijn radioactieve en niet-radioactieve inhoud duidelijk vermelden, met het oog op de overname van het afval door NIRAS.

4.2.1.2 Verwerking en conditionering

De verwerking en conditionering zijn een opeenvolging van mechanische, chemische en fysische verrichtingen met het oog op de omvorming van het niet-geconditioneerde radioactieve afval in colli die beantwoorden aan de operationele vereisten inzake behandeling, transport, opslag en het beheer op lange termijn. De verwerking van het afval heeft in de eerste plaats tot doel de radioactiviteit zoveel mogelijk te concentreren om het volume aan stoffen dat als radioactief afval moet worden beschouwd, te verminderen (Figuur 13). De verwerking heeft eveneens tot doel deze radioactieve stoffen in een fysieke en chemische toestand te brengen waarin ze geconditioneerd kunnen worden. Het verwerkte afval wordt gewoonlijk geconditioneerd door het afval te immobiliseren in een glas-, cement- of bitumenmatrix die in een cilindervormige metalen verpakking wordt gegoten (Figuur 13). Hierdoor wordt een vast, compact, chemisch stabiel en niet-verspreidbaar materiaal verkregen. De radioactiviteit wordt ingesloten in de massa van dit materiaal.



Figuur 13 – Bovenaan, verwerking van afval door compactie (bron: Belgoprocess en Bonsai Publicatiebureau) en doorsnede van een container met afvalschijven afkomstig van de compactie, omhuld met cement (bron: Belgoprocess); onderaan, conditionering van afval door het in te kapselen in bitumen (bron: Belgoprocess).

Ultiem radioactief afval: radioactief afval waarvan het niet redelijkerwijs denkbaar is (zowel op technisch, stralings- beschermings- als financieel vlak) dat het op een dag het voorwerp zal zijn van verdere verwerking, door het verwijderen van het valoriseerbare gedeelte of het beperken van zijn verontreinigend of gevaarlijk karakter.

De beslissing dat een afvalstof ultiem afval is, kan ook een beslissing van politieke aard zijn.

Over het algemeen worden de verwerkings- en conditioneringsactiviteiten gecentraliseerd uitgevoerd in het kader van het beheersysteem van NIRAS, die de uitvoering ervan uitbesteedt aan Belgoprocess maar er wel de verantwoordelijkheid voor blijft behouden. In enkele gevallen, die een minderheid vormen, zorgen de producenten zelf voor de verwerking en conditionering, onder de controle van NIRAS, of besteden ze de verwerking uit in het buitenland, waarbij het overeenstemmende radioactieve afval wordt teruggenomen. Overigens werd of wordt nog geconditioneerd afval geproduceerd in het kader van de uitvoering, in het buitenland, van contracten voor de opwerking van bestraalde splijtstoffen (Figuur 14).

Het verwerkte en geconditioneerde radioactieve afval is *ultiem* radioactief afval. Dit is in het bijzonder het geval voor al het afval van categorie B en voor het opwerkingsafval van categorie C (zie sectie 4.2.3 voor de classificatie van geconditioneerd afval).



Figuur 14 – Metaalafval afkomstig van de opwerking van bestraalde splijtstoffen (bovenaan links) en datzelfde afval gecompacteerd tot schijven (onderaan links) en geplaatst in roestvrijstalen containers (rechts) (bron: AREVA NC).

4.2.2 Beheer op middellange termijn

De activiteiten inzake het beheer op middellange termijn worden goed beheerst. Deze activiteiten omvatten de tijdelijke opslag van geconditioneerd afval in aangepaste gebouwen van NIRAS, geëxploiteerd door Belgoprocess, en hun opvolging in de tijd, in afwachting van de realisatie van een veilige oplossing voor het langetermijnbeheer van het afval. De opvolging in de tijd dient om na te gaan of de colli met geconditioneerd afval in overeenstemming blijven met de acceptatiecriteria die van toepassing waren op het ogenblik van de acceptatie. De eerste controle op geaccepteerde 'getuigecolli' in het

kader van de opvolging in de tijd dient plaats te vinden drie jaar na de acceptatie van de colli, de latere controles ten minste om de tien jaar gedurende de opslagperiode.

De opslaggebouwen zijn zo ontworpen dat ze mens en milieu beschermen tegen de mogelijke schadelijke effecten van het geconditioneerde afval dat ze bevatten: hoe hoger de activiteit van het afval — laag-, middel- of hoogactief — hoe dikker de muren; alle gebouwen zijn bovendien uitgerust met aangepaste afschermingen alsook, indien nodig, met systemen om het afval van op afstand te behandelen (Figuur 15 en Figuur 16).

De opslaggebouwen voor B&C-afval zijn zo ontworpen dat ze een levensduur van ongeveer 75 jaar hebben. Door regelmatig onderhoud en de *ad-hocvervanging* van bepaalde uitrustingen kan deze levensduur tot 100 jaar verlengd worden, voor zover de bepalingen van de vergunningen het toelaten.



Figuur 15 – Buitenaanzicht van het door Belgoprocess geëxploiteerde gebouw 127 van NIRAS, bestemd voor de opslag van geconditioneerd middelactief afval, en binnenaanzicht van één van de vier bunkers van het gebouw. Het afval wordt behandeld door middel van een rolbrug die vanuit een afzonderlijke bedieningszaal wordt bestuurd (bron: Belgoprocess).

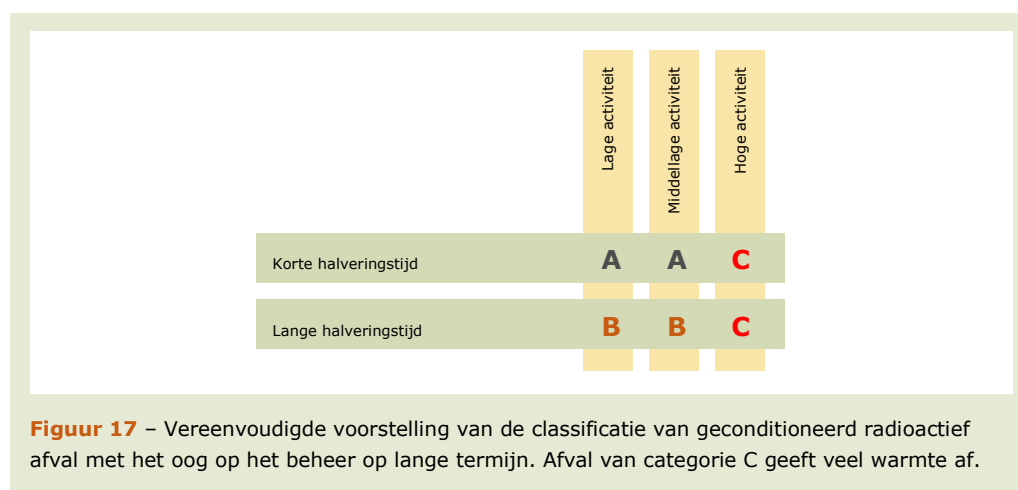


Figuur 16 – Buiten- en binnenaanzicht van het door Belgoprocess geëxploiteerde gebouw 136 van NIRAS, bestemd voor de opslag van geconditioneerd hoog- en middelactief afval. Dit opslaggebouw is ontworpen om te weerstaan aan extreme externe omstandigheden, zoals aardbevingen, ontploffingen of het neerstorten van militaire vliegtuigen. De containers met categorie C-afval, die van op afstand behandeld worden vanuit een afgeschermd bedieningszaal, zijn opgestapeld in silo's uitgerust met een ventilatiesysteem om de afgegeven warmte af te voeren. Voor een container van 450 kg is deze warmte aanvankelijk vergelijkbaar met die van een elektrische huisradiator met een vermogen van 2 000 W (bron: Belgoprocess).

4.2.3 Beheer op lange termijn

Voor het langetermijnbeheer heeft NIRAS een classificatie in drie categorieën ingevoerd, die beantwoordt aan de internationale aanbevelingen (Figuur 17) [59]. Deze classificatie is gebaseerd op het activiteitsniveau en de levensduur van de radionucliden die in het afval aanwezig zijn op het ogenblik van de conditionering, die een indicator zijn van het stralingsgevaar van het afval en van de duur van het risico dat het vormt. Ze werd aangevuld met een thermische parameter die rekening houdt met de evolutie in de tijd van het activiteitsniveau van het afval ten gevolge van het radioactief verval.

- Afval van *categorie A* is geconditioneerd laag- en middelactief afval met een korte levensduur dat beperkte hoeveelheden radionucliden met lange levensduur bevat. Het vormt een risico voor mens en milieu gedurende enkele honderden jaren en komt in aanmerking voor oppervlakteberging.
- Afval van *categorie B* is geconditioneerd laag- en middelactief afval dat dusdanig veel langlevende radionucliden bevat dat het verscheidene tienduizenden, soms zelfs honderdduizenden jaren, een risico inhoudt. Het warmtevermogen van dit afval kan groot zijn op het moment van zijn conditionering, maar na de opslagperiode zal het te weinig warmte afgeven om in categorie C te worden ondergebracht.
- Afval van *categorie C* is geconditioneerd hoogactief afval met grote hoeveelheden langlevende radionucliden dat, zoals het afval van categorie B, verscheidene tienduizenden, soms zelfs honderdduizenden jaren, een risico inhoudt. Het warmtevermogen van dit afval op het ogenblik van de conditionering is hoger dan $20 \text{ W} \cdot \text{m}^{-3}$ en zal boven deze waarde blijven tot lang na de periode die momenteel overwogen wordt voor de opslag van dit afval.



NIRAS heeft nog geen operationele oplossing voor het langetermijnbeheer van het radioactieve afval dat zij overneemt. Voor het afval van categorie A werd evenwel reeds een oplossing gekozen op institutioneel niveau.

- *Categorie A-afval* Op 23 juni 2006 opteerde de ministerraad voor de oppervlakteberging van dit afval op het grondgebied van de gemeente Dessel, in het kader van een geïntegreerd project. Het dossier bevindt zich thans in de projectfase (Kader 7).
- *Categorie B&C-afval* Afval van categorie B en afval van categorie C worden voor hun langetermijnbeheer samen behandeld, omdat het risico dat dit afval inhoudt in de tijd vergelijkbaar is, namelijk verscheidene tienduizenden tot honderdduizenden jaren ¹¹. Dit afval moet, volgens NIRAS, op lange termijn beheerd worden in het kader van een *gecentraliseerde* beheeroplossing, dit wil zeggen een gemeenschappelijke oplossing die op één enkele site wordt gerealiseerd.

Al bijna 30 jaar lang voert NIRAS RD&D-activiteiten uit die in de lijn liggen van de internationale aanbevelingen op het vlak van het langetermijnbeheer van geconditioneerd hoogactief en/of langlevend afval, namelijk de geologische berging (sectie 8.1). De onderzochte oplossing betreft meer bepaald de geologische berging in weinig verharde klei (Boomse Klei of Ieperiaanklei) in één enkele installatie op Belgisch grondgebied. Het veelbelovende karakter van deze oplossing, zowel op het vlak van veiligheid als van uitvoerbaarheid, werd sinds het begin van de studies voortdurend bevestigd. De gegrondheid van deze oplossing werd bovendien vanaf 1976 herhaaldelijk bevestigd door verschillende commissies en werkgroepen die door institutionele instanties belast waren met de opdracht zich uit te spreken over de aan de gang zijnde studies over het langetermijnbeheer van het B&C-afval of over kwesties met betrekking tot het energiebeleid in België. Deze bevestigingen werden echter tot op heden nog niet *formeel* bevestigd op federaal vlak.

Hoewel NIRAS momenteel geen bestraalde splijtstoffen van de kerncentrales van Doel en Tihange beheert, verplicht de resolutie van de Kamer van 22 december 1993, waarbij de opwerking van splijtstoffen werd opgeschort [40], de regering ook "*voorrang te verlenen aan onderzoek en ontwikkeling, ook in internationaal verband, met het doel op termijn de directe berging van bestraalde splijtstof te kunnen uitvoeren, zonder afbreuk te doen aan het huidige onderzoeksprogramma inzake de berging van opwerkingsafval in diepe geologische lagen*". NIRAS is dus verplicht om de studie van de geologische berging van opwerkingsafval en die van niet-opgewerkte bestraalde splijtstoffen op voet van gelijkheid te behandelen.

¹¹ Het afval van categorie B omvat het radiumhoudend afval opgeslagen op de sites BP1 en BP2 van NIRAS die door Belgoproces worden geëxploiteerd. Het langetermijnbeheer van dit afval zal eveneens worden bestudeerd in het kader van een toekomstig beheerplan over de volledige problematiek van het radiumhoudend afval (sectie 11.1). Het vooruitzicht van een dergelijk plan doet geen afbreuk aan de in dit Afvalplan geformuleerde overwegingen en besluiten met betrekking tot het B&C-afval en in het bijzonder tot het radiumhoudend afval van categorie B.

Kader 7 – Overzicht van de stapsgewijze evolutie van het programma voor het langetermijnbeheer van het afval van categorie A [60]

Het categorie A-dossier evolueert stapsgewijs, volgens een besluitvormingsproces dat vanaf 1998 werd uitgestippeld.

- **Op 16 januari 1998** opteerde de ministerraad voor het langetermijnbeheer van categorie A-afval "*voor een definitieve oplossing of een oplossing die definitief kan worden en stapsgewijs, flexibel en omkeerbaar is*", in overeenstemming met de bepalingen van het wettelijk en reglementair kader van NIRAS. Volgens artikel 1 van het koninklijk besluit van 30 maart 1981 [2] moet het afval in de installatie voor langetermijnbeheer worden geplaatst zonder de bedoeling het terug te nemen: het langetermijnbeheer moet, met andere woorden, een oplossing bieden *die definitief kan worden*. Dit sluit evenwel niet uit dat men in de *mogelijkheid* voorziet om het afval gedurende bepaalde tijd relatief gemakkelijk terug te nemen. De beslissing van 1998, die de algemene richting voor het langetermijnbeheer van het afval van categorie A aangaf, stemt naar de geest overeen met de principebeslissing die op basis van het Afvalplan zal worden gevraagd voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval. Ze is gebaseerd op een vergelijking, onder meer vanuit het oogpunt van de veiligheid en het leefmilieu, van de diverse mogelijke opties voor het langetermijnbeheer van het afval van categorie A [61].
- **Op 23 juni 2006** opteerde de ministerraad voor de oppervlakteberging van categorie A-afval op het grondgebied van de gemeente Dessel, nabij de bestaande gecentraliseerde verwerkings-, conditionerings- en opslaginstallaties. Deze beslissing werd genomen op basis van vier geïntegreerde voorontwerpen van berging ¹ ontwikkeld in het kader van vrijwillige partnerschappen tussen NIRAS en de gemeenten Mol en Dessel. De technische projecten, ontwikkeld op basis van voorstellen van NIRAS, passen in ruimere projecten, met een belangrijke maatschappelijke dimensie.



Vergadering van het vroegere partnerschap STOLA in Dessel (thans STORA).

- **Momenteel** bevindt het categorie A-dossier zich in de projectfase. NIRAS voert de detailstudies van het geïntegreerde oppervlaktebergingsproject uit en bereidt het veiligheidsdossier en de milieueffectenstudie (*project-milieueffectenrapport of project-MER*, conform de Vlaamse regionale reglementering) voor om de vergunningen (nucleaire en milieuvergunning) geleidelijk te kunnen aanvragen en te kunnen beginnen met de bouw van de installaties. De detailstudies van het geïntegreerde bergingsproject worden uitgevoerd in nauw overleg met de betrokken lokale bevolking, via de partnerschappen STORA (in Dessel) en MONA (in Mol).

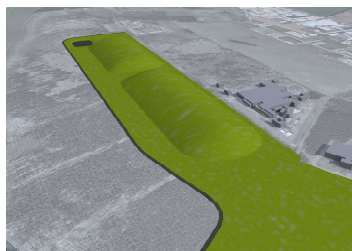
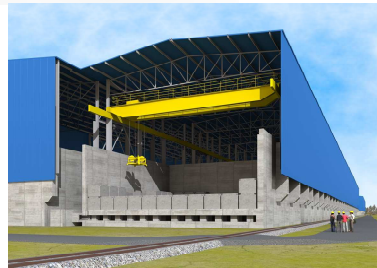
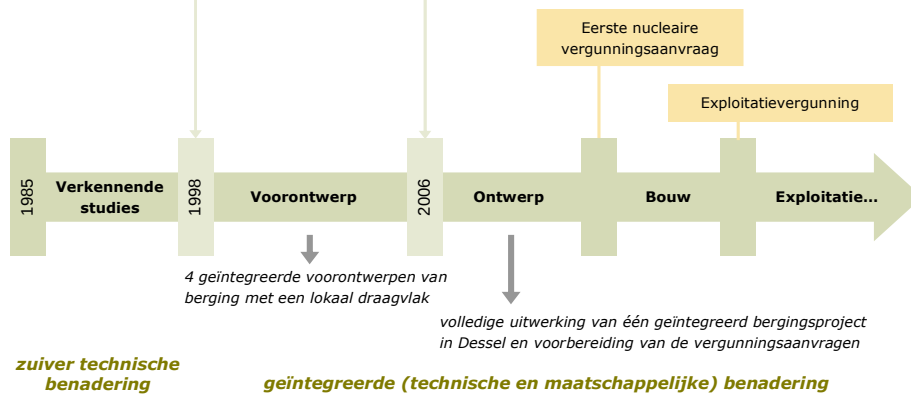
¹ Er werd nog een vijfde geïntegreerd voorontwerp van berging ontwikkeld in het kader van een partnerschap tussen de gemeenten Fleurus en Farciennes en NIRAS. Dit voorontwerp werd, overeenkomstig de beslissing van de gemeenteraad van Fleurus, uiteindelijk niet voorgesteld aan de regering.

Beslissing van de ministerraad van 16 januari 1998

ten gunste van een definitieve oplossing of een oplossing die definitief kan worden, met het verzoek aan NIRAS om haar werkzaamheden te richten op oppervlakteberging en geologische berging, en de nodige methodes te ontwikkelen om een project van deze aard op lokaal vlak te integreren.

Beslissing van de ministerraad van 23 juni 2006

ten gunste van een geïntegreerd project voor oppervlakteberging in Dessel, met behoud van het participatieproces.



De oppervlakteberging van categorie A-afval (ontwerpfase). De colli met afval worden in betonnen caissons geplaatst die afgesloten worden met een betonnen deksel. De lege ruimten in de caissons worden opgevuld met immobilisatiemortel die ingespoten wordt via openingen in het deksel, waardoor monolieten worden gevormd. De monolieten worden door middel van een rolbrug geplaatst in naast elkaar gelegen modules van de bergingsinstallatie. Deze modules worden tijdens de hele exploitatie met een vast stalen dak afgedekt. Als de modules volledig gevuld zijn en een betonnen afdekplaat is geplaatst, wordt het dak vervangen door een permanente, weinig waterdoorlatende eindafdekking bestaande uit diverse natuurlijke en kunstmatige beschermingslagen. Zo ontstaan er uiteindelijk tumuli.

In de praktijk bepaalt NIRAS de RD&D-activiteiten inzake langetermijnbeheer, vertrouwt zij de uitvoering ervan toe aan wetenschappelijke partners (universiteiten, onderzoekscentra, enz.), studiebureaus en industriële partners, zowel in België als in het buitenland, en zorgt zij voor de integratie van de verworven kennis met het oog op de opstelling van de veiligheidsdossiers (sectie 9.2). Zij neemt actief deel aan verschillende types van internationale samenwerking (Kader 8). Het SCK•CEN, dat in 1974 is gestart met de RD&D-activiteiten, werkt nog altijd in belangrijke mate mee aan het programma van NIRAS. De demonstratieprojecten op grote schaal en de experimenten in het ondergronds laboratorium dat gebouwd werd onder de site van het SCK•CEN in de Boomse Klei, worden toevertrouwd aan EURIDICE, het economisch samenwerkingsverband dat in 1995 opgericht werd door NIRAS en het SCK•CEN (onder de vroegere naam 'economisch samenwerkingsverband PRACLAY') (sectie 8.1).

Kader 8 – Internationale samenwerking op het vlak van het langetermijnbeheer van radioactief afval

NIRAS is actief in het kader van verschillende types van internationale samenwerking met betrekking tot het beheer van radioactief afval: multilaterale samenwerking in het kader van, bijvoorbeeld, het IAEA of het *Nuclear Energy Agency* (NEA), en bilaterale of multilaterale samenwerking met andere nationale agentschappen voor het beheer van radioactief afval. NIRAS heeft meer bepaald een trilateraal akkoord afgesloten met Andra (Frankrijk) en Nagra (Zwitserland), twee agentschappen die eveneens de kleiformaties bestuderen als gastformaties voor de geologische berging van radioactief afval. In 2010 heeft zij een onderzoeks- en ontwikkelingsovereenkomst afgesloten met COVRA, haar Nederlandse tegenhanger, over de mogelijkheden om radioactief afval te bergen in weinig verharde klei, meer bepaald de Boomse Klei, op het respectieve grondgebied van beide landen.

Het onderzoek en ontwikkeling op het vlak van het beheer van radioactief afval in de wereld, zowel op het niveau van de landen als op dat van de internationale organisaties, volgt een open benadering. De kennis en ervaring worden, met andere woorden, gedeeld, de middelen worden aan elkaar ter beschikking gesteld en de informatie wordt gepubliceerd in de wetenschappelijke literatuur en geëvalueerd door gelijken (*peers*). Het Afvalplan en het SEA steunen dus op een basis van wetenschappelijke en technische kennis die de kennis verworven in het kader van het Belgische programma ruim overstijgt.

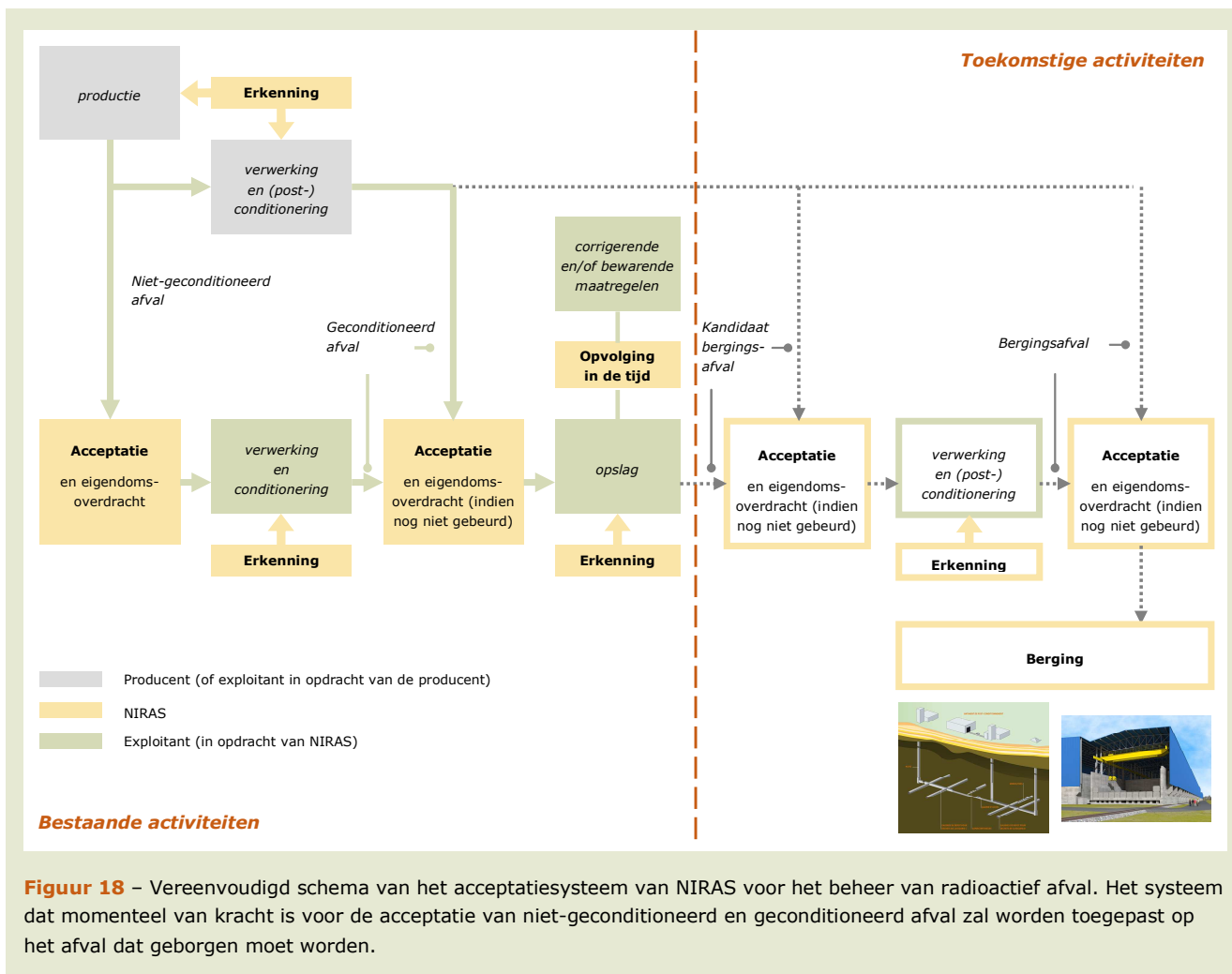
4.2.4 Acceptatie (of kwaliteitszorg en -controle)

Het radioactieve afval dat NIRAS overneemt, moet kenmerken bezitten die verenigbaar worden bevonden met de eisen die gesteld worden door de latere fasen van het beheer van het afval, zoals het vervoer, de verwerking en de conditionering (voor niet-geconditioneerd afval), de opslag en, ten slotte, de oplossing die overwogen wordt voor het langetermijnbeheer van dit afval. De referentieoplossing van NIRAS voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval is de geologische berging in weinig verharde klei (Boomse Klei of Ieperiaanklei) (hoofdstuk 8).

De verenigbaarheid van het afval met de eisen die gesteld worden door de latere fasen van het beheer, wordt verzekerd door het *acceptatiesysteem*. Dit systeem kan worden beschouwd als de *combinatie van een systeem van kwaliteitszorg in de productieketen van geconditioneerd afval en een systeem van kwaliteitscontrole* (Figuur 18).

Het acceptatiesysteem bestaat uit drie delen.

- De opstelling, door NIRAS, van de *criteria* waaraan niet-geconditioneerd en geconditioneerd afval moet voldoen opdat NIRAS het afval zou overnemen, alsook de vaststelling van de regels voor de overdracht van de eigendom van dit afval van de producenten aan NIRAS. De acceptatiecriteria werden opgesteld op basis van de *algemene regels* die NIRAS heeft uitgewerkt overeenkomstig de bepalingen van het koninklijk besluit van 16 oktober 1991 [4] en die op 10 februari 1999 werden goedgekeurd door de bevoegde overheid. Ze houden ook rekening met de bepalingen van de door het FANC uitgereikte vergunningen voor het transport van radioactief afval en voor de exploitatie van de installaties voor de verwerking, conditionering en opslag van dit afval. Zodra de oplossing voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval goed gekend is, zullen de acceptatiecriteria worden aangepast om rekening te houden met de specifieke eisen van deze oplossing en, in een latere fase, met de bepalingen van de nucleaire oprichtings- en exploitatievergunning die door het FANC moet worden uitgereikt en die nodig is om te kunnen starten met de realisatie van de oplossing.
- De *erkenning*, door NIRAS, overeenkomstig de bepalingen van het koninklijk besluit van 18 november 2002 [62], van de uitrustingen en de procedés voor de verwerking en conditionering (dit wil zeggen de bevestiging dat deze installaties en procedés afval kunnen produceren dat conform de toepasbare acceptatiecriteria is), de erkenning van de methodes voor het bepalen van de radiologische inhoud en de fysico-chemische kenmerken van het niet-geconditioneerde en geconditioneerde afval, en de erkenning van de opslaggebouwen.
- De *acceptatie*, door NIRAS, van de colli (geconditioneerd of niet-geconditioneerd) afval die door de producenten worden geleverd, na de administratieve en technische verificatie van hun overeenstemming met de toepasbare acceptatiecriteria. De acceptatie van het afval door NIRAS gaat gepaard met de betaling, door de afvalproducenten, van een tarief dat bestemd is om de kosten van het middellange- en langetermijnbeheer (sectie 4.4) en de eigendomsoverdracht voor dit afval aan NIRAS te dekken. In geval van levering van niet-geconditioneerd afval wordt het afval een tweede keer geaccepteerd door NIRAS, na conditionering van het afval door Belgoprocess. Het afval dat al vóór het in voege treden van het acceptatiesysteem begin 1999 opgeslagen was in de gebouwen van NIRAS die door Belgoprocess geëxploiteerd worden, is eveneens onderworpen aan dit proces van formele acceptatie.



Figuur 18 – Vereenvoudigd schema van het acceptatiesysteem van NIRAS voor het beheer van radioactief afval. Het systeem dat momenteel van kracht is voor de acceptatie van niet-geconditioneerd en geconditioneerd afval zal worden toegepast op het afval dat geborgen moet worden.

Het acceptatiesysteem is toepasbaar op het afval dat verwerkt en geconditioneerd wordt in België en op het afval afkomstig van de opwerking in het buitenland van Belgische bestraalde splijtstoffen, die ter plaatse verwerkt en geconditioneerd worden alvorens naar België terug te keren. Het gaat om het afval afkomstig van de opwerking in La Hague van commerciële splijtstoffen van Synatom (Kader 9) en van het afval afkomstig van de opwerking in La Hague en in Dounreay van splijtstoffen van de onderzoeksreactor BR2 van het SCK•CEN (zie ook secties 3.2.1.1 en 3.2.1.2).

Het radioactieve afval afkomstig van de verwerking in het buitenland van besmette uitrustingen en materialen van Belgische oorsprong, dat in niet-geconditioneerde vorm wordt teruggestuurd naar België, dient, overeenkomstig de bepalingen van artikel 10 van het koninklijk besluit van 2002 [62], vergezeld te zijn van gedetailleerde karakteriseringsdossiers die beantwoorden aan de eisen van NIRAS.

Kader 9 – Het acceptatiesysteem toegepast op het verglaasde afval van categorie C afkomstig van de opwerking door COGEMA (thans AREVA NC) van de bestraalde splijtstoffen van Synatom

De acceptatie door NIRAS van het verglaasde afval van categorie C afkomstig van de opwerking door COGEMA van de bestraalde splijtstoffen van Synatom, geschiedt volgens een systeem dat vergelijkbaar is met het systeem dat ingevoerd werd voor het afval dat verwerkt en geconditioneerd wordt in België. Aangezien dit systeem echter ontwikkeld werd vóór het in voege treden van de algemene regels moesten de acceptatiecriteria officieel bevestigd worden na het in voege treden van deze laatste ¹.

Alvorens het verglazingsprocedé op grote schaal toe te passen in La Hague, heeft COGEMA het *Commissariat à l'énergie atomique* (CEA — in 2010 omgedoopt tot *Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives*, Frankrijk) belast met het bepalen van de samenstelling van het glas en de karakterisering ervan. Dit omvangrijke werk heeft in 1986 geleid tot het opstellen van de *specificatie* van het verglaasde afval. Deze specificatie garandeert een aantal parameters die vooral betrekking hebben op de chemische samenstelling van het glas, zijn gehalte aan radionucliden en de wijze waarop het geproduceerd wordt. Ze werd goedgekeurd door de Franse veiligheidsautoriteiten en door de bevoegde instellingen van de landen die bestraalde splijtstoffen naar La Hague hebben gestuurd voor opwerking, namelijk België, Duitsland, Japan, Nederland en Zwitserland. Voor België werd de specificatie in 1992 goedgekeurd door NIRAS. Kort daarna bevestigde een onafhankelijk karakteriseringsprogramma, dat op verzoek van de klanten van COGEMA was uitgevoerd, dat de door COGEMA verstrekte gegevens en zijn kwaliteitszorg- en kwaliteitscontrolesysteem betrouwbaar waren.

De *acceptatiecriteria* van de containers verglaasd afval, die NIRAS in 1995–1996 heeft opgesteld, zijn hoofdzakelijk gebaseerd op de specificatie van COGEMA. Soortgelijke documenten werden opgesteld door de buitenlandse instellingen, met name de Duitse, Nederlandse en Zwitserse, die betrokken zijn bij de terugkeer van verglaasd opwerkingsafval.

Het verglazingsprocedé en de verglazingsinstallaties van COGEMA, alsook de methodes voor het bepalen van de gedocumenteerde radiologische en fysico-chemische kenmerken van de containers met verglaasd afval en de overeenstemmende meetinstallaties, werden *goedgekeurd* door NIRAS. Deze goedkeuring werd uitgesproken in 1997, aan het eind van een proces in drie stappen:

- *onderzoek van het technisch kwalificatiedossier van COGEMA* dat de werking van de installaties beschrijft en alle maatregelen formaliseert en rechtvaardigt die genomen worden om te garanderen dat de containers met verglaasd afval beantwoorden aan de toepasbare specificaties en acceptatiecriteria;
- *verificatie*, met de hulp van Andra (het Franse equivalent van NIRAS), *dat de verglazingsinstallaties aan de voorwaarden van het kwalificatiedossier voldoen*;
- *gedetailleerd onderzoek van het kwaliteitszorg- en kwaliteitscontrolesysteem dat door COGEMA is ingevoerd* om de conformiteit van de geproduceerde containers verglaasd afval met de specificatie te garanderen. Rekening houdend met de aanzienlijke inspanningen die nodig waren om analyse- en meetprotocols te ontwikkelen voor de containers met verglaasd afval, zonder enige garantie dat de resultaten toereikend zouden zijn, heeft COGEMA, op aanbeveling van het CEA, geopteerd voor een nauwgezette controle van alle parameters die een rol spelen bij de productie van verglaasd afval en bij de evaluatie van de onzekerheidsmarges. Deze keuze werd aanvaard door de bevoegde Franse overheden en door NIRAS, en het vertrouwen in deze aanpak werd bevestigd door de gelijklopende resultaten van de analyses die op onafhankelijke wijze werden uitgevoerd op een hoogactief glasmonster door het CEA en door het JAERI (*Japan Atomic Energy Research Institute*).

Door de goedkeuring en de inwerkingtreding van de algemene regels op 10 februari 1999 kon NIRAS de acceptatiecriteria voor de door COGEMA geproduceerde containers met verglaasd afval officieel bevestigen.

De *acceptatie* van de colli met verglaasd afval door NIRAS, na de administratieve en technische verificatie van hun conformiteit met de toepasbare acceptatiecriteria, gaat gepaard met de betaling van een tarief door Synatom en impliceert een eigendomsoverdracht van het afval van Synatom aan NIRAS.

¹ Het acceptatiesysteem dat van toepassing is op het andere geconditioneerde afval afkomstig van de opwerking door COGEMA van de bestraalde splijtstoffen van Synatom werd daarentegen ontwikkeld vóór de conditionering van het afval.

4.3 Technische inventaris van het geconditioneerde radioactieve afval

Om haar opdracht tot een goed einde te brengen, en meer bepaald de RD&D-activiteiten zo goed mogelijk te oriënteren, de verwerking en conditionering te optimaliseren, de veiligheidsevaluaties uit te voeren, de installaties voor het middellange- en langetermijnbeheer te ontwerpen en te dimensioneren, en erover te waken dat voldoende provisies worden aangelegd om de bijbehorende kosten te dekken, dient NIRAS te beschikken over een kwantitatieve en kwalitatieve inventaris van al het bestaande geconditioneerde radioactieve afval (inclusief het afval van de zogenaamde 'nucleaire passiva', namelijk die van Belgoprocess, van het SCK•CEN en van het Nationaal Instituut voor Radio-elementen of IRE [45]) en van het afval waarvan de productie gepland is. Deze inventaris bestaat uit drie delen: een deel dat gewijd is aan de *hoeveelheden*, een *radiologisch* deel en een *fysico-chemisch* deel. Hij wordt periodiek opgemaakt, op basis van de kennis van het afval dat opgeslagen is in de gebouwen van NIRAS die door Belgoprocess worden geëxploiteerd en van de *verklaringen* van de producenten over hun totale toekomstige productie van exploitatieafval en ontmantelingsafval. De laatste officiële technische inventaris van NIRAS dateert van 2003 [63, 64, 65]. Deze inventaris wordt momenteel bijgewerkt en zou begin 2012 beschikbaar moeten zijn.

De belangrijkste producenten van radioactief afval zijn de exploitanten van de vergunde nucleaire installaties van klasse I of II, zoals bepaald in het algemeen reglement voor de bescherming tegen de ioniserende stralingen (Tabel 2).

- *Klasse I* omvat met name de kernreactoren die gebruikt worden voor de productie van elektriciteit of voor wetenschappelijk onderzoek, alle andere installaties waarvan de activiteiten passen in het kader van de kernbrandstofcyclus, installaties die op grote schaal radionucliden produceren voor nucleaire geneeskunde, en installaties die radioactief afval verwerken en conditioneren of opslaan.
- *Klasse II* omvat met name de cyclotrons en andere deeltjesversnellers, opslaginstallaties alsook installaties die gebruikt worden in nucleaire geneeskunde en industriële radiografie.

Tabel 2 – Belangrijkste huidige exploitanten van vergunde nucleaire installaties van klasse I en II en belangrijkste installaties en uitrustingen.

Belangrijkste nucleaire exploitanten	Belangrijkste installaties en uitrustingen
Activiteiten met betrekking tot de splijtstofcyclus	
<i>Productie van splijtstoffen</i>	
FBFC International (Dessel)	Installaties voor de vervaardiging van UO ₂ -brandstofelementen op basis van poeders van verrijkt UO ₂ en installaties voor de vervaardiging van MOX-brandstofelementen op basis van MOX-brandstofstaven
Belgonucleaire (in ontmanteling, Dessel)	Installaties voor de vervaardiging van MOX-brandstofstaven op basis van poeders van UO ₂ en PuO ₂
<i>Elektriciteitsproductie (ongeveer 55% van de totale nationale productie)</i>	
Electrabel (Doel en Tihange) (Synatom is eigenaar van de splijtstoffen)	7 commerciële centrales (aanduiding van de datum van aansluiting op het netwerk en van de geïnstalleerde nettocapaciteit) Doel 1: augustus 1974 (392 MWe) (nu 433 MWe) Doel 2: augustus 1975 (433 MWe) Doel 3: juni 1982 (1006 MWe) Doel 4: april 1985 (1008 MWe) Tihange 1: maart 1975 (962 MWe) Tihange 2: oktober 1982 (1008 MWe) Tihange 3: juni 1985 (1015 MWe) Installaties voor verwerking, conditionering en opslag, met inbegrip van opslaginstallaties voor bestraalde splijtstoffen
Onderzoek	
Studiecentrum voor Kernenergie (SCK•CEN) (Mol)	Reactoren BR1, BR2, BR3 (in ontmanteling) en GUINEVERE ¹ , onderzoeks- en analyselaboratoria
Instituut voor referentiematerialen en -metingen (IRMM) (Geel) Universiteit Gent (Gent)	1 lineaire versneller, 1 Van De Graaff-versneller, meetlaboratoria Reactor Thetis (in afwachting van ontmanteling), 1 cyclotron, lineaire versnellers
Vijf andere Belgische universiteiten	8 cyclotrons (waarvan 2 verbonden aan universitaire ziekenhuizen), 2 lineaire versnellers
Productie van radionucliden voor medisch en industrieel gebruik	
Nationaal Instituut voor Radio-elementen (IRE) (Fleurus)	Installaties voor de productie van radionucliden
International Brachytherapy (Seneffe)	2 cyclotrons
Best Medical ² (Fleurus)	2 cyclotrons (waarvan 1 buiten bedrijf gesteld)
IBA Radio-Isotopes (Fleurus)	1 cyclotron
Beheer van radioactief afval	
Belgoprocess (Dessel)	Installaties voor verwerking, conditionering en tijdelijke opslag (die aan NIRAS toebehoren)
Umicore (Olen)	Installaties voor tijdelijke opslag UMTRAP en 'Bankloop'
Varia	
<i>Onderhoud van uitrustingen gebruikt op verschillende reactorsites in Europa</i>	
Westinghouse (Nivelles)	Installaties voor ontsmetting, herstelling en proeven, en technische lokalen
<i>Sterilisatie door bestraling van medisch en chirurgisch materiaal, van laboratoriumuitrustingen en voedingswaren</i>	
Sterigenics (Fleurus)	Honderden hoogactieve ingekapselde bronnen

¹ Vroeger VENUS-reactor genoemd

² Vroeger MDS Nordion genoemd

4.3.1 Raming anno 2009 van de volumes geconditioneerd afval

In de loop van 2009 heeft NIRAS een update gemaakt van haar raming van de bestaande volumes geconditioneerd afval en van het afval waarvan de productie gepland is in het kader van het huidige elektronucleaire programma. Ze heeft dit gedaan op verzoek van GEMIX (bijlage 7 in [66]), de groep van nationale en internationale deskundigen die, bij koninklijk besluit van 28 november 2008 [67], belast werd met de uitvoering van een studie om de regering een of meer scenario's voor een ideale energiemix voor België voor te stellen. (Nog op verzoek van GEMIX heeft NIRAS vergelijkbare ramingen gemaakt voor verschillende scenario's van verlenging van de exploitatieduur van de kerncentrales — sectie 10.2.2.)

De raming 2009 houdt rekening met de volgende twee institutionele beleidselementen:

- de bepalingen van de wet van 31 januari 2003 houdende de geleidelijke uitstap uit kernenergie [68], die de bouw en inbedrijfstelling van nieuwe commerciële kerncentrales verbiedt en de sluiting van de zeven bestaande commerciële kerncentrales oplegt na hun exploitatie gedurende 40 jaar;
- de resolutie van de Kamer van 22 december 1993 (sectie 4.2.3) [40], die bepaalt dat NIRAS de studie van de geologische berging van het opwerkingsafval en die van de niet-opgewerkte bestraalde splijtstoffen op voet van gelijkheid dient uit te voeren. Het statuut van de bestraalde splijtstoffen (hulpbron of afval) is tot op heden niet vastgesteld (sectie 10.2.1).

Volgens de raming 2009 van NIRAS (toestand op 31 december 2008), die geen officiële inventaris is, zal het afval van de categorieën A, B en C dat tegen 2070 moet worden beheerd, dit wil zeggen van nu tot na de volledige ontmanteling van alle bestaande of geplande nucleaire installaties op 31 december 2008¹², oplopen tot de volgende volumes (Tabel 3, Figuur 19 en bijlage B1 voor een overzicht van de oorsprong en kenmerken van het bestaande en geplande B&C-afval) (bijlage 7 in [66], [69]).

- 69 900 m³ afval van categorie A. Dit afval is voor ongeveer de helft afkomstig van de ontmanteling van de commerciële kerncentrales. De totale hoeveelheid ontmantelingsafval vormt bijna 75% van al het afval van categorie A. Het afval van categorie A vertegenwoordigt minder dan 0,5% van de totale activiteit van al het afval.
- 11 100 of 10 430 m³ afval van categorie B, al naargelang de huidige opschorting van de opwerking van bestraalde commerciële splijtstoffen wordt opgeheven of gehandhaafd blijft. Dit afval is zeer gevarieerd. Het komt hoofdzakelijk van de onderzoeksactiviteiten, de productie van kernbrandstoffen, de opwerking van bestraalde splijtstoffen (inclusief in de proefopwerkingsfabriek Eurochemic) en de ontmanteling van kerncentrales en van de installaties voor onderzoek en vervaardiging van splijtstoffen. Het vertegenwoordigt ongeveer 2% van de totale activiteit van het afval.
- 600 of 4 500 m³ afval van categorie C, al naargelang de huidige opschorting van de opwerking van bestraalde commerciële splijtstoffen wordt opgeheven of gehandhaafd blijft. Dit afval is verglaasd afval afkomstig van de opwerking van commerciële bestraalde splijtstoffen, alsook niet-opgewerkte bestraalde

¹² De raming van 2009 omvat dus niet het exploitatie- en ontmantelingsafval van de toekomstige onderzoeksreactor MYRRHA (*Multi-purpose hybrid research reactor for high-tech applications*) van het SCK•CEN, die momenteel ontwikkeld wordt.

splijtstoffen die als afval worden aangegeven. Het vertegenwoordigt ongeveer 97,5% van de totale activiteit van al het afval. (De opgewerkte commerciële splijtstoffen vertegenwoordigen 12% (tHM) van alle bestraalde splijtstoffen geproduceerd in het kader van het elektronucleaire programma, zoals bepaald door de wet op de uitstap uit de kernenergie, namelijk 40 jaar exploitatie van de zeven Belgische kerncentrales.)

Tabel 3 – Raming van de hoeveelheden en raming van de activiteit van het afval van de categorieën A, B en C dat tegen 2070 moet worden beheerd [66, 69]. Het scenario waarbij de opwerking wordt hervat en het scenario waarbij definitief wordt afgezien van de opwerking, sluiten elkaar uit.

Belangrijkste te beheren types geconditioneerd afval		Raming 2009 (40 jaar exploitatie van de centrales)			
		vol. [m³]	act. α [Bq] *	act. βγ [Bq] *	
Afval van categorie A (pro memorie)	Totaal	69 900	< 2·10 ¹²	< 5·10 ¹⁶	
Afval van de categorieën B&C		indien de opwerking wordt hervat (voor alle splijtstoffen, inclusief MOX)			
Categorie B: Commerciële kerncentrales					
Afval van courante productie					
Exploitatiefval van Electrabel		260	7,0·10 ¹⁰	3,0·10 ¹⁵	
Opwerkingsafval van Synatom		940	2,3·10 ¹⁶	1,2·10 ¹⁸	
Afval van de ontmanteling van de reactoren van Electrabel		900	4,7·10 ¹²	3,2·10 ¹⁷	
Afval van de modernisering van Doel 1 en 2 en van Tihange 1		n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	
Categorie B: Andere					
Afval van courante productie (inclusief afval van Eurochemic)		7 500	1,0·10 ¹⁶	6,0·10 ¹⁷	
Ontmantelingsafval		1 500	< 1·10 ¹⁵	< 1·10 ¹⁶	
Totaal		11 100	3,4·10 ¹⁶	2,1·10 ¹⁸	
Categorie C: Commerciële kerncentrales en onderzoeksreactoren					
Opwerkingsafval		Totaal	600	6,0·10 ¹⁷	4,1·10 ¹⁹
Afval van de categorieën B&C		indien definitief wordt afgezien van de opwerking			
Categorie B: Commerciële kerncentrales					
Afval van courante productie					
Exploitatiefval van Electrabel		260	7,0·10 ¹⁰	3,0·10 ¹⁵	
Opwerkingsafval van Synatom		270	2,8·10 ¹⁵	1,4·10 ¹⁷	
Afval van de ontmanteling van de reactoren van Electrabel		900	4,7·10 ¹²	3,2·10 ¹⁷	
Afval van de modernisering van Doel 1 en 2 en van Tihange 1		n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	
Categorie B: Andere					
Afval van courante productie (inclusief afval van Eurochemic)		7 500	1,0·10 ¹⁶	6,0·10 ¹⁷	
Ontmantelingsafval		1 500	< 1·10 ¹⁵	< 1·10 ¹⁶	
Totaal		10 430	1,4·10 ¹⁶	1,1·10 ¹⁸	
Categorie C: Commerciële kerncentrales en onderzoeksreactoren					
Opwerkingsafval		70	3,6·10 ¹⁶	3,6·10 ¹⁸	
Bestraalde splijtstoffen van Synatom (UO ₂ en MOX)		4 430	2,2·10 ¹⁸	4,0·10 ¹⁹	
Totaal		4 500	2,2 10 ¹⁸	4,4·10 ¹⁹	

n.v.t.: Niet van toepassing

* : Voor het afval van categorie A wordt de activiteit vermeld van eind 2007. Voor het afval van categorie B is de vermelde activiteit die op het ogenblik van de conditionering (of de geraamde activiteit in het geval van het geplande afval). Voor het afval van categorie C is de vermelde activiteit die van het afval 50 jaar nadat het de reactor heeft verlaten.



Figuur 19 – Bovenaan: ontmanteling van de proefopwerkingsfabriek Eurochemic (bron: Belgoprocess en Bonsei Publicatiebureau); onderaan: ontmanteling van een stuk van de onderzoeksreactor BR3 (bron: SCK•CEN).

4.3.2 Verwante vragen met betrekking tot de raming anno 2009

Naast de kwestie van de opschorting van de opwerking van commerciële bestraalde splijtstoffen en die van het statuut van de niet-opgewerkte bestraalde splijtstoffen (sectie 10.2.1), heeft NIRAS verschillende vragen geïdentificeerd die zij niet alleen kan beantwoorden en die mogelijk een impact zullen hebben op de geraamde volumes geconditioneerd afval:

- een eventuele verlenging van de exploitatieduur van de kerncentrales (sectie 10.2.2);
- een eventuele overdracht van afval van categorie A naar categorie B (of zelfs een overdracht in omgekeerde richting), als gevolg van de verplichtingen van de

toekomstige nucleaire oprichtings- en exploitatievergunning voor de oppervlakteberging van het afval van categorie A (sectie 10.2.3);

- de eventuele aangifte, door de betrokken producenten, van al hun verrijkte splijtstoffen en plutoniumhoudende stoffen, of een deel ervan, als afval (sectie 10.2.4);
- de eventuele wijzigingen van de inventaris van radiumhoudend afval van categorie B (secties 10.2.5 en 11.1).

Om haar opdracht als beheerder van het radioactieve afval tot een goed einde te brengen, dient NIRAS een antwoord te krijgen op deze vragen (sectie 10.2). De huidige afwezigheid van antwoorden neemt echter niet weg dat een principebeslissing kan worden genomen over het langetermijnbeheer van het B&C-afval. Het Adviescomité SEA heeft dit bevestigd in zijn advies over het ontwerp van Afvalplan en het SEA [33].

4.4 Financiering van het beheersysteem

Ter uitvoering van het principe 'de vervuiler betaalt', dient NIRAS haar aan kostprijs geëvalueerde kosten ten laste te leggen van de begunstigden van haar prestaties, te weten de producenten van radioactief afval.

De kostprijs van het beheer van radioactief afval kan worden opgesplitst in drie posten:

- het beheer op korte termijn,
- de RD&D-activiteiten en de activiteiten van het type 'maatschappelijk participatieproces',
- het beheer op middellange en lange termijn.

4.4.1 Beheer op korte termijn

De kosten van het beheer op korte termijn van het radioactieve afval worden gefinancierd door de afvalproducenten in het kader van overeenkomsten met NIRAS die voorzien in een vijfjaarlijkse herziening van de tarieven. Sinds 1996 zijn deze contracten gebaseerd op een systeem van capaciteitsreservatie waarbij elke grote producent garandeert dat hij een overeengekomen deel van de vaste kosten van de installaties aan NIRAS zal betalen en dat hij de variabele exploitatiekosten voortvloeiend uit het beheer van zijn afval, zal betalen naarmate het door NIRAS wordt geaccepteerd. In de praktijk betalen de producenten hun deel van de vaste kosten volgens een contractuele planning en betalen zij aan NIRAS de tarieven die overeenstemmen met de verwerking en conditionering van hun niet-geconditioneerd afval naarmate NIRAS het afval accepteert. De activiteiten van NIRAS die rechtstreeks te maken hebben met haar acceptatiesysteem (voornamelijk het opstellen van de algemene regels en de acceptatiecriteria alsook de erkenning van de verwerkings- en conditioneringsinstallaties — sectie 4.2.4) worden gefinancierd via specifieke contracten met de producenten.

4.4.2 RD&D-activiteiten en activiteiten van het type 'maatschappelijk participatieproces'

De kosten van de RD&D-activiteiten, die voornamelijk gericht zijn op het beheer op lange termijn, worden gedekt door de afvalproducenten naar rato van hun geplande afvalproductie, in het kader van overeenkomsten met NIRAS.

De financiering van de activiteiten van het type 'maatschappelijk participatieproces', die NIRAS zodra mogelijk wenst op te starten en die zullen plaatsgrijpen tijdens het volledige besluitvormingsproces voor de ontwikkeling en realisatie van de oplossing die zal worden gekozen voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval (hoofdstuk 9), moet nog worden georganiseerd en vervolgens bevestigd op institutioneel vlak.

4.4.3 Beheer op middellange en lange termijn

De financiering van de activiteiten van het beheer op middellange en lange termijn van het radioactieve afval moeten de kosten van de technische activiteiten dekken alsook, in het geval van een geïntegreerd bergingsproject zoals dat voor het afval van categorie A, de kosten van de zogenaamde 'bijbehorende' voorwaarden die ervoor zorgen dat het geïntegreerde project in zijn geheel een meerwaarde vormt voor de betrokken lokale bevolkingen. Er moeten inderdaad mechanismen bestaan die de billijkheid garanderen tussen, enerzijds, de bevolkingsgroepen die het algemeen belang dienen door het afval op hun grondgebied toe te laten en, anderzijds, de rest van de gemeenschap. De technische kosten worden gedekt door betalingen van de afvalproducenten in een gecentraliseerd fonds, het *fonds op lange termijn*. De kosten van de bijbehorende voorwaarden worden gedekt via een ander mechanisme: het *fonds op middellange termijn*.

Naast de provisies die NIRAS aanlegt met het oog op het beheer op middellange en lange termijn van het radioactieve afval dat zij overneemt (sectie 4.4.3.1), worden provisies aangelegd door de producenten in het vooruitzicht van de toekomstige overdracht van hun radioactief afval aan NIRAS (sectie 4.4.3.2).

4.4.3.1 Provisies aangelegd door NIRAS: toereikendheid en beschikbaarheid

De provisies voor de dekking van de technische kosten van het beheer op middellange en lange termijn van het radioactieve afval dat aan NIRAS wordt overgedragen, worden door de afvalproducenten gestort in het fonds op lange termijn, dat opgericht werd volgens de bepalingen van artikel 16 van het koninklijk besluit van 30 maart 1981, zoals gewijzigd, en dat onder haar verantwoordelijkheid is geplaatst. Volgens de bepalingen van datzelfde besluit werd eveneens een insolabiliteitsfonds opgericht. De financiering van de integratie van een bergingsinstallatie in een lokale gemeenschap, ten slotte, wordt geregeld door de wet van 29 december 2010 [6]. Deze vult artikel 179, § 2, van de wet van 8 augustus 1980 met betrekking tot NIRAS aan, door haar toe te laten een fonds op middellange termijn op te richten. De wet van 2010 voert in de wet van 1980 de notie van fonds op lange termijn in, die reeds aanwezig was in het koninklijk besluit van 30 maart 1981.

Fonds op lange termijn

Het fonds op lange termijn *"dient om alle kosten en investeringen te dekken die noodzakelijk zijn om het radioactieve afval op te slaan en om berginginstallaties voor het radioactieve afval te bouwen, te exploiteren en te sluiten, en er de institutionele controle van te verzekeren, in overeenstemming met de vergunningen die uitgereikt zijn om deze activiteiten uit te voeren"* [6]. Het dient niet om de kosten van de eventuele terugneming van het geborgen afval te dekken. Deze kosten zijn overigens onmogelijk te ramen in een verre toekomst.

Naar het voorbeeld van het mechanisme van de pensioenfondsen besliste NIRAS het fonds op lange termijn, dat sedert begin 1999 operationeel is, te baseren op een kapitalisatiesysteem. De producenten van radioactief afval stijven het fonds telkens wanneer zij nieuw afval overdragen aan NIRAS, nadat NIRAS heeft gecontroleerd of het afval voldoet aan de vastgelegde acceptatiecriteria, steeds volgens contractueel vastgelegde uitvoeringsbepalingen.

Het mechanisme voor het stijven van het fonds op lange termijn garandeert NIRAS in principe dat haar vaste kosten op termijn worden gedekt en haar variabele kosten zullen worden gedekt naarmate ze zich voordoen. Het is van toepassing op de producenten die overeenkomsten hebben afgesloten met NIRAS voor de ophaling van hun afval. Het mechanisme steunt op de volgende drie basiselementen:

- de *contractuele hoeveelheden*: elke grote producent van radioactief afval maakt zijn volledig afvalproductieprogramma bekend aan NIRAS, zodat deze laatste in staat is haar vaste kosten te spreiden over deze producenten;
- de *tariefbetaling*: elke producent stort een bijdrage (afvalvolume × tarief van toepassing op dit afval) in het fonds op lange termijn die overeenstemt met de totale kostprijs (vaste en variabele kosten, inclusief marges voor technologische onzekerheden en onzekerheden in verband met het project) van het beheer op middellange en lange termijn van het afval dat NIRAS overneemt;
- de *contractuele waarborg*: elk van de grote producenten verbindt zich ertoe in het fonds op lange termijn ten minste het bedrag te storten van de vaste kosten die betrekking hebben op de door hem gedane capaciteitsreservatie.

De niet-geconventioneerde kleine producenten zijn onderworpen aan een *all-intarief*. Het eventuele tekort in het stijven van het fonds op lange termijn wordt in rekening van de grote producenten gebracht.

De bepalingen volgens dewelke het fonds op lange termijn dient te functioneren, zijn vastgelegd in overeenkomsten tussen NIRAS en de afvalproducenten. Deze overeenkomsten worden 'ophalingscontracten' genoemd. De werkhypotheses van NIRAS en de door de grote producenten aangekondigde contractuele hoeveelheden zijn *ad hoc* herzienbaar om de financiële voorwaarden te kunnen aanpassen aan de evolutie van de afvalproductievoorzichten, aan de evolutie van de werkzaamheden inzake lange-termijnbeheer en aan de evolutie van de economische context.

De belangrijkste economische hypothesen van de lopende overeenkomsten zijn de volgende.

- Afval van categorie A: dit afval *zal worden geborgen aan de oppervlakte, op één enkele site*. Deze hypothese werd bevestigd door de beslissing van de regering van 23 juni 2006.
- B&C-afval: de zeven bestaande kerncentrales zullen 40 jaar worden geëxploiteerd, overeenkomstig de wet van 31 januari 2003 op de geleidelijke uitstap uit de kernenergie; alle bestraalde brandstoffen (inclusief MOX-splijtstoffen) zullen worden opgewerkt en het afval zal geologisch geborgen worden *op één enkele site* zodra dit redelijkerwijs mogelijk is, en voor het categorie C-afval in ieder geval nadat het minimum 60 jaar bovengronds is opgeslagen.

NIRAS beheert momenteel het fonds op lange termijn op basis van de door haar raad van bestuur bepaalde beleggingsstrategie. Het Advies- en Auditcomité van het fonds op lange termijn (samengesteld uit vertegenwoordigers van NIRAS, de Belgische Staat, Synatom en Electrabel) volgt en verifieert het beheer ervan. Volgens NIRAS zijn de kenmerken van het fonds op lange termijn van dien aard dat ze een bevredigende beschikbaarheid garanderen van de bedragen die overeenstemmen met de door de producenten gestorte fondsen [42].

Het mechanisme van het fonds op lange termijn laat echter niet toe het hoofd te bieden aan bepaalde bijzondere gevallen, zoals de eventuele insolventie van grote producenten, of het doorberekenen van een eventuele onderschatting van de kosten voor het langetermijnbeheer van het afval van een producent aan deze laatste, nadat hij zijn *laatste* afval aan NIRAS heeft geleverd en de overeenstemmende tariefbetalingen aan het fonds op lange termijn heeft verricht. NIRAS onderzoekt daarom momenteel welke bijkomende financieringsmechanismen zouden kunnen worden ingevoerd om de bijzondere gevallen te dekken en te vermijden dat de Belgische Staat, en dus de burger, zich verplicht zou zien een eventueel tekort in de provisies te compenseren.

Insolventiefonds

Het insolventiefonds, dat in 1992 werd opgericht, heeft voornamelijk tot doel de prestaties te financieren voor het beheer van radioactief afval en de ontmanteling van nucleaire installaties die niet gedekt zouden zijn als gevolg van een faillissement of de insolventie van bepaalde financieel verantwoordelijken, die impliciet geïdentificeerd zijn als de financieel verantwoordelijken voor de andere installaties dan de nucleaire installaties van klasse I. Het insolventiefonds dekt tevens de kosten van het beheer van de bronnen, in de zin van het algemeen reglement voor de bescherming tegen de ioniserende stralingen, die als weesbronnen en afval zijn aangegeven door het FANC en door het agentschap aan NIRAS worden overgedragen voor verder beheer (sectie 3.2.1.4). Het fonds dient niet voor de financiering van prestaties die het gevolg zijn van het faillissement of de insolventie van financieel verantwoordelijken die industriële activiteiten hebben uitgevoerd in verband met radiumontginning (secties 10.2.5 en 11.1.1) en het gebruik van natuurlijke radioactiviteitsbronnen (beroepsactiviteiten, sectie 11.2).

Het insolventiefonds wordt beheerd zoals het fonds op lange termijn. Het wordt gestijfd door een reserve van 5% die begrepen is in de kostprijs van de diensten die

NIRAS aan de producenten factureert. Deze reserve is al dan niet verschuldigd al naargelang de beschikbare middelen in het insolventheidsfonds al dan niet voldoen aan bepaalde criteria.

Fonds op middellange termijn

Het fonds op middellange termijn [6] dient "om de kosten te dekken van de bijbehorende voorwaarden die werden goedgekeurd, enerzijds, door de gemeenteraad (-raden) van de gemeente(n) die het mogelijk heeft (hebben) gemaakt een maatschappelijk draagvlak te creëren en te bestendigen voor de vestiging van een bergingsinstallatie, door de ontwikkeling en de instandhouding van een participatief proces of van elke andere bestaande of uit te werken methode of procédé die hetzelfde resultaat bereikt, en, anderzijds, op voorstel van de Instelling, door de federale regering. Deze kosten worden gemaakt om het vereiste maatschappelijk draagvlak te creëren en in stand te houden voor de integratie van een bergingsinstallatie voor radioactief afval in een lokale collectiviteit."

"Het Fonds op middellange termijn wordt gestijfd door de integratiebijdrage die geheven wordt bij de producenten van radioactief afval. Deze integratiebijdrage wordt berekend op basis van de totale capaciteit van de bergingsinstallatie en de totale respectieve afvalhoeveelheden van de producenten die bestemd zijn om er geborgen te worden."

"De verplichting om bij te dragen tot het Fonds op middellange termijn, gaat in vanaf het ogenblik dat de bergingsinstallatie voor radioactief afval het voorwerp is geweest van een definitieve en uitvoerbare oprichtingsvergunning, overeenkomstig de wet van 15 april 1994 betreffende de bescherming van de bevolking en van het leefmilieu tegen de uit ioniserende stralingen voortspruitende gevaren en betreffende het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle, alsook van een bouwvergunning en, in voorkomend geval, een milieuvergunning, overeenkomstig de van toepassing zijnde gewestelijke regelgeving."

"Op voorwaarde dat hun individueel aandeel in de capaciteit niet meer dan 3 % van de totale capaciteit van de bergingsinstallatie bedraagt, zijn de openbare onderzoeksinstellingen die voor het merendeel betaald worden door de Staat, een Gemeenschap of een Gewest, en de openbare of private instellingen die actief zijn in de sector van de gezondheidszorg, vrijgesteld van betaling van de integratiebijdrage. Voor zover hun individueel aandeel in de capaciteit voormelde drempel niet overschrijdt, zijn de occasionele producenten van radioactief afval eveneens vrijgesteld."

4.4.3.2 Provisies aangelegd door de producenten: toereikendheid en beschikbaarheid

Er bestaat momenteel geen algemene wetgeving in België die de producenten van radioactief afval verplicht provisie aan te leggen voor de dekking van de kosten van het beheer van hun afval, inclusief het afval dat zal worden voortgebracht bij de ontmanteling van hun nucleaire installaties, en de beschikbaarheid van de overeenkomstige financiële middelen te garanderen. Deze dekking is onderworpen aan de algemene boekhoudkundige wetgeving en aan wetten en koninklijke besluiten die vaak relatief specifiek zijn en per geval worden opgesteld. In het bijzonder de wet van

11 april 2003 [70], zoals gewijzigd, geeft Synatom de verantwoordelijkheid om de kosten te dekken van de ontmanteling van de commerciële kerncentrales, van het beheer van het radioactieve afval dat eruit voortkomt en van de bestraalde splijtstoffen, en om de fondsen te beheren die er de tegenwaarde van vormen. Dit dient te gebeuren volgens specifieke regels. Synatom dient ook om de drie jaar een rapport op te stellen dat de basiskennmerken van het aanleggen van de provisies beschrijft. Dit rapport moet worden voorgelegd aan de Commissie voor nucleaire voorzieningen die door dezelfde wet werd opgericht.

Het aanleggen, door de producenten van radioactief afval, van provisies voor de ontmanteling van hun nucleaire installaties en het beheer van hun radioactief afval, en de toereikendheid van deze provisies worden geanalyseerd en geëvalueerd door NIRAS in het kader van haar opdracht tot inventarisatie van de nucleaire passiva. De toereikendheid van de door Synatom aangelegde provisies wordt geëvalueerd op basis van het advies dat NIRAS dient te verstrekken aan de Commissie voor nucleaire voorzieningen, zodat deze haar driejaarlijkse besluiten betreffende het bestaan en de toereikendheid van de voorzieningen kan opstellen. Voor de opstelling van dit driejaarlijks advies dient NIRAS

- de scenario's en strategieën te onderzoeken waarop Synatom zich baseert om, enerzijds, de kosten van de ontmanteling van de kerncentrales en het beheer van het resulterende afval en, anderzijds, de kosten van het beheer van de bestraalde splijtstoffen te ramen, om zeker te zijn dat ze wel degelijk leiden tot realistische en voorzichtige ramingen;
- de toereikendheid te verifiëren van de aangelegde voorzieningen of de voorzieningen waarvan de aanleg gepland is om de geraamde kosten te dekken.

De wet van 11 april 2003, zoals gewijzigd, bevat echter niet voldoende bepalingen om te garanderen dat de financiële middelen die met de provisies overeenstemmen, te gelegener tijd beschikbaar zullen zijn.

In het kader van haar opdracht tot inventarisatie van de nucleaire passiva heeft NIRAS het bestaan, de toereikendheid en de beschikbaarheid van de nucleaire provisies geanalyseerd. Na afloop hiervan heeft zij een aantal aanbevelingen geformuleerd, in het bijzonder [42]:

"Het bestaande wettelijk en reglementair kader zou moeten worden aangevuld om het risico dat de Staat zich in de plaats moet stellen van financieel verantwoordelijken die in gebreke blijven om de dekking van hun nucleaire kosten te garanderen, tot een minimum te herleiden of tenminste te beperken.

NIRAS beveelt aan om een duidelijk en samenhangend wettelijk en reglementair kader op te stellen dat de dekking van de nucleaire kosten organiseert. Dit kader moet het aanleggen van voldoende provisies opleggen en de nodige bepalingen bevatten om ervoor te zorgen dat de provisies te gelegener tijd beschikbaar zullen zijn."

De voogdij van NIRAS heeft gehoor gegeven aan deze aanbevelingen en de instelling begin 2009 belast met het opstellen van een voorstel van wettelijk en reglementair kader dat aan deze aanbeveling beantwoordt [71].



5 Draagwijdte van het Afvalplan en noodzaak van een principebeslissing op korte termijn voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval

Het Afvalplan heeft in de eerste plaats betrekking op het afval waarvoor op korte termijn een principebeslissing *moet* en *kan* worden genomen over de te volgen richting voor het langetermijnbeheer ervan. Dit afval is het afval van de categorieën B en C.

Het Afvalplan slaat enkel op het bestaande afval en het afval waarvan de productie gepland is, hoofdzakelijk in het kader van het huidige elektronucleaire programma. Het gaat dus niet om het langetermijnbeheer van het afval dat zou voortkomen uit de exploitatie van nieuwe commerciële reactoren of onderzoeksreactoren.

5.1 Draagwijdte van het Afvalplan

Het Afvalplan heeft in diverse mate betrekking op alle types afval die NIRAS moet beheren of die ze geïdentificeerd heeft als afval dat mogelijk op termijn in haar beheersysteem zal worden opgenomen (Tabel 4). Dit afval stemt overeen met de stoffen vermeld in de groene en grijze lijnen in Tabel 1 in sectie 3.2.4.

- Het Afvalplan dient in de eerste plaats om een principebeslissing mogelijk te maken over het langetermijnbeheer van het B&C-afval, een beslissing die op korte termijn *nodig* (sectie 5.2) en *mogelijk* is (sectie 5.2 en vooral hoofdstuk 7 en hoofdstuk 8).

De mogelijke opties voor het langetermijnbeheer en de beheeroplossing die NIRAS aanbeveelt, worden besproken in het tweede deel van het Afvalplan. Deze oplossing moet, volgens NIRAS, een *gecentraliseerde oplossing van langetermijnbeheer* zijn, dit wil zeggen een oplossing die gemeenschappelijk is voor al het B&C-afval en die kan worden gerealiseerd op één enkele site. Dit betekent echter niet dat de oplossing moet worden gerealiseerd op de plaats waar de activiteiten van NIRAS in verband met het korte- en middellangetermijnbeheer geconcentreerd zijn (sites BP1 en BP2 van NIRAS, respectievelijk in Dessel en in Mol, die door Belgoproces geëxploiteerd worden).

- Het Afvalplan vermeldt het langetermijnbeheer van het afval van categorie A enkel pro memorie. De ministerraad heeft immers op 23 juni 2006 geopteerd voor de oppervlakteberging van dit afval op het grondgebied van de gemeente Dessel, in het kader van een geïntegreerd project. Dit dossier bevindt zich momenteel in de projectfase (Kader 7 in sectie 4.2.3 en [60]).
- Het Afvalplan biedt geen strategie voor het langetermijnbeheer van radioactief afval afkomstig van saneringsoperaties in de betekenis die eraan gegeven wordt in het algemeen reglement op de bescherming tegen het gevaar van de ioniserende stralingen. Deze operaties hebben betrekking op radioactieve verontreinigingen als gevolg van vroegere activiteiten en op de beroepsactiviteiten. Om een strategie te kunnen bepalen voor het langetermijnbeheer van radioactief afval afkomstig van radioactieve verontreinigingen (reeds uitgevoerde saneringen, saneringen waartoe beslist is maar die nog moeten worden uitgevoerd en saneringen waartoe nog beslist zou kunnen worden) en saneringen met betrekking tot beroepsactiviteiten, moeten verschillende instanties op federaal (NIRAS, FANC) en regionaal vlak namelijk eerst een gemeenschappelijke visie ontwikkelen over de uit te voeren saneringen en het langetermijnbeheer van het radioactieve afval dat daarbij zal worden voortgebracht. Er zullen dan een of meer beheersystemen moeten worden ontwikkeld die het bestaande gecentraliseerde beheersysteem aanvullen. Deze systemen zullen waarschijnlijk geheel of gedeeltelijk *gedecentraliseerd* zijn, dit wil zeggen dat het afval ten minste gedeeltelijk beheerd zal worden op de sites waar het zich momenteel bevindt.

NIRAS heeft een aantal verwante vragen geïdentificeerd met betrekking tot het langetermijnbeheer van het B&C-afval (hoofdstuk 10) en de problematiek van de saneringen (hoofdstuk 11), die niet door haar alleen kunnen worden beantwoord. Deze vragen stellen noch de noodzaak van een principebeslissing voor het B&C-afval op korte termijn noch de door NIRAS aanbevolen beheeroplossing ter discussie. De vragen die een impact kunnen hebben op het langetermijnbeheer van het B&C-afval moeten echter in de komende jaren een antwoord krijgen van de betrokken partijen. Hoofdstuk 11 kondigt overigens een toekomstig langetermijnbeheerplan aan dat specifiek gewijd is aan de problematiek van radiumhoudend afval.

Als beslissingsinstrument dat bedoeld is om het Afvalplan en de door dit plan beoogde principebeslissing te ondersteunen, heeft het SEA enkel betrekking op het langetermijnbeheer van het B&C-afval. Volgens de wet van 13 februari 2006 [12] diende NIRAS immers geen SEA op te stellen voor het langetermijnbeheer van het afval van categorie A ¹³. (In werkelijkheid heeft NIRAS al in de jaren negentig een vergelijking gemaakt van de mogelijke opties voor het langetermijnbeheer van dit afval, onder meer vanuit het oogpunt van de veiligheid en het leefmilieu [61].) Wat het langetermijnbeheer van radioactief afval afkomstig van saneringsoperaties betreft, is het voorbarig nu al na te denken over impactstudies voor dit beheer.

¹³ Artikel 19 van de wet van 13 februari 2006 preciseert dat de verplichting om een SEA op te stellen van toepassing is op plannen en programma's waarvan de eerste formele voorbereidende handeling plaatsvindt na 21 juli 2004 en op plannen en programma's waarvan de eerste voorbereidende handeling plaatsvindt vóór deze datum en die na 21 juli 2006 worden aangenomen. Het programma voor het langetermijnbeheer van het afval van categorie A is niet onderworpen aan de verplichting om een SEA op te stellen; de eerste voorbereidende handeling — de beslissing van de ministerraad van 16 januari 1998 — dateert immers van vóór 21 juli 2004 en werd goedgekeurd op 23 juni 2006, dus vóór de limietdatum van 21 juli 2006.

Tabel 4 – Draagwijdte van het Afvalplan. Het Afvalplan slaat in de eerste plaats op het B&C-afval, waarvoor nog geen institutioneel beleid bestaat met betrekking tot het langetermijnbeheer ervan (weergegeven in het kader) en waarvoor een dergelijk beleid noodzakelijk is en kan worden bepaald. [✓ : ja ; ✗ : nee]

	A-afval	B-afval	C-afval	Bestraalde splijtstoffen van onderzoek-reactoren (B)	Bestraalde splijtstoffen van kerncentrales (C)	Verrijkte splijtstoffen en plutoniumhoudende stoffen (B)	UMTRAP- en 'Bankloop'-afval	Afval van toekomstige saneringen
	Afval vermeld pro memorie	Afval waarop het Afvalplan gericht is: een principebeslissing over het langetermijnbeheer ervan is noodzakelijk en kan worden genomen					Afval waarvan het langetermijnbeheer het voorwerp dient te zijn van overleg (hoofdstuk 11) ¹	
Beheer onder de verantwoordelijkheid van NIRAS?	✓	✓	✓	✗ , tenzij als afval aangegeven door eigenaar	✗ , tenzij als afval aangegeven door Synatom	✗ , tenzij als afval aangegeven door eigenaar	op termijn, ✓	✗ , tenzij beslissing van het FANC
Verwerking en conditionering gewaarborgd?	✓	✓	✓	✗	✗ ²	✗	Zal worden geïntegreerd in het (de) beheersysteem (-systemen) dat (die) ontwikkeld moet(en) worden. (Sommige afvalstoffen van UMTRAP moeten mogelijk in cat. B worden ondergebracht.)	Zal moeten worden beheerd in het kader van het (de) beheersysteem (-systemen) dat (die) ontwikkeld moet(en) worden. (Een deel van dit afval zou in cat. A of cat. B kunnen terechtkomen.)
Opslag gewaarborgd?	✓	✓	✓	✓ ³	✓ , op de sites van de centrales door Electrabel	✓ , op de site van de eigenaars		
RD&D met het oog op langetermijnbeheer?	✓	✓	✓	✓ ⁴	✓	✗ ⁵		
Beleid voor langetermijnbeheer?	✓	✗	✗	✗	✗	✗		
Oplossing voor langetermijnbeheer gerealiseerd?	in voorbereiding	✗	✗	✗	✗	✗		
Financieringsmechanisme?	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗ ⁶	✗

- ¹ : het toekomstig beheerplan voor de gehele problematiek van radiumhoudend afval doet geen afbreuk aan de in dit Afvalplan geformuleerde overwegingen en besluiten met betrekking tot het B&C-afval
- ² : studies van Synatom en NIRAS aan de gang
- ³ : NIRAS zorgt voor de opslag van bestraalde splijtstoffen van de onderzoeksreactor BR3 van het SCK•CEN
- ⁴ : geen specifieke RD&D op nationaal vlak met betrekking tot het langetermijnbeheer, maar wel bibliografische opvolging
- ⁵ : geen specifieke RD&D op nationaal vlak met betrekking tot het langetermijnbeheer; tot dusver heeft geen enkele producent aan NIRAS laten weten dat hij van plan zou zijn dergelijke stoffen over te dragen als afval
- ⁶ : Umicore is gestart met het aanleggen van provisies, waarvan de toereikendheid niet kan worden geëvalueerd zolang er geen duidelijke visie is over het te realiseren type van oplossing voor het langetermijnbeheer

5.2 Noodzaak van een principebeslissing op korte termijn voor het B&C-afval

Een institutioneel beleid voor het langetermijnbeheer van B&C-afval is onontbeerlijk om een *kader* te bieden voor het beheer van dit afval. Door het bestaan van een dergelijk beleid zou NIRAS bovendien sterker staan tegenover alle actoren (institutioneel, politiek, commercieel,...) die betrokken zijn bij het beheer van radioactief afval.

Verscheidene types van argumenten bevestigen samen de *noodzaak* van een principebeslissing op korte termijn voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval:

- het bestaan van internationale aanbevelingen volgens dewelke landen die radioactief afval bezitten, een beleid voor het beheer van dit afval moeten uitstippelen, en het bestaan van een dergelijk beleid in een aantal landen (sectie 5.2.1);

- het bestaan van documenten die uitgaan van overheden op federaal niveau en wijzen op de noodzaak om een beleid voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval uit te stippelen (sectie 5.2.2);
- de vereisten inzake goed beheer van NIRAS, met inbegrip van de bijbehorende argumenten inzake billijkheid (sectie 5.2.3);
- de wens van de Belgische en Europese publieke opinie dat het probleem van het langetermijnbeheer van hoogactief afval door de huidige generaties wordt opgelost in plaats van doorgeschoven te worden naar toekomstige generaties (sectie 5.2.4).

Het Afvalplan toont overigens aan dat alle elementen die nodig zijn om een principebeslissing te nemen *beschikbaar* zijn. NIRAS heeft immers de mogelijke opties voor het langetermijnbeheer geëvalueerd vanuit het oogpunt van de veiligheid en het leefmilieu, alsook vanuit technisch en wetenschappelijk, financieel en economisch, en maatschappelijk en ethisch oogpunt. Deze evaluatie wordt bevestigd door de resultaten van het SEA (hoofdstuk 7). NIRAS is in staat een oplossing aan te bevelen voor het langetermijnbeheer — *geologische berging in weinig verharde klei (Boomse Klei of Ieperiaanklei)* (hoofdstuk 8) — die mens en milieu op robuuste wijze kan beschermen, die uitvoerbaar is, die steunt op stevige technische en wetenschappelijke bases, die beantwoordt aan de principes van intra- en intergenerationele billijkheid en die kan worden gefinancierd volgens het principe 'de vervuiler betaalt'. Bovendien heeft ze een aanzet gegeven tot het besluitvormingsproces voor de ontwikkeling en realisatie van deze oplossing. Over de geologische bergingsoplossing zelf bestaat er ruime consensus onder de beheerders van radioactief afval en de veiligheidsautoriteiten op nationaal en internationaal vlak. NIRAS is, met andere woorden, in staat *een oplossing* voor te stellen die, *vanuit technisch oogpunt, voldoende rijp is om het voorwerp te zijn van een beslissing*. De gegrondheid van deze oplossing werd overigens vanaf 1976 herhaaldelijk bevestigd door verschillende commissies en werkgroepen die door institutionele instanties belast waren met de taak zich uit te spreken over de aan de gang zijnde studies over het langetermijnbeheer van het B&C-afval of over kwesties met betrekking tot het energiebeleid in België (sectie 8.1.1).

Een principebeslissing *op korte termijn* is des te meer gegrond omdat er in ieder geval één à twee decennia nodig zullen zijn om de studies over de beheeroplossing die zal worden gekozen, te verfijnen, een toereikend maatschappelijk draagvlak voor deze oplossing tot stand te brengen, een site voor de realisatie van deze oplossing te selecteren, de vergunningsaanvragen voor te bereiden, de bouw van de bergingsinstallatie te starten en de industriële exploitatie aan te vangen. In de veronderstelling dat de principebeslissing snel zou worden genomen en ze de door NIRAS aanbevolen oplossing zou bevestigen, zullen het afval van categorie B pas ten vroegste vanaf 2035–2040 en het afval van categorie C ten vroegste vanaf 2080 geborgen kunnen worden (sectie 9.2).

Er dient opgemerkt dat de technologische vooruitzichten inzake de ontwikkeling en industriële toepassing van geavanceerde nucleaire technologieën momenteel zodanig zijn dat een langetermijnbeheeroplossing absoluut noodzakelijk blijft voor het bestaande en geplande afval van categorie B en het opwerkingsafval van categorie C (sectie 7.2.2.1).

5.2.1 Internationale aanbevelingen in verband met de noodzaak van een beleid voor het beheer van radioactief afval

Het bestaan van een duidelijk nationaal beleid voor het langetermijnbeheer is de kern van de internationale aanbevelingen inzake het beheer van radioactief afval. Het merendeel van de OESO-landen die een of meer commerciële kerncentrales bezitten, hebben een dergelijk beleid uitgestippeld voor het langetermijnbeheer van hun B- en/of C-afval (Kader 10 op het einde van sectie 5.2.3). Dit beleid is in alle gevallen gericht op de geologische berging.

- 2002: Gezamenlijk Verdrag inzake de veiligheid van het beheer van bestraalde splijtstof en inzake de veiligheid van het beheer van radioactief afval [8], bekrachtigd door België in 2002

"In overeenstemming met het bepaalde in artikel 30 dient elke Verdragsluitende Partij een nationaal rapport in op elke toetsingsvergadering van de Verdragsluitende Partijen. Dit rapport heeft betrekking op de maatregelen die zijn genomen ter nakoming van elk van de verplichtingen van het Verdrag. Voor elke Verdragsluitende Partij heeft het rapport tevens betrekking op:

- i) haar beleid inzake het beheer van bestraalde splijtstof;*
- ii) haar praktijk inzake het beheer van bestraalde splijtstof;*
- iii) haar beleid inzake het beheer van radioactief afval;*
- iv) haar praktijk inzake het beheer van radioactief afval;*
- v) de criteria die zij hanteert voor het definiëren en classificeren van radioactief afval."* (artikel 32, 1)

- 2008: Resolutie van de Raad van de Europese Unie over het beheer van bestraalde splijtstoffen en radioactief afval, goedgekeurd op 16 december 2008 [72]

" i) elke Lidstaat is verantwoordelijk voor zijn eigen beleid voor het beheer van bestraalde splijtstoffen en radioactief afval. [...]"

" ii) het is absoluut noodzakelijk dat elke Lidstaat een nationaal plan voor het beheer van bestraalde splijtstoffen en radioactief afval invoert. [...]" [vertaling van NIRAS]

- 2009: Syntheseverslag van de derde vergadering van de Verdragsluitende partijen bij het Gezamenlijk Verdrag [73]

"15. Hoewel er aanzienlijke vooruitgang is geboekt sinds de laatste Review Meeting, is er een verdere inspanning nodig om de volgende uitdagingen aan te gaan: i) De tenuitvoerlegging van een nationaal beleid voor het langetermijnbeheer van bestraalde splijtstoffen, met inbegrip van de berging van hoogactief afval en/of bestraalde splijtstoffen; [...]"

"37. [...] Om dit doel te bereiken, zouden de activiteiten van de Verdragsluitende partijen en, bijgevolg, hun rapporten voor de volgende Review Meeting de volgende thema's moeten bevatten:

- de ontwikkeling van een allesomvattend reglementair kader;*
- de effectieve onafhankelijkheid van de regulerende instanties;*
- de uitvoering van strategieën met zichtbare mijlpalen;*

- de financiering van het afvalbeheer;
 - de opleiding en recrutering van bekwaam personeel;
 - geologische bergingsinstallaties voor hoogactief afval.”
- [vertaling van NIRAS]

2009: Brief van het FANC aan zijn voorgedij over het verslag van de derde vergadering van de Verdragsluitende partijen bij het Gezamenlijk Verdrag [77]. Bijlage 1 betreffende de evaluatie van het Belgisch systeem door gelijken (peers)

“Wat de opvolging van de vaststellingen van de vorige vergadering (2006) betreft, vermeldt het rapport [van de evaluatie door de gelijken] dat: NIRAS nog altijd wacht op een principebeslissing over het beheer van hoogactief afval en bestraalde splijtstoffen [...]”

[vertaling van NIRAS]

- 2009: Publicatie *Policies and Strategies for Radioactive Waste Management* van het IAEA [74]

“Elk land zou een zekere vorm van beleid en strategie moeten hebben voor het beheer van zijn bestraalde splijtstoffen en radioactief afval. Een dergelijk beleid en strategie zijn belangrijk; ze stippelen het nationaal overeengekomen standpunt en de plannen voor het beheer van bestraalde splijtstoffen en radioactief afval uit; ze vormen de zichtbare uitdrukking van de bekommernis en de intentie van de regering en van de relevante nationale organisaties om te verzekeren dat correct zorg gedragen wordt voor de bestraalde splijtstoffen en het radioactieve afval.” [vertaling van NIRAS]

- 2010 : Document *Contribution to the Stakeholder Consultation Process for a possible EU Instrument in the Field of Safe and Sustainable Spent Fuel and Radioactive Waste Management* van het European Nuclear Energy Forum [75], dat opgericht werd op initiatief van de Europese Commissie en met name de regeringen van de 27 lidstaten, het Europese parlement en het Europees Economisch en Sociaal Comité, de nucleaire industrie, de elektriciteitsverbruikers en de burgermaatschappij groepeerde.

“4.2 De regering van elke lidstaat zou een gepast nationaal beleid inzake het beheer van bestraalde splijtstoffen en radioactief afval moeten ontwikkelen en ten uitvoer leggen, dat mens en milieu beschermt tegen de schadelijke effecten van ioniserende straling. Bovendien zouden bestraalde splijtstoffen en radioactief afval zodanig beheerd moeten worden dat ze geen onredelijke lasten leggen op de toekomstige generaties. Het nationale beleid zou ook rekening moeten houden met het behoud van de natuurlijke rijkdommen, de optimalisering van het bergingsconcept en de afvalvolumes, en met de radiotoxiciteit van het afval. Daarnaast zou het beleid de noodzakelijke continuïteit en flexibiliteit voor de uitvoering van het programma moeten garanderen, om het hoofd te kunnen bieden aan de maatschappelijke evoluties en aan de veranderingen en ontwikkelingen in wetenschappen en technologie, en om de ondoeltreffende toewijzing van menselijke en/of financiële middelen te voorkomen.”

"4.3 De uitvoering van het nationale beleid inzake het beheer van bestraalde splijtstoffen en afval zou te gelegener tijd mogelijk worden gemaakt door een wetgevend, reglementair en organisatorisch kader. Maatschappelijke steun en vertrouwen zijn essentieel voor een succesvolle realisatie van geologische bergingsinstallaties. Vroege betrokkenheid bij de besluitvorming, zowel op nationaal als op lokaal vlak, is een sleutelement in deze context, net zoals een geloofwaardige demonstratie van de veiligheid van het systeem."
[vertaling van NIRAS]

De internationale aanbevelingen zijn goede praktijken geworden, zoals blijkt uit het advies dat in 2009 geformuleerd werd door EDRAM [76], een internationale vereniging die elf nationale agentschappen voor het beheer van radioactief afval groepeerd.

"De EDRAM-leden delen daarom de opvatting dat Staten die nog geen nationaal beleid voor het beheer op lange termijn van hun hoogactief en langlevend afval hebben, een dergelijk beleid zo snel als mogelijk zouden moeten bepalen, alsook een gepast financieringsmechanisme. De mogelijkheid van toekomstige wijzigingen op het vlak van de context (kennis en het begrijpen, wettelijk en regelgevend kader, maatschappij,...) pleit ten voordele van een beheerbeleid dat een flexibel besluitvormingsproces mogelijk maakt, vertrekkende van een strategische beslissing, veelal aangeduid met 'principebeslissing', en dat de leidraad vormt voor de noodzakelijke ontwikkelingen volgens een correcte toepassing van het voorzorgsprincipe." [vertaling van NIRAS]

5.2.2 Documenten afkomstig van overheden op federaal niveau die verwijzen naar de noodzaak van een principebeslissing

Verschillende documenten die rechtstreeks of onrechtstreeks afkomstig zijn van overheden op federaal niveau verwijzen naar de noodzaak om een beleid uit te stippelen voor het langetermijnbeheer van B&C-afval.

- 2003: Het rapport van de internationale audit van het rapport SAFIR 2 (*safety assessment and feasibility interim report 2*, dat een synthese maakt van de kennis die tot eind 2000 is verworven op het vlak van de geologische berging in weinig verharde klei in België, te weten Boomse Klei en, in veel mindere mate, Ieperiaanklei — zie ook sectie 8.1.1 en [16, 17]), besluit met name tot de noodzaak van een beleid voor het langetermijnbeheer van radioactief afval [10]. Deze audit werd in 2002–2003 uitgevoerd op verzoek van de regering, door een internationaal team dat aangesteld werd door het NEA.

"Teneinde het toekomstige werk te kunnen focussen, is het van wezenlijk belang dat het beleidskader en het regelgevend kader in België verder ontwikkeld worden. De opvatting van NIRAS met betrekking tot de maatschappelijke dimensie voor het ontwikkelen van een berging zijn innoverend en zeer waardevol. Ze zal een belangrijk element voor beleidsontwikkeling vormen." [vertaling van NIRAS]

- 2004: De vraag die NIRAS op 19 november 2004 van haar voogdijoverheid ontvangen heeft om alle mogelijke strategieën voor het langetermijnbeheer van B&C-afval te evalueren, verwijst naar de noodzaak om een beheeroplossing te kiezen [11].

"Verwijzend naar ons onderhoud [...] deel ik u mee dat het mij aangewezen lijkt dat uw instelling op dit vlak een maatschappelijk georiënteerd werkprogramma zou uitwerken, naar het voorbeeld van het programma dat werd ontwikkeld voor het afval van categorie A, met als doel de diverse belanghebbende partijen in het kader van een met hen overeengekomen dialoogstructuur te betrekken bij de totstandkoming van een stapsgewijs besluitvormingsproces.

Een dergelijk werkprogramma moet het mogelijk maken onderzoek te voeren naar alle mogelijke langetermijnbeheerstrategieën, met inbegrip van de mogelijke inspraak- en participatieprocedures, waarbij de uitwerking van een Strategic Environmental Assessment-rapport een belangrijke stap kan betekenen. De resultaten van een dergelijk onderzoek moeten het mogelijk maken een beslissing te nemen in verband met de uiteindelijk in aanmerking te nemen optie en de randvoorwaarden vast te leggen waaraan de optie dient te beantwoorden.

Bijgevolg verzoek ik u [...] om mij een concreet voorstel van werkprogramma en van dialoogstructuur voor te leggen [...]. Een dergelijke dialoog moet het in eerste instantie mogelijk maken de diverse belanghebbenden rechtstreeks te betrekken bij de uitwerking van een door alle betrokken partijen erkend stapsgewijs besluitvormingsproces inzake het langetermijnbeheer van het betrokken radioactief afval."

- 2006: De wet van 13 februari 2006, die de goedkeuring van het programma van NIRAS voor het langetermijnbeheer van radioactief afval afhankelijk maakt van de voorafgaande uitvoering van een beoordeling van de gevolgen voor het milieu van de aanbevolen beheeroplossing en van redelijke alternatieven, verwijst eveneens naar de noodzaak om een beheeroplossing te kiezen [12].

- 2009: De brief die het FANC aan zijn voogdij heeft gericht betreffende het verslag van de derde vergadering van de Verdragsluitende partijen bij het Gezamenlijk Verdrag, stelt de voogdij ervan in kennis dat België de principebeslissing die drie jaar eerder al ontbrak, nog altijd niet heeft genomen [77].

"Wat de opvolging van de vaststellingen van de vorige vergadering (2006) betreft, vermeldt het rapport [van de evaluatie door de gelijken] dat: NIRAS nog altijd wacht op een principebeslissing over het beheer van hoogactief afval en bestraalde splijtstoffen [...]"
[vertaling van NIRAS]

- 2009: Het eindrapport van de groep GEMIX, die bij koninklijk besluit werd opgericht om een studie uit te voeren over de ideale energiemix voor België [67], dringt aan op de noodzaak van een definitieve oplossing, en dus van een principebeslissing, voor het beheer van B&C-afval [66].

"al het nodige moet worden gedaan, rekening houdend met de technologische evolutie, om tot een definitieve oplossing te komen die

vanuit maatschappelijk oogpunt aanvaardbaar is voor het beheer van radioactief afval van type B en C.”

5.2.3 Argumenten van goed beheer en bijbehorende argumenten inzake billijkheid

Het uitstippelen van een beleid voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval is noodzakelijk om dit afval optimaal, als een goede huisvader, te beheren en omwille van de billijkheid.

5.2.3.1 NIRAS in de gelegenheid stellen om de laatste stap van haar opdracht voor het beheer van het B&C-afval te vervullen

Artikel 179, § 2, van de wet van 8 augustus 1980 [1] verplicht NIRAS in het bijzonder een eindbestemming aan het radioactieve afval te geven. Zonder principebeslissing over deze bestemming is NIRAS niet in staat dit onderdeel van haar opdracht van openbare dienstverlening te vervullen. Zij wenst zich nochtans zodra mogelijk van deze opdracht te kwijten.

5.2.3.2 NIRAS in staat stellen het korte- en middellangetermijnbeheer van het B&C-afval te optimaliseren

Hoewel het korte- en middellangetermijnbeheer van het B&C-afval vandaag routinematig gewaarborgd is en *geen veiligheidsproblemen doet rijzen*, zijn verschillende aspecten van dit beheer gebaseerd op een hypothese omtrent de eindbestemming van het afval: de hypothese van een geologische berging in weinig verharde klei (Boomse Klei of Ieperiaanklei). Zolang deze hypothese niet is bevestigd of ontkracht ten voordele van een ander type van eindbestemming, is NIRAS niet in staat verschillende aspecten van haar huidig beheersysteem voor B&C-afval te optimaliseren en dus de kosten ervan beter te ramen en te beheersen.

- NIRAS is momenteel niet in staat de acceptatiecriteria waaraan het B&C-afval moet voldoen met het oog op zijn langetermijnbeheer te bevestigen. Indien deze criteria zouden worden gewijzigd, zouden bepaalde kenmerken van de huidige verwerkings- en conditioneringsprocedés of van de gebruikte verpakkingen eveneens gewijzigd moeten worden.

Het volume geconditioneerd afval dat mogelijk het voorwerp dient te zijn van corrigerende maatregelen om te voldoen aan gewijzigde acceptatiecriteria, zal groter zijn naarmate de eindbestemming van het afval later gekend is, omdat de productie van colli met geconditioneerd afval op basis van niet-bevestigde acceptatiecriteria ondertussen zal worden voortgezet.

Zolang de bepaling van de acceptatiecriteria niet bevestigd is, zijn de controles in het kader van de opvolging in de tijd van de opgeslagen afvalcolli niet optimaal, omdat ze worden uitgevoerd op basis van niet-bevestigde criteria.

- NIRAS is momenteel niet in staat de corrigerende maatregelen te optimaliseren die moeten worden genomen wanneer bij de controles in het kader van de opvolging

in de tijd afvalcolli worden geïdentificeerd die tekortkomingen vertonen. Zo zijn bepaalde verpakkingstypes ontworpen om hun integriteit te bewaren in opslagomstandigheden gedurende 75 jaar, terwijl andere, waaronder de oudere types, een veel kortere levensduur hebben.

Een voorbeeld van colli die corrigerende maatregelen vereisen, zijn de colli met gebitumineerd laagactief en langlevend afval die in de jaren tachtig werden geconditioneerd door het SCK•CEN met het oog op hun zeeberging (bijvoorbeeld lijnen c-14 en c-15 in bijlage B1). In die tijd werden elk jaar zeebergingscampagnes georganiseerd onder internationale controle van de OESO en werden de colli geconditioneerd afval dus maximum één jaar opgeslagen. De enige eisen waaraan ze dienden te voldoen, waren eisen in verband met de behandeling van de colli en het feit dat ze naar de bodem van de oceaan moesten zinken zodra ze in zee werden gegooit. Doordat België in 1984 heeft ingestemd met het internationale moratorium op de zeeberging, dat in 1983 was ingesteld, en in 1994 het definitieve verbod op zeeberging heeft bekrachtigd, zijn deze colli sindsdien opgeslagen in gebouwen van NIRAS die door Belgoprocess geëxploiteerd worden.

In 2000 heeft Belgoprocess vastgesteld dat bepaalde colli gebitumineerd afval, die oorspronkelijk bedoeld waren om in zee geborgen te worden, zwellingsverschijnselen vertoonden alsook tekenen van het overlopen van bitumen. Alle colli van dit type werden daarom als bewarende maatregel in grotere verpakkingen geplaatst, zodat hun gedrag in de tijd verder kan worden gevolgd in afwachting van de realisatie van een oplossing voor hun langetermijnbeheer. Het is deze oplossing die zal bepalen hoe de colli definitief moeten worden herverpakt, of zelfs opnieuw geconditioneerd, zodat ze geen gevaar vormen voor mens en leefmilieu, inclusief op lange termijn.

5.2.3.3 NIRAS in staat stellen haar activiteiten met het oog op het langetermijnbeheer van het B&C-afval te optimaliseren

De huidige activiteiten van NIRAS met betrekking tot het langetermijnbeheer van het B&C-afval gaan ervan uit dat de te realiseren beheeroplossing de oplossing zal zijn die door haar wordt aanbevolen. Zolang deze oplossing niet op institutioneel vlak bevestigd of ontkracht is,

- is NIRAS niet in staat haar RD&D-activiteiten op het vlak van het langetermijnbeheer van het B&C-afval met kennis van zaken te focussen;
- blijft er onzekerheid bestaan over de financieringswijze voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval, in die zin dat het type van beheeroplossing dat moet worden gerealiseerd niet bepaald is, evenmin als het moment waarop dit dient te gebeuren en de voorwaarden die eraan verbonden zijn.

5.2.3.4 Verlies van kennis en knowhow vermijden als gevolg van onderbrekingen in de activiteiten

Rekening houdend met het feit dat de ontwikkeling en realisatie van oplossingen voor het langetermijnbeheer van radioactief afval verscheidene decennia in beslag nemen, is de continuïteit van de kennis en de knowhow, in het bijzonder de kennis van het afval, de RD&D en de industriële knowhow, een factor die wezenlijk, doch weinig zichtbaar,

bijdraagt tot de veiligheid van de ontwikkelde oplossingen en de realisatie ervan. Het is dus belangrijk deze continuïteit in stand te houden.

- Een duidelijk perspectief aangaande de oplossing die moet worden gerealiseerd voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval is onontbeerlijk om te vermijden dat de nationale kennis en expertise inzake RD&D geleidelijk zouden afnemen en een steeds grotere kloof zou ontstaan tussen het Belgische programma en soortgelijke programma's in het buitenland die wel vooruitgaan. België, dat in de jaren zeventig één van de pioniers was inzake RD&D op het vlak van geologische berging (sectie 8.1.1), is intussen door vele landen voorbijgestoken: vele landen hebben een beleid uitgestippeld voor het langetermijnbeheer van hun afval (Kader 10 op het einde van sectie 5.2.3) en sommige zijn in principe nog maar 10 tot 15 jaar verwijderd van het begin van de industriële exploitatie van geologische bergingsinstallaties.

Als de keuze al te lang wordt uitgesteld, vormt het risico op verlies van kennis en expertise binnen het Belgische programma een reële bedreiging, ongeacht welke oplossing uiteindelijk zal worden gekozen voor het langetermijnbeheer.

De dalende populariteit van de studie van mijningenieur als gevolg van de geleidelijke sluiting van de Belgische steenkoolmijnen, waarvan de laatste bijna 20 jaar geleden dichtging, is een duidelijk voorbeeld van het effect van het ontbreken van toepassingsperspectieven op het behoud van de kennis.

- Om het risico op verlies van industriële knowhow te beperken, is het absoluut noodzakelijk dat een planning wordt opgesteld die de continuïteit van de industriële activiteiten van NIRAS verzekert; een planning die, met andere woorden, de geleidelijke transfer mogelijk maakt van de teams die betrokken zijn bij de bouw en de exploitatie van de oppervlaktebergingsinstallatie voor het afval van categorie A naar de realisatie van de oplossing die zal worden gekozen voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval. Rekening houdend met het feit dat de meest intensieve exploitatieactiviteiten van de oppervlaktebergingsinstallatie gepland zijn in de periode 2030–2045 en met de tijd die nodig is tot de realisatie van een oplossing voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval, moet deze oplossing voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval onverwijld gekozen worden.

5.2.3.5 Voldoen aan ethische principes inzake billijkheid

Om de ethische principes inzake intra- en intergenerationele billijkheid na te leven, dient zodra mogelijk een beleid te worden uitgestippeld voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval.

- Om het principe van *intragenerationele billijkheid* na te leven, is de samenleving in haar geheel verplicht te vermijden dat de gemeenten waar het B&C-afval momenteel tijdelijk is opgeslagen (Mol en Dessel) blijven verkeren in de toestand van voldongen feit waarin ze zich bevinden, namelijk een toestand van opslag die *de facto* voortduurt zonder dat er enige duidelijkheid is over de totale tijdsduur ervan. Deze gemeenten moeten kunnen weten hoelang de huidige toestand nog zal duren en welk type van oplossing vervolgens zal worden gerealiseerd voor het langetermijnbeheer. Deze vraag zal nog scherper gesteld worden als NIRAS moet zorgen voor de opslag van niet-opgewerkte bestraalde splijtstoffen die als afval

worden aangegeven door Synatom of voor de opslag van bijkomend opwerkingsafval (in de veronderstelling dat de opschorting van de opwerking wordt opgeheven) en er geen perspectief is voor het langetermijnbeheer van dit afval.

- Om het principe van *intergenerationele billijkheid* na te leven, is de huidige generatie verplicht alles in het werk te stellen om een oplossing voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval te ontwikkelen en te realiseren, om te vermijden dat de volledige verantwoordelijkheid voor het beheer, inclusief alle bijbehorende lasten, zouden worden overgedragen aan de toekomstige generaties. Dit veronderstelt tegelijkertijd dat deze generaties een keuzevrijheid behouden inzake het beheer van het afval dat hun wordt nagelaten.

5.2.3.6 Voldoen aan het principe 'de vervuiler betaalt'

Door toepassing van het principe 'de vervuiler betaalt' op het langetermijnbeheer van radioactief afval zijn de producenten verplicht om, tegen kostprijs, de kosten te dragen van het beheer van *hun* afval.

Volgens het mechanisme van het fonds op lange termijn (sectie 4.4) betaalt elke producent aan NIRAS het tarief dat van toepassing is op het afval dat hij aan haar overdraagt, op het ogenblik dat het afval wordt geaccepteerd door NIRAS.

De noodzaak om de eindbestemming van het afval te kennen om de lasten voor de producenten te kunnen berekenen, werd door NIRAS en haar raad van bestuur bevestigd in het rapport 2003–2007 over de inventaris van de nucleaire passiva [42].

"Sluitend maken van het beheer op lange termijn van het radioactieve afval:

De raming van de kosten van het langetermijnbeheer van het radioactieve afval houdt in dat de eindbestemming van het betrokken afval gekend dient te zijn. De kostprijs van de berging van het radioactieve afval vormt inderdaad een hoofdbestanddeel van de kosten van het langetermijnbeheer.

NIRAS beveelt de regering aan om een beslissing te nemen over de modaliteiten (eindbestemming, fasering, beslissingsproces) van het beheer van het middel- en hoogradioactieve afval en van het radioactieve afval met lange levensduur (afval van de categorieën B en C), in toepassing van het voorzorgsprincipe en zodra zij van oordeel is dat zij daartoe over de noodzakelijke elementen beschikt."

Als een producent het einde van zijn afvalleveringsprogramma bereikt, is NIRAS, op basis van de huidige overeenkomsten, overigens niet in staat eventuele verhogingen van de geraamde lasten van het beheer van zijn radioactief afval op hem te verhalen. De aanpassingen zouden dan moeten worden aangerekend aan de overige producenten en/of aan de Belgische Staat, en dus aan de burger, hetgeen in beide gevallen in strijd zou zijn met het principe 'de vervuiler betaalt'. NIRAS onderzoekt daarom welke aanvullende financieringsmechanismen ingevoerd zouden kunnen worden om dergelijke situaties te dekken.

Hoe sneller de oplossing voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval gekend en verduidelijkt is, hoe beter NIRAS de lasten met betrekking tot dit beheer zal kunnen ramen en hoe beter zij deze lasten zal kunnen verhalen op alle producenten.

Kader 10 – Overzicht van de toestand op 31 juli 2011 inzake institutioneel beleid voor het langetermijnbeheer van B- en/of C-afval in verschillende landen van de OESO die een of meer kerncentrales bezitten (zie ook SEA, bijlage B) (zie [78] voor een algemene synthese van de toestand in deze landen)

Landen met een operationele oplossing voor het langetermijnbeheer:

- De **Verenigde Staten** exploiteren sinds 1999 de WIPP-installatie (*Waste Isolation Pilot Plant*) voor de berging van hun militaire afval van categorie B. Deze installatie, die gebouwd werd in een zoutlaag nabij Carlsbad in New Mexico, is tot dusver de enige operationele geologische bergingsinstallatie ter wereld. Het beleid voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval wordt momenteel herzien als gevolg van de stopzetting, door een politieke beslissing, van het project voor de geologische berging van bestraalde splijtstoffen in Yucca Mountain. De geologische berging van dit afval, die zo spoedig mogelijk zou moeten worden gerealiseerd, blijft de aanbevolen oplossing in het voorbereidende rapport van de *Blue Ribbon Commission*, die de Amerikaanse president heeft opgericht na de stopzetting van het Yucca Mountain-project om advies te geven, de alternatieven te evalueren en aanbevelingen te doen over het beheer van de stroomafwaartse splijtstofcyclus in de Verenigde Staten [79]. Een onafhankelijk comité, de *U.S. Nuclear Waste Technical Review Board*, adviseert het Amerikaanse congres en de minister van Energie over de technische vragen in verband met het beheer van dit afval.

Landen met een institutioneel beleid voor het langetermijnbeheer:

Alle landen met een institutioneel beleid voor het langetermijnbeheer van hun afval van de categorieën B en/of C hebben geopteerd voor de geologische berging. Negen voorbeelden zijn hieronder beschreven. In de landen die het verst gevorderd zijn, zoals Finland, Frankrijk, Zweden en Zwitserland, werd het beleid met betrekking tot dit beheer, het geleidelijke uitvoeringstraject en, in vele gevallen, de opvolging van deze uitvoering, bekrachtigd door een of meer wetgevende handelingen.

- **Canada** gaat zijn radioactief afval in verschillende geologische bergingsinstallaties onderbrengen. De vergunningsaanvraag voor de bouw van een geologische bergingsinstallatie voor afval van de categorieën A&B werd in april 2011 ingediend bij de federale regulerende overheid. Het gastgesteente van de gekozen site, Kincardine, is kalksteen ingesloten onder klei. De bouw van de bergingsinstallatie is niet gepland vóór 2013 en de installatie zal ten vroegste in 2018 in gebruik worden genomen [80].

Voor de bestraalde splijtstoffen heeft Canada geopteerd voor een aanpasbare en stapsgewijze aanpak van de geologische berging. Bovendien zullen enkel de lokale gemeenschappen die a priori belangstelling hebben getoond voor het ontvangen van een bergingsinstallatie, in aanmerking worden genomen voor een onderzoek van de geologische mogelijkheden. Het siteselectieproces ging van start in mei 2010 [81].

- **Duitsland** legt de berging op van al zijn radioactief afval in geologische formaties. De bouwvergunning voor de geologische bergingsinstallatie voor het afval van de categorieën A&B in Konrad, een oude ijzermijn (kalksteen) gelegen onder een kleilaag, werd uitgereikt in 2002 en bevestigd in 2007. De installatie, die in aanbouw is, zou operationeel moeten zijn in 2017–2018.

Voor het warmteafgevend afval (afval van categorie C) concentreert Duitsland zich op zout als gastformatie. Van 1977 tot 2000 werd de site van Gorleben, waarvan het gastgesteente een zoutkoepel is, bestudeerd, onder meer via een ondergrondse installatie. De site is momenteel het voorwerp van een preliminaire veiligheidsanalyse, waartoe de federale regering in 2010 opdracht heeft gegeven, om te onderzoeken of er afval van categorie C kan worden geborgen. De resultaten van deze analyse worden eind 2012 verwacht.

De oude zoutmijn van Asse, die in de jaren zestig en zeventig gebruikt werd als een ondergronds onderzoeks-laboratorium voor de geologische berging van het afval van de categorieën A&B, werd in dezelfde periode geëxploiteerd voor de proefberging van radioactief afval, volgens de regels van het mijnrecht. In 1978 werd deze praktijk verboden, toen bleek dat de site niet veilig was. Tot in 1995 werden er onderzoeksactiviteiten verricht. Begin 2009 werd het statuut van de mijn gewijzigd, waardoor ze nu aan het nucleair recht beantwoordt. De federale overheid heeft onlangs toestemming verleend om de eerste fase van het terugnemen van het afval te starten, met het oog op het latere beheer ervan.

- In **Finland** wordt het beheer van radioactief afval geregeld door de 'Wet op kernenergie'. Deze wet, die in 1987 werd aangenomen en in 2004 werd gewijzigd, voorziet in de verplichting om het radioactieve afval afkomstig van de productie van kernenergie te bergen op Fins grondgebied. Ze bepaalt dat de bestraalde splijtstoffen radioactief afval zijn. In mei 2001 heeft het parlement zijn goedkeuring gehecht aan de principebeslissing (door de regering

genomen in december 2000) over de vestiging van een geologische bergingsinstallatie voor de bestraalde splijtstoffen van de bestaande reactoren in een kristallijne formatie. (Kristallijne formaties zijn de enige formaties in Finland die een geologische bergingsinstallatie kunnen ontvangen.) De bergingsvergunning werd, ten gevolge van principe-beslissingen die respectievelijk in 2002 en 2010 werden bekrachtigd, uitgebreid tot de bestraalde splijtstoffen van de twee nieuwe reactoren die een vergunning hebben gekregen. Het is de bedoeling de vergunningsaanvraag voor de bouw van de bergingsinstallatie in te dienen in 2012 met het oog op de ingebruikneming in 2020. De bouw van een installatie voor de karakterisering van de site van Eurajoki, waar de bergingsinstallatie zal worden gevestigd, is gestart in 2004. Deze installatie vormt de prefiguratie van de bergingsinstallatie zelf.

- In **Frankrijk** heeft de *Loi Bataille*, die in 1991 werd aangenomen, de bakens uitgezet voor de onderzoeksprogramma's voor het beheer van radioactief afval, in het bijzonder B&C-afval, en de weg bereid voor de volgende fasen. Deze wet wijzigde de in 1975 aangenomen *Code de l'environnement*, die de toepasbare reglementering voor al het in Frankrijk geproduceerde afval bepaalt. De wet van 30 december 1991 richtte inzonderheid een *Commission nationale d'évaluation* (CNE) op, samengesteld uit vooraanstaande wetenschapslui en belast met het beoordelen van de resultaten van de onderzoeksprogramma's. De CNE stelt elk jaar een evaluatierapport op [82], dat door de regering aan het parlement wordt overhandigd (*Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques*).

Het juridisch kader werd in 2006, na 15 jaar onderzoek (voorzien in de *Loi Bataille*), aangevuld door de *Loi déchets*. Deze wet stelt een nationaal plan voor het beheer van radioactieve stoffen en afval in [83] en stelt een onderzoeks- en werkprogramma vast met een tijdschema om dit programma uit te voeren. Ze bepaalt dat de vergunningsaanvraag voor een geologische bergingsinstallatie voor het B&C-afval moet worden ingediend in 2015 en dat de industriële exploitatie van deze installatie, onder voorbehoud van deze vergunning, van start moet gaan in 2025. De *Loi déchets* bepaalt dat de vergunningsaanvraag voor een geologische bergingsinstallatie betrekking moet hebben op een geologische laag die het voorwerp is geweest van onderzoek in een ondergronds laboratorium (in casu de Callovo-Oxfordiaan kleilaag waarin het laboratorium van Meuse/Haute-Marne, in Bure, is geïnstalleerd). Dezelfde wet (of haar uitvoeringsdecreten) bepaalt dat de regering een wetsontwerp zal indienen dat de omkeerbaarheidsvoorwaarden vastlegt en dat een openbaar debat moet worden georganiseerd vóór het indienen van de vergunningsaanvraag voor een geologische bergingsinstallatie.

- De regering van **Groot-Brittannië** heeft gekozen voor geologische berging voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval, zonder een voorkeur uit te spreken voor een specifieke gastformatie. De siteselectieprocedure is aan de gang. Tot dusver hebben drie lokale gemeenschappen belangstelling getoond, zonder enige verbintenis. In 2003 werd het *Committee on Radioactive Waste Management* opgericht om de Britse regering onafhankelijk advies te verlenen (CoRWM) [84].
- In 2000 heeft **Japan** gekozen voor de geologische berging van het afval van categorie C. Deze keuze werd in 2007 uitgebreid tot het afval van categorie B. Het proces van siteselectie is gestart in 2002 en is nog steeds aan de gang.
- **Nederland** heeft al in 1984 geopteerd voor de geologische berging van het B&C-afval, na een opslagperiode van 100 jaar (zodat het over een voldoende hoeveelheid afval beschikt opdat de berging economisch leefbaar zou zijn). De beschouwde gastgesteenten zijn zout en klei. Nederland heeft onlangs een nieuw RD&D-programma opgestart voor de berging in klei [85, 86].
- In **Zweden** bepaalt de 'Wet op de nucleaire activiteiten', die het parlement in 1984 heeft aangenomen, dat de eigenaars van kernreactoren een definitieve oplossing moeten ontwikkelen voor het langetermijnbeheer van hun radioactief afval. Het onderzoeks- en ontwikkelingsprogramma van SKB, het bedrijf dat door deze eigenaars is opgericht voor het beheer van hun afval, wordt om de drie jaar herzien door de Zweedse nucleaire veiligheidsoverheid en moet worden goedgekeurd door de regering. De bestraalde splijtstoffen worden als afval beschouwd en zullen worden geborgen in een geologische bergingsinstallatie in een kristallijne formatie, waarvan de site, Forsmark, in 2009 werd gekozen door de regering. (Kristallijne formaties zijn de enige formaties in Zweden die een geologische bergingsinstallatie kunnen ontvangen.) De vergunningsaanvraag voor de bouw van deze installatie werd in maart 2011 aan de Zweedse overheid voorgelegd. De bouw van de installatie zou in 2015 van start moeten gaan, met het oog op een ingebruikneming in 2025. De regering wordt met raad bijgestaan door een onafhankelijke instantie, de Zweedse raad voor kernafval (KASAM).
- In **Zwitserland** legt de *Loi confédérale sur l'énergie nucléaire*, die sinds 2005 van kracht is, de geologische berging op als oplossing voor het langetermijnbeheer van al het radioactieve afval van Zwitserland. De te vervullen eisen en de te volgen procedure voor het onderzoek naar vestigingssites voor geologische bergingsinstallaties zijn bepaald in een sectoraal plan *Dépôt en couches géologiques profondes*, dat in 2008 werd aangenomen door de federale raad.

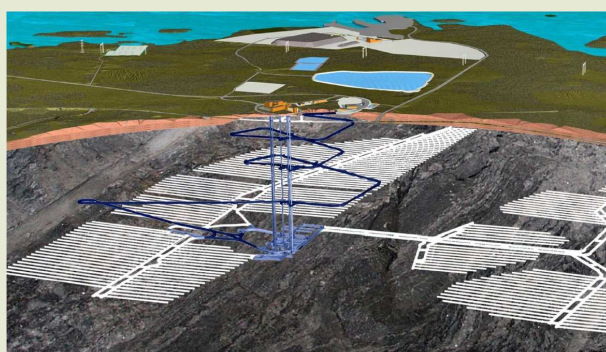
Op basis van de veiligheidscriteria die in het gewestplan zijn opgelegd, werd gekozen voor klei als gastformatie voor de berging van het B&C-afval [87]. De veiligheidsoverheid heeft in 2010 de drie geologische gebieden goedgekeurd (alle gelegen in de Opalinusklei) die de *Société coopérative nationale pour le stockage des déchets radioactifs* (Nagra) had voorgesteld. De federale raad moet in het najaar van 2011 beslissen welke vestigingsgebieden in aanmerking zullen worden genomen voor het vervolg van de selectieprocedure.



Geologische berging van militair afval in de WIPP-installatie, in een zoutlaag, in New Mexico (Verenigde Staten) (bron: USDOE).



Aanzicht van het ondergronds onderzoekslaboratorium van Meuse / Haute-Marne gebouwd in klei in Frankrijk (bron: Andra).



Schema van de Finse karakteriseringsinstallatie ONKALO, gebouwd in een kristallijn gesteente (donkerblauw), en van de geplande uitbreiding (lichtblauw), alsook van de geplande bergingsinstallatie voor bestraalde splijtstoffen (wit) (bron: Posiva).



Werkzaamheden in de karakteriseringsinstallatie ONKALO in Finland (bron: Posiva).



Onderzoek in het ondergronds laboratorium van Aspö in Zweden, om de uitvoerbaarheid van de berging van bestraalde splijtstoffen in kristallijn gesteente te bepalen (bron: SKB).



Werkzaamheden in het ondergronds onderzoekslaboratorium Mont Terri, gebouwd in klei, in Zwitserland (bron: Nagra).

Landen met een afwachtend institutioneel beleid:

- Spanje heeft geopteerd voor de opslag van zijn B&C-afval gedurende een periode van 60 jaar.

Landen zonder institutioneel beleid voor het langetermijnbeheer:

- België, Italië, Slowakije,...

Vooruitgang van de geologische bergingsprojecten in tien landen van de OESO

Land	Afvaltypes	Gastformatie	Selectie van een site	Oprichtingsvergunning	Ingebruikneming gepland in...
Canada	A&B	kalksteen onder klei	site gekozen (Kincardine)	aangevraagd in 2011	2018
	C	keuze nog open	procedure aan de gang	niet bepaald	niet bepaald
Duitsland	A&B	kalksteen onder klei	site gekozen (Konrad)	2007	2017-2018
	C	zout	site van Gorleben ter studie	niet bepaald	niet bepaald
	A&B	zout	Asse	toestemming voor het terugnemen van het afval verleend in 2011	niet van toepassing
Finland	C	kristallijn gesteente	site gekozen (Eurajoki)	<i>aanvraag gepland in 2012</i>	2020
Frankrijk	B&C	klei	procedure aan de gang (streek van het laboratorium van Bure)	<i>aanvraag gepland in 2015</i>	2025
Groot-Brittannië	B&C	keuze nog open	procedure aan de gang	niet bepaald	niet bepaald
Japan	B&C	keuze nog open	procedure aan de gang	niet bepaald	niet bepaald
Nederland	B&C	zout of klei	niet bepaald	niet bepaald	na 2100
Verenigde Staten	B (militair)	zout	site gekozen (Carlsbad, New Mexico)	verleend	WIPP, operationeel sinds 1999
	C		aanbeveling voor geologische berging (te bevestigen)		
Zweden	C	kristallijn gesteente	site gekozen (Forsmark)	aangevraagd in 2011	2025
Zwitserland	B&C	klei	procedure aan de gang	rond 2028	rond 2040

5.2.4 Wens van de publieke opinie dat het radioactief afvalbeheer niet wordt doorgeschoven naar de toekomstige generaties

Volgens de Eurobarometer van de Europese Commissie van juni 2008 [88] betreffende radioactief afval, menen zowel de burgers van de Europese Unie in het algemeen (93%) als de Belgische burgers in het bijzonder (96%) dat nu een oplossing moet worden gevonden voor het langetermijnbeheer van hoogactief afval in plaats van dit probleem onopgelost door te geven aan de toekomstige generaties.

Deze wens is eveneens tot uiting gekomen tijdens de NIRAS-dialogen en de interdisciplinaire conferentie die NIRAS in het eerste semester van 2009, vóór het opstellen van het Afvalplan en het SEA [29], heeft georganiseerd, alsook tijdens het publieksforum dat eind 2009 – begin 2010 werd georganiseerd door de Koning Boudewijnstichting [31].

2

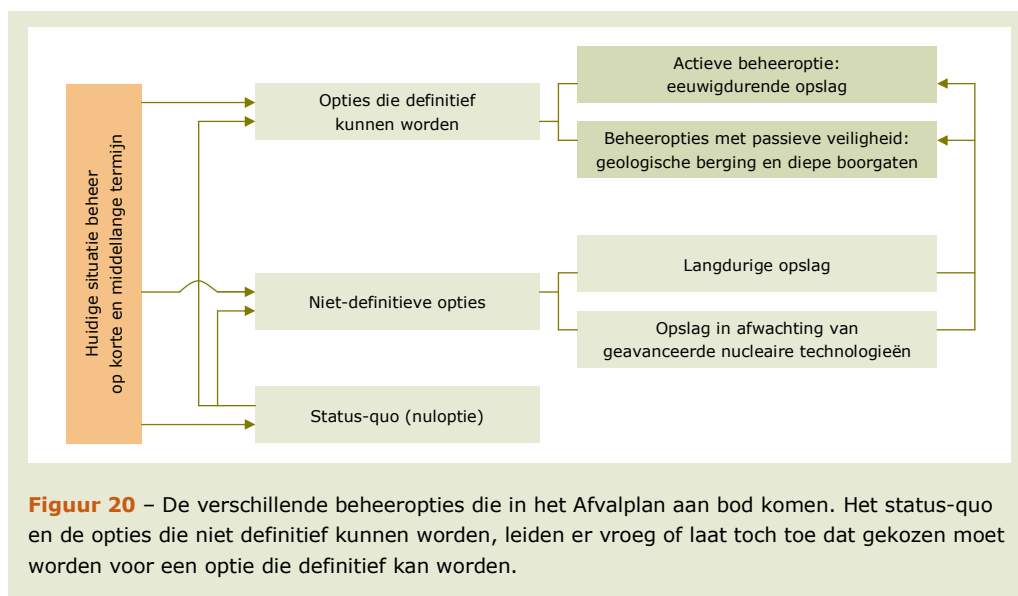
Deel 2

**Beschrijving, evaluatie en vergelijking
van de mogelijke opties voor het
langetermijnbeheer van het B&C-afval
en door NIRAS aanbevolen oplossing**



6 Korte beschrijving van de beschouwde beheeropties

Het Afvalplan neemt opties in beschouwing die het in principe mogelijk maken het beheersysteem voor B&C-afval sluitend te maken, in die zin dat ze definitief kunnen worden (sectie 6.1), alsook opties die niet definitief kunnen worden (sectie 6.2) en de optie die erin bestaat het status-quo in stand te houden, ook nuloptie genoemd (sectie 6.3) (Figuur 20). Deze opties worden op generieke wijze behandeld. Hun definitie en evaluatie (hoofdstuk 7) zijn, met andere woorden, niet gebonden aan een vestigingssite. Deze opties werden onderworpen aan een strategische evaluatie in het kader van het SEA.



Andere opties, die op een of ander tijdstip in het verleden overwogen werden door een of meer landen, zijn beschreven in het SEA maar werden meteen verworpen, omdat ze in strijd zijn met door België ondertekende internationale verdragen of conventies en/of met het wettelijk en reglementair Belgisch kader, en/of onvoldoende garanties bieden op

Sluiting: "voltooiing van alle werkzaamheden op enig moment na het plaatsen van de bestraalde splijtstof of het radioactief afval in een faciliteit voor eindberging. Dit omvat mede het verrichten van de laatste technische of andere werkzaamheden die zijn vereist om de faciliteit in een toestand te brengen die de veiligheid voor de lange termijn garandeert" (wet van 2 augustus 2002, artikel 2)

Beveiliging: maatregelen om kwaadwillige daden (diefstal, sabotage, illegale transfers,...) te voorkomen waarbij kerntechnische materialen, andere radioactieve stoffen of de bijbehorende installaties betrokken zijn, om deze daden op te sporen en er een antwoord op te bieden

het vlak van de veiligheid. Ze worden in het Afvalplan enkel pro memorie vermeld (Kader 11 in sectie 6.1.2).

De geëvalueerde opties en de opties die meteen verworpen werden, zijn min of meer vergelijkbaar met de opties die in het buitenland werden bestudeerd [89, 90, 91, 92] (zie ook SEA, bijlage B). Het Adviescomité SEA bevestigt [33] dat de voorstelling, in het SEA, van de benaderingen die in andere landen gepland zijn *"toelaat om in te zien dat de keuze van de overweegbare opties coherent is met de aangenomen benaderingen in de andere landen die betrokken zijn bij radioactief afval en bij bestraalde splijtstoffen van gelijkwaardige aard"*.

Met uitzondering van de status-quo-optie kunnen de verschillende beheeropties in een exclusief nationaal kader of in een multinationalaal kader beschouwd worden (zie SEA, bijlage D). Een nationale optie wordt per definitie in België gerealiseerd; volgens het principe van wederkerigheid kan een gedeelde optie, waarbij verschillende landen zijn betrokken, zowel in België gerealiseerd worden als in een land dat daartoe een eventueel multinationalaal beheerakkoord ondertekend heeft.

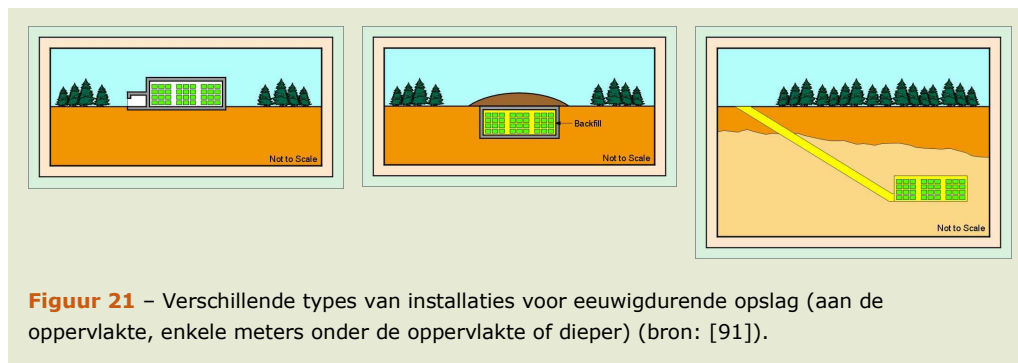
6.1 Opties die definitief kunnen worden

Verschiedende opties die definitief kunnen worden, kunnen in beschouwing worden genomen voor het langetermijnbeheer van B&C-afval. Ze kunnen in twee groepen worden opgesplitst, naargelang van de gekozen beheerstrategie.

- Een *actief beheer* is een beheer waarbij de bescherming van mens en milieu permanent, met andere woorden zolang deze bescherming nodig is (verscheidene honderdduizenden jaren voor het B&C-afval), wordt verzekerd door ingrijpen van de mens. Aangezien het afval min of meer binnen bereik van de mens blijft, zijn er bij de opties die op een actieve beheerstrategie berusten controlemaatregelen nodig, zoals bewaking en beperking van de toegang tot de site(s). Deze opties maken een nauwgezette en langdurige opvolging van de veiligheid mogelijk.
- Een *beheer dat de veiligheid op passieve wijze verzekert*, is een beheer waarbij de bescherming van mens en milieu, na sluiting* van de beheerinstallatie, wordt verzekerd op een wijze die geen verdere menselijke interventies nodig maakt. Opties die berusten op een beheerstrategie die de veiligheid op passieve wijze verzekert, hoeven dus na volledige sluiting niet permanent te worden gecontroleerd om veilig te zijn: ze zijn intrinsiek veilig mits ze correct ontwikkeld, geoptimaliseerd en gerealiseerd werden. Het feit dat er geen controles nodig zijn, betekent niet noodzakelijk dat er geen controles zijn of dat controles onmogelijk zijn. Het reglementaire kader zal trouwens controles inzake veiligheid, beveiliging en *safeguards* opleggen. NIRAS is bovendien van plan om de bijkomende controles die door de maatschappij zouden worden gewenst, bijvoorbeeld om de risico's op menselijke intrusie tot een minimum te beperken, in stand te houden gedurende een met haar overeen te komen periode. Het zal aan elke generatie zijn om te beslissen welke kennis en welke middelen zij wenst over te dragen aan de volgende generatie om haar in staat te stellen deze controles in stand te houden (zie ook sectie 8.1.3.2).

6.1.1 Actieve beheeroptie

De enige denkbare actieve beheeroptie die definitief kan worden, is de *eeuwigduurende opslag*. Eeuwigduurende opslag (zie SEA, sectie 7.2.1.1) wordt gezien als de bijna theoretische herhaalde opslag en herverpakking of herconditionering van het afval gedurende enkele honderdduizenden jaren. Eeuwigduurende opslag impliceert het ontwerpen en bouwen van opslaginstallaties (bovengronds, enkele meters onder de oppervlakte of dieper — Figuur 21) die de mens en het milieu 100 tot 300 jaar lang kunnen beschermen, middels regelmatige controles en onderhoudsbeurten en regelmatige verificaties van de integriteit van de afvalcontainers. Om de mens en het milieu op lange termijn te beschermen, moeten op het einde van de levensduur van de oude installaties regelmatig nieuwe opslaginstallaties gebouwd worden en moet het afval worden herverpakt of geherconditioneerd en overgebracht naar deze nieuwe installaties, waardoor de totale hoeveelheid op te slaan afval geleidelijk toeneemt (Figuur 22). De conditioneringsmatrix van het afval en de container die het afval insluit, vormen immers de eerste barrières voor het insluiten van de radioactiviteit en moeten bijgevolg worden vernieuwd wanneer ze niet meer overeenstemmen met de bepalingen van de vergunningen. De opslagsite moet bovendien ook gecontroleerd worden. De bescherming van mens en milieu berust dus permanent op menselijke acties: een eeuwigduurende opslaginstallatie kan niet zomaar in de steek worden gelaten. Uiteraard kan deze reeks herhaalde acties op elk moment worden onderbroken ten gunste van een andere beheeroptie.



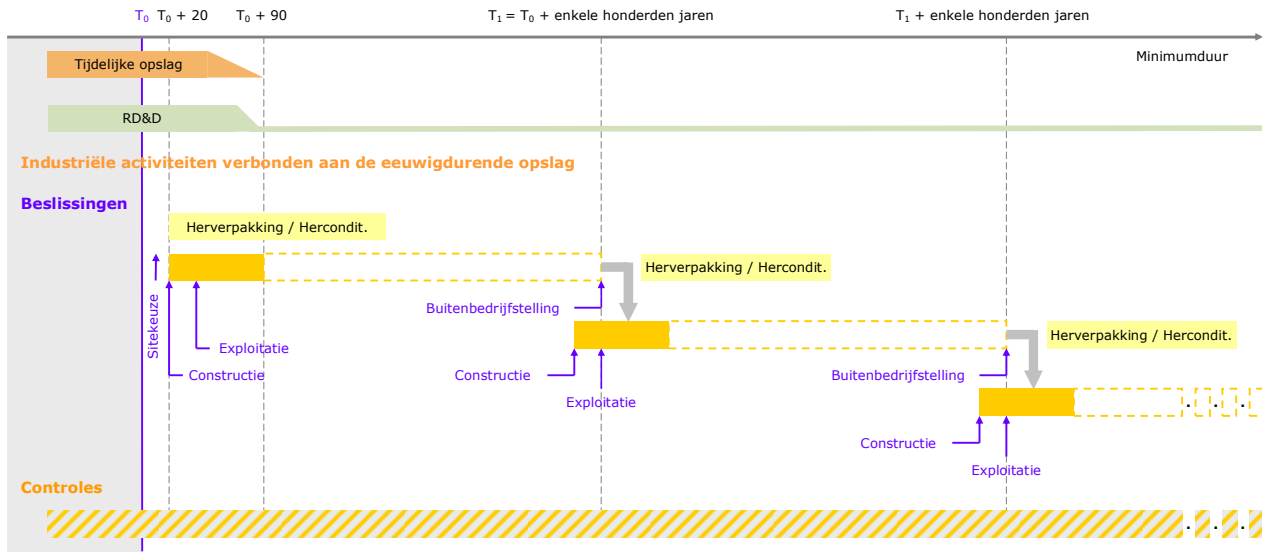
Figuur 21 – Verschillende types van installaties voor eeuwigduurende opslag (aan de oppervlakte, enkele meters onder de oppervlakte of dieper) (bron: [91]).

Safeguards:

Maatregelen op internationaal vlak om er zeker van te zijn dat de staten die zich ertoe verbonden hebben door de ondertekening van het non-proliferatieverdrag, geen kerntechnische materialen verduisteren of verwerven met de bedoeling kernwapens te vervaardigen. Deze maatregelen omvatten een verificatiesysteem dat voorziet in een aangifteverplichting (boekhouding) voor de exploitanten en een verificatie (controle) voor de regulerende overheid. Het IAEA is verantwoordelijk voor dit verificatiesysteem. Voor de Europese Unie bestaat een systeem van bijkomende nucleaire waarborgen (Euratom Safeguards). In Europa worden de verificaties gezamenlijk uitgevoerd door het IAEA en Euratom. (In het vervolg van de tekst wordt 'safeguards' gebruikt als generieke term voor non-proliferatie, waarborgen en verificaties.)

Eeuwigdurende opslag in België

Principebeslissing

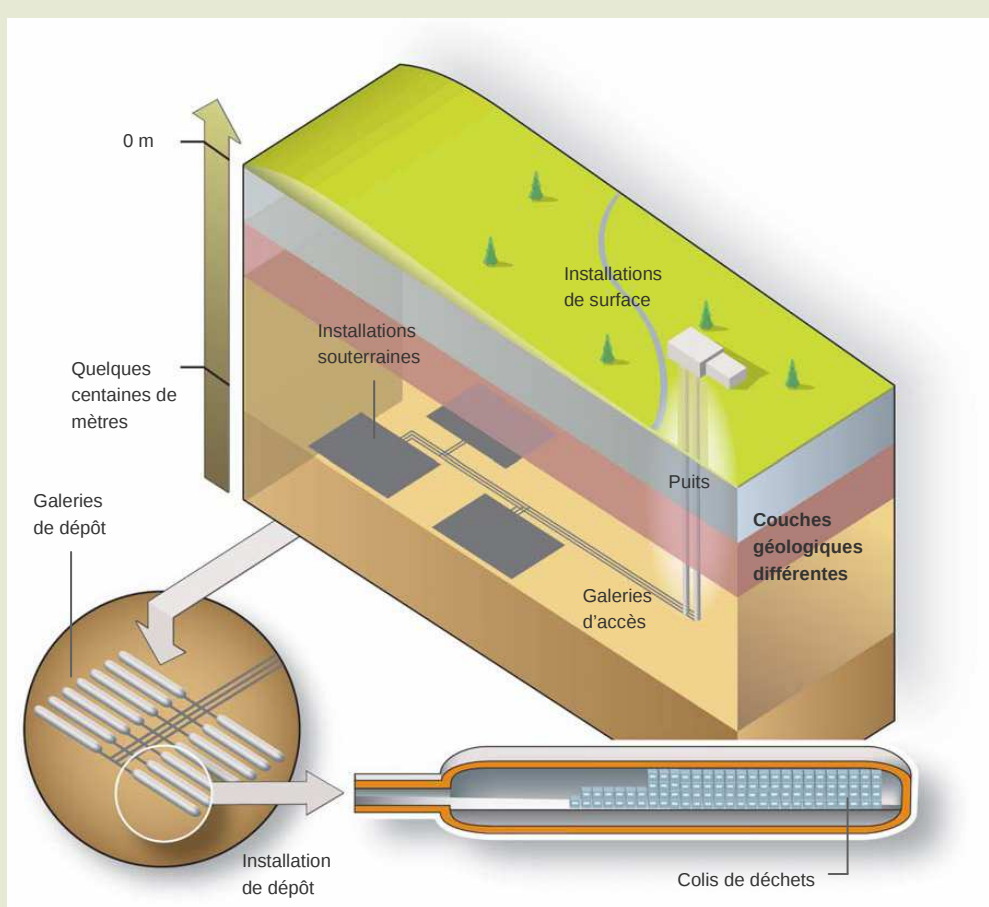


Figuur 22 – Mogelijke opeenvolging van de industriële operaties die overwogen worden in geval van eeuwigdurende opslag. Het indicatieve tijdschema is gebaseerd op de hypothese dat deze operaties normaal verlopen en dat de nodige vergunningen worden uitgereikt.

6.1.2 Beheeropties die de veiligheid op passieve wijze verzekeren

Twee beheeropties die de veiligheid op passieve wijze verzekeren en die definitief kunnen worden, kunnen redelijkerwijs worden overwogen: geologische berging en berging in diepe boorgaten. Andere beheeropties die de veiligheid op passieve wijze verzekeren en definitief kunnen worden, die in het verleden min of meer sterk in overweging werden genomen op internationaal vlak, dienen meteen te worden verworpen (Kader 11).

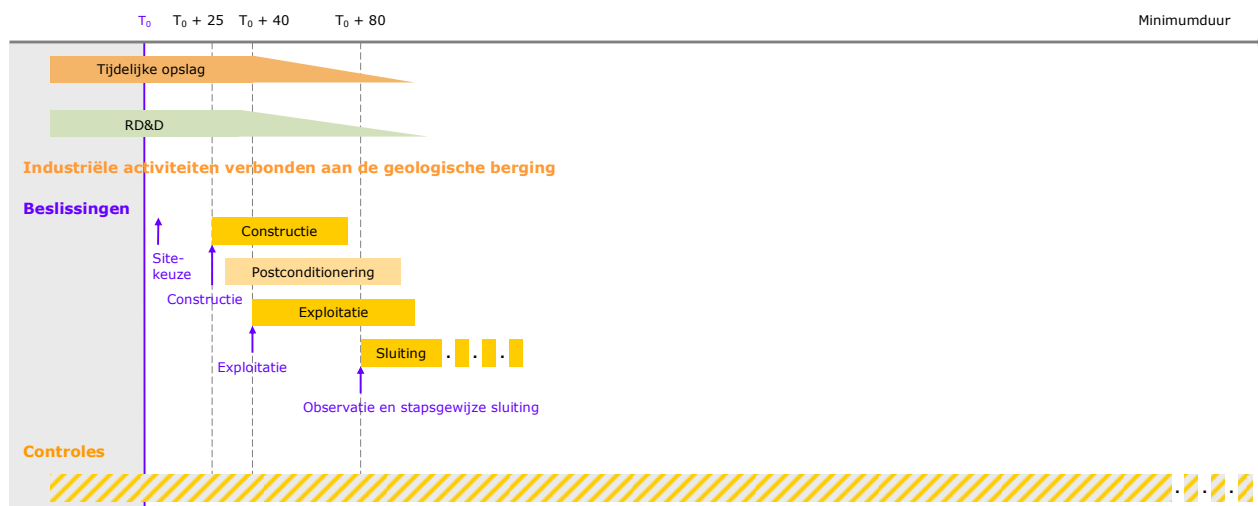
Geologische berging (zie SEA, sectie 7.2.1.2) bestaat erin geconditioneerd radioactief afval, omgeven door een of meer kunstmatige barrières, te plaatsen in een speciaal daartoe ontworpen installatie die gebouwd wordt in een geschikte geologische gastformatie (Figuur 23). Zodra al het afval is geborgen, kan de bergingsinstallatie worden gesloten, eventueel na een observatieperiode *in situ*. Na sluiting wordt de veiligheid van mens en milieu verzekerd door de kunstmatige barrières en de geologische formatie, die samen het afval insluiten en van de oppervlakte afschermen. Het relatieve belang van de functies van de kunstmatige barrières en van de natuurlijke barrière voor de veiligheid van de geologische bergingsinstallatie hangt af van de aard van deze laatste. Als het de natuurlijke barrière (in het bijzonder klei en zout) is die de belangrijkste rol vervult, neemt zij de rol van de kunstmatige barrières over naarmate deze zwakker worden. Ze houdt de radionucliden en de chemische contaminanten die uit het afval en de kunstmatige barrières vrijkomen in grote mate vast en vertraagt op die manier hun migratie naar de oppervlakte. De gastformatie moet dan voldoende stabiel en ondoorlatend zijn, en moet vrij zijn en blijven van transportwegen naar de oppervlakte, zoals barsten, en dit ook op lange termijn. Een geologische bergingsinstallatie kan na sluiting verder gecontroleerd worden (Figuur 24).



Figuur 23 – Typische weergave van een geologische bergingsinstallatie (volgens [93]).

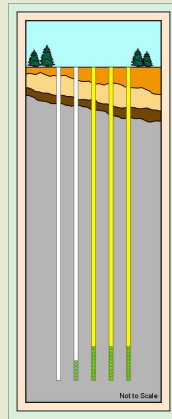
Geologische berging in België (voluntaristisch tijdschema gebaseerd op de hypothese van berging in weinig verharde klei)

Principebeslissing



Figuur 24 – Mogelijke opeenvolging van de industriële operaties die overwogen worden in geval van geologische berging. Het indicatieve tijdschema is gebaseerd op de hypothese dat deze operaties normaal verlopen en dat de nodige vergunningen worden uitgereikt.

Bij *berging in diepe boorgaten* (zie SEA, sectie 7.2.1.2) worden de containers met radioactief afval, van een paar meter lang en met een diameter van 0,5 tot 1 meter, in smalle boorgaten op grote diepte (meer dan 1000 meter) en over grote diktes (verscheidene honderden meters) op elkaar gestapeld, en worden de boorgaten nadien opgevuld met bijvoorbeeld cementmateriaal (Figuur 25). Wanneer de containers vervormen als gevolg van de druk van de geologische gastformatie, vormt deze laatste op termijn de enige barrière tussen het afval en de omgeving. Er mogen dus geen transportwegen, zoals barsten, naar de oppervlakte aanwezig zijn. In het algemeen moet de mogelijke gastformatie dezelfde eigenschappen vertonen als de gastformaties die voor geologische berging in aanmerking komen. Het is de bedoeling dat het systeem, na het volledig afsluiten van de boorgaten, het radioactieve afval in alle veiligheid en op passieve wijze isoleert en insluit. Beperkte controles blijven mogelijk, maar zijn noodzakelijkerwijs heel indirect wegens de diepte van de boorgaten.

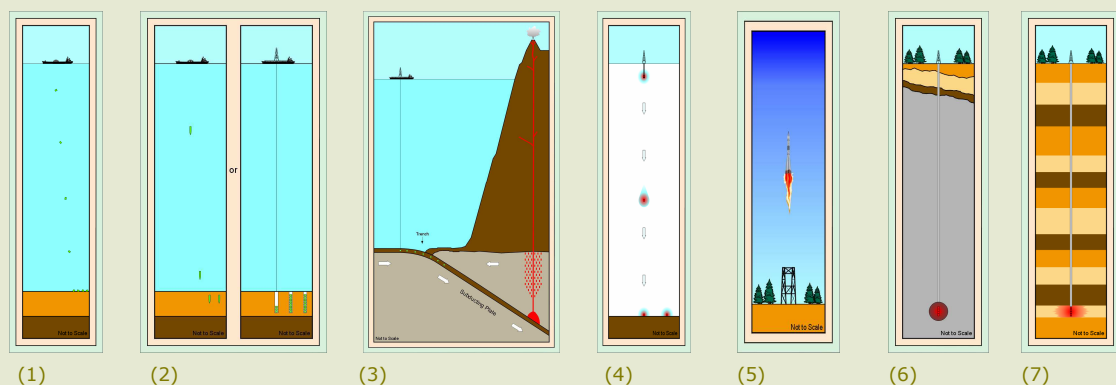


Figuur 25 – Typische weergave van diepe boorgaten (meer dan een kilometer diep) (bron: [91]).

Kader 11 – Beheeropties die de veiligheid op passieve wijze verzekeren, die beschreven zijn in het SEA maar verworpen werden

Verschillende beheeropties die de veiligheid op passieve wijze verzekeren en die kort beschreven zijn in het SEA maar meteen verworpen werden, worden hieronder vermeld ter wille van de volledigheid (zie SEA, sectie 7.1). Deze opties zijn immers niet in overeenstemming met door België ondertekende internationale verdragen of conventies (**I**) en/of met het wettelijk en reglementair Belgisch kader (**B**) en/of bieden onvoldoende garanties op het vlak van de veiligheid (**V**). Onder de beheerders van radioactief afval en de Belgische en buitenlandse veiligheidsautoriteiten en binnen de internationale organisaties bestaat er ruime eensgezindheid over het feit dat ze ongeschikt zijn als opties voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval.

- I** Bij *zeeberging* (1) worden de containers met radioactief afval in zee gedumpt, waar ze naar de bodem zinken. Op grote dieptes (meerdere kilometers) kunnen de containers het door de grote druk begeven, waardoor hun radioactieve inhoud zich kan verspreiden.
- I** De *berging in de zeebodem* (2) bestaat erin de containers met radioactief afval onder te brengen in sedimenten op de zeebodem. Ofwel zakken de containers door hun vorm uit zichzelf een paar meter in de sedimenten, ofwel worden ze in vooraf uitgegraven boorgaten geplaatst.
- I** Bij *berging in een oceanische subductiezone* (3) worden de containers met radioactief afval op de dalende tektonische plaat van een oceanische subductiezone geplaatst, opdat ze diep in de aardkorst zouden terechtkomen. Deze optie is een variant op zeeberging en berging in de zeebodem.
- I** Bij *berging in een ijskap* (4) — enkel te overwegen voor radioactief afval dat warmte afgeeft — zakken de afvalcontainers in een ijskap geleidelijk naar beneden doordat het ijs smelt als gevolg van de warmte die ze afgeven. Daarna vormt er zich geleidelijk nieuw ijs bovenaan.
- I** *Berging in de ruimte* (5) impliceert dat geconditioneerd radioactief afval naar de ruimte wordt gestuurd, bijvoorbeeld met een raket, zodat het in een baan rond de aarde terechtkomt of zelfs het zwaartekrachtsveld van de aarde verlaat.
- B** Bij *berging door fusie van de gastformatie* (6) — enkel te overwegen voor radioactief afval dat veel warmte afgeeft — wordt afval in een gastformatie in vloeibare of slibvorm geïnjecteerd of wordt geconditioneerd afval in vaste vorm in boorgaten gestopt. In beide gevallen wordt het gesteente rond het afval vloeibaar door de warmte, zodat het afval er nog dieper in kan doordringen onder druk van de zwaartekracht. Zodra het afval terug afgekoeld is, wordt het omringende gesteente opnieuw vast en vormt het een natuurlijk omhulsel voor het afval.
- B** Bij *berging via directe injectie* (7) — enkel te overwegen voor radioactief afval in vloeibare vorm — wordt het afval in een diepe gastformatie geïnjecteerd.
- V** Bij *oppervlakteberging* worden de containers met radioactief afval in een speciaal daartoe ontworpen installatie geplaatst die aan de oppervlakte of enkele meters onder de oppervlakte wordt gebouwd. Een dergelijke installatie bestaat gewoonlijk uit betonnen modules voor de containers met radioactief afval. Deze modules zijn via een weinig waterdoorlatend beschermingssysteem beschermd tegen regenwater en doorsijpeling en/of, naargelang van de opstelling, tegen grondwater.



Bron: [91]

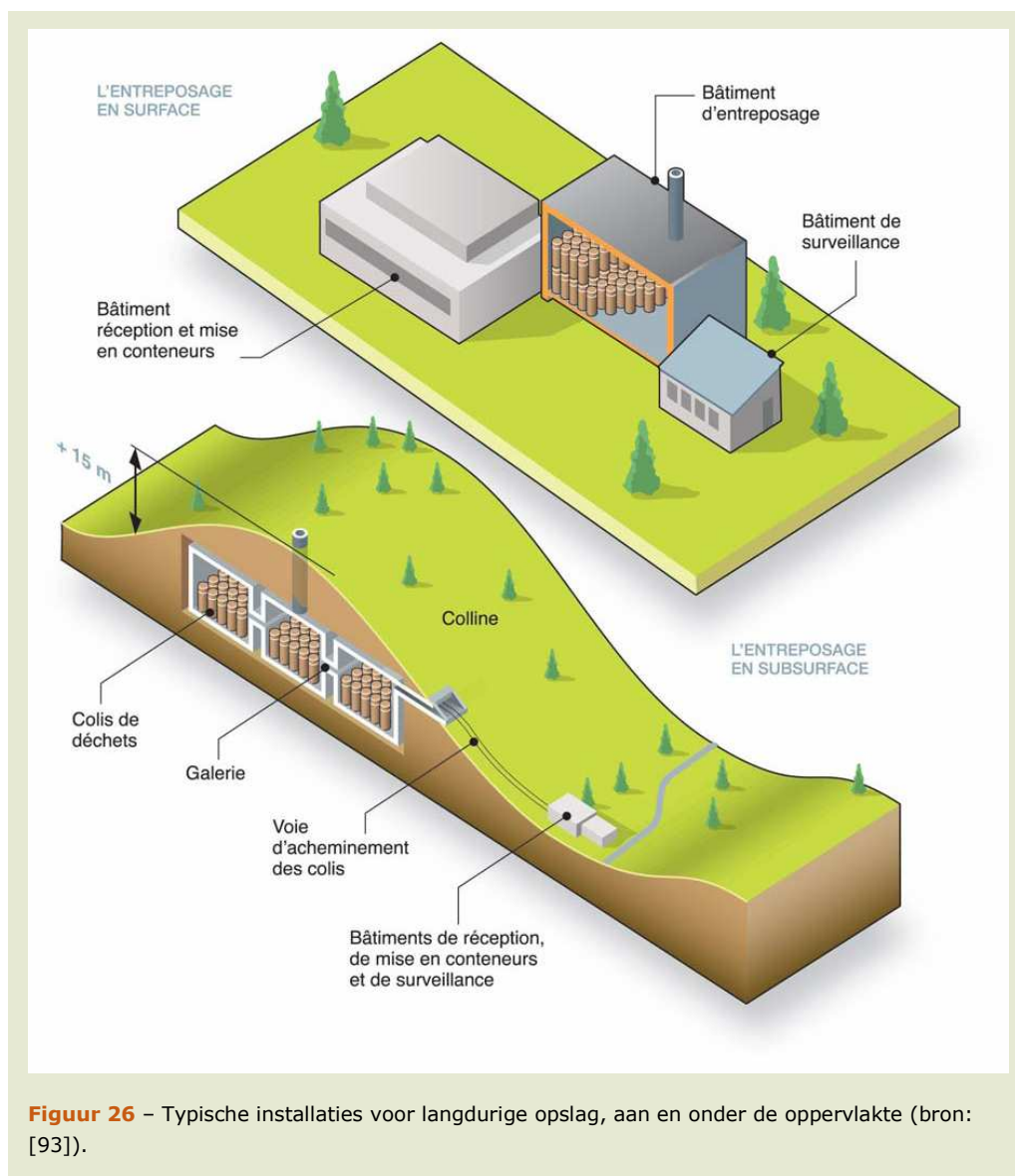
6.2 Opties die niet definitief kunnen worden

Voor het langetermijnbeheer van B&C-afval kunnen twee opties worden overwogen die niet definitief kunnen worden. Deze opties houden dus in dat de vraag van de keuze van een optie die definitief kan worden, vroeg of laat opnieuw zal worden gesteld:

- langdurige opslag, met het oog op de latere keuze van een optie die definitief kan worden;
- opslag in afwachting van de industriële toepassing van geavanceerde nucleaire technologieën.

Langdurige opslag (zie SEA, sectie 7.2.2.1) bestaat erin het afval in principe 100 tot 300 jaar op te slaan in speciale installaties, waardoor de toekomstige generaties op het einde van deze opslag zullen moeten beslissen hoe ze dit afval verder zullen beheren. Langdurige opslag impliceert het ontwerpen en bouwen van opslaginstallaties (bovengronds, enkele meters onder de oppervlakte of dieper) die de mens en het milieu tijdens deze periode kunnen beschermen, middels regelmatige controles en onderhoudsbeurten en regelmatige verificaties van de integriteit van de opgeslagen afvalcontainers, indien nodig gepaard gaand met een herverpakking of herconditionering van het afval (Figuur 26). De conditioneringsmatrix van het afval en de container die het afval insluit, vormen immers de eerste barrières voor het insluiten van de radioactiviteit. De site moet bovendien ook gecontroleerd worden. Gedurende deze hele periode berust de bescherming van mens en milieu dus op menselijke acties. Langdurige opslag staat bijgevolg, in termen van beheer en vereiste installaties, gelijk met de eerste fase van eeuwigdurende opslag.

Opslag in afwachting van de industriële toepassing van geavanceerde nucleaire technologieën (zie SEA, sectie 7.2.2.2), waarbij vroeg of laat opnieuw de vraag moet worden gesteld van de keuze van een beheeroptie die definitief kan worden, impliceert dat de huidige situatie van tijdelijke opslag van het afval (of, op zijn minst, van de bestraalde splijtstoffen) met ten minste verscheidene tientallen jaren wordt verlengd en/of dat nieuwe specifieke installaties worden gebouwd. De geavanceerde technologieën die momenteel worden onderzocht en ontwikkeld, beogen in de eerste plaats een efficiënter gebruik van de natuurlijke rijkdommen (uraniumerts) in een context van elektriciteitsproductie. Ze zouden tevens een vermindering van het volume en van de gevaarlijkheid van het toekomstige hoogactieve en/of langlevende afval mogelijk moeten maken. Dit onderzoeks- en ontwikkelingswerk wordt hoofdzakelijk uitgevoerd in het kader van de ontwikkeling van geavanceerde kernreactoren (reactoren van de vierde generatie) en past, met andere woorden, in een context van energieproductie die veel ruimer is dan die van het beheer van radioactief afval. Het gebruik van geavanceerde nucleaire technologieën heeft onvermijdelijk een doorgedreven opwerking van de bestraalde splijtstoffen tot gevolg.



6.3 Status-quo-optie (of nuloptie)

De optie van het *status-quo* (zie SEA, sectie 7.2.3), of nuloptie, bestaat erin *nu niets te beslissen* betreffende het langetermijnbeheer van B&C-afval, en impliceert dat elke beslissing hierover naar een onbepaalde datum wordt verschoven. De huidige situatie van tijdelijke opslag wordt dus in feite verlengd (Figuur 27). Deze verlenging impliceert de voortzetting van de huidige activiteiten van actief beheer, zoals de regelmatige verificaties van de integriteit van de afvalcontainers, de eventuele herverpakking of herconditionering van het afval, regelmatig onderhoud van de opslaginstallaties en controle van de installaties en de site. Een dergelijke verlenging is enkel mogelijk voor een beperkte duur die afhangt van de staat van de huidige opslaggebouwen, hun opvolgtempo en de bepalingen van de vergunningen. Na deze periode rijst de vraag of nieuwe opslaginstallaties moeten worden gebouwd dan wel of er gekozen moet worden voor een beheeroptie die definitief kan worden.

Beslissen om nu niets te beslissen over het langetermijnbeheer – handhaving van de huidige situatie



Figuur 27 – De status-quo-optie, waarbij vroeg of laat opnieuw de vraag moet worden gesteld van de keuze van een beheeroptie die definitief kan worden.



7 Evaluatie en vergelijking van de opties

De strategische evaluatie, in het kader van het SEA, van de beheeropties die in het Afvalplan worden beschouwd voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval, bevestigt, volgens NIRAS, de gegrondheid van de richting die sinds meer dan 30 jaar op dit gebied wordt gevolgd in België, namelijk de geologische berging in weinig verharde klei (Boomse Klei of Ieperiaanklei). Dit standpunt wordt hieronder ontwikkeld door middel van een stapsgewijze redenering, na een korte beschrijving van de belangrijkste kenmerken van de evaluatiemethodologie die in het SEA wordt gevolgd. Dit standpunt geldt voor het beheer van het B&C-afval dat reeds bestaat en waarvan de productie gepland is, hoofdzakelijk in het kader van het *huidige* elektronucleaire programma. Het geldt niet voor nieuwe types van activiteiten of nucleaire installaties.

7.1 Evaluatiemethodologie die in het SEA wordt gevolgd

Volgens de wet van 13 februari 2006 [12] en zoals in 2004 gevraagd door de Voogdij van NIRAS [11], dient het SEA de redelijke alternatieven te bestuderen voor de oplossing die NIRAS aanbeveelt voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval, met name de realisatie van een geologische berging. Het SEA bevat bijgevolg een korte beschrijving van de oplossingen die redelijkerwijs niet in aanmerking konden worden genomen, inclusief de belangrijkste redenen waarom ze verworpen werden (zie SEA, sectie 7.1).

In het SEA "worden de vermoedelijke aanzienlijke milieueffecten als gevolg van de uitvoering van het plan of het programma, alsmede de redelijke alternatieven die rekening houden met de doelstellingen en het geografische toepassingsveld van het plan of het programma, geïdentificeerd, omschreven en geëvalueerd." (Wet van 13 februari 2006, Bijlage II)

"Een dergelijk werkprogramma moet het mogelijk maken onderzoek te voeren naar alle mogelijke langetermijnbeheerstrategieën, met inbegrip van de mogelijke inspraak- en participatieprocedures, waarbij de uitwerking van een Strategic Environmental Assessment-rapport een belangrijke stap kan betekenen. De resultaten van een dergelijk onderzoek moeten het mogelijk maken een beslissing te nemen in verband met de uiteindelijk in aanmerking te nemen optie en de randvoorwaarden vast te leggen waaraan de optie dient te beantwoorden." (Brief van de Voogdij van NIRAS)

In het SEA worden de volgende zes opties geëvalueerd:

- eeuwigdurende opslag;
- geologische berging;
- berging in diepe boorgaten;
- langdurige opslag, met het oog op de latere keuze van een optie die definitief kan worden;
- opslag in afwachting van de industriële toepassing van geavanceerde nucleaire technologieën;
- de optie van het status-quo.

Al deze opties, met uitzondering van het status-quo, kunnen in een exclusief nationaal of in een multinationaal kader worden beschouwd. Opslag in het vooruitzicht van de latere keuze van een beheeroptie die definitief kan worden en opslag in afwachting van de industriële toepassing van geavanceerde nucleaire technologieën kunnen gezamenlijk bestudeerd worden als langdurige opslag (100 à 300 jaar), met het oog op of in afwachting van 'iets anders' (sectie 7.2.2.1). Ze doen immers een beroep op dezelfde types van installaties, die hetzelfde type van impact hebben.

Hoewel de wet van 13 februari 2006 enkel slaat op de analyse van de milieueffecten van de beschouwde opties, wenste NIRAS dat het SEA een *geïntegreerd* SEA zou zijn, dit wil zeggen een SEA dat de opties vergelijkt volgens de vier dimensies van een duurzame beheeroplossing (zie ook Kader 1 in sectie 1.2):

- de dimensie *leefmilieu en veiligheid*, die met name verwijst naar de bescherming van mens en leefmilieu tegen de mogelijke risico's verbonden aan het B&C-afval, zo lang dit nodig is, en dus in het bijzonder naar de noodzaak om de radiologische en niet-radiologische veiligheid op lange termijn te garanderen;
- de *technische en wetenschappelijke* dimensie, die met name verwijst naar de noodzaak van een wetenschappelijk verantwoorde benadering en de notie van technische uitvoerbaarheid, rekening houdend met de beschikbare kennis;
- de *financiële en economische* dimensie, die met name verwijst naar de financieringsmogelijkheden en -mechanismen volgens het principe 'de vervuiler betaalt' alsook naar de economische impact;
- de *maatschappelijke en ethische* dimensie, die met name verwijst naar de principes van intra- en intergenerationele billijkheid en naar de noodzaak van een maatschappelijk draagvlak.

Aangezien het Afvalplan een strategische beslissing beoogt en de sitekeuze hierbij buiten beschouwing bleef, was de evaluatie van de beschouwde opties voornamelijk kwalitatief, op basis van het oordeel van experts die daarbij zijn uitgegaan van de — volledig openbare — kennisbasis die beschikbaar is op nationaal en internationaal vlak alsook, in de mate van het mogelijke, van vergelijkbare studies uitgevoerd in het buitenland en de daaruit resulterende beslissingen, en van de ervaring met bestaande analoge infrastructuren in België en in het buitenland. Er werden echter kwantitatieve analyses uitgevoerd telkens wanneer dit mogelijk en gerechtvaardigd was. In latere fases zullen meer gedetailleerde analyses van de milieueffecten worden gemaakt, wanneer een beheeroptie zal zijn gekozen en/of mogelijke vestigingssites en eventuele varianten van de gekozen optie vergeleken moeten worden. Omdat de sitekeuze niet aan de orde was, werden de grensoverschrijdende milieueffecten niet geëvalueerd. Deze keuze was volgens het Adviescomité SEA verantwoord (sectie 1.2.2). (Zie hoofdstuk 5 van het SEA voor een beschrijving van de evaluatiemethodologie die in het SEA wordt gevolgd.)

Bij de evaluatie van de milieueffecten werd een onderscheid gemaakt tussen de korte termijn (tot ongeveer 100 jaar na de keuze van een beheeroptie) en de lange termijn (verscheidene tientallen tot honderdduizenden jaren) (zie SEA, hoofdstuk 8). Op *korte termijn* zullen namelijk verschillende operationele activiteiten (constructie, exploitatie, enz.) plaatsvinden, waarvan de gevolgen voor het milieu kunnen worden geëvalueerd volgens het klassieke schema van een impactstudie. Deze studie werd aangevuld met een onderzoek van bijkomende criteria, zodat de vier dimensies van een duurzame beheeroplossing effectief aan bod komen. Op *lange termijn* heeft het daarentegen weinig zin milieueffecten op dezelfde wijze te evalueren, gelet op de onzekerheden omtrent, onder meer, de maatschappelijke evolutie en de evolutie van de biosfeer. Voor de lange termijn werden voornamelijk de radiologische impact op mens en leefmilieu en de aspecten van intergenerationele billijkheid beoordeeld. Er werd ook rekening gehouden met andere impacten dan de radiologische, bijvoorbeeld de thermische impact van het afval van categorie C op de watervoerende lagen en de geologische formatie.

In het SEA werden in het bijzonder de robuustheid van de verschillende opties en de voorwaarden voor de realisatie van elk van deze opties bestudeerd (zie SEA, sectie 7.2, en [94, 95, 96]).

De robuustheid van de verschillende opties is de mate waarin het vermogen dat ze hebben om de bescherming van mens en milieu te verzekeren, gevoelig is voor tijds-evoluties, inclusief de maatschappelijke evoluties (zie SEA, hoofdstuk 10 en bijlage C).

Onder overigens gelijke omstandigheden hangt de betrouwbaarheid van de beoordeling van de effecten van de beschouwde beheeropties vooral af van de robuustheid van deze opties. Bij de beoordeling van de verschillende opties werd dus, naast de 'verwachte toekomst', rekening gehouden met verschillende andere mogelijke toekomsten (sectie 8.1.4.4). Deze mogelijke toekomsten hangen af van het beschouwde type van optie en van het beschouwde tijdsperspectief en kunnen in drie groepen worden verdeeld:

- *natuurlijke evoluties*: klimaatopwarming, aardbeving, zware ijstijd, overstroming, tornado, enz.;
- *veranderingen in de intrinsieke fysieke en technische stabiliteit van de beheerinstallatie*: vroegtijdig falen van een kunstmatige barrière, ontstaan van preferentiële migratiewegen voor de radionucliden en chemische contaminanten, enz.;
- *externe, niet-natuurlijke gebeurtenissen*: ontploffing nabij een bovengrondse beheerinstallatie, vliegtuigcrash op een bovengrondse beheerinstallatie, boring door een diepgelegen bergingsinstallatie, enz.

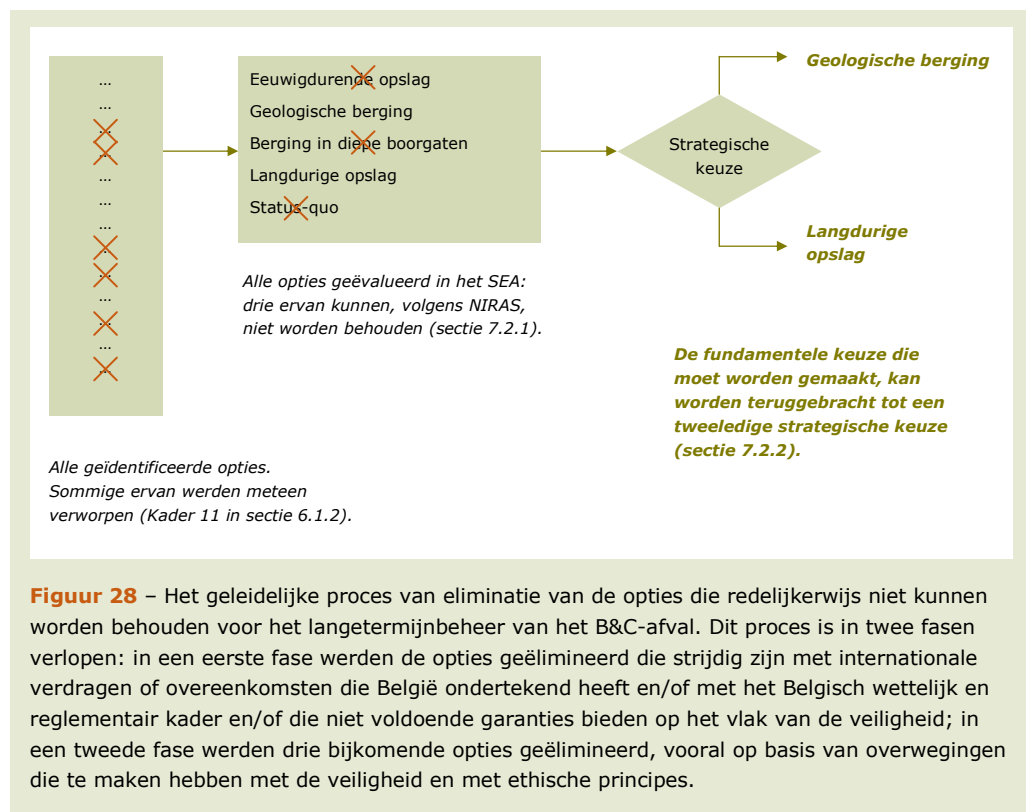
Naast de robuustheid van de beheeropties tegenover verschillende mogelijke toekomsten, werd bij de evaluaties in het kader van het SEA ook rekening gehouden met hun robuustheid ten overstaan van verschillende types van maatschappelijke evoluties: op korte termijn, onder meer het behoud van de huidige sociaal-culturele en politiek-institutionele tendensen en de maatschappelijke chaos; op lange termijn, de migratie van de bevolking als gevolg van een stijging van het zeeniveau en het verdwijnen van een deel van het Belgisch grondgebied, een ineenstorting van het bestaande systeem met een algemene teruggang van de maatschappij, of de ontwikkeling van een hoogtechnologische en innoverende maatschappij gekenmerkt door een stabiele maatschappelijke organisatie.

In het geïntegreerde SEA werd er ook op toegezien dat voor elke optie een antwoord wordt gegeven op de belangrijkste vragen en bekommernissen geformuleerd tijdens de NIRAS-dialogen en de interdisciplinaire conferentie die georganiseerd werden om het SEA zelf en het Afvalplan te verrijken (zie SEA, bijlage A).

7.2 Geïntegreerde globale evaluatie van NIRAS

Voor NIRAS kan de keuze van het type van oplossing dat moet worden gerealiseerd voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval teruggebracht worden tot een tweeledige strategische keuze (Figuur 29): de berging van het afval in een geschikte geologische formatie of de langdurige opslag ervan (sectie 7.2.2). Van de zes opties die in het SEA worden geëvalueerd, zijn er namelijk drie die, volgens NIRAS, niet kunnen worden behouden voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval (Figuur 28 en sectie 7.2.1):

- de optie van het status-quo,
- de optie van eeuwigdurende opslag,
- de optie van berging in diepe boorgaten.



7.2.1 De opties die niet kunnen worden behouden

Naast het feit dat het handhaven van het status-quo — met andere woorden, het in voorlopige opslag houden van het B&C-afval — per definitie geen oplossing voor het langetermijnbeheer is en NIRAS dus niet in staat stelt haar beheeropdracht integraal te vervullen, meent NIRAS dat de optie van eeuwigdurende opslag en die van berging in diepe boorgaten niet kunnen worden behouden voor het langetermijnbeheer van het

B&C-afval in België. Deze opties worden om zeer verschillende redenen verworpen. De belangrijkste hiervan worden hieronder vermeld.

7.2.1.1 Eeuwigdurende opslag

De eeuwigdurende opslag (sectie 6.1.1) is in de eerste plaats iets theoretisch, waarvan de gegrondheid de analyse niet lang kan doorstaan. De eeuwigdurende opslag gaat immers uit van de hypothese van de herhaling, gedurende honderdduizenden jaren, van industriële cycli die elk een duur van a priori 100 tot 300 jaar hebben [94]. De veiligheid en de bescherming van mens en leefmilieu steunen dus in zeer grote mate op menselijke handelingen, door opeenvolgende generaties. Indien dit actieve beheer gestaakt wordt, wordt het risico plotseling heel groot.

De noodzaak om de installaties voor eeuwigdurende opslag *voor altijd actief te beheren* om de veiligheid ervan te verzekeren, vormt het belangrijkste zwakke punt van deze optie. De onzekerheden omtrent de evolutie van de samenleving doorheen de millennia zijn immers groot. Het is overigens een illusie te denken dat de kennis die nodig is voor het goede beheer van het afval zal kunnen worden overgedragen over periodes die het bevattingsvermogen van de mens overschrijden. Ten slotte is het onmogelijk de totale kostprijs van een eeuwigdurende opslag te evalueren en een financieringsmechanisme te creëren dat voor eeuwig de nodige bedragen kan genereren om de kosten te dekken naarmate ze zich voordoen. Zelfs al zou de totale kostprijs kunnen worden geëvalueerd en zouden voldoende provisies kunnen worden aangelegd door de huidige generaties, overeenkomstig het principe 'de vervuiler betaalt', dan nog is het onmogelijk te garanderen dat deze provisies beschikbaar zouden blijven voor datgene waarvoor ze bestemd zijn.

Naast het feit dat de veiligheid van eeuwigdurende opslag erg gevoelig is voor maatschappelijke instabiliteit (zie SEA, bijlage C) en voor de onzekerheden van de natuur of, met andere woorden, dat een dergelijke oplossing weinig robuust is, zou zij de last van het beheer van radioactief afval doorgeven van generatie op generatie en daardoor volledig in strijd zijn met het principe van de intergenerationele billijkheid.

NIRAS is bijgevolg van mening dat de eeuwigdurende opslag geen aanvaardbare oplossing voor het langetermijnbeheer van B&C-afval is, gezien het gebrek aan robuustheid van elke oplossing van dit type en rekening houdend met het feit dat elke oplossing van dit type volledig in strijd is met het principe van intergenerationele billijkheid.

7.2.1.2 Berging in diepe boorgaten

Al sinds de jaren 1980 werd de techniek van de berging in diepe boorgaten (sectie 6.1.2) onderzocht en getest voor de berging van hoogactief en/of langlevend afval in verschillende types van gastformaties (zie bijvoorbeeld [97] voor zout, [98] voor kristallijne gesteenten en [99] voor klei). In de jaren 1990 heeft het IAEA een concept voor berging in diepe boorgaten ontwikkeld (BOSS — *Borehole disposal of disused Sealed Sources*) om een oplossing te bieden aan de landen die, in tegenstelling tot België, maar een zeer beperkte hoeveelheid afval op lange termijn moeten beheren, in het bijzonder gebruikte ingekapselde radioactieve bronnen die met name voor radiotherapie worden gebruikt [100]. In 2008 werd in Ghana begonnen met de

toepassing van dit concept voor boringen van enkele honderden meters, onder de vlag van het IAEA [100].

Het belang van (zeer) diepe boringen (2 tot 4 km diepte) ligt vooral in de afwezigheid of de drastische beperking van de grondwaterbewegingen op deze dieptes, waardoor de transporttijden van de radionucliden naar de biosfeer uiterst lang zijn. Omwille van de moeilijkheden om het geologisch midden op deze dieptes te karakteriseren, zou een omvangrijk RD&D-programma nodig zijn om de veiligheid van berging in diepe boorgaten aan te tonen. (Voor Zweden werd dit programma in 2007 op meer dan 30 jaar en een kostprijs van meer dan 400 miljoen EUR geschat [101].)

Daartegenover staat dat diepe boorgaten in de praktijk monobarrièresystemen vormen, omdat de afvalcontainers zeer snel zullen vervormen onder invloed van de hoge druk waaraan ze onderworpen zullen zijn. Deze techniek berust dus niet op een benadering die gebaseerd is op het gebruik van meerdere barrières, die zowel op nationaal als op internationaal vlak geëist wordt.

Hoewel de berging in diepe boorgaten het voorwerp is geweest van talrijke studies en regelmatig opnieuw geëvalueerd wordt [98], wordt deze techniek vandaag in zeer beperkte mate toegepast en wordt ze nog enkel in overweging genomen voor kleine hoeveelheden speciaal afval van categorie B. Zeer recent werd in twee Amerikaanse studies melding gemaakt van de voordelen die deze techniek zou kunnen bieden voor de rechtstreekse berging van plutonium, omdat zij de risico's op proliferatie beperkt door de terugneembaarheid van het plutonium te bemoeilijken, of van afval met zeer hoge toxiciteit. Beide studies geven ook aan dat de berging in diepe boorgaten beperkt is tot geringe afvalvolumes en dat aanvullende veiligheidsstudies nodig zijn, gelet op het gebrek aan ervaring op dit vlak [79, 102].

Gelet op de huidige realisaties, onder meer in de olie-industrie en in de geothermie, lijkt de uitvoerbaarheid van berging in diepe boorgaten bewezen. Deze realisaties tonen ook aan dat de omkeerbaarheid gedurende de exploitatie kan worden gegarandeerd, vooral bij boringen van enkele honderden meters diep. Het terugnemen van het afval is daarentegen moeilijker denkbaar, wegens de aanwezigheid van stoppen die om de 3 à 5 afvalcontainers worden geplaatst om de opeenvolgende stapels te isoleren en mechanisch van elkaar te scheiden.

De optie van berging in diepe boorgaten is moeilijk denkbaar in de context van het langetermijnbeheer van het Belgische afval, vooral om de volgende redenen.

- De volumes en types afval die in België beheerd moeten worden, beantwoorden niet aan de gevallen die doorgaans beschouwd worden voor berging in diepe boorgaten.
- Wegens de noodzaak om op grote diepte te werken en de kenmerken van de Belgische ondergrond zijn de enige gesteenten die mogelijk geschikt zijn voor de realisatie van diepe boringen schieferige of kristallijne formaties. In de praktijk kunnen enkel de eerstgenoemde formaties overwogen worden, omdat de kristallijne gesteenten die verondersteld worden op zeer grote diepte aanwezig te zijn onder het Massief van Brabant nooit door middel van boringen zijn aangetroffen (sectie 7.2.2.2).

De moeilijkheden in verband met het gebruik van schiefers als gastformatie voor een geologische bergingsinstallatie (sectie 7.2.2.2) kunnen dus worden

overgedragen op de berging in diepe boorgaten in deze formaties. De kenmerken van het gesteente rondom een boorgat zijn bovendien moeilijk juist te voorspellen door karakteriseringstechnieken aan de oppervlakte of in boringen alleen (dit wil zeggen zonder gebruik te maken van een karakteriseringsinstallatie *in situ* of van een ondergronds laboratorium). Dit geldt des te meer omdat de dieptes die hier beschouwd worden aanzienlijk zijn. Deze moeilijkheid wordt ruimschoots bevestigd door het onderzoek van de Europese ondergrond dat op grote diepte werd verricht voor wetenschappelijke doeleinden [96].

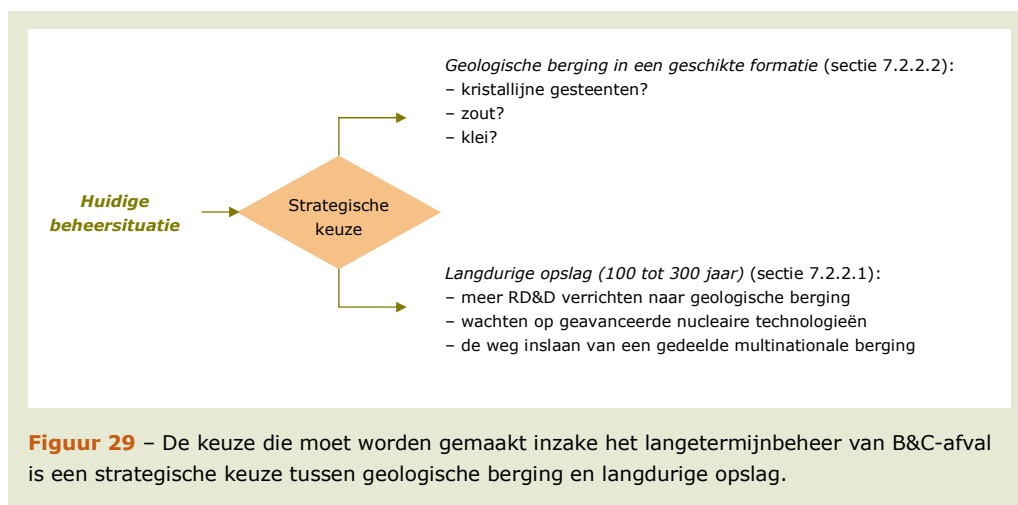
Ten slotte doen vele boorgaten die her en der verspreid zijn nieuwe reglementaire vragen rijzen: moet elk boorgat bijvoorbeeld beschouwd worden als een nucleaire installatie?

NIRAS is bijgevolg van mening dat de berging in diepe boorgaten in België geen redelijkerwijs denkbare oplossing is voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval, aangezien de realisatie van diepe boringen noodzakelijkerwijs gepaard gaat met problemen die eigen zijn aan schieferformaties (sectie 7.2.2.2), ze een volledig specifiek RD&D-programma zou vereisen, ze enkel wordt toegepast voor geringe afvalhoeveelheden en niet de mogelijkheid biedt het afval terug te nemen. Het lijkt evenwel aangewezen de evolutie van de internationale kennis over diepe boringen te volgen. NIRAS heeft dit gedaan in het kader van het SEA en zal dit blijven doen [96] om eventueel over een oplossing te beschikken voor het langetermijnbeheer van zeer beperkte hoeveelheden afval waarvan men de terugneming bijzonder moeilijk zou willen maken.

7.2.2 De strategische keuze

De fundamentele keuze die moet worden gemaakt omtrent het type van oplossing dat moet worden gerealiseerd voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval is, volgens NIRAS, terug te brengen tot een strategische keuze tussen twee mogelijkheden (Figuur 29):

- berging in een geschikte geologische formatie,
- of langdurige opslag.



De strategische keuze inzake het langetermijnbeheer van B&C-afval is vergelijkbaar met de keuze die in 1997 werd gevraagd aan de regering voor het langetermijnbeheer van het afval van categorie A. NIRAS had de regering toen gevraagd een strategische keuze te maken tussen de berging van dit afval of een verlengde wachttijd (meer dan 100 jaar) in opslag. Deze vraag steunde op een vergelijking, onder meer vanuit het oogpunt van de veiligheid en het milieu, van de diverse mogelijke opties voor het langetermijnbeheer van het afval van categorie A [61]. Bij een keuze ten gunste van berging diende nadien de vraag te worden gesteld omtrent het type van berging (oppervlakte- of diepe berging) dat zou moeten worden gerealiseerd. Bij een keuze ten gunste van de verlengde opslag zou enkele generaties later opnieuw de vraag moeten worden gesteld omtrent de oplossing die zou moeten worden gerealiseerd voor het langetermijnbeheer.

Op de vraag die in 1997 aan de regering werd gericht, volgde kort daarna een beslissing: begin 1998 opteerde de ministerraad immers *"voor een definitieve oplossing of een oplossing die definitief kan worden, en die stapsgewijs, flexibel en omkeerbaar is"* voor het langetermijnbeheer van het afval van categorie A, met andere woorden voor een oplossing van het type *berging*. Het categorie A-project verloopt sindsdien stapsgewijs (sectie 4.2.3).

De voorkeur die gegeven werd aan de berging van het afval van categorie A, in plaats van de langdurige opslag van dit afval, werd enkele jaren later met zijn verantwoording herhaald in de uiteenzetting van de motieven van de wet van 2 augustus 2002 houdende instemming met het Gezamenlijk Verdrag [7]:

"de oplossing inzake de verwijdering van laag radioactief afval met een korte levensduur had de voorkeur boven het langdurig opslaan van radioactief afval omdat deze oplossing ten aanzien van de bescherming van de komende generaties onvoldoende garanties biedt."

Een vergelijkbare vraag stelt zich nu voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval.

De geologische berging en de opslag gedurende een periode van 100 tot 300 jaar onderscheiden zich hoofdzakelijk door het feit dat de opslag geen beheeroplossing is die definitief kan worden, in tegenstelling tot de geologische berging, die bovendien een systeem kan worden die de veiligheid op passieve wijze verzekert na volledige sluiting van de bergingsinstallatie. De operationele periode (constructie, exploitatie, sluiting) van een geologische bergingsinstallatie (grootteorde van een honderdtal jaren) vereist daarentegen een actief beheer en is, wat dat betreft, vergelijkbaar met de operationele periode van een opslaginstallatie.

Hoewel de oplossing van geologische berging zeer brede institutionele steun geniet op internationaal vlak (Kader 12) en de oplossing is die gekozen werd door de landen van de OESO die een of meer commerciële kerncentrales bezitten en een beleid hebben uitgestippeld voor het langetermijnbeheer van hun hoogactief en/of langlevend afval (Kader 10 op het einde van sectie 5.2.3), heeft NIRAS de voor- en nadelen van de geologische berging vergeleken met die van de opslag gedurende 100 tot 300 jaar (Tabel 5 en Tabel 6). Deze vergelijking werd gemaakt op basis van de criteria die het meest relevant lijken om de opties inzake langetermijnbeheer te onderscheiden. Ze hebben betrekking op de vier dimensies van een duurzame oplossing voor dit beheer.

Kader 12 – Voorbeelden van institutionele steun op internationaal vlak en van internationale aanbevelingen ten gunste van de geologische berging van geconditioneerd hoogactief en/of langlevend afval

- Programma-actie 21 *A Blueprint for Sustainable Development* van de Verenigde Naties, 1992 [25]

"22.8. Staten moeten, desgevallend in samenwerking met internationale organisaties: a) onderzoek en ontwikkeling promoten van methodes voor de veilige en milieuvriendelijke behandeling, verwerking en berging, inclusief geologische berging, van hoogradioactief afval; b) onderzoeks- en beoordelingsprogramma's uitvoeren voor de evaluatie van de gezondheids- en de milieueffecten van de berging van radioactief afval. [...]" [vertaling van NIRAS]
- Zesde verslag van de Commissie aan het Europees Parlement en aan de Raad (8 september 2008) over het beheer van radioactief afval en bestraalde splijtstoffen in de Europese Unie, dat bestemd is om het debat over een wetgeving van de Europese Unie ter zake te heropenen [103]

"Uit dertig jaar onderzoek is duidelijk gebleken dat de geologische opberging de veiligste en duurzaamste optie is voor het langetermijnbeheer van hoogradioactief afval en hoogradioactieve afgewerkte kernsplijtstof die rechtstreeks worden verwijderd; het toepassingsgericht onderzoek en de ontwikkeling moet echter worden voortgezet met betrekking tot de gebieden die geïdentificeerd zijn door de belangrijke organisaties van belanghebbenden op onderzoeksgebied en die gecoördineerd worden via het zevende kaderprogramma van Euratom."

"De Commissie is van mening dat veel wetenschappelijke en technische gebieden die van belang zijn voor geologische opberging het stadium van volwassenheid hebben bereikt, en dat de toepassing van deze oplossing moet worden aangemoedigd en vergemakkelijkt."
- Resolutie 1588 *Déchets radioactifs et protection de l'environnement* van de Parlementaire Vergadering van de Raad van Europa (PACE), op 23 november 2007 aangenomen door de Permanente commissie namens de Vergadering [104]

"11. De Vergadering vraagt de lidstaten en de waarnemers van de Raad van Europa die te maken hebben met het probleem van het beheer van kernafval: 11.1. de uitvoering van geologische tests aan te moedigen om geschikte sites te identificeren (dit wil zeggen sites die garanties bieden voor de langetermijnstabiliteit en die het gebruik van meerdere barrières mogelijk maken om de radionucliden te beletten het aardoppervlak te bereiken) voor de bouw van diepgelegen installaties voor de berging van radioactief afval (oplossing die vandaag als de meest geschikte wordt beschouwd), om de bescherming van het milieu op lange termijn te verzekeren en — indien dergelijke sites worden geïdentificeerd — er dergelijke bergingsinstallaties te bouwen;" [vertaling van NIRAS]
- Collectieve verklaring van het Comité voor het beheer van radioactief afval (RWMC) van het NEA *Moving Forward with Geological Disposal of Radioactive Waste*, 2008 [105]

"De geologische berging garandeert een bescherming van een uitzonderlijk niveau en een uitzonderlijke duur tegen hoogactief en langlevend afval. De insluiting van het afval is gebaseerd op het vermogen van het plaatselijk geologisch midden en van de bergingsinfrastructuur om op aanvullende wijze specifieke veiligheidsfuncties te vervullen. Deze onderdelen spelen dan de rol van meerdere barrières."

"Er tekent zich onder deskundigen uit de hele wereld een ruime wetenschappelijke consensus af over de technische uitvoerbaarheid van de berging. Deze consensus is gebaseerd a) op de aanzienlijke hoeveelheid experimentele gegevens die verworven werden met betrekking tot de verschillende geologische formaties en de bestudeerde engineeringmaterialen; deze gegevens werden verkregen uit geologische verkenningswerkzaamheden die vanop de oppervlakte werden verricht, alsook in ondergrondse onderzoeks- en demonstratieinstallaties, b) op de laatste ontwikkelingen inzake modelleringstechnieken, c) op de ervaring verworven op het vlak van de exploitatie van ondergrondse bergingsplaatsen voor andere afvalcategorieën, alsook d) op de vooruitgang inzake de evaluatie van de veiligheid van geologische bergingsprojecten."

"Er is een ruime waaier van geologische middelen waarin de berging kan worden gerealiseerd, vanaf het moment dat de site zorgvuldig is gekozen en het ontwerp, de architectuur van de installatie en de kunstmatige barrières er worden aangepast om alle vereiste functies te vervullen." [vertaling van NIRAS]

- Publicatie *Policies and Strategies for Radioactive Waste Management* van het IAEA, 2009 [74]

"De berging in diepe geologische bergingsinstallaties wordt algemeen beschouwd als de beste manier om een permanente beheeroplossing te bieden voor verbruikte brandstof en hoogactief afval." [vertaling van NIRAS]

- Artikel *Long-Term Management of High-Level Waste: Defining National Strategies as a Sound Application of the Precautionary Principle* van EDRAM, een internationale vereniging die elf nationale agentschappen voor het beheer van radioactief afval groepeerde, 2009 [76]

"De berging in een stabiele geologische formatie, in een installatie die ontworpen is om intrinsiek veilig te zijn, die al decennia lang het voorwerp is van onderzoek in talrijke landen, wordt door de internationale wetenschappelijke gemeenschap algemeen beschouwd als een technisch uitvoerbare oplossing. Indien het geologisch midden zorgvuldig gekozen wordt en de installatie en het systeem van kunstmatige barrières worden ontworpen naargelang van de kenmerken ervan, kan zij de langetermijnveiligheid verzekeren, en tegelijkertijd a priori definitief zijn, zodat het doorschuiven van zware technische lasten naar de toekomstige generaties vermeden wordt [...]. Dit standpunt steunt op de aanzienlijke hoeveelheid kennis en knowhow die op wereldvlak beschikbaar is op het gebied van geologische berging." [vertaling van NIRAS]

Voor andere voorbeelden van institutionele steun, zie met name ook [106, 107].

Uit de vergelijking van de geologische berging met de opslag gedurende 100 tot 300 jaar komen twee elementen naar voren die, volgens NIRAS, op afdoende wijze pleiten voor de geologische berging als oplossing voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval:

- de *robuustheid* van de geologische berging ten opzichte van toekomstige (maatschappelijke, natuurlijke en andere) ontwikkelingen, met andere woorden het feit dat de veiligheid van een goed ontworpen en gerealiseerd bergingssysteem niet op onaanvaardbare wijze wordt beïnvloed door de toekomstige ontwikkelingen. Omgekeerd vereist de veiligheid van de opslag een actief beheer en is ze dus bijzonder afhankelijk van de maatschappelijke ontwikkelingen: ze zou mogelijk niet meer kunnen worden verzekerd in geval van tekortkomingen in het actief beheer;
- het feit dat geologische berging een *minimum aan lasten* doorschuift naar de toekomstige generaties. Omgekeerd schuift elke opslagoplossing *de facto* de volledige verantwoordelijkheid voor het beheer, met inbegrip van de hoge lasten die eraan verbonden zijn, door naar de volgende generaties. Op het einde van de periode van langdurige opslag zullen deze dan verplicht zijn te beslissen over een oplossing die definitief kan worden of een nieuwe opslagerperiode.

De beoordeling van de respectieve voor- en nadelen van beide beheeroplossingen houdt natuurlijk voor een stuk een subjectief oordeel in, dat verband houdt met het relatieve gewicht dat aan de verschillende in aanmerking genomen principes of waarden wordt gehecht. Volgens de vaststellingen die zowel in België als in het buitenland zijn gedaan, leidt de toepassing van het principe van intergenerationele billijkheid inzake het langetermijnbeheer van B&C-afval systematisch tot tegenstrijdige conclusies. De wens om geen onredelijke lasten (op technisch, financieel, radiologisch en beslissingsvlak) door te schuiven naar de toekomstige generaties en dus een beheeroplossing te realiseren die aan deze eis voldoet, dient te worden afgewogen tegen de wens om hun maximale keuzevrijheid te laten inzake het beheer van het afval dat ze overerven. Na afloop van een multidisciplinaire denkoefening is de Zweedse raad voor kernafval (KASAM), die de Zweedse regering op onafhankelijke wijze adviseert over deze materie,

tot het besluit gekomen, enerzijds, dat het de verantwoordelijkheid van de huidige generatie is om voor een veilig beheer van het bestaande en geplande afval te zorgen en, anderzijds, dat *"een geologische bergingsinstallatie op zo een manier zou moeten worden gebouwd dat ze controles en corrigerende maatregelen overbodig maakt, zonder deze controles en corrigerende maatregelen evenwel onmogelijk te maken. Onze generatie zou, met andere woorden, de volledige verantwoordelijkheid voor het beheer van het afval niet mogen doorschuiven naar de volgende generaties, maar mag de toekomstige generaties ook niet de mogelijkheid ontnemen om deze verantwoordelijkheid op zich te nemen."* [vertaling van NIRAS] [101, 108]. NIRAS treedt dit standpunt bij.

Het is overigens onmogelijk — en deze vaststelling geldt in alle landen waar de vraag is gesteld — om het debat tussen voor- en tegenstanders van de geologische berging te sluiten op basis van onweerlegbare wetenschappelijke bewijzen. Geen enkele van de belanghebbende partijen in het debat 'berging tegen opslag' is immers in staat haar standpunt te bewijzen omdat er in elk geval onzekerheden zijn. Deze onzekerheden zijn echter fundamenteel verschillend van aard.

- De *tegenstanders van de berging* hebben twijfels over de kwaliteit en de betrouwbaarheid van de argumenten die worden aangevoerd ten gunste van de berging of weigeren deze oplossing uit principe, omdat ze menen dat het afval gedurende lange tijd, zelfs zolang het een risico vormt, moet kunnen worden gecontroleerd en dat het te allen tijde moet kunnen worden teruggenomen. Ze verdedigen over het algemeen de opslag in afwachting van de ontwikkeling van een 'betere' oplossing dan de berging, bijvoorbeeld een oplossing die de mogelijkheid zou bieden de radioactiviteit te beperken of zelfs te 'neutraliseren'.
- De *voorstanders van de berging* steunen op aanzienlijke wetenschappelijke en technische kennis en zijn over het algemeen van mening dat de onzekerheden die door de tegenstanders van de berging worden aangehaald niet van dien aard zijn dat ze de gegrondheid van een bergingsoplossing ter discussie kunnen stellen. Deze wetenschappelijke en technische onzekerheden worden immers in aanmerking genomen voor alle aspecten en tijdens de hele ontwikkeling van een bergingssysteem om dit systeem robuust te maken. De voorstanders van de berging baseren hun vertrouwen in de veiligheid van de oplossing die ze aanbevelen op het feit dat de geologische formaties die ze in beschouwing nemen al miljoenen jaren stabiel zijn. Ze hebben daarentegen ernstige twijfels bij de mogelijkheid om gedurende zeer lange periodes de continuïteit te verzekeren van de acties die nodig zijn om de veiligheid van opslaginstallaties te handhaven. Ten slotte zijn ze van mening dat de geavanceerde nucleaire technologieën het niet mogelijk zullen maken 'de radioactiviteit te neutraliseren' en de noodzaak van een geologische berging niet zullen wegnemen (sectie 7.2.2.1).

Tabel 5 – Multidimensionale evaluatie van de beheeroptie 'langdurige opslag' voor het B&C-afval.

Criteria	Langdurige opslag
Definitief karakter (en verband met de mogelijkheid om het afval terug te nemen)	De opslag van afval kan, per definitie, niet definitief zijn: de levensduur van een installatie voor langdurige opslag kan gaan van 100 tot 300 jaar, mits de uitrustingen regelmatig onderhouden en vernieuwd worden, en wordt grotendeels bepaald door de duurzaamheid van de betonnen structuur. Vroeg of laat rijst dus de vraag welke beheeroplossing in de plaats moet komen. Het opgeslagen afval kan op elk moment worden teruggenomen.
Veiligheid – op kort termijn (< 100 jaar) operationeel radiologisch controleerbaarheid (rechtstreeks/onrechtstreeks) – op lange termijn (>> 100 jaar) operationeel radiologisch controleerbaarheid (rechtstreeks/onrechtstreeks)	De operationele en radiologische veiligheid van een opslaginstallatie kan worden verzekerd. De radiologische veiligheid kan echter alleen worden verzekerd door een actief beheer van de installatie (controles en onderhoud). Dergelijke installaties bestaan zowel in België als in het buitenland. Een opslaginstallatie kan en moet worden gecontroleerd tijdens de ganse duur van haar exploitatie. Deze controle kan zowel rechtstreeks (controle van de afvalcontainers) als onrechtstreeks zijn (controle van de installatie, de site en de omgeving van de site). Indien nodig, kan het afval worden teruggenomen uit de installatie. De veiligheid van een opslaginstallatie aan het einde van haar levensduur (a priori tot 300 jaar) hangt af van de beheermaatregelen die op dat ogenblik worden genomen (overbrenging van het afval naar een andere beheerinstallatie, ontmanteling van de opslaginstallatie,...).
Robuustheid ten opzichte van – de natuurlijke evoluties – de evoluties in de intrinsieke fysieke en technische stabiliteit van de oplossing – de niet-natuurlijke externe gebeurtenissen – de maatschappelijke evoluties	Door het ontwerp van de installatie, de keuze van de site en de conditionering van het afval kan een oplossing van langdurige opslag robuust worden gemaakt ten opzichte van de natuurlijke evoluties (aardbevingen, overstromingen,...), de evoluties in de intrinsieke fysieke en technische stabiliteit van de installatie en de niet-natuurlijke externe gebeurtenissen. De robuustheid van een oplossing van langdurige opslag ten opzichte van de maatschappelijke evoluties is echter gering: tekortkomingen in het actief beheer kunnen onaanvaardbare gevolgen hebben voor mens en leefmilieu. Over een periode van 100 tot 300 jaar wordt het risico van maatschappelijke verstoringen relatief beperkt geacht.
Uitvoerbaarheid – bestaan van geschikte vestigingssites – bestaan van geschikte technologieën	Er zijn veel mogelijke vestigingssites die voldoen aan de noodzakelijke vereisten (mechanische stabiliteit, klein risico op overstromingen,...) voor opslaginstallaties. Er bestaan reeds opslaggebouwen met een levensduur van ongeveer 75 tot 100 jaar. Volgens buitenlandse studies zou het mogelijk zijn de levensduur van opslaggebouwen tot ongeveer 300 jaar te verlengen, mits er onderzoek en ontwikkeling wordt gedaan op het vlak van bouwtechnieken. De opslag van bestraalde splijtstofelementen gedurende meerdere eeuwen doet evenwel de vraag rijzen van het gedrag van deze elementen over dergelijke periodes (mechanische stabiliteit, corrosie,...).

(vervolg op de volgende bladzijde)

Tabel 6 – Multidimensionale evaluatie van de beheeroptie 'geologische berging' voor het B&C-afval.

Criteria	Geologische berging
Definitief karakter (en verband met de mogelijkheid om het afval terug te nemen)	Geologische berging is een beheeroplossing die definitief kan worden (stapsgewijze sluiting van de berging, totdat het een beheersysteem wordt dat de veiligheid op passieve wijze verzekert, met een definitief karakter verbonden aan de stabiliteit, in de orde van grootte van een miljoen jaar, van de geologie). De graad van terugneembaarheid van het afval neemt af naarmate de bergingsinstallatie gesloten wordt en de kostprijs van het terugnemen stijgt stelselmatig. Zodra de bergingsinstallatie volledig gesloten is, is het terugnemen van het afval een soort <i>mining-out</i>-operatie (het heropenen van de gesloten installatie).
Veiligheid – op kort termijn (< 100 jaar) operationeel radiologisch controleerbaarheid (rechtstreeks/onrechtstreeks) – op lange termijn (>> 100 jaar) operationeel radiologisch controleerbaarheid (rechtstreeks/onrechtstreeks)	Tijdens de exploitatie is de geologische bergingsinstallatie een nucleaire installatie waarin activiteiten worden uitgevoerd die vergelijkbaar zijn met die welke in opslaginstallaties plaatsvinden (plaatsing van het afval), maar met bijkomende aspecten door het ondergrondse karakter van de operaties (liften, ventilatie, brandveiligheid, evacuatie,...). Rechtstreekse controles (rond het afval) en onrechtstreekse controles (rond de installatie) van het gedrag van de berging zijn mogelijk en noodzakelijk. Er is een geologische bergingsinstallatie voor langlevend afval in bedrijf in de Verenigde Staten (bergingsinstallatie WIPP, gebouwd in een zoutformatie). Naarmate de bergingsinstallatie gesloten wordt, evolueert het systeem van een actief systeem naar een passief systeem. Na sluiting wordt de radiologische veiligheid verzekerd door het bergingssysteem zelf (dit is het geheel gevormd door de kunstmatige barrières en de natuurlijke barrière), zoals blijkt uit de talrijke veiligheidsstudies uitgevoerd in een groot aantal landen, en vereist ze geen menselijke interventies meer. Dit belet niet dat controles (onrechtstreeks) worden verricht.
Robuustheid ten opzichte van – de natuurlijke evoluties – de evoluties in de intrinsieke fysieke en technische stabiliteit van de oplossing – de niet-natuurlijke externe gebeurtenissen – de maatschappelijke evoluties	Dankzij het ontwerp van het bergingssysteem is een geologische bergingsoplossing zeer robuust ten opzichte van de natuurlijke evoluties, de evoluties in de intrinsieke fysieke en technische stabiliteit van het systeem en de niet-natuurlijke externe gebeurtenissen. De keuze van een geschikte gastformatie en een geschikte vestigingssite speelt een belangrijke rol voor het plaatsen van het afval in een stabiel midden, buiten het bereik van natuurlijke verstoringen of evoluties. De kunstmatige barrières en de gastformatie worden zodanig gekozen dat ze, samen met het geconditioneerde afval, een zo stabiel mogelijk geheel vormen, hetgeen bijdraagt tot de intrinsieke robuustheid van het bergingssysteem. Geologische berging is bovendien zeer robuust ten opzichte van de maatschappelijke evoluties omdat het niet nodig is de bergingsinstallatie actief te beheren na het sluiten ervan. Indien de herinnering aan de locatie van de bergingsinstallatie verloren gaat, valt een risico op menselijke intrusie niet uit te sluiten.
Uitvoerbaarheid – bestaan van geschikte vestigingssites – bestaan van geschikte technologieën	De mogelijke vestigingssites voor een geologische berging zijn beperkt tot de sites waar een potentiële geologische laag aanwezig is. Op internationaal vlak worden vooral kristallijne gesteenten, zout en klei bestudeerd als mogelijke gastformaties voor een bergingsinstallatie. In België zijn grote zones met weinig verharde klei (Boomse Klei of Ieperiaanklei) aanwezig die veelbelovend zijn. Er werd aangetoond dat het mogelijk is galerijen in weinig verharde klei uit te graven met industriële middelen. De noodzakelijke technologieën voor de berging (uitgraving en bouw van ondergrondse galerijen, technologieën voor de fabricage en de plaatsing van containers,...) zijn voldoende ontwikkeld en aangetoond om in verschillende landen (met name in Finland en Zweden) te beginnen met de concrete realisatie van een bergingsinstallatie. Er bestaat een geologische bergingsinstallatie in de Verenigde Staten, namelijk de WIPP.

(vervolg op de volgende dubbele bladzijde)

Criteria	Langdurige opslag
Milieueffecten	
(zie ook SEA, hoofdstuk 9)	Op korte termijn liggen de verwachte radiologische en fysisch-chemische effecten tijdens de opslag van het afval ruim onder de wettelijke limieten. Deze bewering steunt op de ervaring met opslaginstallaties in talrijke landen.
– op korte termijn (< 100 jaar) radiologische effecten chemische effecten fysieke verstoringen (geluid,...) in beslag genomen terrein aan het oppervlak	De verwachte fysieke verstoringen zijn de klassieke effecten die verbonden zijn aan een bouwwerf. Een beperkt aantal (< 10) opslaginstallaties, die een oppervlakte van in totaal enkele tientallen hectares in beslag nemen, volstaat voor het beheer van al het B&C-afval.
– op lange termijn (>> 100 jaar) radiologische effecten chemische effecten fysieke verstoringen (geluid,...)	Op het einde van de levensduur van een installatie voor langdurige opslag zijn een nieuwe beslissing inzake langetermijnbeheer en een reeks maatregelen nodig, die een radiologische blootstelling van de toekomstige werknemers en ontmantelingsactiviteiten met zich meebrengen. De langetermijnpact hangt volledig af van deze nieuwe (toekomstige) beslissing.
Ethische aspecten	
– doorschuiven van lasten naar de toekomstige generaties	Een oplossing van langdurige opslag schuift aanzienlijke lasten (op technisch, financieel, radiologisch, beslissingsvlak, enz.) door naar de toekomstige generaties, in het bijzonder de verantwoordelijkheid om een beheeroplossing te realiseren die definitief kan worden. Ze vereist ook een kennisoverdracht van generatie op generatie.
– behoud van keuzevrijheid (aanpasbaarheid, omkeerbaarheid, terugneembaarheid) (secties 9.1.3 en 8.1.3)	Een oplossing van langdurige opslag laat de toekomstige generaties daarentegen grote keuzevrijheid inzake het beheer, inclusief de keuze om het afval terug te nemen, indien zij dit wensen.
Flexibiliteit	
– ten opzichte van de afvaltypes	Verschillende types afval kunnen worden opgeslagen in verschillende opslaggebouwen, zoals dat nu reeds het geval is, waarbij de dimensionering (bijvoorbeeld dikte van de wanden) van de gebouwen afhangt van de gevaarlijkheid van het afval.
– ten opzichte van de afvalvolumes	
– ten opzichte van een eventuele verlenging van de exploitatieduur van de centrales	De opslagcapaciteit kan worden verhoogd naargelang van de behoeften, door het uitbreiden van de bestaande gebouwen of het oprichten van nieuwe gebouwen. Een eventuele verlenging van de exploitatieduur van de bestaande kerncentrales heeft slechts een beperkte impact op de benodigde opslagcapaciteit (Tabel 7 in sectie 10.2.2). Voor de langdurige opslag is er flexibiliteit voor wat de plaats van uitvoering betreft.
Safeguards / beveiliging	
	De bestaande maatregelen en technieken voor beveiliging en <i>safeguards</i> (dit wil zeggen toezicht op de site en de installaties, en controle en inspectie van de site en de installaties met splijtstoffen) die momenteel worden toegepast op internationaal vlak (IAEA en Euratom) voor de tijdelijke opslag van radioactief afval, inclusief bestraalde splijtstoffen, blijven van toepassing.
Kostprijs	
– kan worden berekend	De kostprijs van opslaginstallaties kan worden berekend. Maar aangezien de opslag geen definitieve beheeroplossing is, dekt de aldus berekende kostprijs niet de kostprijs van een oplossing die definitief kan worden en vormt hij dus slechts een fractie van de totale kostprijs van het beheer.
– mogelijkheid om een financieringsmechanisme vast te stellen	Een oplossing van langdurige opslag kan worden gefinancierd door het bestaande mechanisme van het fonds op lange termijn, maar met grote onzekerheid op het vlak van de dekking van de kosten van de oplossing die definitief kan worden en die na de opslag gerealiseerd moet worden.

Criteria	Geologische berging
Milieueffecten	
(zie ook SEA, hoofdstuk 9)	Op korte termijn liggen de verwachte radiologische en fysisch-chemische effecten van een geologische berging ruim onder de wettelijke limieten.
– op korte termijn (< 100 jaar) radiologische effecten chemische effecten fysieke verstoringen (geluid,...) in beslag genomen terrein aan het oppervlak	De verwachte fysieke verstoringen zijn de klassieke effecten die verbonden zijn aan een bouwwerk, aan de uitgraving en aan de exploitatie van een ondergrondse installatie gedurende een periode van verscheidene decennia en aan de exploitatie van bovengrondse installaties, zoals installaties voor postconditionering (sectie 8.1.2). Het in beslag genomen terrein zou ongeveer 75 hectaren groot zijn.
– op lange termijn (>> 100 jaar) radiologische effecten chemische effecten fysieke verstoringen (geluid,...)	Op lange termijn tonen alle studies, in België en in het buitenland, aan dat een goed ontworpen en gerealiseerd geologisch bergingssysteem ervoor kan zorgen dat de verwachte radiologische en fysisch-chemische effecten onder de wettelijke limieten blijven. De radiologische impact op lange termijn (over tienduizenden jaren) op de directe omgeving van de bergingsinstallatie zal meer dan waarschijnlijk ver onder het niveau van de natuurlijke radioactiviteit in de omgeving liggen.
Ethische aspecten	
– doorschuiven van lasten naar de toekomstige generaties	Door een principebeslissing te nemen ten gunste van geologische berging kan het doorschuiven van lasten (op technisch, financieel, radiologisch, beslissingsvlak, enz.) naar de toekomstige generaties worden beperkt. Na het sluiten van de bergingsinstallatie zijn de beheeractiviteiten gering en beperkt tot controles van de omgeving van de installatie en tot het overdragen van de kennis van generatie op generatie. Het bergingssysteem kan de veiligheid verzekeren, zelfs in geval van stopzetting van deze activiteiten. Het doel is echter de kennisoverdracht voort te zetten en vooral de herinnering aan het bestaan van de geologische bergingsinstallatie in stand te houden zolang het nodig wordt geacht.
– behoud van keuzevrijheid (aanpasbaarheid, omkeerbaarheid, terugneembaarheid) (secties 9.1.3 en 8.1.3)	De graad van terugneembaarheid van het afval neemt af naarmate de bergingsinstallatie gesloten wordt en de kostprijs van het terugnemen stijgt stelselmatig.
Flexibiliteit	
– ten opzichte van de afvaltypes	Tot op heden hebben de studies geen enkel onoverkomelijk obstakel aan het licht gebracht voor de geologische berging van de verschillende bestaande en geplande types van B&C-afval. Een geologische bergingsinstallatie kan zodanig worden ontworpen en geëxploiteerd dat afval met verschillende kenmerken in aparte delen van de bergingsinstallatie en eventueel na elkaar kan worden geplaatst.
– ten opzichte van de afvalvolumes	De oppervlakte van een geologische bergingsinstallatie is zeer beperkt (enkele tientallen hectares) ten opzichte van de laterale continuïteit die geboden wordt door verschillende mogelijke geologische formaties die in België aanwezig zijn, zodat de capaciteit van de installatie zo nodig kan worden vergroot.
– ten opzichte van een eventuele verlenging van de exploitatieduur van de centrales	Eén enkele bergingsinstallatie volstaat voor al het B&C-afval dat in België geproduceerd wordt in het kader van het huidige elektronucleaire programma en in geval van verlenging van de exploitatieduur van de bestaande kerncentrales.
Safeguards / beveiliging	
	De beveiligingscontroles zijn mogelijk aan de hand van klassieke technieken. De <i>safeguards</i> maatregelen die moeten worden toegepast op een bergingsinstallatie worden momenteel ontwikkeld in het kader van internationaal overleg en uitvoering (IAEA en Euratom). Het feit dat het afval zich op diepte bevindt, versterkt de <i>safeguards</i> - en beveiligingsaspecten, en dit des te meer wanneer de installatie gesloten is.
Kostprijs	
– kan worden berekend	De kostprijs van een geologische berging kan worden berekend. Aangezien de geologische berging een oplossing is die definitief kan worden, vormt de aldus berekende kostprijs in principe de totale kostprijs van het langetermijnbeheer (rekening houdend met de eventuele voorwaarden, bijvoorbeeld inzake terugneembaarheid, controleerbaarheid en kennisoverdracht).
– mogelijkheid om een financieringsmechanisme vast te stellen	Een oplossing van geologische berging kan worden gefinancierd door het bestaande mechanisme van het fonds op lange termijn.

Een geologische bergingsinstallatie die geleidelijk wordt ontwikkeld, gerealiseerd en afgesloten, eventueel na een periode van controles *in situ*, vormt volgens NIRAS de enige geschikte beheeroplossing om mens en milieu langdurig te beschermen tegen de risico's verbonden aan het B&C-afval en om het doorschuiven van lasten naar de toekomstige generaties tot een minimum te beperken terwijl hun tegelijkertijd bepaalde keuzemogelijkheden worden gelaten, in het bijzonder op het vlak van de controle van de bergingsinstallatie (aard en duur — sectie 8.1.3.2), de planning voor de sluiting, het eventueel terugnemen van het afval (sectie 8.1.3.1) en de overdracht van kennis aan de generaties die na hen zullen komen (sectie 8.1.3.3).

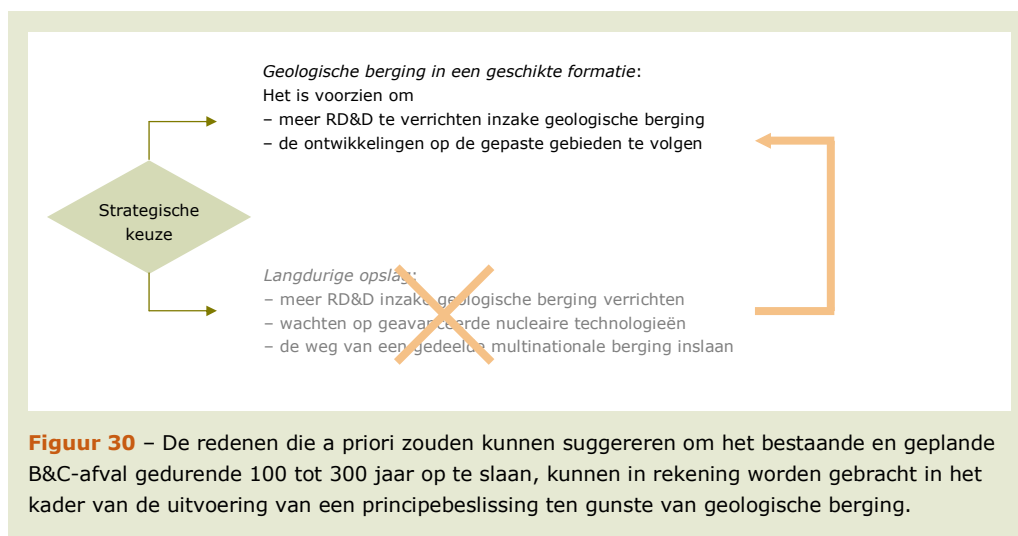
Naast het feit dat een oplossing van opslag gedurende een periode van 100 tot 300 jaar aanzienlijke nadelen biedt ten opzichte van deze van geologische berging, is geen enkele van de redenen die a priori zouden kunnen worden ingeroepen om de noodzaak van een dergelijke opslag te rechtvaardigen, echt doorslaggevend volgens NIRAS (sectie 7.2.2.1). Wat de geologische berging betreft, en rekening houdend met de geologische formaties die aanwezig zijn in België en met de beschikbare kennis, is NIRAS van mening dat de weinig verharde klei (Boomse Klei en Ieperiaanklei) de beste perspectieven biedt voor de realisatie van de berging (sectie 7.2.2.2).

7.2.2.1 Geen enkele van de redenen die a priori zouden kunnen suggereren om het bestaande en geplande B&C-afval gedurende 100 tot 300 jaar op te slaan, rechtvaardigt het uitstellen van een principebeslissing ten gunste van de geologische berging

De redenen die zouden kunnen suggereren om een principebeslissing ten gunste van een oplossing van het type 'geologische berging' uit te stellen en de voorkeur te geven aan een verdere opslag (gedurende a priori 100 tot 300 jaar) van het bestaande en geplande B&C-afval, zijn de volgende:

- de tijd nemen om meer RD&D te verrichten op het vlak van de geologische berging, om de huidige onzekerheden weg te nemen of ten minste te reduceren en/of om bijvoorbeeld diepe boorgaten te evalueren;
- wachten op de industriële uitvoering van geavanceerde nucleaire technologieën, in de veronderstelling dat deze technologieën het volume en de gevaarlijkheid van het afval dat in aanmerking komt voor geologische berging zullen beperken;
- de weg inslaan van een gezamenlijke ontwikkeling, met andere landen, van een gedeelde geologische bergingsinstallatie.

Zoals hieronder uiteengezet, rechtvaardigt geen enkele van deze redenen het uitstellen van een principebeslissing ten gunste van de geologische berging. Het feit dat een dergelijke beslissing nu wordt genomen, sluit evenwel niet uit dat de RD&D wordt voortgezet om de geologische bergingsoplossing verder te ontwikkelen en de realisatie ervan voor te bereiden. Dit is daarentegen onontbeerlijk en gepland (sectie 8.1.6). Een dergelijke beslissing maakt het trouwens mogelijk de ontwikkelingen op de gepaste gebieden te volgen (Figuur 30). Deze opvolging is nodig in het kader van een stapsgewijs en aanpasbaar besluitvormingsproces, zoals het proces dat gepaard zal gaan met de ontwikkeling en realisatie van deze oplossing (sectie 9.1).



In zijn advies over het ontwerp van Afvalplan en over het SEA bevestigt het FANC bovendien het standpunt van NIRAS, door zich tegenstander te verklaren van elke vorm van bovengrondse opslag, behalve tijdelijke opslag zoals die vandaag wordt toegepast [109].

"Het bovengronds opslaan van hoogradioactief en/of langlevend afval (categorie B&C afval), hetzij in afwachting van de ontwikkeling van nieuwe technieken, hetzij eeuwigdurend, is onverantwoord gezien:

- *Dit een permanente en langdurige belasting zou betekenen voor de toekomstige generaties;*
- *Dit zou noodzaken dat de kennis terzake aanwezig blijft en de opleidingen daartoe blijvend georganiseerd worden;*
- *Het potentiële risico op malafide praktijken hoger is dan voor andere opties (niet oppervlakte) gezien de bereikbaarheid van de materialen aan de oppervlakte;*
- *Het volume radioactieve stoffen door herverpakking alleen maar zou toenemen en er dus steeds meer opslagcapaciteit dient beschikbaar gesteld te worden in functie van tijd;*
- *Het feit dat hoe dan ook een definitieve oplossing dient gezocht te worden voor het ultiem radioactief afval, en waarbij het niet nemen vandaag van een beslissing voor dit type afval, zou neerkomen op het doorschuiven van de verantwoordelijkheid naar de toekomstige generaties.*

De eeuwigdurende opslag wordt bovendien internationaal niet als referentie-oplossing beschouwd voor het langetermijnbeheer van dit type afval."

Meer RD&D inzake geologische berging verrichten

De oplossing van geologische berging die sinds meer dan 30 jaar bestudeerd wordt in België heeft, volgens NIRAS, een voldoende graad van technische maturiteit bereikt om het voorwerp te zijn van een principebeslissing, zoals uiteengezet in hoofdstuk 8. Op internationaal vlak bestaat trouwens een ruime consensus over de gegrondheid van dit type van oplossing (Kader 12 in sectie 7.2.2).

Het uitstellen van een principebeslissing ten gunste van de geologische berging om meer RD&D te verrichten zou geen enkel doorslaggevend voordeel bieden op het vlak van het beheer. De RD&D-activiteiten zullen in ieder geval na de principebeslissing worden voortgezet en met name betrekking hebben op het reduceren van de resterende technische en wetenschappelijke onzekerheden en op het bevestigen en verfijnen van de verworven kennis en ervaring.

NIRAS is bijgevolg van mening dat het niet nodig is meer RD&D inzake geologische berging te verrichten om de regering in staat te stellen een principebeslissing te nemen ten gunste van deze oplossing; de RD&D-activiteiten zullen uiteraard worden voortgezet na het nemen van de principebeslissing.

Wachten op de toepassing van geavanceerde nucleaire technologieën

De geavanceerde nucleaire technologieën vormen als dusdanig geen oplossing voor de problematiek van het langetermijnbeheer van het B&C-afval, noch vandaag noch morgen (zie SEA, sectie 7.2.2, en, bijvoorbeeld, [79, 82, 102, 105, 106, 110, 111, 112]):

- geavanceerde nucleaire technologieën zullen immers geen enkele bijdrage leveren tot het langetermijnbeheer van het afval van categorie B en het opwerkingsafval van categorie C dat reeds bestaat en waarvan de productie gepland is, omdat dit afval te weinig valoriseerbare stoffen bevat om de extractie ervan te verantwoorden vanuit economisch en technisch oogpunt en op het vlak van de veiligheid;
- geavanceerde nucleaire technologieën en het onderzoek op dit gebied zullen zelf leiden tot de productie van uitiem hoogactief en langlevend afval, dat op lange termijn beheerd zal moeten worden.

NIRAS is bijgevolg van mening dat niet moet worden gewacht op de industriële toepassing van geavanceerde nucleaire technologieën om te beslissen over een beheeroplossing op lange termijn voor het bestaande B&C-afval en het B&C-afval waarvan de productie gepland is, hoofdzakelijk in het kader van het huidige elektronucleaire programma.

Dit gezegd zijnde, beogen geavanceerde nucleaire technologieën, in een context van elektriciteitsproductie, vooral een efficiënter gebruik van de splijtstoffen, met name door de actiniden (U, Pu, Am, Cm en Np) maximaal te recyclen. Ze beletten dus dat deze actiniden terechtkomen in het radioactieve afval dat geproduceerd wordt in het kader van deze geavanceerde cycli en verminderen dus de gevaarlijkheid van dit toekomstig afval. De bijdrage van geavanceerde nucleaire technologieën voor het langetermijnbeheer van radioactief afval, die momenteel onmogelijk te voorzien is, zal desgevallend in deze context moeten worden beschouwd.

Er dient opgemerkt dat

- het niet zeker is dat geavanceerde nucleaire technologieën met een doorgedreven recyclage van alle actiniden op industriële schaal kunnen worden toegepast;
- de industriële toepassing van deze technologieën een geheel van installaties zou vereisen dat, voor een land als België, enkel op internationaal vlak kan worden beschouwd (vooral nieuwe elektronucleaire reactoren, installaties voor de productie van brandstof voor deze nieuwe reactoren en opwerkingsinstallaties);
- de industriële toepassing van deze technologieën de ontwikkeling en het behoud impliceert van geavanceerde nucleaire cycli (inclusief doorgedreven opwerking) gedurende lange periodes (ongeveer een eeuw) vooraleer ze het gevaar van het geproduceerde radioactieve afval aanzienlijk kunnen verminderen;
- er momenteel geen enkele nauwkeurige raming bestaat van de types en de volumes secundair afval die door deze technologieën zouden worden gegenereerd (exploitatieafval, ontmantelingsafval,...) en het niet onmogelijk is dat deze technologieën aan belang zullen inboeten door de productie van dit nieuwe afval;
- de toepassing van deze technologieën op bestraalde commerciële splijtstoffen van het huidige nucleaire park, waarvan het beheerbeleid niet gekend is, a priori kan worden overwogen.

Hoewel geavanceerde nucleaire technologieën geen enkele bijdrage zullen leveren tot het langetermijnbeheer van het bestaande en geplande geconditioneerde afval, is NIRAS dus van mening dat de nationale en internationale ontwikkelingen op dit gebied moeten worden gevolgd omdat, enerzijds, het beleid voor het beheer van de bestraalde commerciële splijtstoffen van het huidige nucleaire park nog niet gekend is en, anderzijds, de specifieke onderzoeksinstallaties voor deze technologieën zelf afval zullen produceren dat op lange termijn beheerd zal moeten worden.

De weg van een gedeelde multinationale bergingsinstallatie inslaan

Volgens het Gezamenlijk Verdrag dat België heeft bekrachtigd, is elk land verantwoordelijk voor het beheer van zijn eigen radioactief afval. Aangezien NIRAS in staat is een oplossing voor te stellen — de geologische berging — die zij veilig en uitvoerbaar acht voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval (hoofdstuk 8), is zij van mening dat dit afval op lange termijn kan en moet worden beheerd op Belgisch grondgebied (zie ook sectie 8.3). NIRAS is er inderdaad van overtuigd dat

- de toekomstige RD&D de huidige kennis en ervaring zal bevestigen en verfijnen (sectie 8.1.6),
- het mogelijk zal zijn om in België een geschikte site te vinden voor de realisatie van een geologische berging (sectie 9.2),
- de (nucleaire en niet-nucleaire) vergunningen die nodig zijn voor de realisatie van een geologische berging op Belgisch grondgebied zullen kunnen worden verkregen (sectie 9.2).

Een eventuele beheeroplossing die door verschillende landen wordt gedeeld, zou, volgens de tendens die zich aftekent op internationaal vlak, een oplossing van

geologische berging zijn (zie SEA, bijlage D). Hoewel een gedeelde bergingsinstallatie economisch voordelig kan zijn voor de betrokken landen, vooral voor de landen die heel weinig radioactief afval te beheren hebben, wijst alles erop dat de ontwikkeling van een gedeelde bergingsinstallatie tot de fase van realisatie van de berging veel langer zou duren dan de tijd die nog nodig is om de fase van realisatie van een geologische berging in België te bereiken. Het zou met name niet alleen noodzakelijk zijn een gepast werkkader — in het bijzonder voor de juridische dimensie — op internationaal vlak te ontwikkelen en de nodige akkoorden af te sluiten, maar het proces van de keuze van een site zou waarschijnlijk ook complex zijn. Een bijzonder delicaat punt zou dat van de verdeling van de verantwoordelijkheden zijn: wie zou verantwoordelijk zijn voor het bestaande afval dat geborgen wordt? wie zou verantwoordelijk zijn voor het beheer en de veiligheid van de bergingsinstallatie? wie zou verantwoordelijk zijn indien het afval teruggenomen moet worden uit de bergingsinstallatie? ...

Tot slot zou de deelname van België aan de ontwikkeling van een gedeelde multinationale bergingsinstallatie moeten beantwoorden aan het wederkerigheidsprincipe. Met andere woorden, indien België in een logica van een gedeelde bergingsinstallatie stapt, bestaat de mogelijkheid dat zijn afval zou kunnen worden geborgen in het buitenland, maar ook dat de gedeelde bergingsinstallatie zou kunnen worden gebouwd op Belgisch grondgebied. In dat geval zou België dus het afval ontvangen van de andere landen die partij zijn bij het multinationale akkoord.

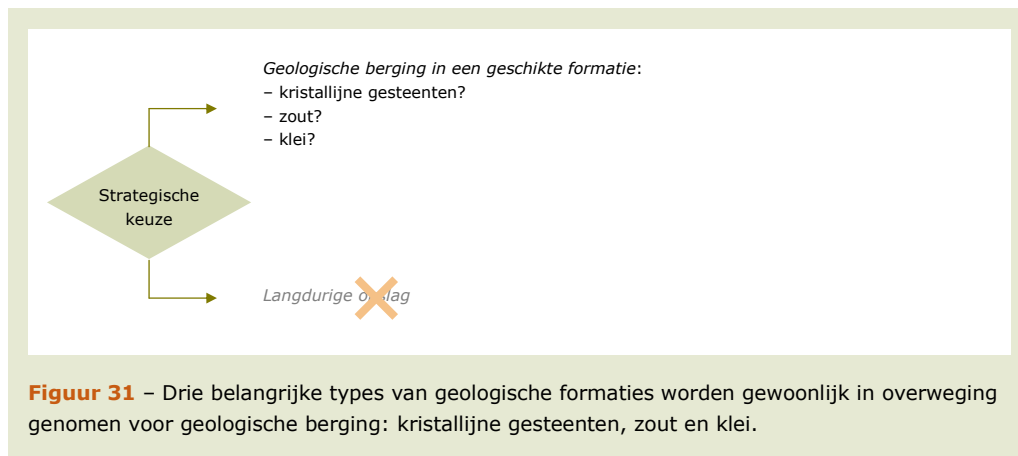
NIRAS is dus van mening dat het Belgische radioactieve afval moet worden beheerd in België. Vermits zij in staat is een beheeroplossing op lange termijn voor te stellen die zij tegelijk veilig en uitvoerbaar acht, is er geen reden om het afval op te slaan in het vooruitzicht dat België zich aansluit bij een gedeelde multinationale bergingsinstallatie. Een opvolging, via de internationale instanties, van de ontwikkelingen inzake gedeelde multinationale bergingsinstallaties is evenwel wenselijk om het beleid ter zake en de eventuele impact ervan op het Belgische programma te begrijpen.

7.2.2.2 Van de geologische formaties die aanwezig zijn in België biedt weinig verharde klei (Boomse Klei en Ieperiaanklei) de beste perspectieven voor de berging

Om een bergingsinstallatie voor hoogactief en/of langlevend afval te kunnen ontvangen, dient een geologische formatie verschillende van de volgende kenmerken te vertonen [113]: grote stabiliteit bezitten, voldoende homogeen zijn om met vertrouwen gekarakteriseerd te kunnen worden, een geochemie bezitten die de kunstmatige barrières en het afval beschermt tegen snelle aantasting, in staat zijn het transport tegen te houden van de radionucliden en de chemische contaminanten die uiteindelijk uit het afval en de kunstmatige barrières zullen vrijkomen, voldoende dik en diep zijn om het afval naar behoren te isoleren, de bouw van ondergrondse installaties mogelijk maken en geen natuurlijke hulpbronnen bevatten waarvan de ontginning economisch aantrekkelijk zou zijn. Het niet vertonen van één van deze kenmerken leidt echter niet noodzakelijk tot de uitsluiting van een mogelijke gastformatie. Men moet inderdaad kijken naar de bescherming die, nu en in de toekomst, geboden wordt aan mens en milieu door het bergingssysteem in zijn geheel, dit wil zeggen door de combinatie van het afval, de kunstmatige barrières en de geologische gastformatie. Om deze reden wordt steeds meer belang gehecht aan de veiligheidsanalyses van het bergingssysteem

in zijn geheel, dan de strikte naleving van alle gunstige geologische kenmerken. Een bergingssysteem kan dus worden ontwikkeld naargelang van zijn context (geologisch, reglementair, lokale maatschappelijke eisen,...).

Inzake geologische berging worden doorgaans drie belangrijke types van geologische formaties beschouwd: kristallijne gesteenten, zout en klei (Figuur 31) [89, 114, 115]. In de praktijk groepeerst elk type een min of meer breed spectrum van geologische formaties. Onder de benaming 'klei' vindt men meer bepaald een ononderbroken geheel van weinig verharde klei zoals Boomse Klei of Ieperiaanklei en verharde klei zoals klei uit het Calloviaan-Oxfordiaan, die in Frankrijk gekozen werd als gastformatie, of Opalinusklei die in Zwitserland gekozen werd om er een bergingsinstallatie in onder te brengen. Schievers omvatten een zeer grote verscheidenheid van sedimentaire gesteenten die min of meer aanzienlijke mineralogische en structurele veranderingen hebben ondergaan. Naargelang van de omvang van deze veranderingen vertonen ze enige gelijkenis met verharde klei (met uitgesproken schiefersplicing), ofwel met kristallijne gesteenten. De overwogen dieptes bedragen enkele honderden meters.



Tussen 1976 en 1979 werd een studie verricht onder de vlag van de Europese commissie waarbij, op basis van de bestaande bibliografische informatie, een Europese catalogus werd opgemaakt van de formaties die gunstig zijn voor geologische berging [115]. Bij het uitwerken van deze catalogus werden geologische criteria toegepast die afgeleid waren van de internationale aanbevelingen van toen, met name van het IAEA [114]. De methodologie die gevolgd werd voor het opstellen van de Europese catalogus werd vervolgens toegepast op België. Op basis daarvan werden enkel kleiformaties in aanmerking genomen: formaties samengesteld uit schievers en formaties bestaande uit plastische, weinig verharde gesteenten, namelijk de Boomse Klei en de Ieperiaanklei [116]. Dit bevestigde de voorkeur die het SCK•CEN een paar jaar eerder had gegeven aan de studie van weinig verharde kleiformaties, in het bijzonder aan de studie van de Boomse Klei (sectie 8.1.1). In België treft men geen equivalent aan voor de klei uit het Calloviaan-Oxfordiaan of de Opalinusklei die respectievelijk in Frankrijk en in Zwitserland gekozen werden als gastformaties.

Regelmatig, en in het bijzonder in het kader van de voorbereiding van het SEA, heeft NIRAS de relevantie opgewaardeerd van de besluiten die in 1979 werden getrokken bij de opstelling van de Belgische catalogus van de geologische formaties die gunstige

kenmerken vertonen voor de berging. Daarbij hield ze rekening met de beschikbare gegevens en richtlijnen ter zake (bijvoorbeeld [113]). De belangrijkste lessen die hieruit kunnen worden getrokken, zijn de volgende.

Kristallijne en zoutformaties

De kristallijne formaties en de zoutformaties werden niet in aanmerking genomen in de Belgische catalogus van 1979. Dit standpunt geldt nog altijd.

- Recent onderzoek heeft aangetoond dat er vermoedelijk een belangrijke *massa kristallijne gesteenten* aanwezig is in de diepe kern van het Massief van Brabant. De kenmerken ervan blijven grotendeels onbekend omdat er nooit een boring tot aan de kristallijne massa is uitgevoerd. Omdat deze massa op meer dan twee kilometer diepte ligt, in een complexe en zeer oude geologische structuur, is een grondige karakterisering van deze gesteenten moeilijk en is de mijnbouwkundige uitvoerbaarheid onzeker [117].
- *Zoutformaties* zijn op grote diepte (600 m tot 3 km) aanwezig in België (Kempens bekken en zuiden van het Massief van Brabant). Het gaat voornamelijk om discontinue intercalaties binnen andere formaties, waarvan sommige onderhevig zijn aan oplossingsverschijnselen. Beide kenmerken vormen onoverkomelijke obstakels voor een mogelijke gastformatie [118].

Schieferige formaties

Schiefers (Figuur 32) waren opgenomen in de Belgische catalogus die in 1979 opgesteld werd onder toezicht van de Europese commissie. Hoewel ze mogelijk gunstig zijn als gastformaties heeft het SCK•CEN ze destijds verworpen ten voordele van weinig verharde kleiformaties, met name de Boomse Klei, onder meer omdat ze op Belgisch grondgebied zeer heterogene kenmerken vertonen en zeer slecht gekend zijn in de diepte. De herziening die NIRAS drie decennia na deze eerste studie heeft gemaakt met de hulp van een panel van deskundigen toont aan dat deze besluiten actueel blijven. Ze laten evenwel niet toe schiefers a priori uit te sluiten als mogelijke gastformaties [119].

De schiefers die ontstaan zijn uit de transformatie van sedimentaire kleihoudende gesteenten vertonen namelijk een aantal eigenschappen waarvan vermoed wordt dat ze gunstig zijn om een geologische bergingsinstallatie te ontvangen. Ze vertonen echter ook mogelijk ongunstige eigenschappen en/of eigenschappen die hun karakterisering bemoeilijken.

Belangrijkste *vermoedelijk* gunstige eigenschappen van schiefers:

- Schiefers kunnen lokaal op grote dieptes en over belangrijke diktes voorkomen maar zijn tegelijkertijd mechanisch robuust, waardoor een goede isolatie van de geologische bergingsinstallatie mogelijk moet zijn.
- Door de zeer brede ruimtelijke spreiding van schiefers in België zouden talrijke mogelijke bergingssites in overweging kunnen worden genomen.
- Ondanks de veranderingen die de kleimineralen hebben ondergaan als gevolg van de regionale geologische geschiedenis zouden sommige schiefers mogelijk het

vermogen kunnen behouden hebben om radionucliden vast te houden (retentievermogen).

- De schieferhoudende geologische barrière zou slechts licht verstoord worden (bijvoorbeeld op mechanisch vlak) door de aanwezigheid van een berging.

Belangrijkste ongunstige eigenschappen van schiefers:

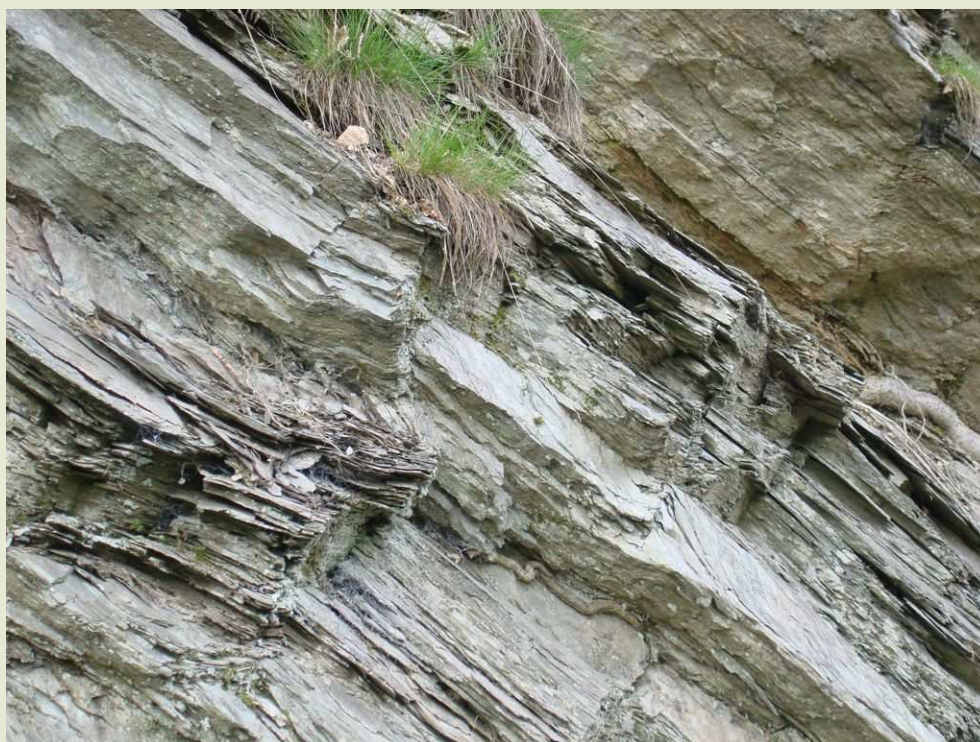
- Schiefers bevatten zeer diverse kleihoudende sedimentaire gesteenten die een min of meer grote mineralogische verandering hebben ondergaan tijdens de regionale geologische geschiedenis, waardoor deze gesteenten erg heterogeen en variabel zijn.
- Schiefers komen doorgaans voor in complexe geologische middens.
- Schiefers vertonen talrijke (sedimentaire en/of metamorfe) structuren die watergeleidend zouden kunnen blijken. De aanwezigheid van dergelijke structuren (schiefersplicing, breuken,...) zou de transportverschijnselen doorheen de formatie kunnen versnellen en de modellering ervan sterk kunnen bemoeilijken.
- De heterogeniteit en de variabiliteit van de schiefers, de aanwezigheid van sedimentaire en/of metamorfe structuren en het complexe geologische midden waarin ze voorkomen, zouden hun karakterisering vanaf de oppervlakte bemoeilijken. De mogelijkheid om de gegevens die op één plaats worden verworven op een andere plaats over te brengen, zou daardoor gekenmerkt worden door talrijke onzekerheden. Voor een grondige karakterisering van elke overwogen locatie zouden dus talrijke boringen moeten worden uitgevoerd. Dit zou bovendien, in zekere mate, een invloed kunnen hebben op de gunstige eigenschappen van de schiefers (inzonderheid hun isolatie- en insluitingsvermogen).
- Ook al hebben schiefers die slechts een lichte metamorfose hebben ondergaan een zeker vermogen tot zelfdichting behouden, is dit vermogen waarschijnlijk gering of zeer gering.
- Vele schieferhoudende formaties die in België aanwezig zijn, zijn rijk aan steenkool.

Rekening houdend met wat voorafgaat, zouden talrijke specifieke verkennings- en karakteriseringscampagnes nodig zijn om de gunstige eigenschappen van schiefers als gastformatie te bevestigen. Gelet op de bijzondere kenmerken van deze gesteenten en van hun omgeving zouden deze campagnes, indien ze bovengronds werden uitgevoerd, gekenmerkt worden door talrijke onzekerheden. Door de grote variabiliteit en de moeilijkheid om de kennis van de ene plaats naar de andere over te brengen, lijkt de meest geschikte manier om schiefers te onderzoeken met het oog op een mogelijke geologische berging, zich te concentreren op een of meer sites in plaats van ze op grote schaal te karakteriseren. Hierbij dient overigens opgemerkt dat vele schieferhoudende formaties watervoerend zijn in het deel dat zich nabij de oppervlakte bevindt.

Bovendien onderzoekt momenteel geen enkel land formaties die vergelijkbaar zijn met de schiefers die in België voorkomen, met hun complexe geologische omgeving, als mogelijke gastformatie voor geologische berging. Indien NIRAS ertoe gebracht zou worden schiefers te bestuderen als mogelijke gastformatie, zouden de kennis en ervaring die in het kader van het Belgische programma en in dat van buitenlandse programma's verworven werden op het vlak van de geologische berging bijgevolg slechts in zeer beperkte mate gebruikt kunnen worden. Dit zou er onvermijdelijk toe leiden dat een nieuw concept voor geologische berging moet worden ontwikkeld dat

aangepast is aan de bijzondere geologische kenmerken van schiefers (onder meer de aanwezigheid van mogelijk watergeleidende structuren). Dit zou belangrijke gevolgen hebben, zowel voor de planning van de ontwikkeling van een geologische bergingsoplossing als voor de kostprijs ervan. Dit zou ten koste van de studies over de klei gaan en onder meer een verlies aan kennis en continuïteit betekenen.

Hoewel schiefers een mogelijk alternatief voor weinig verharde klei kunnen vormen als gastformatie voor een geologische bergingsinstallatie, is NIRAS van mening dat de perspectieven en de mogelijke problemen van dien aard zijn dat een investering op het vlak van RD&D momenteel niet verantwoord is. NIRAS zal de evaluatie van de schiefers als gastformatie voortzetten op basis van de bestaande kennis en de (preliminaire) eisen die het FANC momenteel aan het uitwerken is. Het lijkt eveneens aangewezen om de evolutie van de kennis van schieferhoudende formaties als dusdanig en als mogelijke gastformaties te volgen, om te beschikken over een oplossing op Belgisch grondgebied waarop men kan terugvallen indien weinig verharde klei uiteindelijk zou worden verworpen.



Figuur 32 – Dagzoom van schiefers in de Ardennen die de typische schieferspleijting laat zien (bron: Prof. M. Sintubin, KUL).

Weinig verharde kleiformaties (Boomse Klei en Ieperiaanklei)

Volgens de uitgevoerde herevaluatie vertoont weinig verharde klei (Boomse Klei en Ieperiaanklei) zeer gunstige eigenschappen voor het insluiten van het afval en het vastzetten van de radionucliden en chemische contaminanten, en is ze gemakkelijker te

karacteriseren dan schiefers. Weinig verharde klei vertoont tot dusver geen onoverkomelijke obstakels als mogelijke gastformatie en laat veel vrijheid in de keuze van een bergingssite (zie ook hoofdstuk 8).

- De Boomse Klei is een klei die 35 miljoen jaar geleden werd afgezet en die men aantreft in de ondergrond van het noordoosten van België (Kempens bekken). De dikte en de diepte van deze kleilaag nemen toe naar het noordoosten. Deze klei wordt gekenmerkt door een eenvoudige geometrie en een zeer grote laterale continuïteit, die de karakterisering ervan vergemakkelijkt (Figuur 33) [120]. Ze heeft een groot vermogen om zichzelf te dichten en de radionucliden en chemische contaminanten vast te zetten (sectie 8.1.4). Door haar plasticiteit dienen wel een aantal voorzorgen genomen te worden tijdens ondergrondse uitgravingen (sectie 8.1.1).
- De Ieperiaanklei werd 55 à 49 miljoen jaar geleden afgezet. Men treft ze aan in de ondergrond van het gehele noorden van België (sectie 8.1.5). Zoals de Boomse Klei vertoont de Ieperiaanklei een eenvoudige geometrie. Ze wordt echter gekenmerkt door een grotere laterale en verticale heterogeniteit (Figuur 33). Zo is de Ieperiaanklei in het westen van het land zeer kleihoudend, terwijl de Ieperiaanklei in de Kempen hoofdzakelijk zanderig is [121]. Enkel in het uiterste noordwesten van het land wordt Ieperiaanklei aangetroffen met een geschikte lithologie, dikte en diepte voor de berging.

Een aandachtspunt voor de weinig verharde klei in België is de aanwezigheid van watervoerende lagen in haar onmiddellijke geologische omgeving.

NIRAS is dus van mening, enerzijds, dat weinig verharde klei meer in staat is te voldoen aan de eisen die doorgaans op internationaal vlak opgelegd worden aan gastformaties [114] en aan de (preliminaire) eisen die het FANC momenteel aan het uitwerken is en, anderzijds, dat de voortzetting van de RD&D over de Boomse Klei en de Ieperiaanklei als mogelijke gastformaties de meest aangewezen weg is om de bemoedigende resultaten van het Belgische programma ten volle te benutten.



Figuur 33 – Links, algemeen beeld van een kleigroeve (Kruibeke) waar de karakteristieke strooksgewijze structuur van de Boomse Klei te zien is; rechts, algemeen beeld van een kleigroeve (Marke) waar dezelfde strooksgewijze structuur in de Ieperiaanklei te zien is, maar met structurele onderbrekingen (breuken).



8 Geologische berging in weinig verharde klei (Boomse Klei of Ieperiaanklei) als technische oplossing die NIRAS aanbeveelt voor het langetermijnbeheer

De technische oplossing die NIRAS aanbeveelt voor het langetermijnbeheer van het bestaande B&C-afval en het B&C-afval waarvan de productie gepland is, hoofdzakelijk in het kader van het huidige elektronucleaire programma, is de *geologische berging in weinig verharde klei (Boomse Klei of Ieperiaanklei)* (sectie 8.1) *in één enkele installatie* (sectie 8.2) *op Belgisch grondgebied* (sectie 8.3), *en dit zodra mogelijk*, rekening houdend met het feit dat het tempo van de ontwikkeling en realisatie van de oplossing afhankelijk is van de wetenschappelijke en technische maturiteit ervan en van het maatschappelijke draagvlak dat ervoor bestaat (sectie 8.4). Deze oplossing heeft een voldoende geavanceerde graad van maturiteit bereikt om het voorwerp te kunnen zijn van een principebeslissing. Ze moet evenwel het voorwerp zijn van aanvullende RD&D-activiteiten, die geleidelijk van aard zullen veranderen en zullen evolueren naar de bevestiging en verfijning van de verworven kennis en ervaring, de voorbereiding van de industriële realisatiefase en de voorbereiding van de vergunningsaanvraagdossiers.

Deze technische oplossing past in het kader van een besluitvormingsproces dat de technische en maatschappelijke aspecten omvat (hoofdstuk 9). De ontwikkeling en realisatie van deze oplossing gaan gepaard met voorwaarden die voortvloeien uit de maatschappelijke consultatie die op initiatief van NIRAS werd georganiseerd en uit de wettelijke raadpleging (sectie 8.1.3).

8.1 Geologische berging in weinig verharde klei (Boomse Klei of Ieperiaanklei)

Het programma van NIRAS inzake geologische berging, dat zich thans in het stadium van methodologisch RD&D bevindt, is gericht op de Boomse Klei in Mol-Dessel, zonder evenwel vooruit te lopen op de site waar de berging eventueel zal worden gerealiseerd; de Ieperiaanklei wordt bestudeerd als alternatieve gastformatie. Het RD&D-programma is onontbeerlijk omdat het te ontwerpen bergingssysteem uniek van aard is, met name omdat het voor een maximale afstemming dient te zorgen tussen het afval dat geborgen moet worden, de kunstmatige barrières en de gastformatie. NIRAS heeft daarom voor

een voorzichtige, systematische en stapsgewijze aanpak gekozen, om er zeker van te zijn dat er geen onoverkomelijke obstakels zijn, zowel wat de veiligheid (operationele en langetermijnveiligheid, klassieke en radiologische veiligheid) als wat de uitvoerbaarheid betreft.

Het veelbelovende karakter van de wetenschappelijke en technische resultaten die België sinds de jaren zeventig heeft verkregen op het vlak van de geologische berging in weinig verharde klei, met name in de Boomse Klei, werd sindsdien nooit ter discussie gesteld, noch op het vlak van de veiligheid, noch op dat van de uitvoerbaarheid. De resultaten werden bij verschillende gelegenheden, met name tijdens *peer reviews*, geleidelijk bevestigd, zodat NIRAS vandaag in staat is een type van oplossing voor te stellen voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval.

Het huidige RD&D-programma heeft tot doel de wetenschappelijke en technische fundamenteën van de voorgestelde oplossing te bevestigen en te verfijnen. De *peer reviews* en de erkenning van de verworven kennis en ervaring door de academische en industriële wereld spelen een essentiële rol in dit kader. Dit is ook nodig (maar niet voldoende) opdat de kwaliteit van de werkzaamheden van NIRAS erkend zou worden door het publiek.

8.1.1 Een programma dat zich stapsgewijs ontwikkelt sinds 1974: chronologische wetenschappelijke en institutionele mijlpalen

De evolutie van het Belgisch programma inzake geologische berging wordt gekenmerkt door een opeenvolging van beslissingen, eerst van het SCK•CEN en vervolgens van NIRAS. Als gevolg van deze beslissingen werden de studies geconcentreerd op de Boomse Klei in Mol-Dessel, terwijl de Ieperiaanklei bij wijze van verkenning werd bestudeerd als alternatieve gastformatie. Deze opeenvolgende beslissingen waren in overeenstemming met de internationale aanbevelingen voor de keuze van gunstige geologische formaties voor diepe berging en met de gunstige adviezen van de verschillende auditcomités die zich, onder meer op verzoek van de regering, dienden uit te spreken over de kwaliteit van de lopende studies. De gegrondheid van de studies werd ook vele malen bevestigd vanaf 1976, met name door verschillende commissies en werkgroepen die door institutionele instanties belast waren met de taak zich uit te spreken over problemen die, in diverse mate, te maken hadden met het radioactieve afval (Kader 13 net vóór sectie 8.1.2). De positieve besluiten van deze auditcomités, werkgroepen en commissies hebben echter nooit geleid tot een *formele* bevestiging, op institutioneel vlak, van de door NIRAS gevolgde richting.

Het RD&D-programma inzake de geologische berging van het B&C-afval kan worden onderverdeeld in drie grote fasen die het stapsgewijze karakter en de geleidelijke overgang van fundamentele RD&D naar (half)industriële demonstratieactiviteiten en activiteiten ter bevestiging van de verworven kennis en ervaring illustreren: de fase 1974–1989, de fase 1990–2003 en de huidige fase, die in 2003 van start ging. Het RD&D-programma werd en wordt nog altijd uitgevoerd en geauditeerd in het kader van multilaterale of bilaterale internationale samenwerking (Figuur 34).



Figuur 34 – Internationale contacten in het kader van de geologische bergingsprogramma's. Links: een groep bezoekers aan de ingang van de tunnel van Äspo, in Zweden (bron: SKB; fotograaf: Curt-Robert Lindqvist); rechts: Nagra (Zwitserland) en NUMO (Japan) bezoeken het Belgisch ondergronds laboratorium HADES (bron: EURIDICE).

8.1.1.1 Fase 1974–1989 (gedocumenteerd in het rapport SAFIR)

In 1974 start het SCK•CEN een RD&D-programma voor de geologische berging van B&C-afval. In de jaren zestig koos België voor energie van nucleaire oorsprong om aan een deel van zijn elektriciteitsbehoeften te voldoen (vandaag 54% [122]). Omdat het SCK•CEN, dat in Mol gevestigd is, zich bewust was van de noodzaak om een oplossing te vinden voor het langetermijnbeheer van het hoogactieve en/of langlevende afval afkomstig van de opwerking van bestraalde splijtstoffen, startte het een studieprogramma voor de berging van dit afval in een stabiele geologische formatie. Deze oplossing lag in de lijn van de internationale aanbevelingen ter zake (bijvoorbeeld [89, 114, 115]) en van de werkzaamheden die in het buitenland werden verricht over hetzelfde onderwerp.

Onder meer op basis van de catalogus van gunstige formaties voor geologische berging in België, die opgesteld werd onder de vlag van de Europese commissie (sectie 7.2.2.2 en [116]), spitste het SCK•CEN, met de hulp van de Belgische geologische dienst, zijn werkzaamheden al snel toe op de weinig verharde kleilagen die zich op middelgrote diepte in de ondergrond van de Kempen bevinden, in het bijzonder op de Boomse Klei.

De eerste resultaten van de karakterisering van de Boomse Klei, die door het SCK•CEN werden verkregen, waren positief wat de lithologie en het vermogen tot insluiting van de radionucliden en chemische contaminanten door deze formatie betreft. Als gevolg daarvan dreef het SCK•CEN zijn onderzoeksinspanningen op en richtte het zich in het bijzonder op Mol-Dessel. Andere factoren die daartoe bijdroegen, waren:

- de aanwezigheid van een goed ontwikkelde wetenschappelijke infrastructuur en van gespecialiseerde onderzoekers in verschillende disciplines, waardoor meteen een multidisciplinair onderzoeksteam kon worden opgericht;
- het statuut van 'nucleaire zone' van Mol-Dessel in het gewestplan, dat het a priori mogelijk maakte de nodige infrastructuren voor een ondergronds laboratorium op te richten;
- de bekommernis om de kosten van dit eerste onderzoeksprogramma te drukken door zich tot één enkele formatie en één enkele site te beperken.

*In 1980 start het SCK•CEN met de bouw van het ondergronds onderzoekslaboratorium HADES (High-Activity Disposal Experimental Site) in de Boomse Klei, in Mol. Door het gebrek aan ervaring, zowel nationaal als internationaal, in het uitgraven en bouwen van ondergrondse galerijen met een diameter van enkele meters in weinig verharde klei, op ongeveer 200 meter diepte, bestond één van de belangrijkste doelstellingen van het oorspronkelijke RD&D-programma erin de uitvoerbaarheid van dergelijke operaties te evalueren en aan te tonen. De bouw van HADES toonde aan dat het mogelijk was constructies in dit type van geologische formatie te realiseren. In 1985 werd begonnen met de exploitatie van dit onderzoekslabo, dat in die tijd uniek was in de wereld. Al snel werd er een reeks experimenten *in situ* geïnstalleerd. HADES werd vervolgens herhaaldelijk uitgebreid (Figuur 36 op het einde van sectie 8.1.1). Bij elke uitbreiding kon de uitvoerbaarheid verder worden aangetoond (zie vervolg van sectie 8.1.1). Elke uitbreiding werd gekenmerkt door de vereenvoudiging van de graafomstandigheden en de evolutie van de bekledingstypes, dankzij de verbetering van de kennis over het gedrag van de klei tijdens en na het uitgraven.*

In het begin van de jaren tachtig, kort na haar oprichting, neemt NIRAS geleidelijk een aantal opdrachten over die oorspronkelijk aan het SCK•CEN waren toevertrouwd, onder meer de studie van een oplossing voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval. Door de aanzienlijke hoeveelheid kennis met grote wetenschappelijke waarde die ze daarbij erft en de aanwezigheid van een opmerkelijk onderzoeksinstrument, beslist NIRAS de studies die het SCK•CEN had ondernomen op de Boomse Klei in Mol-Dessel verder uit te diepen. NIRAS beschikte trouwens niet over voldoende middelen om verschillende mogelijk gunstige gastformaties in België gelijktijdig en op vergelijkbare wijze te bestuderen.

*In 1984 beslist NIRAS een synthese voor te bereiden van de werkzaamheden die in België werden verricht in verband met de geologische berging: het *Safety Assessment and Feasibility Interim Report* of rapport SAFIR. Dit rapport, dat gepubliceerd werd in 1989 [123], volgde op een aanbeveling die de Evaluatiecommissie inzake kernenergie had geformuleerd in haar rapport van 1976 [124]. Het diende de overheid in staat te stellen een eerste advies uit te brengen over de kwaliteiten van de Boomse Kleilaag als gastformatie, vooral in Mol-Dessel, en over de voortzetting van het bijbehorende RD&D-programma. NIRAS wenste in de eerste plaats vast te stellen of het mogelijk was, op basis van het onderzoek dat in het ondergronds laboratorium werd verricht, een bergingsinstallatie voor B&C-afval te ontwikkelen in de Boomse Klei die veilig en uitvoerbaar is, ook wat de kosten betreft.*

In 1990 bevestigt de commissie van Belgische en buitenlandse deskundigen, die door de voogdijoverheid van NIRAS belast was met het doorlichten van het rapport SAFIR, de besluiten van het rapport, namelijk dat weinig verharde klei, in het bijzonder de Boomse Klei in Mol-Dessel, in overweging kan worden genomen voor de berging van B&C-afval. De Boomse Klei bleek inderdaad een zeer weinig doorlatend gesteente te zijn, met een groot vermogen om de radionucliden vast te zetten en dus hun migratie naar het leefmilieu te vertragen. De evaluatiecommissie SAFIR deed de aanbeveling om de RD&D-inspanningen voort te zetten en in het kader van het onderzoeksprogramma ook andere locaties in de klei te bestuderen, in het bijzonder de Ieperiaanklei die zich onder de zone van Doel bevindt [125].

"Het SAFIR-rapport behandelt in feite slechts één geologische bergingsoptie voor het afval van de categorieën (B) en (C), namelijk die in de Boomse klei onder de nucleaire site van Mol-Dessel; – de Commissie is van oordeel dat

de bevoegde autoriteiten uitdrukkelijk de toelating zouden moeten geven voor de voortzetting van de uitvoerbaarheidsonderzoekingen op deze site; – niettegenstaande deze keuze voor de Commissie aanvaardbaar is, is zij van mening dat het nuttig zou kunnen blijken andere lokalisaties te onderzoeken voor de geologische berging in de klei, zoals de nukleaire site van Doel. Deze laatste site zou bijgevolg het voorwerp moeten uitmaken van een aanvang van een karakteriseringsstudie met verkenningsboringen.”

8.1.1.2 Fase 1990–2003 (gedocumenteerd in het rapport SAFIR 2)

In 1990 herzielt NIRAS haar methodologisch RD&D-programma om het in overeenstemming te brengen met de aanbevelingen van de Evaluatiecommissie SAFIR. Ze neemt er met name een preliminaire karakterisering van de Ieperiaanklei in op, met bijzondere aandacht voor de zone van Doel.

Vanaf 1994 plaatst NIRAS de studie van de geologische berging van het opwerkingsafval en die van de niet-opgewerkte bestraalde splijtstoffen op voet van gelijkheid, overeenkomstig de bepalingen van de resolutie van de Kamer van 22 december 1993 [40], die een opschorting van de opwerking van commerciële splijtstoffen oplegt (zie ook Kader 13).

De bouw met halfindustriële technieken, tijdens de periode 1997–1999, van een tweede toegangsschacht tot het ondergronds laboratorium HADES, ter voorbereiding van de uitbreiding van het laboratorium, toont opnieuw de uitvoerbaarheid van dit type van bouwwerk aan (Figuur 36 op het einde van sectie 8.1.1). Deze uitbreiding diende nieuwe experimenten mogelijk te maken, onder meer de verwarmingsproef PRACLAY (sectie 8.1.1.3).

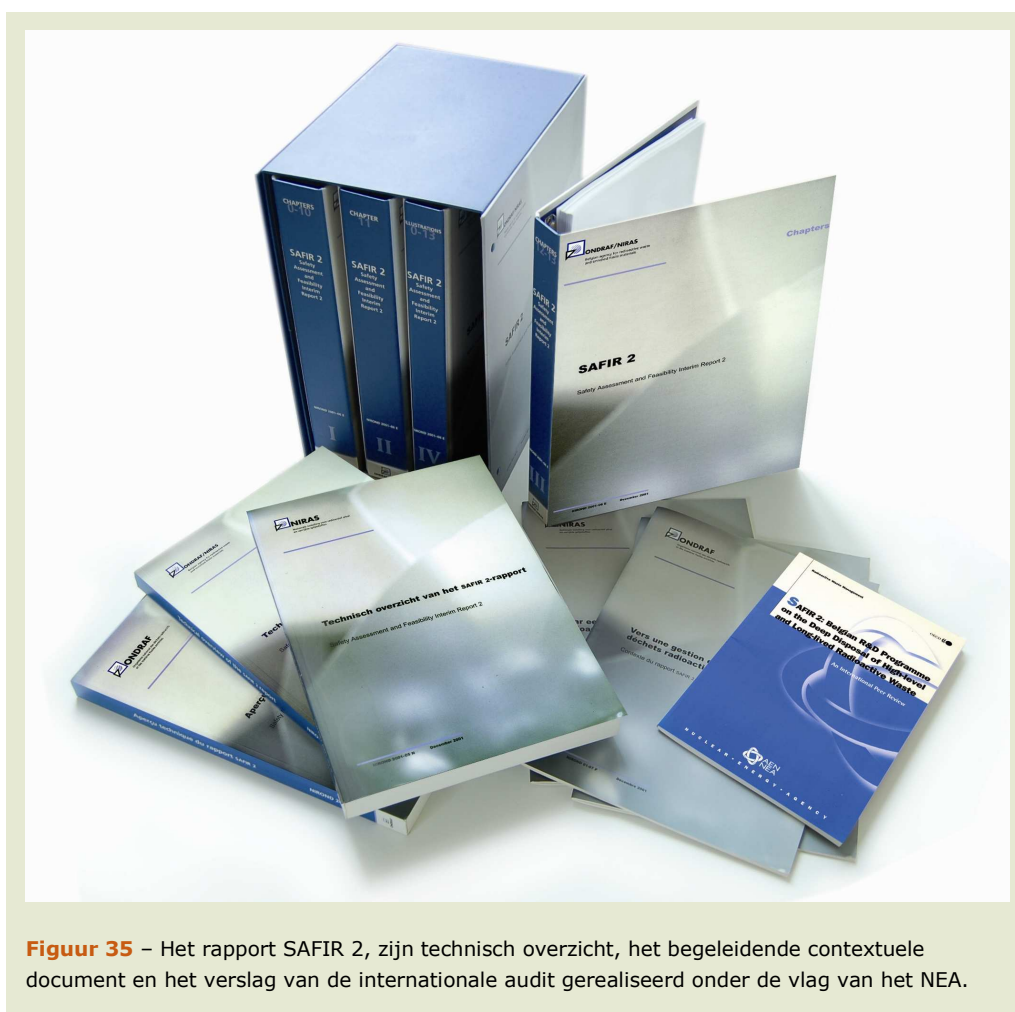
In 2001 publiceert NIRAS het rapport SAFIR 2, dat de vooruitgang inzake berging in de Boomse Klei sinds 1990 samenvat [16, 17]. Volgens dit rapport is de bestudeerde oplossing veelbelovend. De Boomse Klei lijkt, inzake veiligheid en uitvoerbaarheid, geen onoverkomelijke obstakels te vormen voor het afval waarop de studies tot dan toe gericht waren, namelijk het verglaasde afval van categorie C afkomstig van de opwerking van de bestraalde splijtstoffen en, in mindere mate, de bestraalde splijtstoffen. Het rapport SAFIR 2 bevat eveneens de eerste resultaten van de studies met betrekking tot de Ieperiaanklei.

Het rapport SAFIR 2 werd geëvalueerd door een comité van Belgische academische deskundigen, opgericht op initiatief van de raad van bestuur van NIRAS, en vervolgens door een internationale audit, die gevraagd werd door de regering en uitgevoerd werd onder de vlag van het NEA (Figuur 35). Beide audits hebben de besluiten van het rapport bevestigd.

- In 2001 onderstrepen de besluiten van het Belgisch auditcomité [126], enerzijds, het feit dat de kennis en ervaring verworven in het kader van het onderzoek geen enkel onoverkomelijk probleem vertoont aangaande de uitvoerbaarheid van een bergingssysteem in de Boomse Klei en, anderzijds, de noodzaak om de RD&D voort te zetten om de resterende belangrijke onzekerheden te reduceren. Het auditcomité vermeldt nog dat zijn aanbevelingen inzake RD&D overeenstemmen met de prioriteiten die NIRAS heeft aangeduid in het rapport SAFIR 2. Het is in het bijzonder van mening dat een belangrijke inspanning nodig is op het vlak van de

berging van het andere afval dan het verglaasde afval van categorie C. Met het oog op de voorbereiding van het besluitvormingsproces wenst het auditcomité tevens dat het programma wordt uitgebreid tot de maatschappelijke aspecten en dat alle opties voor het langetermijnbeheer worden onderzocht (door middel van een SEA), zonder evenwel het onderzoek naar de berging in Boomse Klei in gevaar te brengen.

- In 2003 geven de besluiten van de audit van het NEA [10] in het bijzonder aan dat het, dankzij het kennisniveau en de geaccumuleerde ervaring, mogelijk is over te gaan tot het selectieproces van een site voor de realisatie van de bergingsoplossing, maar dat de RD&D moet worden voortgezet om de resterende onzekerheden te reduceren. Ze preciseren evenwel, net zoals NIRAS gedaan heeft in het contextueel document [18] bij het rapport SAFIR 2, dat de voorwaarden voor de realisatie van een dergelijke oplossing niet vervuld zijn: enerzijds dient de oplossing over een maatschappelijk draagvlak te beschikken en dient de ontwikkeling ervan te passen in een besluitvormingsproces dat door de belanghebbenden gedeeld wordt, anderzijds dient het toepasbaar wettelijk en reglementair kader voor de berging te worden gepreciseerd en aangevuld. Deze audit vestigt tevens de aandacht op de mogelijke moeilijkheden in verband met de realisatie, op industriële schaal, van de kunstmatige barrières zoals die ontworpen zijn.



Figuur 35 – Het rapport SAFIR 2, zijn technisch overzicht, het begeleidende contextuele document en het verslag van de internationale audit gerealiseerd onder de vlag van het NEA.

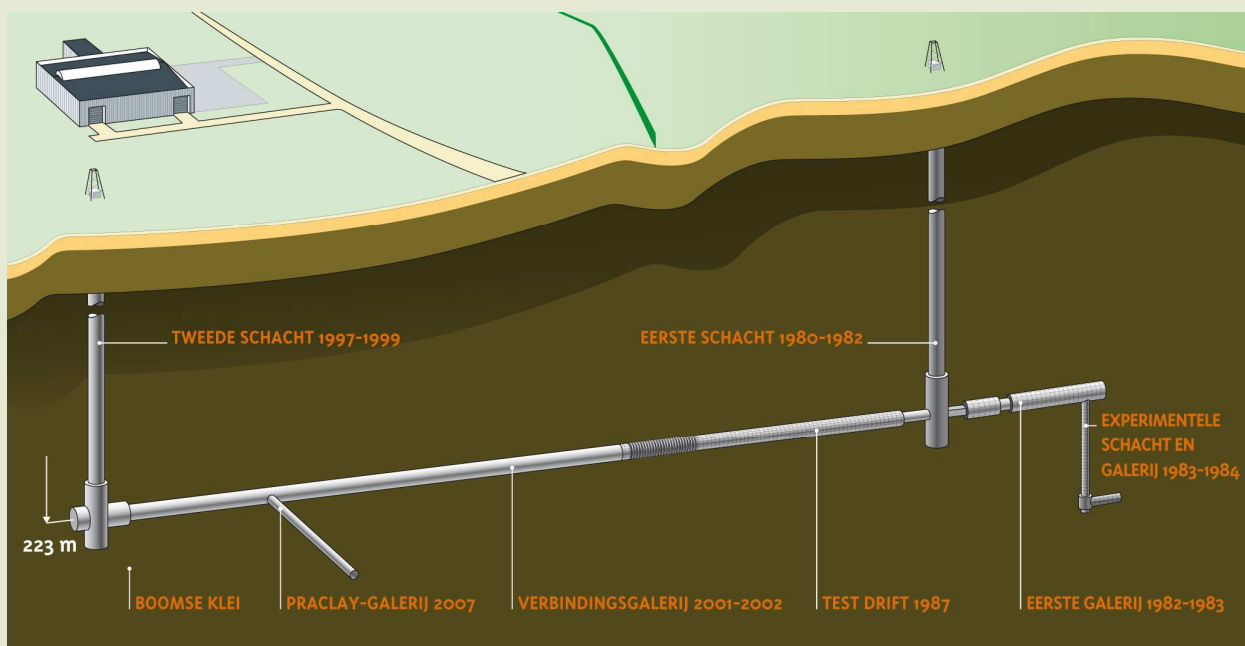
In 2001–2002 toont de bouw van een 80-meter lange uitbreiding van het ondergronds laboratorium HADES, door middel van industriële technieken, de industriële uitvoerbaarheid aan van de bouw van galerijen in de Boomse Klei (Figuur 36 op het einde van sectie 8.1.1). Deze galerij, die 'verbindingsgalerij' wordt genoemd, werd gerealiseerd tussen de basis van de tweede schacht en de bestaande installatie, door middel van een tunnelboormachine, gecombineerd met het gebruik van een geëxpandeerde segmentbekleding van beton (wedge block).

8.1.1.3 Fase gestart in 2003

Sinds 2003 heeft NIRAS haar RD&D-programma voor de geologische berging van B&C-afval herzien om het in overeenstemming te brengen met de aanbevelingen van de audits van het rapport SAFIR 2. Ze heeft in het bijzonder de veiligheidsstrategie [127] en de methodologie van de veiligheidsevaluaties [128] verfijnd en geformaliseerd en, op basis daarvan, het ontwerp van de bergingsinstallatie, met inbegrip van het ontwerp en de aard van de kunstmatige barrières (sectie 8.1.2), gewijzigd. Sindsdien besteedt ze trouwens voortdurend aandacht aan de verenigbaarheid van het gebitumineerde afval, dat een aanzienlijke fractie vormt van het afval van categorie B (lijn c3-6 in bijlage B1), met het bergingsmidden.

In 2004 vraagt de voogdijoverheid van NIRAS haar alle mogelijke strategieën voor het langetermijnbeheer van B&C-afval te evalueren om een beslissing mogelijk te maken over de te realiseren oplossing en over de eventuele bijbehorende voorwaarden, en tegelijkertijd het RD&D-programma voort te zetten en een maatschappelijke dialoog voor te bereiden en op te starten (sectie 5.2.2) [11]. Het is onder meer op basis hiervan dat het project 'Afvalplan en SEA', met de bijbehorende maatschappelijke consultatie, werd opgestart.

*In 2007 vormt de uitgraving (door de techniek van de tunnelboormachine, gecombineerd met het gebruik van een geëxpandeerde segmentbekleding van beton) van de zogenaamde PRACLAY-galerij, loodrecht op de verbindingsgalerij, een belangrijke stap vooruit op het vlak van de uitvoerbaarheid, omdat ze aantoont dat het mogelijk is kruisingen tussen de galerijen te bouwen. De PRACLAY-galerij dient voor de installatie van een verwarmingstest *in situ* op grote schaal (40 meter), die minstens tien jaar zal duren. Het doel is het gedrag van de klei en de bekleding van de galerijen onder invloed van een thermische belasting te bevestigen. De verwarmingsfase van deze test, die volgt op een reeks succesvolle tests *in situ* op de schaal van een meter, zou eind 2011 – begin 2012 van start moeten gaan. Aangezien deze test een *bevestigingstest* is, is het niet nodig de resultaten ervan af te wachten om een principebeslissing te nemen.*



Bevriezing van de grond met het oog op de bouw van de eerste schacht



Uitgraving en plaatsing van de bekleding van de eerste galerij van HADES



Eerste galerij van HADES



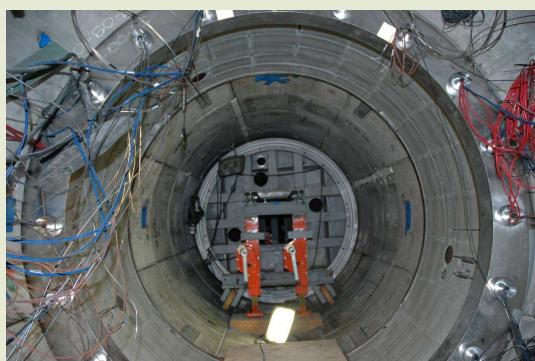
Plaatsing van de bekleding aan het uiteinde van de tweede galerij, de zogenaamde 'Test Drift'



Bouw van de tweede schacht



Uitgraving van de verbindingsgalerij door middel van een tunnelboormachine



Afdichting van het PRACLAY-experiment



Bouw van de kamer onderaan de tweede schacht



Verbindingsgalerij

Figuur 36 – Historisch overzicht van de bouw van het ondergronds onderzoekslaboratorium HADES. In HADES kunnen experimenten voor fundamenteel onderzoek *in situ*, bevestigingsexperimenten op lange termijn en halfindustriële of industriële demonstratieproeven worden uitgevoerd. HADES is tevens een communicatiemiddel: het ondergronds laboratorium wordt elk jaar bezocht door Belgische en buitenlandse specialisten, maar ook door groepen van personen met verschillende achtergronden (bronnen: SCK•CEN en EURIDICE).

Kader 13 – Institutionele steun die onrechtstreeks of zelfs rechtstreeks is verleend aan het Belgische programma voor geologische berging

In 1976 onderstreept de Commissie van Beraad inzake Kernenergie het belang van de studies over de geologische berging in klei. Deze commissie, de zogenaamde 'Commissie der Wijzen', was het jaar voordien opgericht door de minister van Economische Zaken om aan de officiële instanties en de publieke opinie objectieve informatie te verstrekken met het oog op het door de publieke opinie geëiste parlementair debat over het energiebeleid.

"Het totaal volume aan geconditioneerde hoog actieve plutoniumhoudende concentraten zal in België omstreeks 1990 circa 1 200 m³ bedragen per jaar. Na een voldoende aantal jaren afkoeling zal dit afval dienen gestockeerd in diepe geologische formaties. Dit bepaalt de capaciteit waarover men omstreeks de eeuwwisseling in België zal moeten beschikken." (Werkgroep 8, 2^{de} deel) [129]

"Voor België is de stockage in diepe kleilagen de meest aangewezen oplossing. Het onderzoek hieromtrent aangevat op het SCK/CEN te Mol en in het buitenland wijst uit dat dit een haalbaar objectief is." (Werkgroep 8, 2^{de} deel) [129]

"De tussenoplossing, nl. stockage van het geconditioneerd afval in afgeschermd bunkers is noodzakelijk en bovendien technisch aanvaardbaar over een lange periode (b.v. 50 jaar) zodat de 'geologische' aanpak grondig en gedurende een groot aantal jaren kan getest worden." (Werkgroep 8, 2^{de} deel) [129]

"Voor het definitief opslaan van hoogradioactief afval en van afval besmet met alfastralers moet een oplossing gevonden worden. Voor België lijken de diepe kleilagen daartoe het meest geschikt; het onderzoek in die richting dient ondersteund te worden." (Hoofdstuk VIII) [124]

Dit rapport werd niet gevolgd door het parlementaire debat over het energiebeleid dat het geacht was voor te bereiden, maar werd verdeeld onder alle parlementsleden en heeft dus een informatieve rol gespeeld in de politieke wereld.

In 1978 herinnert het rapport *Elementen voor een nieuw energiebeleid*, dat goedgekeurd werd in het parlement, aan de internationale consensus onder deskundigen, volgens dewelke de geologische berging in een oordeelkundig gekozen continentale formatie als een betrouwbare oplossing wordt beschouwd voor het langetermijnbeheer van geconditioneerd radioactief afval [130]. Het komt tot het volgende besluit:

"De studies betreffende de mogelijkheden voor geologische berging van geconditioneerd afval in de Boomse klei vorderen op bevredigende wijze. Deze benadering van het probleem vereist de voortzetting van de onderzoeken en demonstratie-activiteiten. Nu reeds lijkt het evenwel een realistische benadering."

In 1982 werkt de Commissie van Beraad inzake Kernenergie haar rapport van 1976 bij op verzoek van de staatssecretaris voor Energie en vult het, wat de geologische berging betreft, hoofdzakelijk aan met de aanbeveling om de aan de gang zijnde studies van het SCK•CEN voort te zetten en uit te breiden tot de geologische berging van de niet-opgewerkte bestraalde splijtstoffen [131].

"De studies, door het SCK in nauwe samenwerking met de betrokken nationale en internationale instanties ondernomen om de mogelijkheid te onderzoeken voor het bergen van geconditioneerd sterk-actief afval in diepe geologische kleilagen, moeten derhalve worden voortgezet;" (Hoofdstuk VI)

"Er moeten maatregelen genomen worden om bestraalde splijtstof te kunnen opwerken binnen een redelijke termijn, en wel om de volgende redenen [...] bij ontstentenis van opwerking moet men vooropstellen dat bestraalde splijtstofbundels in hun geheel geconditioneerd worden met het oog op hun berging in geologische formaties." (Hoofdstuk VIII)

"Er wordt een oplossing uitgewerkt voor de definitieve berging van hoogactief afval en van afval besmet met alfa-stralers. Voor België schijnen diepe kleilagen de beste oplossing te zijn. Het verdient derhalve aanbeveling een intense en volgehouden inspanning te leveren en het onderzoek dat op dit gebied aan de gang is actief voort te zetten." (Besluiten)

In 1990 bevestigt de Informatie- en enquêtecommissie inzake nucleaire veiligheid het belang van de aan de gang zijnde studies over de geologische berging [132]. Deze commissie werd in 1986 opgericht door de senaat ten gevolge van het ongeval in Tsjernobyl en werd in 1988 verlengd met uitgebreide opdrachten.

"De rapporten inzake de karakterisering van een geologische laag en een berging moeten publiek gemaakt worden, zoals NIRAS reeds gedaan heeft met het rapport SAFIR. Een commissie voor de evaluatie van deze rapporten, samengesteld uit onafhankelijke deskundigen van verschillende disciplines is gepast en noodzakelijk voor de kwaliteit van de studies zoals

dit gelukkig zopas werd aangetoond. Deze rapporten moeten ter gelegener tijd worden meegedeeld aan het Parlement en de Regionale Raden."

In 1993 wordt de regering, en bijgevolg NIRAS, door de resolutie van de Kamer van Volksvertegenwoordigers tot instelling van een opschorting van de opwerking van bestraalde splijtstoffen van commerciële kerncentrales [40] (resolutie aangenomen op 22 december 1993, bevestigd door de ministerraad in hetzelfde jaar en door deze laatste herbevestigd op 4 december 1998) belast met de taak

"voorrang te verlenen aan onderzoek en ontwikkeling, ook in internationaal verband, met het doel op termijn de directe berging van bestraalde splijtstof te kunnen uitvoeren, zonder afbreuk te doen aan het huidige onderzoeksprogramma inzake de berging van opwerkingsafval in diepe geologische lagen."

In 2000 vestigt de Commissie AMPERE, die bij koninklijk besluit werd opgericht om aanbevelingen en voorstellen te formuleren over de toekomstige keuzes inzake elektriciteitsproductie, de aandacht op de rol die België op internationaal vlak speelt op het gebied van geologische berging in klei [133].

"Er worden zeer grote bedragen besteed aan de studie van verschillende concepten: het huidig studieprogramma voor berging van hoogradioactief afval in klei maakt deel uit van een algemeen wetenschappelijk programma dat loopt tot 2013 en tegen die datum voor 11 GBEF1998 zal genoten hebben van een totale financiering door de elektriciteitsproducenten. Dit laat België toe een belangrijke internationale rol te spelen bij de studie en het opdoen van ervaring voor berging in diepe klei."

In 2009 merkt de groep GEMIX, die bij koninklijk besluit werd opgericht om een studie te verrichten over de ideale energiemix voor België, het volgende op in zijn aanbevelingen [66]:

"al het nodige moet worden gedaan, rekening houdend met de technologische evolutie, om tot een definitieve oplossing te komen die vanuit maatschappelijk oogpunt aanvaardbaar is voor het beheer van radioactief afval van type B en C."

Ten slotte zijn de activiteiten van NIRAS het voorwerp van een jaarlijks verslag aan het parlement en worden ze opgenomen in het officiële rapport dat België om de drie jaar indient met het oog op de vergadering van de Verdragsluitende partijen bij het Gezamenlijk Verdrag [8], dat België in 2002 heeft goedgekeurd. Dit gebeurt al sinds de eerste vergadering in november 2003.

8.1.2 Beschrijving van het bergingssysteem in weinig verharde klei

NIRAS heeft haar veiligheidsstrategie geformaliseerd [127] op basis van de functies die de verschillende onderdelen van het bergingssysteem (gastformatie + kunstmatige barrières + afval) moeten vervullen tijdens de verschillende periodes van de levensduur van het systeem, alsook op basis van alle verworven kennis in verband met de Boomse Klei. Deze strategie komt dus voort uit een systeembenadering en ondersteunt alle keuzes die gemaakt zijn inzake het ontwerp van de bergingsinstallatie en inzake de RD&D-prioriteiten. Volgens deze strategie dient de ontwikkeling van het geologische bergingssysteem stapsgewijs te verlopen en moet het bij elke stap mogelijk zijn rekening te houden met de verkregen RD&D-resultaten en met nieuwe externe eisen en/of voorwaarden. De validiteit van de strategie, alsook deze van het ontwerp dat is ontwikkeld voor de bergingsinstallatie, dienen te worden bevestigd voor de Ieperiaanklei (sectie 8.1.6.2).

De leidende elementen waarop NIRAS zich baseert om een bergingsinstallatie voor B&C-afval in weinig verharde klei te ontwerpen die de operationele veiligheid en de langetermijnveiligheid kan garanderen, kunnen als volgt worden samengevat.

■ *Langetermijnveiligheid:*

- ▶ Het *insluiten* van het afval van categorie C (lijnen b2-1, b2-4, b2-6, b2-7 en c2-1 in bijlage B1) dient te worden verzekerd door de kunstmatige barrières tijdens de periode waarin de eigenschappen van de gastformatie tijdelijk verstoord zouden kunnen worden, in het bijzonder wegens de temperatuurstijging die het afval veroorzaakt (thermische fase). De duur hiervan gaat van enkele honderden jaren voor het verglaasde afval tot enkele duizenden jaren voor de niet-opgewerkte bestraalde splijtstoffen (mits het afval eerst bovengronds af te koelen gedurende 60 jaar).
- ▶ Het *isoleren* van de bergingsinstallatie tegen externe verstoringen, zoals klimaatveranderingen, aardbevingen of menselijke activiteiten, dient te worden verzekerd door de kleilaag en zijn geologische omgeving.
- ▶ Het *vertragen* van de migratie van de radionucliden en de chemische contaminanten die uiteindelijk uit het afval en de kunstmatige barrières zullen vrijkomen, wordt voornamelijk verzekerd door het vastzetten van de radionucliden in de klei.
- ▶ Het ontwerp van de bergingsinstallatie, inclusief de keuze van de technieken en materialen, is van dien aard dat het de klei, die de belangrijkste barrière voor de veiligheid op lange termijn vormt, *niet onredelijk verstoort*.

■ *Operationele veiligheid:*

- ▶ De kunstmatige barrières moeten zorgen voor een *radiologische afscherming* van het afval tijdens de hele operationele periode (ongeveer 100 jaar), vanaf het moment waarop het geconditioneerde afval bovengronds wordt gepostconditioneerd om supercontainers of monolieten te vormen (zie hieronder). Ze hebben tevens tot doel de besmettingsrisico's in de bergingsinstallatie te beperken.

De beschouwde geologische bergingsinstallatie voor het B&C-afval bestaat uit een netwerk van horizontale galerijen, gebouwd in het midden van de kleilaag, op voldoende diepte (Figuur 37). Schachten geven toegang tot een hoofdgalerij, die de bergingsgalerijen bedient. Deze galerijen, die een kleinere diameter hebben, zijn verdeeld in verschillende onderdelen voor de berging van afvalgroepen met vergelijkbare kenmerken (bijvoorbeeld de warmte die ze afgeven, de chemische samenstelling of de aard van de conditioneringsmatrix).

Het beschouwde systeem van kunstmatige barrières voor het afval van categorie C is gebaseerd op het gebruik van supercontainers die zorgen voor een volledige insluiting van de radionucliden en de chemische contaminanten tijdens de thermische fase. Deze supercontainers zijn de eenheden die gevormd worden door een water- en gasdichte oververpakking van koolstofstaal (en de container(s) verglaasd afval of bestraalde splijtstoffen die ze bevat) en de omringende dikke beschermingslaag van cementmateriaal (Figuur 38). Om de behandeling te vergemakkelijken, wordt het afval van categorie B in betonnen caissons geplaatst en geïmmobiliseerd in mortel om monolieten te vormen (Figuur 38). Zowel de supercontainers als de monolieten zorgen voor een radiologische afscherming voor de werknemers tijdens de exploitatie en de sluiting van de bergingsinstallatie.

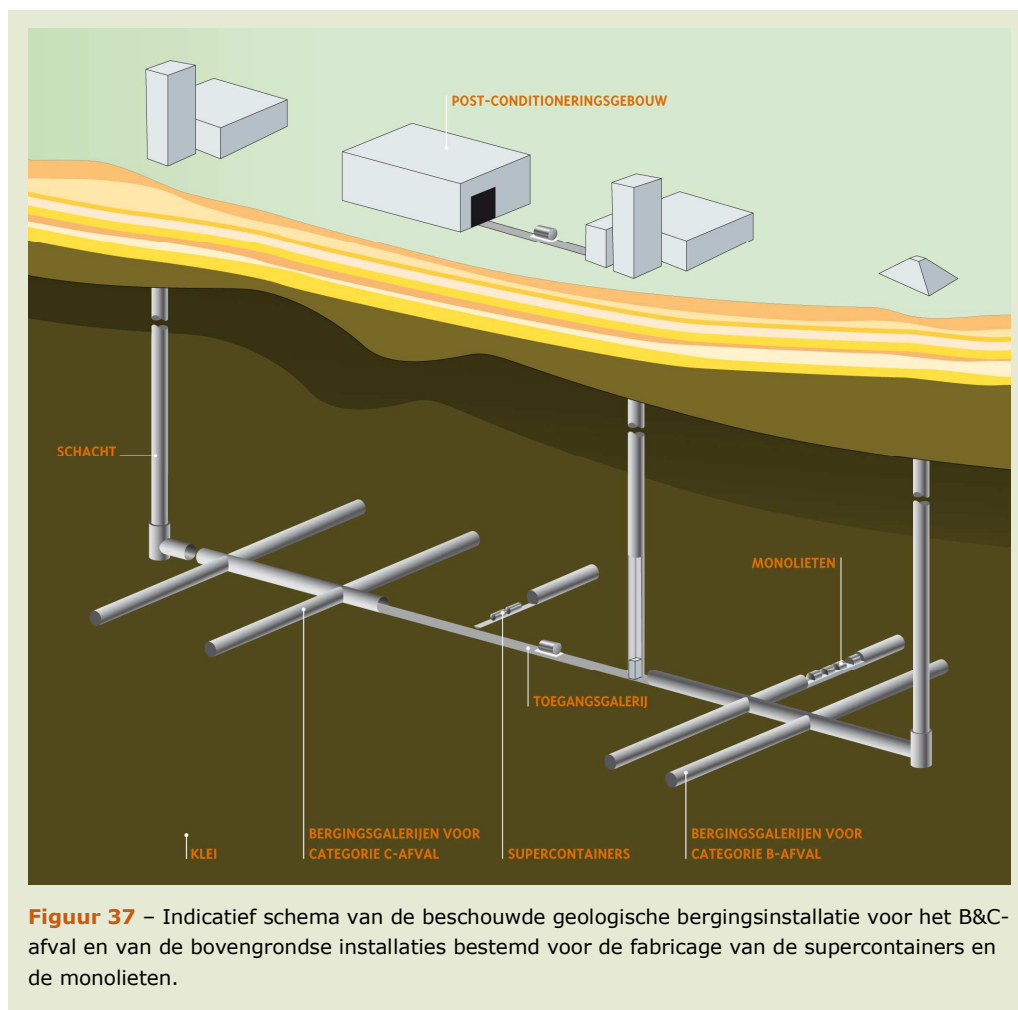
Eens het afval geplaatst is, worden de lege ruimtes in de bergingsgalerijen opgevuld met materialen die gekozen worden omwille van de bijdrage die ze kunnen leveren aan de

globale veiligheid van het systeem. Na afloop van de ondergrondse operaties worden alle toegangsgalerijen en schachten opgevuld en afgesloten, eventueel na een periode van controles *in situ*. Het systeem bevindt zich dan in een passieve toestand.

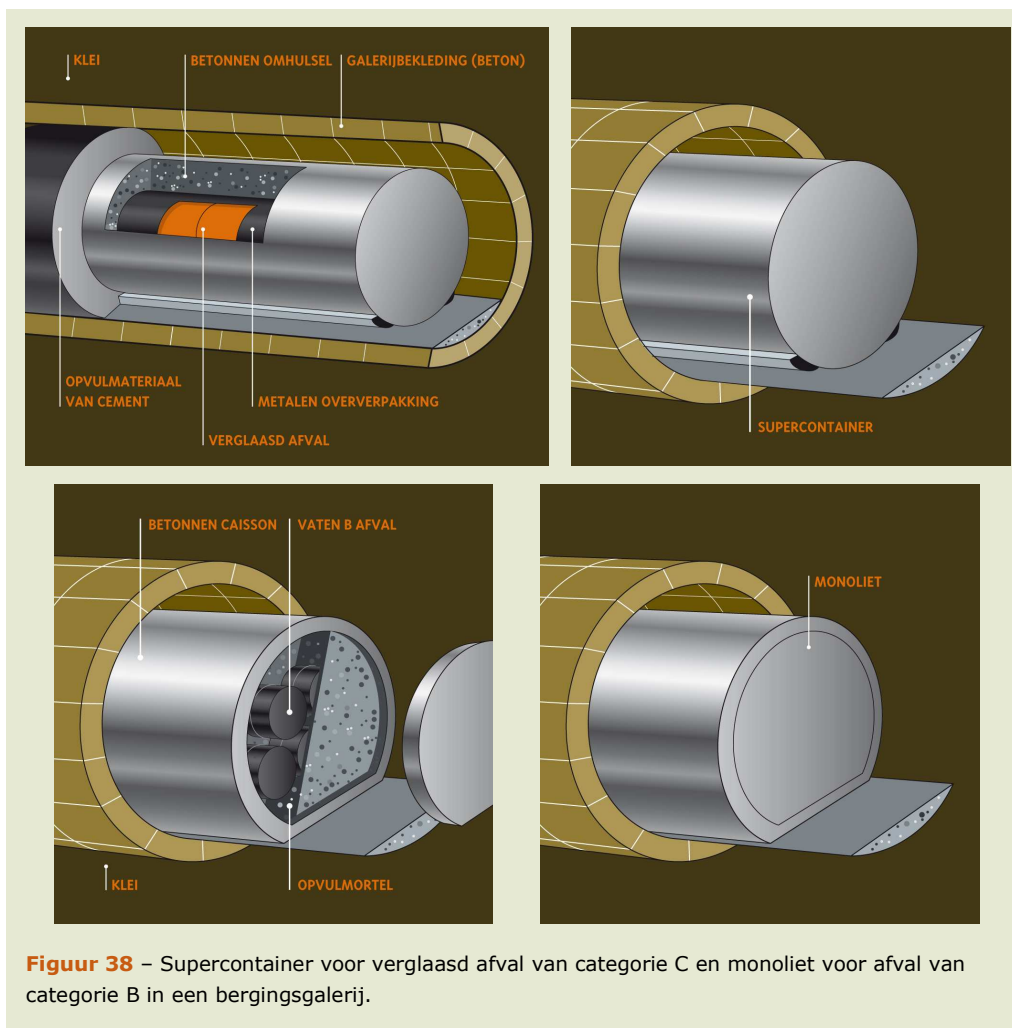
Na sluiting zal de geologische bergingsinstallatie kunnen worden gecontroleerd van op de oppervlakte en zullen de toekomstige generaties de controles kunnen voortzetten zolang ze dit wensen. In geval van berging van bestraalde splijtstoffen zullen controles trouwens vereist zijn om de risico's op nucleaire proliferatie te voorkomen.

De oplossing van de geologische berging in weinig verharde klei is voldoende flexibel om te kunnen worden aangepast aan potentiële wijzigingen van de te beheren volumes B&C-afval (sectie 10.2), alsook aan de bijkomende voorwaarden die zouden kunnen worden opgelegd aan de realisatie ervan. Deze worden besproken in sectie 8.1.3.

De meest recente raming van de totale niet-geactualiseerde kostprijs, inclusief marges voor technologische en projectonzekerheden, van een geologische berging in de Boomse Klei op een vergelijkbare diepte als die van het ondergronds laboratorium HADES, in de veronderstelling van een volledige opwerking van alle commerciële splijtstoffen, bedraagt ongeveer 3 miljard EUR₂₀₀₈ [134].



Figuur 37 – Indicatief schema van de beschouwde geologische bergingsinstallatie voor het B&C-afval en van de bovengrondse installaties bestemd voor de fabricage van de supercontainers en de monolieten.



8.1.3 Voorwaarden voor de ontwikkeling en realisatie van een geologische bergingsinstallatie

De maatschappelijke consultatie waartoe NIRAS het initiatief had genomen ter voorbereiding van de opstelling van het ontwerp van Afvalplan en het SEA, heeft aan het licht gebracht dat de deelnemers veel belang hechten aan de aspecten van omkeerbaarheid en terugneembaarheid van het geborgen afval, alsook van controle, overdracht van de kennis van generatie op generatie en behoud van de herinnering [29, 31]. Dit belang werd ruimschoots bevestigd door de deelnemers aan de wettelijke raadpleging [34]. De meningen die werden geuit, gaan evenwel verschillende richtingen uit.

Rekening houdend met het belang dat de maatschappij hecht aan de aspecten van omkeerbaarheid en terugneembaarheid, controle, overdracht van de kennis en behoud van de herinnering, heeft NIRAS beslist voorwaarden van dit type te koppelen aan de ontwikkeling en realisatie van een geologische bergingsinstallatie. De exacte contouren die eraan gegeven moeten worden, zullen worden bestudeerd vanuit wetenschappelijk, technisch, ethisch, financieel en veiligheidsoogpunt, in het kader van het maatschappelijk overleg dat NIRAS zonder verwijl wenst te organiseren (sectie 9.4). Onder meer de volgende aspecten zullen moeten worden onderzocht:

- de duur tijdens dewelke de voorwaarden vervuld moeten zijn;
- de afwezigheid van een negatieve impact van de voorwaarden op de korte- en/of langetermijnveiligheid van de werknemers en de bevolking en op de beveiliging en de *safeguards*;
- de onderlinge afhankelijkheid van de voorwaarden.

Aangezien de terugneembaarheid bepaalde eisen met zich mee kan brengen inzake controles en overdracht van de kennis, zou deze voorwaarde het startpunt kunnen vormen van het maatschappelijk overleg [135]. Deze drie voorwaarden worden hieronder uitgelegd, samen met enkele denkpistes.

8.1.3.1 Terugneembaarheid

De noodzaak om de noties van omkeerbaarheid gedurende de exploitatie en terugneembaarheid van het geborgen afval en hun respectieve rol te verduidelijken op nationaal vlak, rekening houdend met het feit dat ze de langetermijnveiligheid niet in gevaar mogen brengen, werd internationaal erkend. Ondanks deze erkenning en verschillende initiatieven die ter zake genomen zijn (bijvoorbeeld [136, 137, 138, 139]), kan men alleen maar vaststellen dat er tussen de nationale programma's voor geologische berging belangrijke verschillen bestaan in de definitie en de rol die aan de omkeerbaarheid en de terugneembaarheid van het afval gegeven worden.

Hoewel de juiste contouren en draagwijdte van de notie van terugneembaarheid moeten worden besproken onder de belanghebbende partijen bij het Afvalplan, inclusief het FANC, worden de noties van omkeerbaarheid en terugneembaarheid als volgt gedefinieerd.

- Omkeerbaarheid is de technische mogelijkheid om de afvalcolli die in de nog niet afgesloten bergingsgalerijen zijn geplaatst veilig terug te nemen, met behulp van dezelfde of vergelijkbare middelen als die welke gebruikt werden voor het plaatsen van de colli. De omkeerbaarheid is strikt gebonden aan de exploitatie van de bergingsinstallatie: voor elk afvalcollo begint ze met het bergen van het collo en eindigt ze met het afsluiten van de galerij waarin het geplaatst werd. Daarna spreekt men van terugneembaarheid [140]. De redenen die ertoe kunnen leiden dat het afval tijdens de exploitatie moet worden teruggenomen, zijn voornamelijk de vaststelling van schade aan het collo tijdens de plaatsing ervan of de vaststelling dat het collo niet correct geplaatst werd. Daarom maakt de omkeerbaarheid deel uit van de goede operationele praktijken die vaak worden opgelegd aan industriële verrichtingen en die gepland is in de ontwerpanalyses van NIRAS.
- Terugneembaarheid van het afval is de technische mogelijkheid om het afval dat geborgen is in afgesloten bergingsgalerijen veilig terug te nemen, eventueel met behulp van andere middelen dan die welke gebruikt werden voor het plaatsen van het afval [140]. Het extreme geval van terugneembaarheid is de totale uitgraving (*mining out*) van een volledig gesloten bergingsinstallatie.

Beide noties zijn van technische aard en zijn niet te verwarren met de notie van aanpasbaarheid, die eigen is aan het voorgestelde besluitvormingsproces (sectie 9.1.3).

Rekening houdend met de resultaten van de maatschappelijke raadplegingen, verbindt NIRAS zich ertoe

- de omkeerbaarheid gedurende de exploitatie te garanderen;
- de maatregelen te bestuderen die de eventuele terugneming van het afval na de gedeeltelijke of volledige sluiting van de bergingsinstallatie zouden kunnen vergemakkelijken, en dit tijdens een nog te bepalen periode.

De kwestie van de terugneembaarheid van het geborgen afval zal op maatschappelijk vlak besproken en verduidelijkt worden (sectie 9.4). Het versterken van de terugneembaarheid in het ontwerp en de realisatie van het bergingssysteem mag namelijk niet ten koste gaan van de korte- en/of langetermijnveiligheid of ten koste van de beveiliging en de *safeguards* en zou de kosten van de berging kunnen doen stijgen. De terugneembaarheid mag dus geen voorwaarde zonder beperkingen zijn (in verband met de duur, de kosten, de betrokken afvaltypes, de veiligheid, de beveiliging,...).

Bij de bespreking van de terugneembaarheid zal met name rekening moeten worden gehouden met de volgende punten.

- Het FANC is van plan in de reglementering een vereiste inzake omkeerbaarheid gedurende de exploitatie van de bergingsinstallatie op te nemen, waarbij de uitvoerbaarheid van de omkeerbaarheid moet worden aangetoond vóór het begin van de bergingsverrichtingen; het agentschap lijkt echter niet de intentie te hebben een terugneembaarheidsvereiste op te nemen [141]. Het FANC meent evenwel dat de ontwerper van een bergingsinstallatie maatregelen dient te nemen in verhouding tot de risico's die aan het geborgen afval verbonden zijn, om de eventuele terugneming ervan te vergemakkelijken. Deze maatregelen kunnen betrekking hebben op de integriteit van de afvalcontainers of de toegankelijkheid van het afval gedurende een bepaalde periode.
- De berging van radioactief afval is wettelijk gedefinieerd als de plaatsing van dit afval in een geschikte installatie zonder de bedoeling het te recupereren [1, 7]. Een geologische bergingsinstallatie wordt dus gezien als een installatie die is ontworpen als eindbestemming voor het radioactieve afval. De vereiste inzake veiligheid op lange termijn impliceert daarbij geen vereiste inzake terugneembaarheid van het afval. In deze zin is het standpunt van de Zweedse raad voor kernafval (KASAM) met betrekking tot de controles (sectie 8.1.3.2) ook van toepassing op de terugneembaarheid. Het behoort dus niet tot de verantwoordelijkheid van NIRAS om maatregelen inzake ontwerp en financiering te nemen die het mogelijk zouden maken het geborgen afval terug te nemen om de toekomstige generaties in staat te stellen dit afval te valoriseren.
- Twee elementen garanderen *de facto* een zekere graad van terugneembaarheid van het geborgen afval, ten minste gedurende enige tijd. De terugneembaarheid van het afval heeft echter tot dusver geen invloed gehad op de richting van de ontwerpactiviteiten van NIRAS.
 - *De graad van integriteit van de container die het afval insluit.* De container die het afval insluit, vormt een radiologische bescherming voor de werknemers. Zijn integriteitsgraad beïnvloedt dus rechtstreeks de maatregelen die moeten worden genomen om het afval terug te nemen.
 - Het afval van categorie C kan in principe relatief gemakkelijk worden teruggenomen gedurende een periode van ongeveer 1 000 jaar. Eén van de leidende elementen waarop het ontwerp van de

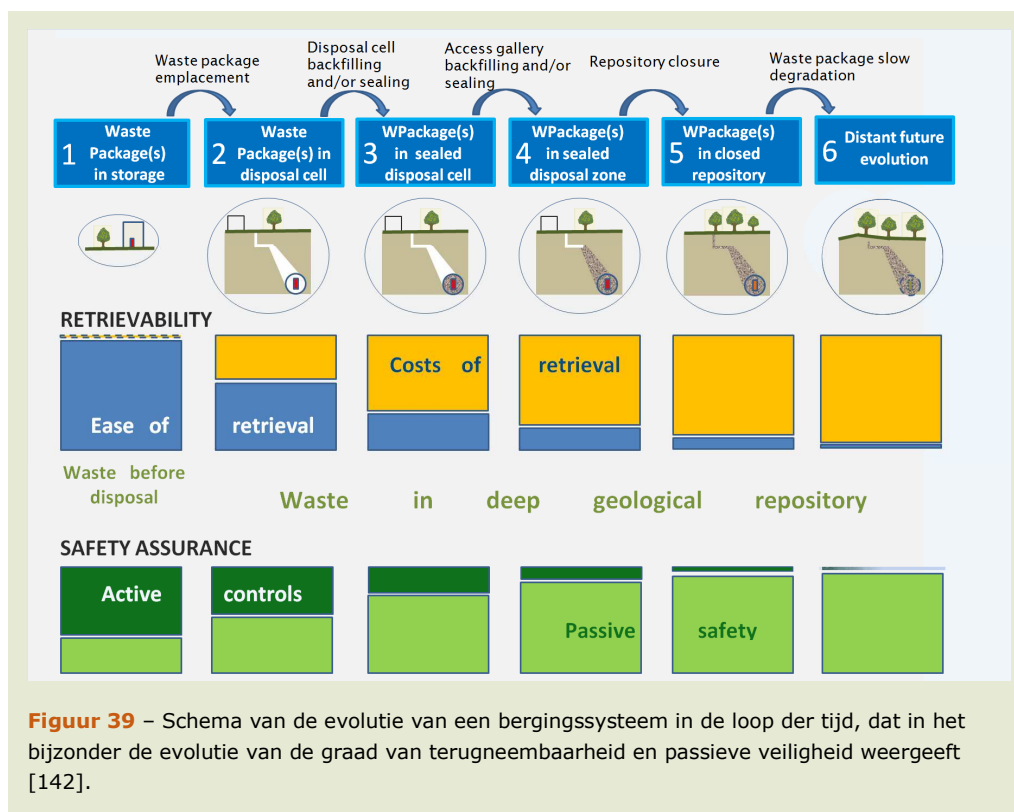
bergingsinstallatie is gebaseerd, is immers de vereiste inzake volledige insluiting van het afval door de kunstmatige barrières tijdens de thermische fase (sectie 8.1.2); deze eis uit zich in het gebruik van supercontainers die bestemd zijn om het behoud van de integriteit van de oververpakkingen te garanderen. Door dit ontwerp, dat de langetermijnveiligheid van de bergingsinstallatie moet verzekeren, kan het afval dus gedurende enige tijd relatief gemakkelijk worden teruggenomen. In geval van beschadiging van de cementmantel die intact gebleven oververpakkingen omsluit, zijn aanvullende maatregelen nodig om het afval veilig te kunnen terugnemen.

- In het ontwerp wordt geen enkele minimumduurzaamheid opgelegd aan de monolieten voor het afval van categorie B. Maar zelfs indien de veiligheidsevaluaties (voorzichtigheidshalve) rekening houden met een 'ogenblikkelijke' aantasting van de monolieten, is het moeilijk denkbaar dat deze massieve betonnen structuren volledig aangetast zullen worden zodra de bergingsgalerijen worden gesloten: zelfs in het huidige ontwerp zou een zekere integriteitsperiode gegarandeerd moeten kunnen worden.

- *De sluitingsfase van de bergingsinstallatie* (Figuur 39). De toegang tot het afval neemt af naarmate de bergingsinstallatie stapsgewijs wordt gesloten (opvulling en dichting van de galerijen die het afval bevatten, vervolgens van de hoofdgalerijen en, ten slotte, van de toegangsschachten); tegelijkertijd stijgen de rechtstreekse en onrechtstreekse kosten (dit wil zeggen de kosten verbonden aan de radiologische risico's voor de werknemers) voor een veilige terugneming van het afval.

Er zullen mogelijk aanvullende ontwerpmaatregelen moeten worden genomen om de terugneming van het afval tijdens de overwogen periode nog meer te vergemakkelijken. Zo zouden de bergingsgalerijen opgevuld kunnen worden met 'licht' cementmateriaal dat duidelijk verschillend is van de materialen gebruikt voor de supercontainers en de monolieten en dat gemakkelijk zou kunnen worden verwijderd. De uitvoerbaarheid van dergelijke maatregelen en het aantonen dat ze geen impact hebben op de veiligheid zouden per geval geanalyseerd moeten worden.

- Het (gedeeltelijk) openhouden van de bergingsgalerijen en het openhouden van de toegangsschachten om de terugneming van het afval te vergemakkelijken, zou niet zonder gevolgen zijn voor het gedrag van het bergingssysteem. Hoe langer de bergingsinstallatie wordt opengehouden, hoe complexer de evolutie van de processen die zich afspelen in de buurt van het afval (langere tijdelijke hydraulische, chemische en thermische effecten, stijging van de microbiële activiteit,...). Men zou dus per geval moeten nagaan, door middel van specifieke RD&D-activiteiten, of het openhouden van bepaalde delen van de bergingsinstallatie geen negatieve invloed zal hebben op de kunstmatige barrières en/of op de gastformatie [135].



8.1.3.2 Controles

Een volledig gesloten geologische bergingsinstallatie is een beheeroplossing die de bescherming van mens en leefmilieu op passieve wijze verzekert, dit wil zeggen zonder dat menselijk ingrijpen nodig is. Daarom moet de installatie na sluiting niet permanent worden gecontroleerd om veilig te zijn: ze is intrinsiek veilig op voorwaarde dat ze correct ontwikkeld, geoptimaliseerd en gerealiseerd is. Dit neemt niet weg dat controlemaatregelen kunnen worden gepland en uitgevoerd, zoals KASAM heeft benadrukt [101].

"een geologische bergingsinstallatie zou op zo een manier moeten worden gebouwd dat ze controles en corrigerende maatregelen overbodig maakt, zonder deze controles en corrigerende maatregelen evenwel onmogelijk te maken. Onze generatie zou, met andere woorden, de volledige verantwoordelijkheid voor het beheer van het afval niet mogen doorschuiven naar de volgende generaties, maar mag de toekomstige generaties ook niet de mogelijkheid ontnemen om deze verantwoordelijkheid op zich te nemen."
[vertaling van NIRAS]

Naast de controles die (zullen) worden bepaald in het reglementaire kader, ongeacht of deze te maken hebben met de vergunningen zelf, de beveiligingaspecten of het *safeguards*stelsel, acht de maatschappij bijkomende controles tijdens de exploitatie en/of de sluiting en/of na volledige sluiting van de bergingsinstallatie wenselijk om de goede werking van het bergingssysteem na te gaan. Deze controles zouden met name tot doel kunnen hebben de goede uitvoering na te gaan van de opvullings- en afsluitingswerkzaamheden die nodig zijn om de bergingsinstallatie geleidelijk te sluiten, of na te gaan of de fysisch-chemische verschijnselen die zich in de bergingsinstallatie

voordoen en de omvang van deze verschijnselen aan de verwachtingen beantwoorden. De tijdelijke fysisch-chemische effecten, na het plaatsen van het afval en de (gedeeltelijke) sluiting van de bergingsgalerijen, zullen immers aanzienlijk zijn (warmteafgifte, waterverzadiging van de kunstmatige barrières, zuurstofverbruik,...). Zo zou men kunnen nagaan of de eventuele impact van de bergingsinstallatie op haar omgeving (temperatuur in de klei en in de boven- en onderliggende watervoerende lagen, verhoging van de bodem,...) aanvaardbaar of binnen de normen blijven.

NIRAS verbindt zich ertoe de controles van de goede werking van het bergingssysteem, die de reglementaire controles zullen aanvullen (Kader 14), voort te zetten gedurende een met de belanghebbende partijen overeen te komen periode (zie ook sectie 6.1).

De contouren van de controleerbaarheidsvoorwaarde zullen vanuit de verschillende gezichtshoeken worden bestudeerd in het kader van het geplande maatschappelijke overleg (sectie 9.4). Het is evenwel een illusie te denken dat ze oneindig zullen kunnen worden voortgezet (Figuur 39). De stapsgewijze sluiting van de bergingsinstallatie zou kunnen worden gekoppeld aan een controleprogramma gedurende een te bepalen tijdsduur. Elke stap in de sluiting zal de toegankelijkheid van het afval doen afnemen en het afval in een grotere toestand van passieve veiligheid brengen, waardoor de controles in principe steeds indirecter zullen worden. De controles en de bijbehorende instrumentatie mogen in ieder geval de veiligheid van de bergingsinstallatie niet verstoren, bijvoorbeeld door preferentiële wegen te creëren voor het water of de radionucliden. Hierbij zal gebruikgemaakt kunnen worden van de ervaring ter zake en van de ervaring inzake betrouwbaarheid van de instrumentatie, die NIRAS en het SCK•CEN verworven hebben in het kader van de proefnemingen in het ondergronds laboratorium HADES.

Kader 14 – De reglementaire controles in een notendop

Tijdens de bouw, de exploitatie en de geleidelijke sluiting van de geologische bergingsinstallatie en vervolgens na de sluiting van de installatie zullen reglementaire controles worden uitgevoerd. Deze controles zullen onder meer de controles dekken die verbonden zijn aan de verschillende vereiste vergunningen, alsook de bepalingen inzake veiligheid en *safeguards*.

En België is het FANC belast met de veiligheidsaspecten en met het begeleiden van de activiteiten inzake controle van de naleving van de *safeguards*-maatregelen genomen onder de vlag van het IAEA en Euratom. Het FANC herzielt momenteel de wetgeving inzake veiligheid. De controle- en toezichtsmaatregelen op het vlak van de *safeguards* worden momenteel vastgelegd door de bevoegde internationale organisaties [143].

Wat de reglementaire controles betreft, en bij wijze van voorbeeld, voorziet het FANC momenteel voor de periode na de berging van het afval [140] in:

- een toezichts- en monitoringprogramma na het afsluiten van de bergingsgalerijen;
- een toezichts- en monitoringprogramma na de volledige sluiting van de bergingsinstallatie. Dit programma, dat in een eerste fase hoofdzakelijk toegespitst is op actieve maatregelen (vermijden van intrusies, toezicht op de staat van de bergingsinstallatie,...) zal geleidelijk evolueren naar een louter passief programma op lange termijn (voorkomen van het intrusierisico, bijvoorbeeld door permanente markeringen).

De duur van deze toezichts- en monitoringprogramma's moet nog worden vastgesteld.

8.1.3.3 Overdracht van de kennis en behoud van de herinnering

De overdracht van de kennis en het behoud van de herinnering inzake geologische berging zijn ruime begrippen die de volgende elementen omvatten:

- het 'markeren' van de bergingssite, en
- het doorgeven van de kennis en de knowhow, bijvoorbeeld met betrekking tot
 - ▶ het bergingssysteem (ontwerp, veiligheid, wetenschappelijke en technische bases,...);
 - ▶ het afval dat de installatie bevat en het gevaar dat het afval vormt;
 - ▶ de goede werking van het bergingssysteem, als basis voor de evaluatie van de resultaten van de controles. In deze zin is de overdracht van de kennis ook nauw verbonden met de aspecten inzake controleerbaarheid (inclusief reglementaire controle) en terugneembaarheid, en met hun respectieve tijdsdimensies.

NIRAS verbindt zich ertoe de overdracht van de kennis aan de toekomstige generaties zo goed mogelijk voor te bereiden. Deze overdracht kan op lokaal en nationaal vlak worden georganiseerd, maar ook op internationaal vlak, onder meer via de rapporten die worden geleverd in het kader van internationale verplichtingen. De overdracht zou tevens vergemakkelijkt kunnen worden door een ruime verspreiding, in de wetenschappelijke literatuur, van de wetenschappelijke en technische bases waarop de veiligheid en het ontwerp van de bergingsinstallatie steunen.

De contouren die moeten worden gegeven aan de voorwaarde inzake overdracht van de kennis verbonden aan de bergingsinstallatie en van het afval dat ze bevat en inzake behoud van de herinnering aan de locatie van de bergingssite zullen worden bestudeerd in het kader van het maatschappelijk overleg dat moet worden georganiseerd (sectie 9.4). Het zal echter aan elke generatie zijn om te beslissen welke kennis en middelen zij wenst door te geven aan de volgende generatie.

8.1.4 Belangrijkste wetenschappelijke en technische kennis en ervaring verworven in het kader van het RD&D-programma voor de berging in de Boomse Klei

Volgens de huidige stand van de kennis en de evaluaties kan het bestaande systeem voor de berging van B&C-afval in de Boomse Klei de operationele veiligheid en de langetermijnveiligheid verzekeren. Het is tevens technisch uitvoerbaar. Het vervolg van deze sectie geeft een overzicht van de belangrijkste kennis en ervaring verworven in het kader van het RD&D-programma. Ze zijn meer in detail uitgewerkt in het rapport SAFIR 2 [16] en in meer recente publicaties, waarvan een lijst zal worden opgenomen in het RD&D-programma dat momenteel wordt opgesteld (sectie 8.1.6).

8.1.4.1 De Boomse Klei als barrière

De kleiformatie van Boom is aanwezig in het noordoosten van België. Onder de zone van Mol-Dessel heeft ze een dikte van ongeveer 100 meter en strekt ze zich uit op een diepte van ongeveer 190 à 290 meter. Ze duikt met een helling van 1 à 2% verder naar het noordnoordoosten van België. Het is een weinig verhard en zeer weinig doorlatend

gesteente. De performanties van de Boomse Klei als barrière voor de migratie van de radionucliden en de chemische contaminanten zijn samengevat in Kader 15.

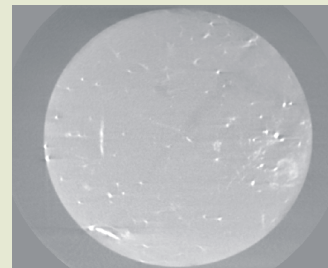
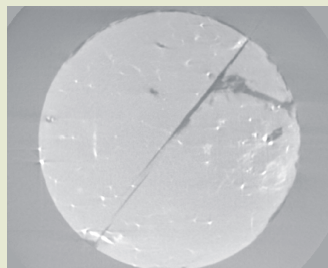
De formaties die zich aan weerskanten van de Boomse Klei bevinden, zijn zanderig en watervoerend. Het zand dat boven de Boomse Klei ligt, vormt de tweede belangrijkste watervoerende laag voor drinkwaterwinning in België en de belangrijkste watervoerende laag voor het noordoosten van het land. De watervoerende laag die zich onder de Boomse Klei bevindt, is weinig productief. De aanwezigheid van deze watervoerende lagen vormt een bijzonder aandachtspunt voor NIRAS, zowel wat betreft hun radiologische bescherming en de beperking van de fysisch-chemische verstoringen (thermische impact, aanwezigheid van chemisch-toxische elementen,...) als wat betreft het risico op menselijke intrusie. Alle veiligheidsevaluaties op lange termijn die tot dusver werden uitgevoerd, tonen aan dat de Boomse Klei de radionucliden en de chemische contaminanten op uiterst doeltreffende wijze vastzet, zodat de impact van een geologische bergingsinstallatie op de watervoerende lagen en op de individuen die het water ervan zouden gebruiken zeer gering is en in ieder geval lager zou zijn dan alle huidige normen ter zake.

Kader 15 – De Boomse Klei als natuurlijke barrière voor de migratie van de radionucliden en de chemische contaminanten op lange termijn

De Boomse Klei vertoont verschillende kenmerken die er een kwaliteitsvolle natuurlijke barrière van maken voor de migratie van de radionucliden en de chemische contaminanten naar het leefmilieu.

- Ze is *zeer weinig doorlatend*. Er zijn dus als het ware geen waterbewegingen in deze klei en dus ook geen transport van radionucliden en chemische contaminanten door deze vector. Het transport is bijgevolg hoofdzakelijk diffusief, dit wil zeggen dat de stoffen migreren onder invloed van hun concentratiegradiënt en niet onder die van de beweging van het poriënwater. Deze eigenschap kon, onder meer, worden aangetoond door experimenten over een periode van meer dan 20 jaar in het ondergronds laboratorium.
- Ze bezit een *groot vermogen* om talrijke radionucliden en chemische contaminanten *vast te zetten* (sorptievermogen, gunstige geochemische eigenschappen,...). De migratie ervan doorheen de klei wordt dus sterk vertraagd.
- Ze vervult een belangrijke rol als *buffer* tegen de chemische verstoringen (bijvoorbeeld het indringen van zuurstof tijdens de graafwerken en de exploitatie, en de verspreiding van een alkalische pluim vanuit het beton van de kunstmatige barrières). De dikte van de effectief verstoorde klei is dus zeer beperkt.
- Ze is *plastisch*. De barsten en breuken die erin zouden kunnen ontstaan, inzonderheid als gevolg van de graafwerken, hebben dus de neiging vanzelf weer dicht te gaan (zelfdichtingsvermogen).

De Boomse Klei vertoont bijgevolg *geen preferentiële wegen voor de migratie van de radionucliden en de chemische contaminanten* die geleidelijk vrijkomen uit de bergingsinstallatie.



Illustratie van het zelfdichtingsvermogen van de Boomse Klei. Links: kleimonster waarin een breuk werd veroorzaakt; rechts hetzelfde monster, 4 uur na waterverzadiging: de breuk is vanzelf weer dichtgegaan.

De Boomse Klei bestaat over de gehele dikte (ongeveer 100 meter) uit verschillende, min of meer kleirijke lagen. De eigenschappen van het transport van de radionucliden en de chemische contaminanten zijn echter zeer homogeen over bijna de hele dikte van de Boomse Klei. Bovendien is de Boomse Klei aanwezig in eenvoudige geologische structuren die een belangrijke laterale continuïteit verzekeren: deze twee eigenschappen vergemakkelijken de karakterisering ervan.

Ten slotte bezit ze een hydrogeologische, geochemische en mechanische stabiliteit over geologische periodes, dit wil zeggen over miljoenen jaren.

- De bestanddelen van de Boomse Klei zijn kort na het ontstaan van de formatie, 35 miljoen jaar geleden, onveranderd gebleven. Gedurende heel deze periode hebben de natuurlijke veranderingen (aardbevingen, schommelingen van het zeeniveau, ijstijden, enz.) geen invloed gehad op de gunstige eigenschappen van de klei.
- De migratie van de natuurlijke chemische stoffen doorheen de Boomse Klei is diffusief gebleven gedurende ten minste het laatste miljoen jaren.

De stabiliteit en de barrière-eigenschappen van de Boomse Klei worden geïllustreerd door natuurlijke analogieën. *Een natuurlijke analogie is een geologisch systeem waarin men materialen en/of processen aantreft die vergelijkbaar zijn met die welke verwacht worden in een bergingssysteem.*

- De meest opmerkelijke natuurlijke analogie is de uraniumvindplaats van Cigar Lake (Canada) [144]. Cigar Lake, die ongeveer 11% van de gekende wereldreserves van uranium vertegenwoordigt, is één van de rijkste en meest bekende uraniumvindplaatsen ter wereld. Het belang van deze vindplaats voor de berging van radioactief afval is het gevolg van twee factoren: enerzijds bestaat hij voor bijna 98% uit uraniumdioxide (UO₂), het belangrijkste bestanddeel van bestraalde splijtstoffen; anderzijds wordt dit zeer zuivere uranium tegen het grondwater beschermd door een kleihoudende koepel. Door de hoge zuiverheid van het mineraal kan de wisselwerking tussen het uranium en zijn omgeving bovendien met zeer hoge nauwkeurigheid worden geanalyseerd.

Hoewel hij aan de basis ligt van een hoogst doorlatende zandsteenformatie is de uraniumvindplaats van Cigar Lake ongeveer 1,3 miljard jaar bewaard gebleven, vooral door de aanwezigheid van de kleihoudende deklaag die het binnendringen van grondwater in de vindplaats heeft beperkt en de migratie van het uranium heeft verhinderd. De vindplaats is intact gebleven gedurende verschillende stadia van de vorming van bergen (*Rocky Mountains*, *Appalachen*), gedurende verschillende ijstijden en een belangrijke verheffing ten gevolge van de erosie van meer dan 2,5 km sedimentaire gesteenten. De vindplaats, die zich thans op 430 meter diepte bevindt, is in feite zo stabiel dat geen enkele chemisch of radioactief signaal kan worden opgespoord van op het oppervlak.

- In Dunarobba (Italië) werden in een kleihoudende slibstroom perfect bewaarde (en niet-versteende) boomstammen ontdekt, die ongeveer twee miljoen jaar oud zijn. Door de aanwezigheid van klei is de verrotting van de planten gedurende heel deze periode voorkomen [144].

Ten slotte wordt klei (in de vorm van bentoniet) gebruikt in bijna alle concepten van geologische berging die in het buitenland worden ontwikkeld, bijvoorbeeld als beschermend buffermateriaal, als opvul- en/of dichtingsmateriaal, juist omwille van haar intrinsiek gunstige eigenschappen, zoals die hierboven beschreven zijn voor de Boomse Klei.

8.1.4.2 Evaluatie van de uitvoerbaarheid

De uitvoerbaarheid verwijst naar de mogelijkheid om een bergingsinstallatie te *bouwen*, te *exploiteren* en te *sluiten* in overeenstemming met de vastgestelde specificaties, rekening houdend met de eisen inzake engineering, de voorschriften op het vlak van de operationele veiligheid, de eisen inzake omkeerbaarheid gedurende de exploitatie en controles, eventuele, nog te bepalen eisen in verband met de terugneembaarheidsvoorwaarde en de eisen op het vlak van de financiële kosten.

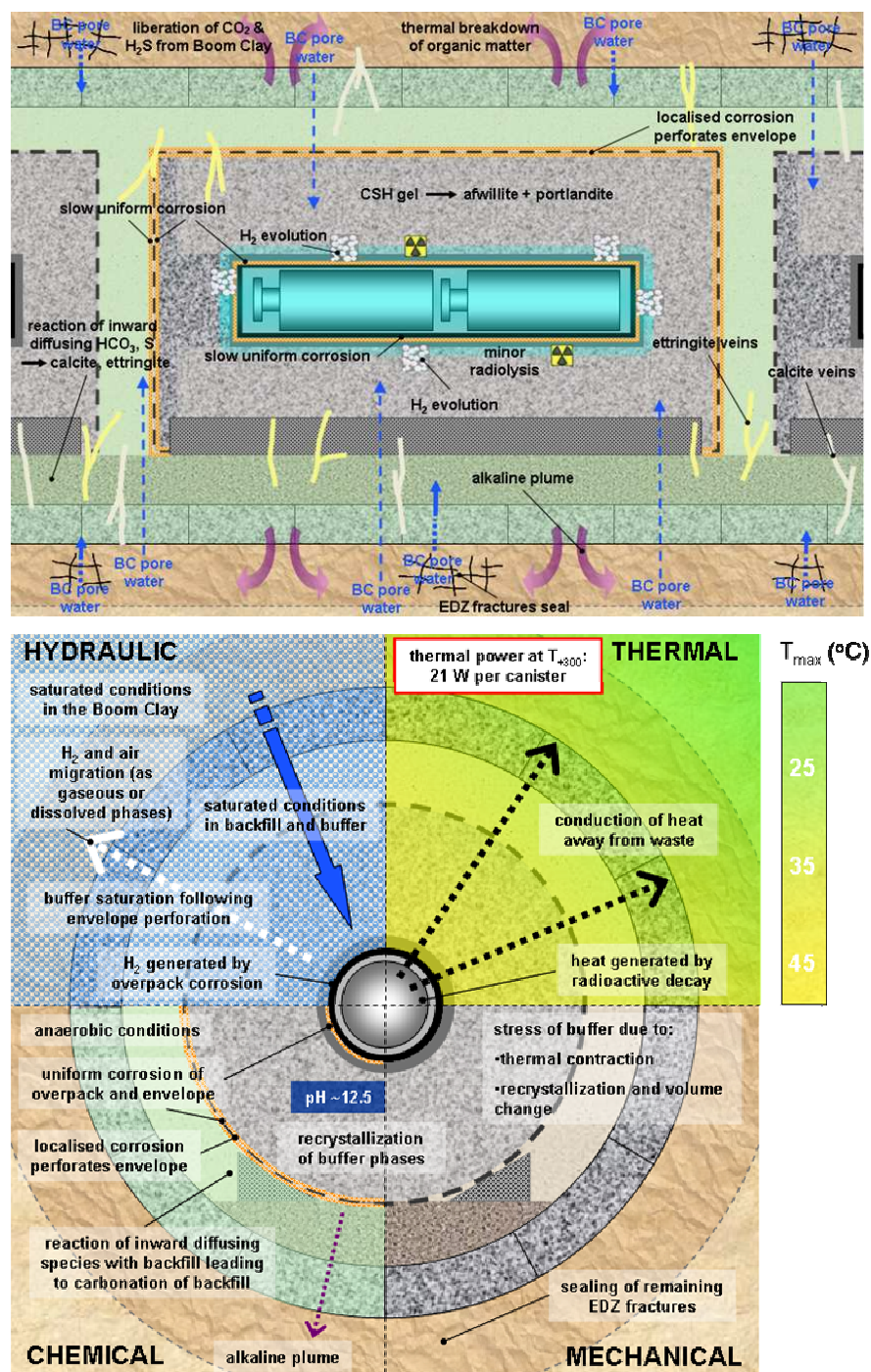
Op het vlak van de evaluatie van de uitvoerbaarheid werden de volgende belangrijke resultaten verworven:

- demonstratie van de mogelijkheid om op industriële wijze schachten en galerijen te bouwen in de Boomse Klei op meer dan 200 meter diepte, alsook van de mogelijkheid om de kruising tussen twee galerijen te realiseren, en tegelijkertijd de geomechanische verstoringen van de klei te beperken; deze demonstraties waren een primeur;
- aantonen van de kunstmatige aard van de barsten die in de Boomse Klei werden waargenomen tijdens de uitgravingen: deze barsten, die veroorzaakt worden door de graafwerkzaamheden, gaan mettertijd weer dicht;
- demonstratie van de mogelijkheid om een kwaliteitsvolle afsluiting in een schacht te realiseren;
- demonstratie van de mogelijkheid om de lege ruimten tussen de bekleding van de bergingsgalerijen en de supercontainers of de monolieten op te vullen door middel van cementmortel;
- mogelijkheden om de supercontainers en de monolieten in de schachten en de galerijen te behandelen met behulp van gekende industriële methodes;
- gekend en industrieel beproefd gedrag van koolstofstaal in een cementmidden, waardoor een zeer goede corrosieweerstand van de metalen oververpakking kan worden voorspeld en de insluiting van het afval van categorie C bijgevolg kan worden gegarandeerd tijdens de hele thermische fase van de bergingsinstallatie;
- vermogen om de kosten van de berging en de bijbehorende marges voor technologische en projectonzekerheden te ramen.

8.1.4.3 Geïntegreerde visie van de evolutie van het bergingssysteem

Er is momenteel een belangrijke inspanning aan de gang om een geïntegreerde visie te ontwikkelen over de evolutie van alle fysico-chemische processen die zich afspelen in het afval, in de kunstmatige barrières en in de eerste meters van de kleiformatie op sleutelmomenten in de evolutie van het bergingssysteem (Figuur 40). Deze geïntegreerde en tijdsafhankelijke visie van het gedrag van het systeem is een waardevol instrument, niet alleen om het scenario van verwachte evolutie van het bergingssysteem te bepalen dat in aanmerking moet worden genomen in de veiligheidsevaluaties, maar ook om de RD&D-prioriteiten vast te stellen.

In het kader van de integratie en ter ondersteuning van de veiligheidsevaluaties, werd een kennisbeheersysteem ontwikkeld om het uitwisselen van gegevens, de traceerbaarheid van de genomen beslissingen en de multidisciplinaire integratie te vergemakkelijken, en om de coherentie van de gebruikte gegevens, modellen en scenario's te verzekeren. Dit systeem draagt ook bij tot het verzekeren van de continuïteit van de kennis en expertise die nodig is tijdens de hele duur van de ontwikkeling en de realisatie van een geologische bergingsoplossing.



Figuur 40 – Voorbeeld van geïntegreerde visualisatie van het gedrag van het bergingssysteem: overlangse en dwarsdoorsneden van een bergingsgalerij voor verglaasd afval, die de thermische, hydraulische, mechanische en chemische processen tonen die zich afspelen in de nabijheid van een supercontainer, ongeveer 300 jaar na zijn berging, dit wil zeggen na de temperatuurstijgingspiek veroorzaakt door het afval [145]. Hetzelfde type van integratie werd gerealiseerd voor verschillende sleutelmomenten van de evolutie van het bergingssysteem. Het geïntegreerde begrip van het gedrag van dit systeem draagt met name bij tot de identificatie van de belangrijkste processen voor de veiligheid. Het is echter niet nodig om al deze processen in detail op te nemen in de evaluaties van de langetermijnveiligheid.

8.1.4.4 Evaluatie van de langetermijnveiligheid

De langetermijnpact van de bergingsinstallatie werd geëvalueerd op basis van de massa beschikbare kennis en expertise, zowel op nationaal als op internationaal vlak. De onzekerheden omtrent de evolutie van het bergingssysteem werden geanalyseerd door er op doordachte wijze rekening mee te houden in een waaier van scenario's. Deze scenario's zijn het referentiescenario, dat de verwachte evolutie van het bergingssysteem beschrijft, en zijn varianten, een aantal andere mogelijke maar minder waarschijnlijke evolutiescenario's en scenario's van menselijke intrusie.

De belangrijkste kennis inzake de evaluatie van de langetermijnveiligheid in normale omstandigheden werd verworven voor een bergingsinstallatie die verondersteld wordt gebouwd te worden in het midden van de Boomse kleilaag van 100 meter dikte in de regio van Mol-Dessel. Deze kennis kan als volgt worden samengevat [16].

- Het is de Boomse Klei die het meest bijdraagt tot de langetermijnveiligheid.
- De kunstmatige barrières leveren een reële bijdrage aan de langetermijnveiligheid die duidelijk hoger ligt dan de benodigde bijdrage.
- De rol van de afvalmatrices is bijkomstig voor de langetermijnveiligheid, behalve wat de UO₂-matrix van de kernbrandstof betreft.
- De maximale dosis die gegenereerd wordt door de bergingsinstallatie, is ten minste een factor 10 lager dan de reglementaire limiet:
 - ▶ de belangrijkste stoffen die bijdragen tot de dosis zijn splijttingsproducten die niet vastgezet worden door de Boomse Klei (¹²⁹I, ³⁶Cl, ¹⁴C,...),
 - ▶ de actinides (U, Pu, Am, Cm en Np) dragen slechts in geringe mate bij tot de dosis,
 - ▶ de meeste radionucliden vervallen tot verwaarloosbare activiteitsniveaus tijdens hun verblijf binnen de kunstmatige barrières en hun transport doorheen de Boomse Klei.
- De meest mobiele splijttingsproducten verlaten de Boomse Klei na enkele tientallen duizenden jaren; de actinides verlaten de Boomse Klei na meerdere honderd-duizenden jaren. In beide gevallen gaat het om minieme hoeveelheden.
- De aanwezigheid van een geologische bergingsinstallatie in de Boomse Klei heeft geen negatieve invloed op de watervoerende lagen boven en onder de Boomse Klei en belet niet dat ze gebruikt worden als drinkwaterbron.

De kennis verworven in het kader van de veiligheidsevaluaties is gebaseerd op voorzichtige, soms zelfs pessimistische hypothesen, waarbij aanzienlijke veiligheidsmarges worden ingebouwd in de verkregen resultaten. Deze hypothesen zijn van zeer verschillende aard, zoals hieronder geïllustreerd wordt [16].

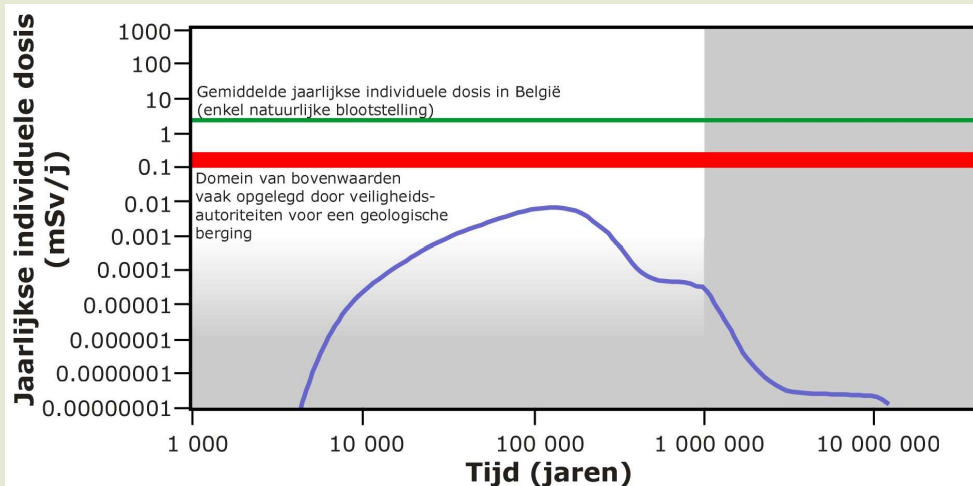
- De geochemische voorwaarden opgelegd door het cementmateriaal van de supercontainer zijn gunstig voor een aanzienlijke duurzaamheid van de oververpakking van koolstofstaal. De levensduur van de oververpakking zou om en nabij de 100 000 jaar kunnen bedragen, terwijl een insluiting van enkele duizenden jaren volstaat om de veiligheid te garanderen, rekening houdend met de uitstekende eigenschappen van de Boomse Klei als barrière.

Dosis: Som van de producten van de vermenigvuldiging van het stralings-dosisequivalent ontvangen door elk weefsel of orgaan met de wegingsfactor die de gevoeligheid van dit weefsel of orgaan voor de straling uitdrukt. De term 'dosis' wordt vaak gebruikt in de plaats van 'effectieve dosis'

Radiotoxiciteit: Hypothetische dosis als gevolg van de opname van radioactieve stoffen, gelijk aan de som van de producten van de activiteit van elke radionuclide op een bepaald ogenblik met zijn dosisopname-factor

- Sommige processen die het vrijkomen van de radionucliden en de chemische contaminanten helpen beperken, worden bewust niet in aanmerking genomen, zoals het feit dat
 - ▶ de corrosie van de primaire verpakking van het afval traag is (terwijl verondersteld wordt dat de verpakking ogenblikkelijk gecorrodeerd is);
 - ▶ bepaalde radionucliden worden vastgezet in het aangetaste beton en de aangetaste metalen barrières (terwijl deze vastzetting niet in aanmerking is genomen);
 - ▶ de migratie van de radionucliden en de chemische contaminanten wordt vertraagd door de matrices van het afval van categorie B (terwijl deze vertraging niet in aanmerking is genomen).
- De hypothesen aangaande de graad van radiologische blootstelling van de individuen zijn zeer pessimistisch.

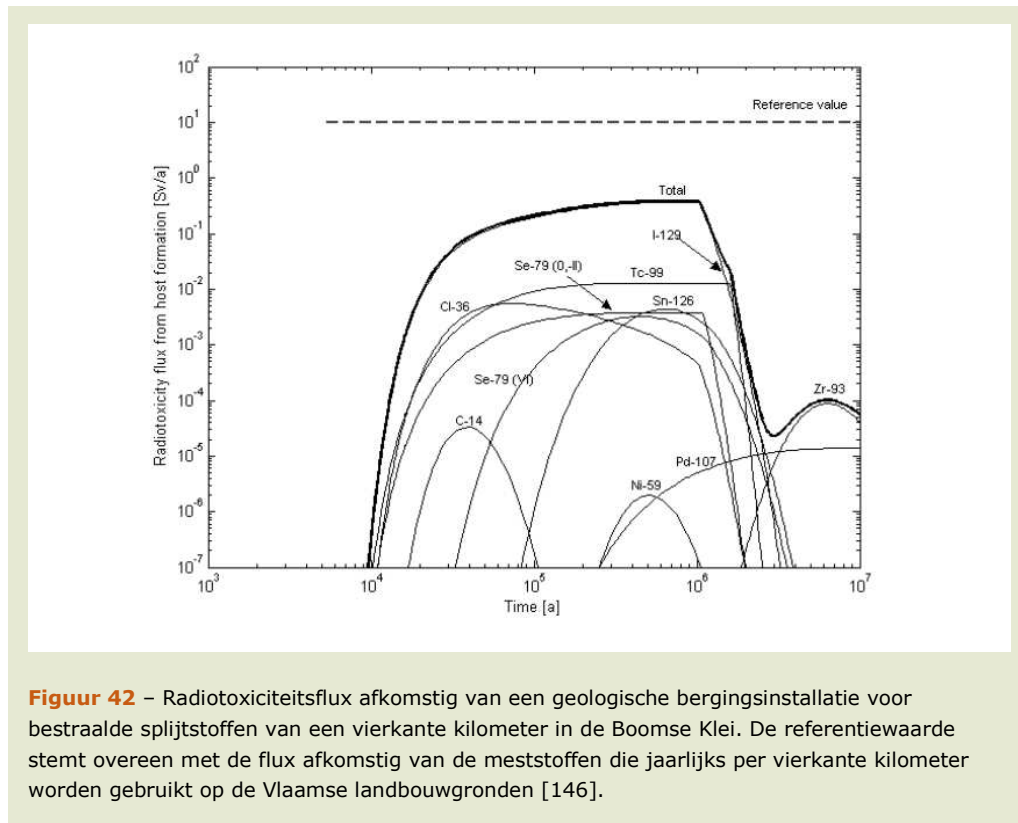
Een individu dat nabij de bergingssite zou wonen en zijn drink- en irrigatiewater zou halen uit een diepe put net boven de Boomse kleilaag, waar, volgens de berekeningen, de hoogste concentraties van radionucliden aanwezig zouden zijn, zou zo bijvoorbeeld aan de hoogste stralingsdoses blootgesteld worden tussen 100 000 jaar en 1 miljoen jaar na de sluiting van de bergingsinstallatie (Figuur 41). Op het maximum van de blootstelling, dit is na ongeveer 200 000 jaar, blijven de doses 10 tot 30 keer lager dan de limiet van 0,1 à 0,3 mSv per jaar die internationaal wordt aanvaard, en meer dan 250 keer kleiner dan de dosis van natuurlijke oorsprong die jaarlijks wordt ontvangen in België (2,5 mSv per jaar).



Figuur 41 – Geraamde jaarlijkse individuele dosis te wijten aan de aanwezigheid van een geologische bergingsinstallatie in de Boomse Klei, in de veronderstelling van een referentiescenario (volgens [16]). Het niet-grijze gedeelte stemt overeen met dosisiniveaus waarvan beschouwd wordt dat ze een radiologische betekenis hebben en met de minimumperiode voor geologische stabiliteit, dit wil zeggen een miljoen jaar.

Gezien de grote onzekerheden omtrent de toekomstige levenswijzen in de buurt van een eventuele geologische bergingssite, worden tevens andere types van berekeningen uitgevoerd om de impact van een dergelijke berging te ramen. Een voorbeeld is de raming van de totale radiotoxiciteitsflux afkomstig van de bergingsinstallatie, dit wil

zeggen de raming van de jaarlijkse radiologische impact op de individuen als gevolg van de hypothetische opname van alle radionucliden die in het leefmilieu vrijkomen. Deze vrijgave van radionucliden kan vergeleken worden met de natuurlijke radionucliden aanwezig in de klei of met de radiotoxiciteitsflux van andere hedendaagse activiteiten. De radiotoxiciteitsflux afkomstig van een geologische bergingsinstallatie voor bestraalde splijtstoffen met een oppervlakte van een vierkante kilometer, gebouwd in weinig verharde klei, is bijvoorbeeld beduidend kleiner dan de radiotoxiciteitsflux afkomstig van de meststoffen die jaarlijks per vierkante kilometer worden gebruikt op de landbouwgronden in Vlaanderen (ordegrootte van $10 \text{ Sv/km}^2/\text{jaar}$ — Figuur 42) [146].



De besluiten van de evaluatie van de gewijzigde evolutiescenario's (drastische stijging van het zeeniveau, aardbevingen, ijstijd, voortijdige breuk van de kunstmatige barrières,...) en de menselijke intrusiescenario's zijn niet fundamenteel verschillend van de bovenstaande besluiten.

Over het algemeen stemmen de resultaten van de evaluaties van de langetermijnveiligheid overeen met de resultaten verkregen in het kader van andere nationale programma's inzake geologische berging, waardoor het vertrouwen dat men kan hebben in deze evaluaties versterkt wordt.

De evaluaties van de langetermijnveiligheid van een geologisch bergingssysteem, die het gevolg zijn van een iteratief mechanisme om continu te verfijnen, worden elk gedurende meerdere jaren voorbereid. Door de grote laterale continuïteit van de Boomse Klei zijn de huidige besluiten van deze evaluaties in grote mate bruikbaar voor

een uitgestrekt gebied Boomse Klei. Wegens de verschillen tussen verschillende locaties (diepte, dikte, samenstelling van het poriënwater,...) zullen bepaalde gegevens die noodzakelijk zijn voor de veiligheidsevaluaties echter pas nauwkeurig gekend zijn nadat een of meer mogelijke vestigingssites zijn gekozen. Er zal een zeer grondige karakterisering van de gastformatie op de geïdentificeerde plaats(en) nodig zijn om (een) specifieke veiligheidsevaluatie(s) voor de potentiële site(s) mogelijk te maken. De resultaten hiervan zullen vervolgens worden voorgelegd aan de bevoegde overheden.

8.1.5 De Ieperiaanklei als gastformatie vergeleken met de Boomse Klei

De Ieperiaanklei is slechts weinig gekend in de diepte in België. Op initiatief van NIRAS werden verschillende studies en verkennende boringen uitgevoerd (Figuur 43) [121]. De volledige interpretatie van de resultaten is nog aan de gang.

De Ieperiaanklei vertoont in het uiterste noordwesten van het land geologische kenmerken die vergelijkbaar zijn met die van de Boomse Klei (Kader 15 in sectie 8.1.4.1). De ontwikkeling van een bergingssysteem in de Ieperiaanklei zal dus waarschijnlijk kunnen profiteren van de kennis die tot dusver is verworven voor de Boomse Klei (vergelijkbare geologieën, transportprocessen gecontroleerd door diffusie en gekenmerkt door een aanzienlijke vastzetting van de radionucliden en de chemische contaminanten, mogelijkheid om de experimentele methodologieën en technieken over te dragen, enz.).

Als gastformatie vertoont de Ieperiaanklei verschillende mogelijke voordelen ten opzichte van de Boomse Klei:

- ze is op bepaalde plaatsen op grotere diepte aanwezig dan de Boomse Klei;
- ze bevat verschillende zones die veel rijker zijn aan kleihoudende mineralen dan de Boomse Klei; deze mineralen zijn verantwoordelijk voor de vastzetting van bepaalde radionucliden en chemische contaminanten en voor het afsluitingsvermogen van de formatie;
- ze is omgeven door zouthoudende watervoerende lagen;
- ze ligt onder andere kleiformaties die een natuurlijk multibarrièregeheel vormen.

Sommige kenmerken van de Ieperiaanklei vormen echter mogelijke problemen, die niet onoverkomelijk lijken maar desgevallend meer in detail zouden moeten worden geanalyseerd. Zo vormt de bouw van ondergrondse installaties in de Ieperiaanklei, op dieptes van 300 tot 400 meter, een uitdaging doordat deze klei heel erg opzwellt. De aanwezigheid van zoutwater legt ook andere geochemische voorwaarden op dan in de Boomse Klei, wat een impact zou kunnen hebben op de corrosie van de metalen kunstmatige barrières en de migratie van de radionucliden en de chemische contaminanten.

Ten slotte vertoont de Ieperiaanklei specifieke kenmerken die bijzondere aandacht zouden vereisen, zoals de aanwezigheid van structurele discontinuïteiten (breuken) en een vermogen om de warmte af te voeren, dat geringer is dan dat van de Boomse Klei. De waterstromen in de geologische omgeving van de Ieperiaanklei zou eveneens bijzondere aandacht vergen.



Figuur 43 – Boring voor het verkennen van de Ieperiaanklei in Kallo en het nemen van monsters.

8.1.6 Toekomstige belangrijkste RD&D-activiteiten met het oog op de ontwikkeling en de geleidelijke realisatie van een geologische bergingsinstallatie

Aangezien de verdere ontwikkeling van een geologische bergingsinstallatie en de geleidelijke realisatie ervan meerdere tientallen jaren zullen duren, moet het toekomstige RD&D-programma flexibel zijn en evolueren naargelang van de evolutie van de maatschappelijke, wetenschappelijke, technische en economische context. Het zal mogelijk moeten worden aangepast, bijvoorbeeld als de beslissingen die de bevoegde overheid neemt in grote mate afwijken van de huidige aanzet van het besluitvormingsproces (sectie 9.2), als er onvoorziene voorwaarden worden opgelegd aan de realisatie van de bergingsinstallatie, of als de RD&D onverwachte resultaten oplevert die aanvullend onderzoek vereisen. De RD&D zal ook rekening houden met de bekommernissen geuit in het kader van de maatschappelijke consultatie, van de wettelijke raadpleging over het Afvalplan en het SEA en van het participatief proces dat gepaard zal gaan met de verdere ontwikkeling van een geologische berging.

Concreet moet de RD&D het mogelijk maken de argumentatiedossiers op te stellen ter ondersteuning van de beslissingen die richting zullen geven aan het besluitvormingsproces (sectie 9.2). Zo heeft de RD&D tot doel de verworven kennis en ervaring te bevestigen, te verfijnen en te integreren (om de resterende onzekerheden te reduceren en de veiligheidsmarges te vergroten), bepaalde kennisgebieden te ontwikkelen (vooral wat betreft de Ieperiaanklei), rechtstreeks of onrechtstreeks alle nog niet aangetoonde aspecten van de bouw, de exploitatie en de sluiting van een bergingsinstallatie te

demonstreren en aan te tonen dat de kosten zullen worden beheerst. De bescherming van de watervoerende lagen is een van de belangrijkste bekommernissen van NIRAS en de aan de gang zijnde studies over dit onderwerp zullen worden voortgezet en ontwikkeld, naargelang van de behoeften.

De belangrijkste RD&D-assen en hun doelstellingen kunnen als volgt worden samengevat. Ze worden uitgewerkt in het kader van het RD&D-programma dat momenteel wordt opgesteld door NIRAS en dat gepubliceerd zal worden. Dit programma identificeert de RD&D-prioriteiten met het oog op de opstelling van het eerste veiligheids- en uitvoerbaarheidsdossier (SFC1 — zie ook sectie 9.2) en geeft ook al de RD&D-thema's op langere termijn aan.

8.1.6.1 Geologische berging in de Boomse Klei

■ *Voor de gastformatie:*

- ▶ Bepaling van de aanvaardbare verstoringen (thermisch, hydraulisch, mechanisch, chemisch,...) in de Boomse Klei (inclusief de onrechtstreekse verstoringen veroorzaakt door de aanwezigheid van bepaalde bestanddelen in de materialen die gebruikt worden voor de fabricage van de kunstmatige barrières).
- ▶ Evaluatie van de verstoringen veroorzaakt in de Boomse Klei door de productie van gasen na de sluiting van de bergingsinstallatie (en analyse van de impact op het ontwerp van de bergingsinstallatie).
- ▶ Bevestiging, door het PRACLAY-experiment *in situ*, van het vermogen van de Boomse Klei en de galerijbekledingen om te weerstaan aan de thermische belasting die door het warmteafgevend afval wordt opgelegd; deze belasting is één van de belangrijkste voorbijgaande effecten die de bergingsinstallatie en de gastformatie zullen moeten doorstaan. PRACLAY zou de resultaten moeten bevestigen die verkregen werden door tests *in situ* op kleine schaal, en verder het vertrouwen moeten opbouwen in de modellen, de basishypotheses van deze modellen en de voorspellingen ervan. Deze test, op een schaal van een decameter en met een duur van tien jaar, werd ontworpen om onafhankelijk van het ontwerp van de kunstmatige barrières en van het type van warmteafgevend afval te worden uitgevoerd. De resultaten in verband met de initiële verwarmingsfase, tijdens dewelke de warmtegradiënt het grootst zal zijn, zouden beschikbaar moeten zijn in 2013–2014.
- ▶ Grondige kennis van de mechanismen van het vastzetten van de radionucliden en de chemische contaminanten door de Boomse Klei.
- ▶ Evaluatie van de verenigbaarheid van het te verwachten gebruik van de ondergrond (ontginning, inclusief drinkwaterwinning, exploratie,...) met de aanwezigheid van een geologische bergingsinstallatie in de Boomse Klei.
- ▶ Bevestiging van de langetermijnstabiliteit van de geologie van de Boomse Klei in termen van diepte, dikte, homogeniteit en laterale continuïteit.
- ▶ Bevestiging van de langetermijnstabiliteit van de geologie van de Boomse Klei in geval van aardbevingen en klimaatveranderingen.

■ *Voor het afval:*

- ▶ Verificatie of de nieuwe types afval waarvan de productie kan worden voorzien (bijvoorbeeld bestraalde splijtstoffen met een hogere versplijtingsgraad dan nu), geen nieuwe vragen doen rijzen dan die waarmee al rekening is gehouden in de studies.
- ▶ Verfijning van het begrip van de duurzaamheid van de glas- en UO₂-matrices in een cementmidden.
- ▶ Verbetering van de kennis van de kenmerken van de bestraalde splijtstoffen, rekening houdend met hun intrinsieke evolutie tijdens de opslagperiode die nodig is voor de afkoeling van de splijtstoffen, en het in aanmerking nemen van deze evolutie in de studies over de conditionering en de post-conditionering van de splijtstoffen.
- ▶ Bevestiging van de verenigbaarheid van de bitumenmatrices met de Boomse Klei. Het opzwellen van het gebitumineerde afval van Eurochemic en de overdruk die er het gevolg van is, zijn immers aanzienlijk.

■ *Voor de installaties:*

- ▶ Demonstratie van elk van de stappen in de fabricage en de behandeling van de supercontainers en de monolieten, en verificatie van de nood aan wapening (inclusief bij val).
- ▶ Bepaling van de vereisten met betrekking tot de afsluiting van de galerijen en de schachten, en verfijning van de toe te passen afsluitingsstrategie (rekening houdend met een eventuele periode van terugneembaarheid).
- ▶ Vaststelling van de operationele vereisten inzake de aanwezigheid van gassen tijdens de berging en analyse van de impact op het ontwerp van de bergingsinstallatie (bijvoorbeeld op de ventilatie), inclusief de kunstmatige barrières.
- ▶ Praktische toepassing van de reglementering inzake beveiliging en *safeguards*.

■ *Voor de voorwaarden voor de realisatie van een bergingsinstallatie:*

- ▶ Analyse, vanuit wetenschappelijk, technisch, financieel en veiligheids-oogpunt, in het kader van het maatschappelijk overleg dat tot stand moet worden gebracht (sectie 9.4), van de voorwaarden voor de realisatie van een geologische bergingsinstallatie in termen van controleerbaarheid van de bergingsinstallatie (tijdens de exploitatie, tijdens de geleidelijke sluiting en, eventueel, na sluiting van de installatie), van terugneembaarheid van het geborgen afval en van overdracht van kennis (met inbegrip van de herinnering aan de locatie van de bergingsinstallatie); het doel van deze analyse is de respectieve doelstellingen, omvang en beperkingen van deze voorwaarden te bepalen en ze te kunnen integreren in het bergingsproject, eventueel door aanvullende RD&D-activiteiten op te zetten.

■ *Voor de evaluaties van de veiligheid en de impact op het leefmilieu:*

- ▶ Evaluatie van de operationele veiligheid.
- ▶ Verfijning van de methodologieën voor het beheer van de onzekerheden in de evaluaties van de radiologische veiligheid van het geologisch bergingssysteem en de evaluaties van zijn impact op het leefmilieu.

- ▶ Verfijning van de evaluaties van de radiologische veiligheid van het bergingssysteem volgens een waaier van scenario's (en de varianten erop). Deze evaluaties moeten inzonderheid zekerheid bieden dat de kwaliteit van de waterbronnen niet in gevaar wordt gebracht door de aanwezigheid van de bergingsinstallatie.
 - ▶ Verfijning van de evaluaties van de impact van de door het bergingssysteem vrijgelaten chemische contaminanten, om met name zeker te zijn dat de kwaliteit van de waterbronnen er niet door in gevaar wordt gebracht en, meer algemeen, dat de omgeving van het bergingssysteem, inclusief de oppervlakteomgeving, en de mens er niet op onaanvaardbare wijze door worden beïnvloed.
 - ▶ Verfijning van de evaluaties van de invloed van de temperatuurstijging op de fysisch-chemische voorwaarden en de ondergrondse processen (stromingen,...), de biologische diversiteit, de flora, de fauna en de grondopheffing.
 - ▶ Verfijning van de evaluaties van de betrouwbaarheid van de modellen en simulaties.
 - ▶ Integratie van alle argumenten in verband met de verschillende onderdelen van het bergingssysteem waarop de veiligheid van het systeem berust, en beoordeling van het vertrouwen dat men in deze veiligheid kan hebben.
- *Voor de optimalisering van het bergingssysteem:*
- De optimalisering van het bergingssysteem moet
- ▶ betrekking hebben op het bergingssysteem *in zijn geheel*, om te vermijden dat de optimalisering van een deel van het systeem zou leiden tot een afname van de bescherming die verzekerd wordt door het gehele systeem;
 - ▶ rekening houden met de te bereiken *veiligheidsdoelstellingen en met de relevante sociaaleconomische factoren*, om te kunnen komen tot een optimale technische oplossing die tevens aanvaardbaar is vanuit sociaaleconomisch oogpunt, *zonder dat het in aanmerking nemen van de sociaaleconomische factoren ten nadele zou zijn van de veiligheid*.

Het proces voor de optimalisering van het bergingssysteem zal hoofdzakelijk betrekking hebben op het ontwerp van de bergingsinstallatie, inclusief de kunstmatige barrières, en zal in overleg met het FANC verlopen (zie met name [55, 147, 148]).

Bij het integreren van het proces van de *keuze van een geschikte vestigingssite* in het optimaliseringsproces, zal onvermijdelijk in grote mate rekening moeten worden gehouden met de maatschappelijke factoren (zie ook Kader 18 in sectie 9.2.3).

8.1.6.2 Geologische berging in de Ieperiaanklei

Aangezien Ieperiaanklei kenmerken vertoont die vergelijkbaar zijn met die van de Boomse Klei, mag men redelijkerwijs aannemen dat de veiligheidsstrategie die ontwikkeld werd voor de geologische berging in de Boomse Klei ook kan worden toegepast op de geologische berging in de Ieperiaanklei, dat hetzelfde type van ontwerp van de ondergrondse installatie kan worden gebruikt en dat de meeste kennis met betrekking tot de Boomse Klei ook bruikbaar is voor de Ieperiaanklei. De

veiligheidsstrategie komt voort uit een iteratieve benadering die het dus mogelijk maakt stapsgewijs aanpassingen aan te brengen, indien dit nodig mocht blijken.

Als uitgangspunt werden de technisch-wetenschappelijke kennis en de kennis van de veiligheid die van toepassing zijn op de Boomse Klei bijgevolg als zodanig overgebracht op de geologische berging in de Ieperiaanklei. De systematische evaluatie van de Ieperiaanklei, die momenteel aan de gang is, moet een antwoord bieden op de volgende vragen.

- In welke mate is de kennis die ontwikkeld werd voor de berging in de Boomse Klei als zodanig overdraagbaar op de berging in Ieperiaanklei (bijvoorbeeld het effect van de verwachte klimaatontwikkelingen)?
- In welke mate is de kennis van een aantal basisparameters zoals de mineralogie of de chemie van het poriënwater (bijvoorbeeld zelfdichting, die vooral gecontroleerd wordt door de aanwezigheid van zwellende klei) overdraagbaar van de Boomse Klei op de Ieperiaanklei?
- In welke mate moeten detailstudies worden ondernomen om specifieke parameters voor de Ieperiaanklei te bepalen of specifieke modellen te ontwikkelen (bijvoorbeeld specifieke grondmechanische parameters om de uitvoerbaarheid van het graafwerk te evalueren)?

De huidige resultaten van de aan de gang zijnde studies geven aan dat de nadruk waarschijnlijk zal moeten worden gelegd op de uitvoerbaarheid van het graafwerk, de oorsprong en de impact van de structurele discontinuïteiten, de bepaling van de warmtegeleidbaarheid, de bepaling van de hydrogeologische context, de verbetering van de kennis van het poriënwater en de mogelijke impact van een eventuele verticale heterogeniteit.

Aan de hand van de resultaten van de aanvullende studies en de oriënterende berekeningen zal kunnen worden bepaald of de veiligheidsstrategie moet worden aangepast en of het mogelijk is een eerste evaluatie van de Ieperiaanklei als mogelijke gastformatie uit te voeren. Het RD&D-programma met betrekking tot de Ieperiaanklei zal dan worden uitgewerkt en aangepast op basis van de resultaten van deze evaluatie.

Op basis van de huidige kennis en ervaring lijkt het niet nodig te zijn een ondergronds laboratorium te bouwen in de Ieperiaanklei. Indien uit de resultaten van het onderzoek en van de komende evaluaties blijkt dat het alternatief van de Ieperiaanklei moet worden behouden tot een geavanceerd stadium van het besluitvormingsproces en de beslissing wordt genomen om een bergingsinstallatie in de Ieperiaanklei te bouwen, kan men eventueel een ondergrondse karakteriseringsinstallatie bouwen, met andere woorden een onderzoeksinstallatie die zich bevindt op de site van de toekomstige bergingsinstallatie.

8.1.7 Kosten van de RD&D

De totale kostprijs van de RD&D-activiteiten met betrekking tot de geologische berging in België, met inbegrip van de kosten van het ondergronds laboratorium, wordt voor de periode 1974–2014 geraamd op ongeveer 360 MEUR₂₀₀₈, dit is ongeveer 9 MEUR per jaar.

De kostprijs van de toekomstige RD&D-activiteiten zal grotendeels bepaald worden door de juiste draagwijdte van de toekomstige principebeslissing en de eventuele aanvullende maatschappelijke eisen. Indien de oplossing van de geologische berging in Ieperiaanklei het voorwerp dient te zijn van zeer gedetailleerde studies, zal een grote inspanning nodig zijn die ongeveer vergelijkbaar is met de huidige inspanningen die jaarlijks geleverd worden op het vlak van de RD&D voor de Boomse Klei. Daarbij zouden op termijn nog de investeringen kunnen komen die nodig zijn voor het uitgraven van een ondergrondse karakteriseringsinstallatie. (Deze investeringen zijn moeilijk te becijferen gezien de onzekerheden omtrent de uitvoerbaarheid van mijnbouwkundige constructies in weinig verharde en zwellende klei op een diepte van 300 of 400 meter.) De totale investering in RD&D zou niettemin waarschijnlijk kleiner zijn voor de Ieperiaanklei dan voor de Boomse Klei, gezien de aanzienlijke kennis en ervaring verworven op het gebied van de Boomse Klei.

8.2 In één enkele installatie

Volgens NIRAS moet het afval van categorie B en dat van categorie C op lange termijn worden beheerd in het kader van een beheeroplossing — geologische berging — die, enerzijds, gemeenschappelijk is voor beide afvaltypes, omdat hun langetermijnsrisico zich uitstrekt over vergelijkbare tijdschalen, namelijk meerdere tientallen tot honderdduizenden jaren en die, anderzijds, gerealiseerd wordt op één enkele site, omdat afzonderlijke installaties niet verantwoord zijn omwille van de respectieve volumes van het beschouwde afval. Een geologische bergingsinstallatie kan evenwel zodanig ontworpen en geëxploiteerd worden dat afval met verschillende kenmerken in aparte delen van de bergingsinstallatie en eventueel na elkaar in de installatie wordt geplaatst (zie ook sectie 10.2.5).

8.3 Op Belgisch grondgebied

Volgens NIRAS moet B&C-afval (net als het andere afval dat de instelling overneemt) nationaal, dus op Belgisch grondgebied, worden beheerd. Aangezien België er in het verleden voor koos om een groot deel van zijn elektriciteit op te wekken met behulp van kernenergie en de splijtstofcyclus rechtstreeks (exploitatie) of onrechtstreeks (ontmanteling) aan de basis ligt van de productie van het overgrote deel van het Belgische radioactieve afval, is het inderdaad de taak van België om zelf in te staan voor het beheer van zijn radioactief afval. (Momenteel is meer dan 50% van de elektriciteit die in België geproduceerd wordt van nucleaire oorsprong; volgens het IAEA staat België daarmee op de derde plaats, na Frankrijk en Slowakije, rekening houdend met het aandeel van kernenergie in de totale nationale elektriciteitsproductie [149].) De keuze van een nationaal beheerbeleid staat de totstandbrenging van internationale samenwerking echter niet in de weg; NIRAS heeft dit altijd gedaan en zal dit in toekomst blijven doen.

Het standpunt van NIRAS sluit aan bij de aanbevelingen en reglementeringen die internationaal van kracht zijn en die de nationale verantwoordelijkheid van elk land voor het beheer van het eigen radioactieve afval vooropstellen. Ze werd onder meer overgenomen in het voorwoord van het Gezamenlijk Verdrag van 1997, dat op zijn beurt in 2002 werd opgenomen in het Belgisch wettelijk en reglementair kader [7].

"vi) Opnieuw bevestigend dat de uiteindelijke verantwoordelijkheid voor de veiligheid van het beheer van bestraalde splijtstof en radioactief afval berust bij de Staat;"

"xi) Ervan overtuigd dat radioactief afval, voor zover dit verenigbaar is met de veiligheid van het beheer van dergelijk materiaal, definitief opgeborgen moet worden in de Staat waar het is ontstaan, en erkennend dat onder bepaalde omstandigheden een veilig en efficiënt beheer van bestraalde splijtstof en radioactief afval aangemoedigd zou kunnen worden door overeenkomsten tussen de Verdragsluitende Partijen om installaties op het grondgebied van een van hen te gebruiken ten bate van de andere Partijen, in het bijzonder wanneer afval uit gezamenlijke projecten ontstaat;"

Verschillende landen passen deze logica reeds actief toe: ze hebben een principebeslissing genomen ten gunste van geologische berging van hun hoogactieve en/of langlevende afval op het nationale grondgebied of staan op het punt te starten met de bouw van een geologische bergingsinstallatie (Kader 10 op het einde van sectie 5.2.3). Een aantal van deze landen hebben tegelijkertijd de berging van buitenlands afval op hun grondgebied verboden, omdat dit in deze landen een voorwaarde *sine qua non* is voor de maatschappelijke aanvaardbaarheid van een nationale bergingsoplossing.

Ook al is het mogelijk, en zelfs waarschijnlijk, dat in de toekomst gedeelde geologische bergingsinstallaties (of regionale bergingsinstallaties) beschikbaar zullen worden op Europees of op internationaal vlak, is dit vooruitzicht vandaag te onzeker om als uitgangspunt te dienen voor het bepalen van een concreet beleid voor het beheer. Zo stelt het syntheserapport van de derde toetsingsvergadering van de verdragsluitende partijen bij het Gezamenlijk Verdrag, die plaatsvond in mei 2009, dat voor de kwestie van gedeelde bergingsinstallaties geen concrete vooruitgang geboekt werd [73].

"20. Meerdere verdragsluitende partijen met een beperkt nucleair programma of met een beperkt beheerprogramma voor radioactief afval hebben de vraag van regionale bergingsinstallaties geopperd. Tot nu toe werd hierover echter geen enkele concrete vooruitgang verwezenlijkt. Men meent dat het versterken van de samenwerking tussen de verdragsluitende partijen vooruitgang met betrekking tot deze belangrijke vraag zou vergemakkelijken." [vertaling van NIRAS]

Hoewel de oplossing van een gedeelde bergingsinstallatie economische schaalvergroting mogelijk maakt, doet ze ook verschillende vragen rijzen. De belangrijkste vragen zijn juridische moeilijkheden die verband houden onder meer met de bepaling van de verplichtingen van de partijen (behoud van de verantwoordelijkheid eigen aan het nationale afval, wederkerigheid, enz.) en met de grensoverschrijdende bewegingen van afval. Vanuit het oogpunt van de veiligheid, van de ethische principes, van de aanpak van de realisatie en van de wetenschappelijke en technische basisprincipes, stelt de ontwikkeling van een gedeelde geologische bergingsinstallatie overigens dezelfde eisen als een nationale bergingsinstallatie, of zelfs nog strengere eisen, die bijvoorbeeld verbonden zijn aan de verscheidenheid van het afval waarmee rekening moet worden gehouden of aan de moeilijkheden om een site te selecteren.

Ten slotte doet het perspectief van een gedeelde oplossing niets af aan de noodzaak voor ieder land om te beschikken over een nationaal plan voor het beheer van zijn

radioactief afval alsook over de menselijke en financiële middelen die nodig zijn om dit plan uit te voeren, met inbegrip van een RD&D-programma en een financieringssysteem. De landen die meewerken aan de ontwikkeling van een gedeelde bergingsinstallatie moeten inderdaad wetenschappelijk, technisch en financieel kunnen bijdragen aan het welslagen van de onderneming maar mogen een mislukking niet uitsluiten, waardoor ze uiteindelijk toch hun toevlucht zouden moeten nemen tot een nationale beheeroplossing. Uit het wederkerigheidsprincipe volgt bovendien dat elk land dat partij is bij een multinationaal akkoord over de realisatie van een gedeelde bergingsinstallatie, mogelijk al het betrokken afval van de landen die bij dit akkoord betrokken zijn, op zijn grondgebied zal ontvangen.

8.4 Zodra mogelijk

Rekening houdend met de regels inzake goed beheer en met de ethische principes inzake intra- en intergenerationele billijkheid, meent NIRAS dat geologische berging in weinig verharde klei (Boomse Klei of Ieperiaanklei) zodra mogelijk operationeel moet zijn. Het tempo van ontwikkeling en realisatie van de oplossing moet daarbij afgestemd zijn op de wetenschappelijke en technische maturiteit en op het maatschappelijk draagvlak van de oplossing. Rekening houdend met de wetenschappelijke, technische, maatschappelijke en reglementaire verplichtingen is dit a priori niet mogelijk vóór 2035–2040. Deze noodzaak is grotendeels op dezelfde manier te rechtvaardigen als de noodzaak van een principebeslissing op korte termijn (sectie 5.2). De argumenten hiervoor zijn hieronder samengevat:

- vanuit het oogpunt van het *doeltreffend beheer van het afval*:
 - door de afwezigheid van een geologische bergingsinstallatie die het B&C-afval kan ontvangen, is NIRAS niet in staat haar opdracht van openbare dienstverlening integraal te vervullen en aldus haar beheersysteem voor dit afval sluitend te maken;
 - bij elk ongerechtvaardigd uitstel van de realisatie nemen de kosten voor het beheer van de opslaginstallaties alleen maar toe (controles en onderhoud van de installaties, eventuele herverpakking of herconditionering van het afval,...);
- vanuit het oogpunt van de toepassing van het *principe 'de vervuiler betaalt'*:
 - bij gebrek aan een effectief gebouwde en geëxploiteerde geologische bergingsinstallatie kan de reële kostprijs van de berging niet correct worden vastgesteld en aan de producenten worden doorberekend door NIRAS; hoe meer tijd er verstrijkt, hoe talrijker de producenten zijn die op een bepaald ogenblik gedaan zullen hebben met het leveren van afval aan NIRAS en aan wie het dus zeer moeilijk of zelfs onmogelijk zal zijn om eventuele verhogingen van de beheerkosten door te berekenen via verhogingen van de geraamde lasten voor het beheer van hun afval: de aanpassingen zouden dan in rekening van de overblijvende producenten en/of van de Belgische Staat en dus van de burger moeten worden gebracht, hetgeen in beide gevallen in strijd zou zijn met het principe 'de vervuiler betaalt';
- vanuit het oogpunt van de *continuïteit van de kennis*:
 - bij elk uitstel van de realisatie wordt het in stand houden van nationale deskundigheid en kennis moeilijker, vooral wat de kennis van het afval en de RD&D betreft; deze continuïteit is echter een factor die op fundamentele

wijze bijdraagt tot de veiligheid van de ontwikkelde oplossing en tot de realisatie ervan;

- vanuit het oogpunt van de *intragenerationele billijkheid*:
 - bij elk uitstel van de realisatie verkeren de gemeenten op het grondgebied waarvan het afval momenteel tijdelijk, maar voor onbepaalde duur wordt opgeslagen, langer in onzekerheid;
- vanuit het oogpunt van de *intergenerationele billijkheid*:
 - bij elk uitstel van de realisatie gaat de beheerverantwoordelijkheid, met inbegrip van alle bijbehorende lasten, op de schouders van de volgende generaties zwaarder wegen.

De geplande datum voor het begin van de exploitatie van een geologische bergingsinstallatie, a priori ten vroegste 2035–2040, moet onder meer de mogelijkheid bieden de nog nodige RD&D te verrichten en biedt ook de gelegenheid om de ontwikkelingen te volgen met betrekking tot beheerpistes die in het Afvalplan worden onderzocht maar niet werden behouden (secties 7.2.1.2 en 7.2.2).



9 De geologische berging ontwikkelen en realiseren in het kader van een integrerend besluitvormingsproces

In het midden van de jaren negentig heeft NIRAS, in het kader van het programma voor het langetermijnbeheer van het afval van categorie A, een voor die tijd vernieuwende visie ontwikkeld aangaande de noodzaak om de wetenschappelijke en technische aspecten, enerzijds, en de maatschappelijke aspecten, anderzijds, op evenwichtige wijze te integreren in de ontwikkeling en realisatie van een bergingsinstallatie voor radioactief afval.

De participatieve werkmethode en het integrerend besluitvormingsproces die ontwikkeld werden in het kader van het programma voor het afval van categorie A en die verschillende buitenlandse programma's voor het beheer van radioactief afval hebben geïnspireerd, hebben geleidelijk ook het denken over het B&C-programma beïnvloed. Van 1974 tot het midden van de jaren 2000 werd bij de werkzaamheden in verband met het langetermijnbeheer van het B&C-afval inderdaad een belangrijke rol toebedeeld aan de technische en wetenschappelijke aspecten en aan de veiligheids- en milieubeschermingsaspecten, terwijl de maatschappelijke aspecten grotendeels over het hoofd werden gezien. Hierdoor was het onmogelijk een maatschappelijk draagvlak te creëren voor de beheeroplossing die in ontwikkeling is.

Door het belang van de maatschappelijke en ethische aspecten in het langetermijnbeheer van het radioactieve afval, rekening houdend met de uitdagingen van dit beheer, is NIRAS tot het besluit gekomen dat het noodzakelijk is een benaderingswijze te volgen die op evenwichtige wijze de vier onderling afhankelijke dimensies van een duurzame oplossing voor het langetermijnbeheer integreert, namelijk de milieu- en veiligheidsdimensie, de technische en wetenschappelijke dimensie, de financiële en economische dimensie, en de maatschappelijke en ethische dimensie (Kader 1 in sectie 1.2). NIRAS acht een dergelijke benadering absoluut noodzakelijk, ongeacht de oplossing die zal worden gerealiseerd voor het langetermijnbeheer.

In 2001 heeft NIRAS de noodzaak om de maatschappelijke en ethische dimensie, enerzijds, een volwaardige plaats te geven in het langetermijnbeheer van het B&C-afval en, anderzijds, op te nemen in een participatief besluitvormingsproces, voor het eerst in perspectief geplaatst in het contextueel document [18] van het rapport SAFIR 2 (sectie 8.1.1.2). Ze waren tevens opgenomen in de besluiten van de audit van het

rapport SAFIR 2, die uitgevoerd werd onder de vlag van het NEA. Het auditrapport van het NEA [10] bevestigde inderdaad het belang dat moet worden gehecht aan de maatschappelijke aspecten en de noodzaak voor het B&C-programma om na te denken over de structuur van een besluitvormingsproces en, in het bijzonder, over de manier en het tijdstip waarop de belanghebbende partijen nog meer bij dit proces kunnen worden betrokken, waarbij de uitdrukking 'belanghebbende partijen' kan worden omschreven als de partijen die belang hebben bij het project of het proces of er belang in stellen, of die een rol spelen in het proces. In 2005 heeft het NEA zijn visie op de notie van besluitvormingsproces in het beheer van radioactief afval als volgt uitgelegd [150]:

"In deze nieuwe context van besluitvorming is het duidelijk dat: a) Elke belangrijke beslissing over het langetermijnbeheer van radioactief afval gepaard moet gaan met een uitgebreide raadpleging van het publiek, waaraan zoveel mogelijk belanghebbende partijen moeten deelnemen. b) De publieke opinie, vooral op lokaal vlak, er niet klaar voor is om zich te verbinden tot onomkeerbare technologische keuzes die zij niet goed begrijpt en niet beheerst. c) Er verscheidene duizenden jaren nodig zullen zijn om nieuwe beheerwijzen te ontwikkelen en uit te voeren. De actoren hierin zullen dus de toekomstige generaties zijn. 'Beslissen' betekent dus niet langer dat onherroepelijk voor één enkele oplossing wordt geopteerd. Een beslissing vormt daarentegen voortaan een stap in een ruimer proces waarin de waaier van mogelijke keuzes voorzichtig wordt bestudeerd om de veiligheid en het welzijn van de huidige en toekomstige generaties zoveel mogelijk te vrijwaren, zonder hen hun vrije wil te ontnemen." [vertaling van NIRAS]

In 2004, na de publicatie van het rapport SAFIR 2 en de internationale audit van dit rapport, belastte de voogdij NIRAS met de opdracht de verschillende mogelijke strategieën voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval te evalueren en een maatschappelijke dialoog met alle betrokken partijen voor te bereiden (sectie 5.2.2). NIRAS nam daarop verschillende initiatieven om de bevolking te raadplegen, ter voorbereiding van de opstelling van het Afvalplan en van het SEA dat ermee gepaard diende te gaan, overeenkomstig de bepalingen van de wet van 13 februari 2006. Deze initiatieven vormden de eerste aanzet tot een geïntegreerde benadering van de vier dimensies van een duurzame oplossing voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval.

In dezelfde geest heeft NIRAS krachtlijnen bepaald voor het besluitvormingsproces voor de ontwikkeling en geleidelijke realisatie van de geologische bergingsoplossing die zij aanbeveelt voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval (sectie 9.1), en die moet worden gevalideerd door een principebeslissing. Deze krachtlijnen zijn hoe dan ook van toepassing, ongeacht de beheeroplossing die gevalideerd zou worden. NIRAS heeft vervolgens een eerste ontwerp van dit proces uitgewerkt dat op termijn voorziet in de integratie van de bergingsinstallatie op lokaal vlak (sectie 9.2). De notie van lokale integratie stemt hier overeen met de bepalingen van de wet van 29 december 2010. Deze wet machtigt NIRAS inderdaad om de maatregelen te nemen die erop gericht zijn het maatschappelijk draagvlak te creëren en in stand te houden dat vereist is voor de integratie van een bergingsinstallatie in een lokale collectiviteit [6].

Het ontwerp van besluitvormingsproces dat NIRAS heeft ontwikkeld, dat formeel begint met het nemen van een principebeslissing, vormt een gespreksbasis die moet worden verrijkt en verrijnd, of zelfs gewijzigd, via overleg met alle belanghebbende partijen. Dit overleg zal onverwijld aangevat worden en zal de aanzet geven tot het integreren van

een participatieve dynamiek in het B&C-programma (sectie 9.4). Het besluitvormingsproces moet immers de instemming van de belanghebbende partijen krijgen om te kunnen worden uitgevoerd. Deze belangrijke taak, die zal beginnen met het identificeren van de belanghebbende partijen, moet een antwoord bieden op de vragen wie zal beslissen over wat, wanneer, op welke bases en op welke manier. Met uitzondering van de bepalingen van de wet van 13 februari 2006 bestaat er immers momenteel geen normatief kader dat bepaalt hoe de verschillende stappen moeten worden genomen tijdens de periode tussen het nemen van een principebeslissing over het langetermijnbeheer van radioactief afval en de nucleaire vergunningsaanvraag die noodzakelijk is om de gekozen beheeroplossing te realiseren. De identificatie van de te nemen scharnierbeslissingen, van de belanghebbende partijen die bij de verschillende stappen van het besluitvormingsproces betrokken zijn, van de respectieve taken en verantwoordelijkheden of bijvoorbeeld ook van de ondersteunende documenten die moeten worden opgesteld, vormt hierbij een belangrijke uitdaging.

Het besluitvormingsproces zou moeten worden opgenomen in een nieuw normatief systeem, dat NIRAS en alle actoren waarmee zij zal moeten samenwerken, een voldoende stevige en stabiele basis biedt opdat hun werkzaamheden zich zouden ontwikkelen in een voldoende afgebakend kader (sectie 9.3).

9.1 Krachtlijnen van het besluitvormingsproces

NIRAS wenst dat het besluitvormingsproces voor de ontwikkeling en realisatie van een geologische bergingsoplossing voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval (hoofdstuk 8) een integrerend karakter heeft en bovendien de volgende krachtlijnen vertoont:

- stapsgewijs vooruitgaan,
- participatief zijn,
- aanpasbaar zijn,
- transparant en geloofwaardig zijn,
- de continuïteit garanderen, met inbegrip van de continuïteit van de kennis.

NIRAS heeft deze krachtlijnen bepaald op basis van, enerzijds, de werkervaring die zij heeft opgedaan in de partnerschappen met de lokale gemeenschappen in het kader van het dossier categorie A (Kader 7 in sectie 4.2.3 en Kader 17 in sectie 9.2.2) en van, anderzijds, de aanbevelingen van de deelnemers aan de initiatieven van maatschappelijke consultatie die zij in 2009–2010 heeft genomen inzake het langetermijnbeheer van het B&C-afval (sectie 1.2) [30, 31] en van de goede praktijken die op internationaal vlak worden waargenomen. De concrete omzetting van deze krachtlijnen in het besluitvormingsproces en in het uit te werken normatieve systeem zal het voorwerp zijn van maatschappelijk overleg.

De goede praktijken op het vlak van participatieve besluitvormingsprocessen voor het beheer van radioactief afval zijn terug te vinden in de aanpak die in de meeste geologische bergingsprogramma's in het buitenland worden gevolgd. Dit geldt zowel voor geavanceerde programma's als dat van Canada voor het langetermijnbeheer van het afval van de categorieën A&B (Kader 10 op het einde van sectie 5.2.3) [80], als voor programma's die momenteel ontwikkeld of gereorganiseerd worden en waarin zij opgenomen zijn in de vorm van aanbevelingen (bijvoorbeeld [79, 81, 102, 151, 152]).

De goede praktijken die in het buitenland worden waargenomen, werden beschreven, geanalyseerd en samengevat in verschillende studies en/of verschillende werkgroepen op internationaal vlak (Kader 16), in het bijzonder

- het project CARL, waarbij de gevolgen werden geanalyseerd van het betrekken van belanghebbende partijen bij een besluitvormingsproces met het oog op het beheer van radioactief afval [153];
- het *Forum on Stakeholder Confidence* (FSC), dat onder toezicht van het NEA opgericht werd om het delen van ervaringen te stimuleren inzake de wijze waarop het vraagstuk van de maatschappelijke dimensie van het beheer van radioactief afval moet worden aangepakt, en dat de manieren bestudeert waarop een doeltreffende dialoog met het publiek kan worden gevoerd om het vertrouwen in de besluitvormingsprocessen te versterken [150, 154, 155].

Kader 16 – Goede praktijken waargenomen in het buitenland inzake participatieve besluitvormingsprocessen voor het beheer van radioactief afval

Belangrijkste lessen uit het project CARL [153]. Men moet

- voldoende belang hechten aan het uitwerken en faciliteren van de participatieve processen, en daarbij in het bijzonder vermijden om 'ingevoerde' participatiemodellen als dusdanig te kopiëren, vermits elk land gekenmerkt wordt door een verschillende specifieke context (bijvoorbeeld op cultureel, maatschappelijk, technisch of wettelijk vlak), die het verloop van de participatieve processen kan beïnvloeden;
- voldoende financiële middelen en tijd uittrekken voor de participatieve processen en duidelijk de periode bepalen waarin elke belanghebbende partij betrokken wordt, alsook de omvang van de betrokkenheid die van haar verwacht wordt;
- voldoende aandacht besteden aan de ontwikkeling van de kennis en de deskundigheid van de belanghebbende partijen;
- de belanghebbende partijen transparantie en passende feedback garanderen;
- zorgen voor een correcte vertegenwoordiging van de betrokken bevolkingsgroepen;
- rekening houden met het feit dat er onder de bevolking talrijke standpunten bestaan over het beheer van radioactief afval.

Belangrijkste lessen uit de FSC-studie over de evolutie en de huidige praktijken inzake partnerschappen in dertien landen [155]. Deze studie toont aan dat zich tijdens het afgelopen decennium belangrijke wijzigingen hebben voorgedaan in de medewerking van de burgers aan de oplossing van problematiek in verband met het beheer van radioactief afval:

- evolutie van de overdracht van informatie aan de lokale gemeenschappen en van de raadpleging van deze gemeenschappen naar een partnerschapbenadering, dit wil zeggen evolutie van een symbolische betrokkenheid naar een reële invloed van de burgers;
- evolutie van de rol van de lokale gemeenschappen die, in plaats van passief, actief wordt;
- ontwikkeling van een brede waaier van administratieve vormen van samenwerking;
- erkenning van de noodzaak en van de legitimiteit van maatregelen waarbij een zekere macht aan de gemeenschap wordt verleend en van sociaaleconomische voordelen;
- ontstaan van nieuwe idealen en nieuwe bases voor samenwerking, met name wederzijds leren, creëren van toegevoegde waarde voor de gemeenschap en/of de gastregio en duurzame ontwikkeling.

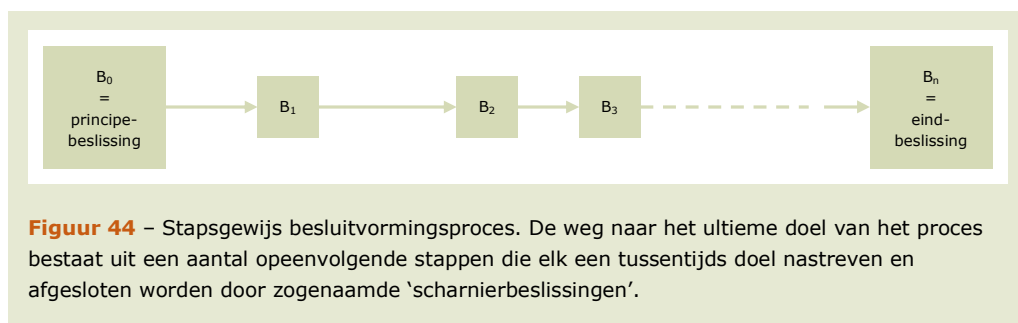
NIRAS zorgt ofwel rechtstreeks, ofwel met haar universitaire partners voor de verdere opvolging van de goede praktijken in het buitenland en van de aanbevelingen die op internationaal vlak worden geformuleerd.

9.1.1 Stapsgewijs vooruitgaan

Net als talrijke instanties die verantwoordelijk zijn voor het beheer van radioactief afval in het buitenland opteert NIRAS voor de stapsgewijze ontwikkeling en realisatie van de geologische bergingsoplossing die zij aanbeveelt. Vooraleer een bergingsinstallatie definitief wordt, nadat al het afval is geplaatst en alle bergingsgalerijen, galerijen en toegangsschachten zijn gesloten, moeten immers een aantal stappen worden doorlopen en moeten een aantal beslissingen worden genomen die a priori verspreid zullen zijn over een periode van een honderdtal jaren, vanaf het nemen van een principebeslissing tot de volledige sluiting van de bergingsinstallatie.

Concreet betekent dit dat de weg naar het ultieme doel van volledige sluiting van de bergingsinstallatie, na afloop van de exploitatie ervan en van een eventuele periode van controles *in situ*, bestaat uit een aantal opeenvolgende stappen die elk een tussentijds doel nastreven (Figuur 44). Elke stap van dit traject zal worden afgesloten met een zogenaamde 'scharnierbeslissing' over dit tussentijdse doel. Deze zal worden genomen door een bevoegde overheid of door bevoegde overheden op basis van een argumentatiedossier dat gebaseerd is op de stand van de kennis inzake veiligheid, milieubescherming en uitvoerbaarheid, alsook op overwegingen omtrent de bekommernissen en wensen van de samenleving of, meer algemeen, op basis van een geïntegreerde benadering van alle dimensies van een duurzame beheeroplossing. Deze beslissing kan verschillende vormen aannemen, zoals de keuze van een vestigingssite voor de bergingsinstallatie of een vergunning die het FANC uitreikt in het kader van de bouw, de exploitatie of de sluiting van de bergingsinstallatie (sectie 9.2). Elke nieuwe stap zal beginnen met een evaluatie van het programma en van het volgende tussentijdse doel, naargelang van de scharnierbeslissing waarmee de vorige stap werd afgesloten.

Het stapsgewijze karakter van het besluitvormingsproces biedt de mogelijkheid rekening te houden met de (wetenschappelijke, technische, maatschappelijke, reglementaire,...) ontwikkelingen die zich kunnen voordoen tijdens de ontwikkeling en realisatie van de geologische bergingsoplossing (sectie 9.1.3).



9.1.2 Participatief zijn

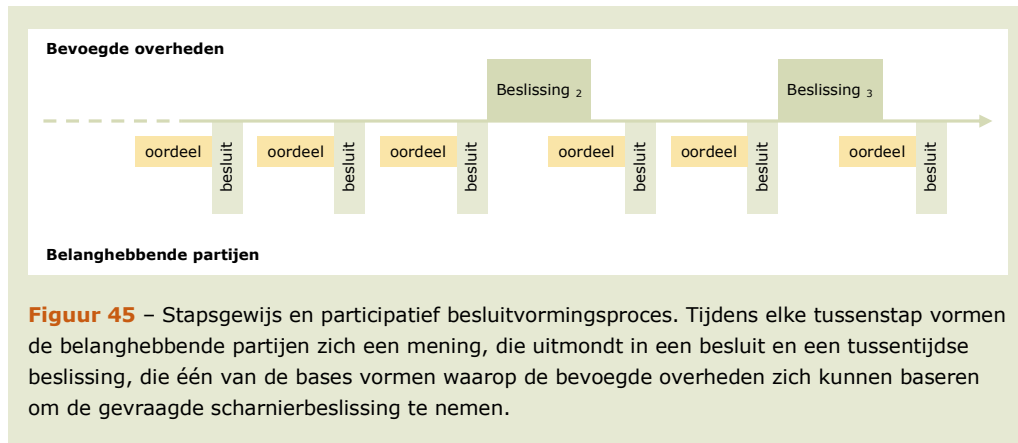
Rekening houdend met de maatschappelijke uitdagingen van het langetermijnbeheer van radioactief afval moet het besluitvormingsproces participatief zijn, dit wil zeggen dat het alle belanghebbende partijen de gelegenheid moet geven om zich te uiten. De uitdrukking 'belanghebbende partijen' kan hier worden omschreven als de partijen die belang hebben bij het project of het proces of er belang in stellen, of die een rol spelen in het proces. Het gaat dus onder meer om de afvalproducenten, de veiligheids- en milieuoverheden, de gemeentelijke, provinciale en regionale overheden, de lokale gemeenschappen, het publiek in het algemeen, de wetenschappelijke wereld, de beroepsorganisaties, de niet-gouvernementele organisaties, NIRAS en eventueel buitenlandse actoren indien het project niet verwaarloosbare grensoverschrijdende milieueffecten heeft. De participatie kan verschillende vormen aannemen, afhankelijk van het specifieke doel, zoals bijvoorbeeld de lokale partnerschappen die NIRAS heeft opgericht in het kader van het programma voor het langetermijnbeheer van het afval van categorie A (Kader 7 in sectie 4.2.3).

Elke stap van het besluitvormingsproces, die zal worden afgesloten door een scharnierbeslissing genomen door een bevoegde overheid of door bevoegde overheden, zal zelf onderverdeeld zijn in verschillende tussenstappen (Figuur 45). Tijdens elke tussenstap zullen de belanghebbende partijen zich vertrouwd maken met de beschouwde thematiek in een participatief kader en zich een mening vormen, die zal uitmonden in een besluit en een tussentijdse beslissing, die één van de bases vormen waarop de bevoegde overheid (overheden) zich kan (kunnen) baseren om de gevraagde scharnierbeslissing te nemen.

Een participatief besluitvormingsproces werd met name gedefinieerd als *"een wijze van beleidsvorming waarbij een overheid in een zo vroeg mogelijk stadium burgers, maatschappelijke organisaties, bedrijven en/of andere overheden bij het beleid betreft om in een open wisselwerking en/of samenwerking met hen tot de voorbereiding, de bepaling, de uitvoering en/of de evaluatie van het beleid te komen"* [156]. Een participatief besluitvormingsproces biedt dus ruimte aan de belanghebbenden om hun eigen definitie van het probleem te geven en hun visie te ontwikkelen op de oplossing die eraan gegeven moet worden. In die zin vormen de maatschappelijke consultatie op initiatief van NIRAS en de publieksraadpleging georganiseerd in het kader van de wettelijke raadplegingsprocedure, opgelegd door de wet van 13 februari 2006, de eerste aanzet tot een participatief besluitvormingsproces (sectie 1.2).

In de praktijk zullen de belanghebbende partijen en het type participatief proces variëren naargelang van de beschouwde stap in het proces, of zelfs naargelang van de tussenstap waarin de aan de gang zijnde stap zich bevindt. Zo behoort het nemen van een principebeslissing tot de bevoegdheid van de regering, terwijl onder meer de vertegenwoordigers van de betrokken lokale gemeenschappen betrokken zullen moeten worden bij de identificatie van mogelijke bergingssites. Het zal aan het FANC en de bevoegde milieuoverheden zijn om zich, in het kader van de vergunningsaanvraagprocedure voor de geologische bergingsinstallatie, uit te spreken over de graad van veiligheid en bescherming die geboden wordt door het ontwikkelde bergingssysteem en de realisatie ervan toe te staan (zie ook sectie 9.3).

Om de continuïteit van het besluitvormingsproces te verzekeren, rekening houdend met de zeer lange duur ervan, zal een regelmatige vervanging van de personen die erbij betrokken zijn, nodig zijn.



Als beheerder van het radioactieve afval in België is NIRAS de legitieme initiator van een proces dat moet leiden tot de realisatie van een geologische berging. Toch meent NIRAS dat zij, als één van de belangrijke betrokken partijen, niet het best geschikt is om participatieve processen te organiseren of te begeleiden. Zij wenst derhalve de organisatie en de begeleiding van de participatieve processen toe te vertrouwen aan specialisten ter zake. Een institutioneel gewaarborgde opvolging door een onafhankelijk begeleidingsorgaan lijkt voor NIRAS de beste garantie op een goed verloop van de participatieve processen.

Volgens onafhankelijke analyses van de maatschappelijke consultatie die NIRAS heeft georganiseerd ter voorbereiding van de opstelling van het Afvalplan en van het SEA [157, 158], mag de participatie van het publiek inderdaad niet beperkt zijn tot de raadplegingen bepaald in het kader van de bestaande wettelijke procedure voor de beoordeling van de milieueffecten. Niettemin is het beter dat NIRAS de in te voeren participatieprocessen niet rechtstreeks controleert.

9.1.3 Aanpasbaar zijn

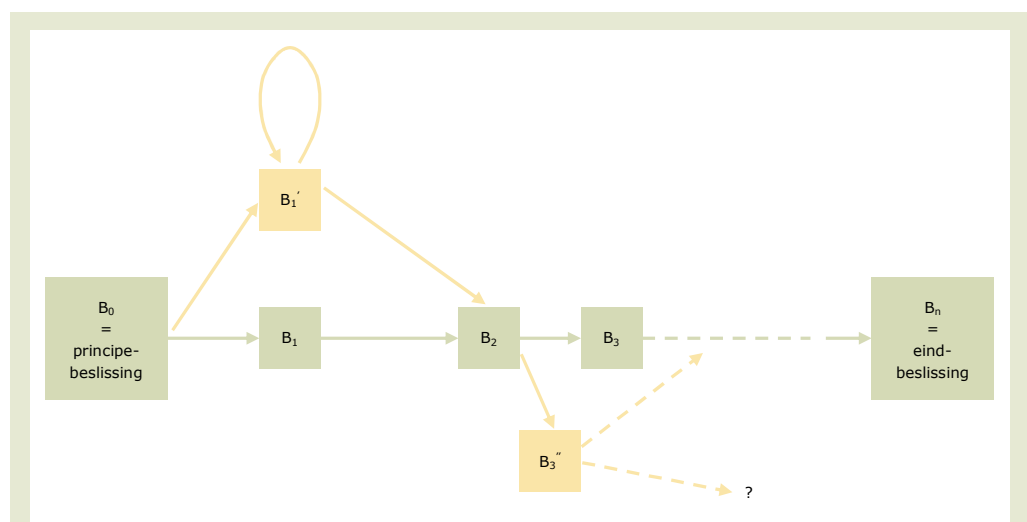
Vermits het besluitvormingsproces, vanaf het nemen van een principebeslissing ten gunste van een geologische bergingsoplossing tot de volledige sluiting van de bergingsinstallatie, ongeveer honderd jaar zal duren, moet het aanpasbaar zijn. Het moet immers rekening kunnen houden met de wetenschappelijke en technische ontwikkelingen, de resultaten van de veiligheidsevaluaties en de beoordelingen van de milieueffecten, de vereisten inzake kostenbeheersing en de maatschappelijke, wettelijke en reglementaire ontwikkelingen, en tegelijkertijd zijn dynamiek behouden (Figuur 46). Deze ontwikkelingen zouden met name de herziening van bepaalde voorwaarden voor de realisatie van de bergingsinstallatie met zich kunnen meebrengen.

Het besluitvormingsproces moet ook aanpasbaar zijn om voorgaande beslissingen te kunnen wijzigen. Dit is met andere woorden de mogelijkheid om het besluitvormingsproces *aan te passen*, in het buitenland ook soms 'omkeerbaarheid' [159] of 'flexibiliteit'

van het besluitvormingsproces genoemd. A priori zal de principebeslissing echter enkel herzien worden in geval van een belangrijke gebeurtenis (bijvoorbeeld een drastische wijziging van de reglementaire of internationale context) of een onoverkomelijk probleem op het vlak van de veiligheid en de uitvoerbaarheid.

In de praktijk wordt op internationaal vlak steeds meer belang gehecht aan de aanpasbaarheid van het besluitvormingsproces en de terugneembaarheid van het afval bij de ontwikkeling van een bergingsinstallatie en de planning van de berging (zie ook sectie 8.1.3.1). Deze eisen zijn zowel door technische als door maatschappelijke redenen ingegeven (zie bijvoorbeeld [136, 137, 138]). Het zijn onder meer de volgende.

- Door het volledige besluitvormingsproces aanpasbaar te maken, kan men voorzichtig vooruitgaan in de richting van de realisatie van een oplossing die definitief kan worden voor het beheer van radioactief afval.
- Elke behandeling van de afvalcontainers moet kunnen worden omgekeerd (met identieke of vergelijkbare middelen als die welke gebruikt werden voor het plaatsen van de containers) tijdens de fase van de berging van het afval, om een onomkeerbare toestand te vermijden in geval van een incident of een ongeval.
- De toekomstige generaties moeten ten volle voordeel kunnen halen uit de technische en wetenschappelijke vooruitgang die in de komende decennia gemaakt wordt en de geologische bergingsoplossing kan verbeteren (technieken voor de conditionering van het afval, bergingstechnieken,...).
- Het zou kunnen dat de toekomstige generaties de geborgen bestraalde splijtstoffen wensen te recupereren om de splijtstoffen die ze nog bevatten eruit te halen en opnieuw te gebruiken.



Figuur 46 – Stapsgewijs en aanpasbaar besluitvormingsproces. Elke scharnierbeslissing kan een afwijking ten opzichte van het referentiebesluitvormingsproces vertonen (in het groen), inclusief tot gevolg hebben dat de werkzaamheden in verband met de aan de gang zijnde stap moeten worden verdiept. In het oranje een voorbeeld van besluitvormingsproces dat afwijkt van het referentiebesluitvormingsproces. Enkel een belangrijke gebeurtenis (bijvoorbeeld een drastische wijziging van de reglementaire of internationale context) of een onoverkomelijk probleem op het vlak van de veiligheid of de uitvoerbaarheid kan er echter a priori toe leiden dat teruggekomen wordt op de principebeslissing.

Een stapsgewijze en aanpasbare benadering [151] houdt in het bijzonder in dat elke nieuwe stap van het besluitvormingsproces begint met een analyse van de gevolgen van de scharnierbeslissing die de voorgaande stap heeft afgesloten, rekening houdend met de beslissing die beoogd werd, gevolgd door de bepaling van een aangepast werkkader voor deze nieuwe stap en voor de volgende scharnierbeslissing die moet worden genomen: identificatie van de belanghebbende partijen die moeten worden betrokken bij de nieuwe stap en bepaling van hun respectieve taken en verantwoordelijkheden, bepaling van de raadplegings- en participatieregels, of bijvoorbeeld verwachte duur van de stap, dit alles rekening houdend met de (maatschappelijke, wetenschappelijke, technische, reglementaire,...) context waarin de beschouwde stap zich afspeelt.

9.1.4 Transparant en geloofwaardig zijn

De transparantie en geloofwaardigheid van het besluitvormingsproces zullen belangrijk zijn om het gewenste maatschappelijk draagvlak voor de geologische bergingsoplossing te creëren en in stand te houden. Zo zal NIRAS zich inspannen om onder meer de volgende benaderingswijzen te volgen.

- Het proces zelf dient volledig gedocumenteerd te zijn (taken en verantwoordelijkheden van de belanghebbende partijen, rol van het onafhankelijk opvolgingsorgaan, opeenvolgende stappen van de af te leggen weg,...).
- De essentiële gegevens en de gevolgde methodologieën zullen tijdens het hele besluitvormingsproces worden voorgelegd aan de belanghebbende partijen (overheden, deskundigen, publiek,...) en grondig besproken worden met hen. De huidige inspanning om de informatie duidelijk, begrijpbaar en toegankelijk te maken, zal worden opgedreven.
- De verworven wetenschappelijke en technische kennis zal regelmatig en systematisch worden voorgelegd aan audits door gelijken (*peers*) [31, 151, 157].
- De argumentatie die de basis vormt van de genomen beslissingen zal het voorwerp moeten zijn van een onafhankelijke opvolging.

9.1.5 De continuïteit garanderen, met inbegrip van de continuïteit van de kennis

Omwille van de duur van het besluitvormingsproces zal de continuïteit ervan essentieel zijn, zowel om een maatschappelijk draagvlak voor de geologische bergingsoplossing te creëren en in stand te houden als om deze oplossing te ontwikkelen en te realiseren. NIRAS zal deze continuïteit, die één van de pijlers van haar B&C-programma vormt, stimuleren.

De continuïteit van het besluitvormingsproces vereist in het bijzonder

- de continuïteit van de participatieprocessen. De wisselwerking met de maatschappij moet dus recurrent zijn en moet, om goed te zijn, institutioneel verankerd zijn;
- het beheer en de overdracht van informatie en kennis, inclusief alle genomen beslissingen en de redenen (argumenten) waarom ze werden genomen. Het

volledige proces en de elementen die het mogelijk maken naar een volgende stap over te gaan, moeten duidelijk gedocumenteerd, naspeurbaar en toegankelijk zijn.

Om de continuïteit van het besluitvormingsproces te verzekeren, rekening houdend met de zeer lange duur ervan, zal een regelmatige vervanging van de personen die erbij betrokken zijn, nodig zijn.

9.2 Ontwerp van referentiebesluitvormingsproces voor de geleidelijke realisatie van de aanbevolen oplossing

Het ontwerp van besluitvormingsproces dat NIRAS ontwikkeld heeft, *gaat uit van de hypothese dat de principebeslissing die het formele begin van het besluitvormingsproces zou aangeven, de geologische berging in weinig verharde klei (Boomse Klei of Ieperaanklei) zal bevestigen als institutioneel beleid voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval*. Het situeert zich op het niveau van de scharnierbeslissingen die de bevoegde overheden zullen nemen op federaal (federale regering, voogdij van NIRAS, FANC,...), regionaal (milieuoverheden, gewestregering(en),...) of lokaal (gemeenten) vlak, na afloop van achtereenvolgende werkstappen. Het hangt af van de huidige maturiteit van het systeem en is dus in dit stadium, op basis van de elementen die momenteel gekend zijn door NIRAS, hoofdzakelijk van technische en wetenschappelijke aard. Het is voornamelijk gebaseerd op de beslissingsbehoeften inzake

- voortzetting van de RD&D, inclusief vaststelling van de desbetreffende prioriteiten;
- geleidelijke selectie van een of meer mogelijke sites voor de realisatie van een geologische bergingsinstallatie;
- evaluatie van de radiologische veiligheid en van de milieueffecten;
- voorbereiding van de verschillende vergunningsaanvragen die aan de bevoegde overheden moeten worden voorgelegd;
- fasering van de bergingsoperaties.

Het huidige ontwerp van besluitvormingsproces vormt een gespreksbasis die moet worden verrijkt en verfijnd, of zelfs gewijzigd, via overleg met alle belanghebbende partijen, die spoedig van start zal gaan (sectie 9.4). De belanghebbende partijen moeten immers akkoord gaan met het besluitvormingsproces alvorens het kan worden uitgevoerd. Het zal nog worden verfijnd naargelang van de evolutie van het B&C-programma, met name bij de evaluatie die zal plaatsvinden bij de start van elke nieuwe stap, onder meer op basis van de scharnierbeslissing die de vorige stap zal hebben afgesloten en van wijzigingen die zich zouden hebben voorgedaan in het reglementaire kader (sectie 9.1.3).

Het ontwerp van besluitvormingsproces koppelt aan de meeste scharnierbeslissingen die gevraagd worden een of meer ondersteunende documenten met betrekking tot de veiligheid, de uitvoerbaarheid en de milieueffecten van de bergingsoplossing (Figuur 47). De ontwikkeling en realisatie van de bergingsoplossing zal gepaard gaan met nog andere documenten, waaronder het RD&D-programma dat NIRAS van plan is regelmatig te publiceren en dat met name als steun zal dienen voor de interacties met de belanghebbende partijen (sectie 8.1.6).

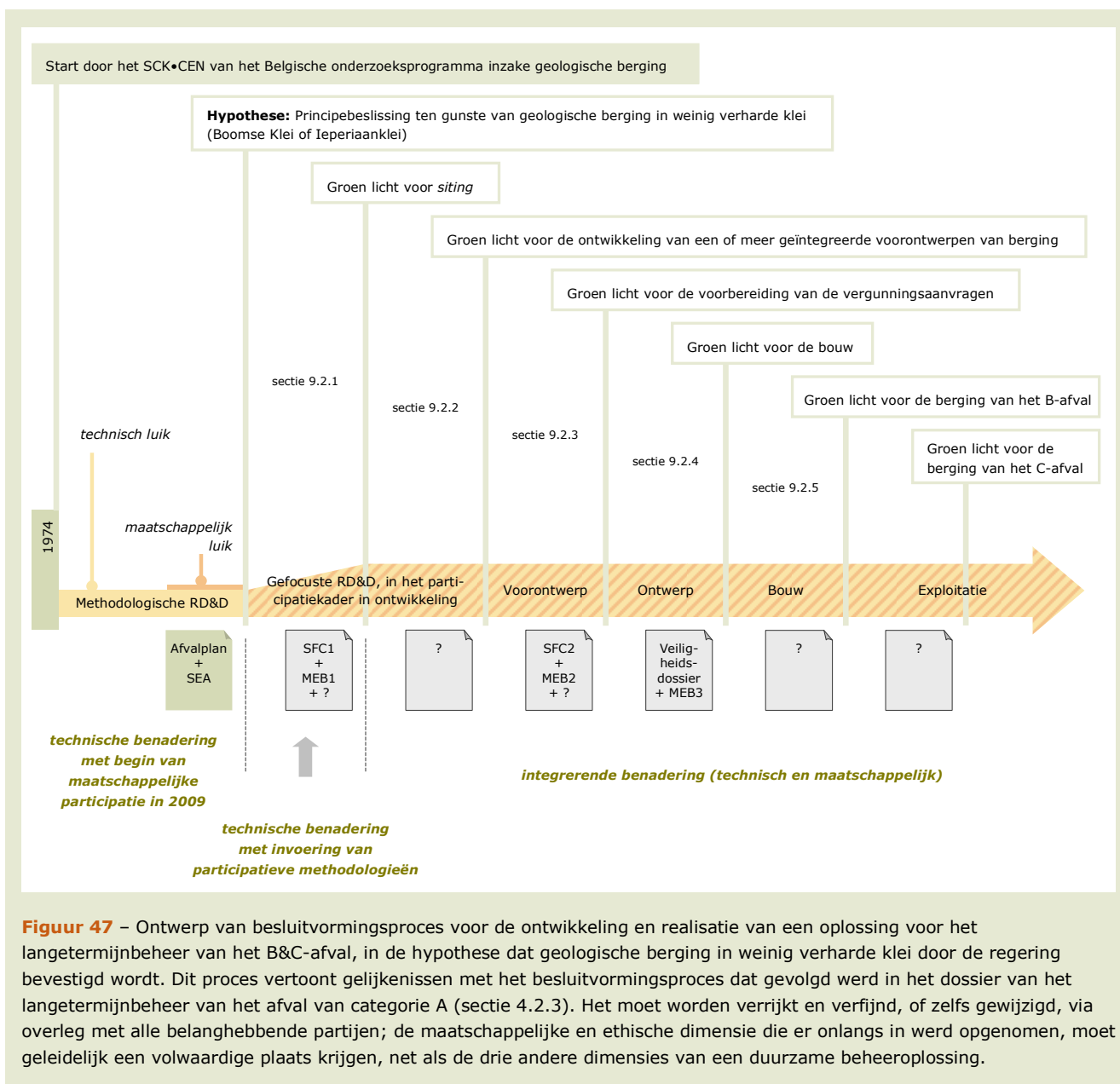
- De *scharnierbeslissingen* die aan de bevoegde overheden moeten worden gevraagd om te komen tot de realisatie van een geologische bergingsinstallatie voor B&C-afval in weinig verharde klei, bakenen een aantal stappen af in het B&C-

programma. Ze zijn relatief onafhankelijk van zijn precieze evolutie en werden als volgt geïdentificeerd:

- ▶ het verkrijgen van de toestemming voor het opstarten van het *siting*proces, dit wil zeggen het proces dat geleidelijk moet leiden tot de identificatie van een of meer mogelijke bergingssites in een of meer gunstige geologische zones, en uiteindelijk tot de bevestiging van de keuze van één enkele bergingssite via het verlenen van de nucleaire oprichtings- en exploitatievergunning voor de installatie en van de andere nodige vergunningen. Ongeacht de resultaten van het *siting*proces zal de uitreiking van deze vergunningen immers afhankelijk zijn van een gunstige evaluatie van de voorgestelde oplossing door de veiligheids- en milieuoverheden, in het kader van de procedure van de vergunningsaanvraag voor de geologische bergingsinstallatie (sectie 9.2.1);
- ▶ het verkrijgen van de toestemming voor de ontwikkeling van een of meer geïntegreerde voorontwerpen van berging in een participatief kader (sectie 9.2.2);
- ▶ de keuze van de toekomstige bergingssite en het verkrijgen van de toestemming om over te gaan tot de ontwerpfase (sectie 9.2.3);
- ▶ het verlenen van de nodige vergunningen om de bouwphase aan te vatten (sectie 9.2.4);
- ▶ het verlenen van de processen-verbaal van oplevering en van de volgende vergunningen (sectie 9.2.5).

Met elke beslissingsstap zal de kostenraming van de berging en dus van de tarieven voor de overname van het afval door NIRAS kunnen worden verfijnd en zal het principe 'de vervuiler betaalt' bijgevolg op een meer concrete basis kunnen worden toegepast.

- Elke scharnierbeslissing zal worden gevraagd op basis van een of meer *ondersteunende documenten* die formeel zullen worden voorgelegd aan de overheid of overheden die bevoegd zijn om de beslissing te nemen. Het zal onder meer gaan om geïntegreerde documenten van het type veiligheids- en uitvoerbaarheidsdossier of *safety and feasibility cases* (SFCs), overeenkomstig de internationale praktijk en de aanbevelingen op internationaal vlak [150, 160], gekoppeld aan milieueffectenbeoordelingen (MEB) van het bergingssysteem in het bereikte stadium van ontwikkeling. Bij het begin van elke stap zullen de aard en het doel, en dus het detailniveau, van de ondersteunende documenten opnieuw worden geëvalueerd op basis van de scharnierbeslissing die genomen werd na afloop van de vorige stap en van het stadium van wetenschappelijke, technische en maatschappelijke ontwikkeling van het programma. Deze documenten zullen meer en meer gericht zijn op een specifieke site.



Figuur 47 – Ontwerp van besluitvormingsproces voor de ontwikkeling en realisatie van een oplossing voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval, in de hypothese dat geologische berging in weinig verharde klei door de regering bevestigd wordt. Dit proces vertoont gelijkenissen met het besluitvormingsproces dat gevolgd werd in het dossier van het langetermijnbeheer van het afval van categorie A (sectie 4.2.3). Het moet worden verrijkt en verfijnd, of zelfs gewijzigd, via overleg met alle belanghebbende partijen; de maatschappelijke en ethische dimensie die er onlangs in werd opgenomen, moet geleidelijk een volwaardige plaats krijgen, net als de drie andere dimensies van een duurzame beheeroplossing.

Volgens een indicatieve planning van de ontwikkeling en realisatie van een geologische bergingsinstallatie, in de hypothese van een berging in de Boomse Klei en rekening houdend met de geschatte minimumduur van de verschillende stappen van het besluitvormingsproces vanuit wetenschappelijk en technisch oogpunt, zou de berging van het afval van categorie B starten vanaf 2035–2040 terwijl de berging van het afval van categorie C (warmteafgevend afval) zou starten vanaf 2080. Voor dit laatste afval wordt rekening gehouden met de noodzaak om het gedurende minimum 60 jaar te laten afkoelen om onredelijke verstoringen van de gastformatie te vermijden. Deze datums zijn voluntaristisch: ze houden geen rekening met de tijd die nodig is voor de participatieve processen. Het is immers onmogelijk te voorspellen hoeveel tijd de maatschappelijke actoren nodig zullen hebben om zich vertrouwd te maken met complexe technische dossiers met talrijke uitdagingen, om zich deze dossiers eigen te maken in het kader van een participatieve dynamiek en er hun stempel op te drukken.

Het is mogelijk dat de indicatieve planning van de berging in de Boomse Klei zal moeten worden verlengd, bijvoorbeeld

- indien de studie van de Ieperiaanklei wordt behouden voor de *siting*,
- indien wordt afgezien van de Boomse Klei en de studies moeten worden toegespitst op de Ieperiaanklei. In dat geval zal de berging van het afval van categorie B minstens tien jaar worden vertraagd. Doordat de Ieperiaanklei minder goed gekend is dan de Boomse Klei, zal dit verschil niet volledig kunnen worden weggewerkt door een verhoging van de onderzoeksmiddelen, ook al is deze aanzienlijk.

Naar alle waarschijnlijkheid zullen er een honderdtal jaren verlopen tussen het begin van de bouw van de bergingsinstallatie en de volledige sluiting ervan.

Aangezien het besluitvormingsproces kan worden afgeremd indien de belanghebbende partijen niet met voldoende nauwkeurigheid weten om welke hoeveelheden en welke types afval het gaat, zullen te gelegener tijd ook verschillende beslissingen moeten worden genomen die een invloed hebben op deze hoeveelheden. Deze behoren evenwel niet enkel tot de bevoegdheid van NIRAS (sectie 10.2).

9.2.1 Naar een groen licht voor de start van het *siting*proces

Indien de regering de door NIRAS aanbevolen oplossing bevestigt als institutioneel beleid voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval, zal NIRAS een eerste *safety and feasibility case* (SFC1) voorbereiden om de bevoegde overheid te vragen het licht op groen te zetten voor de start van het *siting*proces.

Het *siting*proces is een stapsgewijs proces dat onder meer de volgende stappen omvat:

- de identificatie, voor de in aanmerking genomen mogelijke gastformatie(s), van zones van regionale omvang waarvan men redelijkerwijs kan veronderstellen, rekening houdend met de kennis van het ogenblik, dat de veiligheid en uitvoerbaarheid van een bergingsinstallatie er bevestigd zullen kunnen worden; indien de in aanmerking genomen gastformaties weinig verharde kleiformaties zijn, bevinden de zones op Belgisch grondgebied die mogelijk voor berging in aanmerking komen zich in het noordoosten en het uiterste noorden van het westen van België;
- de identificatie van eventueel toepasbare aanvullende voorwaarden of beperkingen, zoals restricties in de keuze van de sites die te maken hebben met de bescherming van de ontginbare natuurlijke rijkdommen, in het bijzonder van de watervoerende lagen, of met de aanwezigheid van beschermde zones of zones in de ondergrond bestemd voor specifieke doeleinden (bijvoorbeeld eventuele ondergrondse opslag van CO₂), of restricties met betrekking tot de gevolgen van andere plannen en programma's in België;
- de eventuele keuze van een referentiegastformatie;
- de oproep tot kandidaatstelling van lokale gemeenschappen die mogelijk interesse hebben voor een dialoog met NIRAS over de eventuele realisatie van een geologische bergingsinstallatie op hun grondgebied.

De SFC1 zal gewijd zijn aan de beoordeling van de veiligheid en uitvoerbaarheid van een bergingsinstallatie in een of meer afgebakende zones in de Boomse Klei en in een of meer afgebakende zones in de Ieperiaanklei. Het deel over de Boomse Klei zal een grondige analyse bevatten van de mogelijkheid om de kennis en ervaring die verworven werd in het ondergrondse laboratorium HADES over te dragen op een of meerdere uitgebreidere zones van de Boomse Klei. Het deel over de Ieperiaanklei zal minder gedetailleerd zijn dan dat over de Boomse Klei. Het zal een grondige en systematische studie bevatten van de mogelijkheid om de kennis en ervaring met betrekking tot de geologische berging in de Boomse Klei over te dragen op de Ieperiaanklei, rekening houdend met de kennis die verworven werd in het kader van het RD&D-programma dat specifiek gewijd is aan de Ieperiaanklei. Deze studie zal worden aangevuld met een voorbereidende evaluatie van de veiligheid. De SFC1 zal milieuaspecten bevatten (MEB1), eventueel met inbegrip van de grensoverschrijdende aspecten, en zal antwoorden bieden aan maatschappelijke bekommernissen.

De verantwoordelijkheden in verband met de beslissingen die gevraagd worden op basis van de SFCs zouden nog moeten worden verduidelijkt in het normatieve systeem dat moet worden ingevoerd (sectie 9.3).

9.2.2 Naar een groen licht voor de ontwikkeling van een of meer geïntegreerde voorontwerpen van berging

De ontwikkeling van een of meer geïntegreerde voorontwerpen van berging in een participatief kader verwijst naar de integratie van het voorontwerp van berging in een ruimer project dat een toegevoegde economische en maatschappelijke waarde biedt op lokaal en regionaal vlak. Deze benadering lijkt op de benadering die gevolgd werd in het kader van het dossier categorie A (Kader 7 in sectie 4.2.3), maar zal moeten worden aangepast aan het B&C-programma. De benadering via geïntegreerde (voor)ontwerpen beantwoordt trouwens aan de bepalingen van de wet van 29 december 2010, die NIRAS machtigt om maatregelen te nemen die erop gericht zijn het maatschappelijk draagvlak te creëren en in stand te houden dat vereist is voor de integratie van een bergingsinstallatie in een lokale collectiviteit (Kader 2 in sectie 2.1).

Uit het categorie A-dossier werden verschillende belangrijke lessen getrokken, die zowel betrekking hebben op de voorontwerpfase, waarin verschillende lokale partnerschappen de mogelijkheid hebben onderzocht om eventueel een bergingsinstallatie op hun grondgebied te aanvaarden alsook de voorwaarden die eraan gekoppeld moeten worden, als op de ontwerpfase, waarin het door de regering gekozen geïntegreerde bergingsproject ontwikkeld wordt in nauwe samenwerking met de lokale gemeenschappen (Kader 17).

Het type document dat als steun moet dienen voor het verkrijgen van het fiat voor de ontwikkeling van een of meer geïntegreerde voorontwerpen van berging alsook de verantwoordelijkheden in verband met de beslissingen ter zake moeten nog worden bepaald.

Kader 17 – Belangrijkste lessen uit de Belgische ervaring inzake lokale partnerschappen [161, 162]

Deze lessen kunnen als volgt worden samengevat.

- De keuze van een institutioneel beleid voor het langetermijnbeheer vormt de eerste stap van het besluitvormingsproces dat de geleidelijke ontwikkeling en realisatie van het gekozen type van oplossing voor het langetermijnbeheer dient te begeleiden.
- De gekozen oplossing voor het langetermijnbeheer moet passen in een multidimensionaal kader dat een meerwaarde biedt voor de streek waarin ze zal worden gerealiseerd.
- De evaluatie en de studie van de mogelijkheid om de gekozen beheeroplossing te aanvaarden op het eigen grondgebied, inclusief het bepalen van de bijbehorende voorwaarden, moeten op vrijwillige basis plaatsvinden.
- De belanghebbende partijen die tijdens de verschillende stappen van het besluitvormingsproces betrokken zijn, moeten representatief zijn voor de maatschappelijke, politieke en economische actoren die het nauwst betrokken zijn bij de aan de gang zijnde stap.
- Het werkkader en de werkorganisatie moeten de participatiestructuur voldoende autonomie bieden opdat zij haar stempel op het project zou kunnen drukken.
- De lokale belanghebbende partijen moeten zich het project eigen kunnen maken door het medeontwerpen en -ontwikkelen van een geïntegreerd project dat een meerwaarde creëert voor hun regio.
- De investering in tijd en energie die verwacht wordt van alle belanghebbende partijen die betrokken zijn bij een participatief besluitvormingsproces is aanzienlijk.
- Het besluitvormingsproces moet aanpasbaar zijn en blijven; in het bijzonder moet het bij elke stap voorzien in de identificatie van de belanghebbende partijen die bij het proces moeten worden betrokken, in een duidelijke bepaling van hun taken en verantwoordelijkheden, vooral rekening houdend met de beslissing(en) die door de beschouwde stap beoogd wordt (worden), en in de afstemming van de toegepaste werkmethodologie op het specifieke karakter van de aan de gang zijnde stap.
- De gemeenten in de nabijheid van een site die gekozen werd voor de vestiging van een bergingsinstallatie moeten voldoende en te gelegener tijd betrokken zijn bij de verdere ontwikkeling van het geïntegreerde project.
- De besluiten en beslissingen die tijdens het besluitvormingsproces genomen worden, moeten gedocumenteerd en geargumenteed zijn.

9.2.3 Naar de keuze van de toekomstige bergingssite en het verkrijgen van het groene licht voor de ontwerpfase

Nadat NIRAS het groene licht heeft gekregen om het *siting*proces te starten en geschikte participatiestructuren heeft opgezet, zal zij de RD&D voortzetten om de bevoegde overheden te helpen bij de keuze van de toekomstige bergingssite en bij de beslissing om over te gaan tot de ontwerpfase. De ontwerpfase is de fase van de detailstudies die nodig zijn om de vergunningsaanvraagdossiers voor de start van de bouwphase van de bergingsinstallatie op te stellen en in te dienen.

Er zijn verschillende benaderingswijzen mogelijk voor de *siting* van bergingsinstallaties. Uit de analyse van de experimenten die in België en in het buitenland werden uitgevoerd, kunnen een aantal algemene lessen getrokken worden (Kader 18).

Een tweede *safety and feasibility case* (SFC2) zal de bevoegde overheden alle wetenschappelijke en technische elementen aanreiken die zij nodig hebben om, met kennis van zaken, de vestigingssite voor de toekomstige bergingsinstallatie te kiezen, alsook, en eventueel uit verschillende varianten, een geïntegreerd voorontwerp van

berging, dat aangepast is aan deze site. Deze case zal in het bijzonder de eindresultaten van de verwarmingstest PRACLAY bevatten. Hij zal gebaseerd zijn op een beoordeling van de milieueffecten (MEB2) van de ontwikkelde bergingsoplossing voor de overwogen vestigingssite(s), met inbegrip van de eventuele grensoverschrijdende effecten, en zal antwoorden bieden aan maatschappelijke bekommernissen.

Kader 18 – Algemene lessen uit de *siting*experimenten die in België en in het buitenland werden uitgevoerd

Deze lessen kunnen als volgt worden samengevat.

- De maatschappelijke benadering met betrekking tot de lokale aanvaarding van de vestiging van een bergingsinstallatie kan niet worden losgekoppeld van het besluitvormingsproces in zijn geheel. Het *siting*proces bevindt zich op het snijpunt van de maatschappelijke en ethische dimensie, de technische en wetenschappelijke dimensie, de milieu- en veiligheidsdimensie en de financiële en economische dimensie.
- Een benadering die tot doel heeft de best mogelijke bergingssite aan te wijzen op basis van strikt wetenschappelijke of technische selectiecriteria leidt vaak tot een impasse, zoals NIRAS zelf heeft kunnen ondervinden in het begin van de jaren negentig, bij de preselectie van sites voor een oppervlakteberging van afval van categorie A [163]. Het zoeken naar een geschikte site, zowel in termen van veiligheid en uitvoerbaarheid als in termen van maatschappelijke aanvaardbaarheid, primeert dus op het zoeken naar de 'beste' site.
- Een benadering gebaseerd op een voluntaristische houding van een of meer lokale gemeenschappen moet — in geval van geologische berging — gekoppeld zijn aan de preselectie van een of meer geologische formaties en zones van regionale omvang, waar de veiligheid en uitvoerbaarheid van een bergingsinstallatie a priori zullen kunnen worden gegarandeerd.
- De gevolgde benadering moet ervoor zorgen dat de maatschappelijke en technische aspecten in de ruime zin van het woord gelijktijdig kunnen evolueren. Ongeacht het gekozen participatieproces zal er immers altijd een reeks wetenschappelijke en technische stappen nodig zijn om de kwaliteit van de overwogen site(s) en de overeenstemming van het (de) ontwerp(en) van de bergingsinstallatie met deze site(s) geleidelijk te bevestigen en de veiligheid van het bergingssysteem te beoordelen [113].
- De gemeenschappen die reeds gewend zijn aan de aanwezigheid van nucleaire activiteiten (in de ruimste zin van het woord) op hun grondgebied, zijn vaak meer geneigd om de vestiging van een bergingsinstallatie op positieve en pragmatische wijze te bekijken [153].
- Maatschappelijke betrokkenheid ontstaat vooral op lokaal of supralokaal vlak. Een dynamiek van betrokkenheid is moeilijker tot stand te brengen en in stand te houden op hogere niveaus.
- Om de lokale gemeenschappen bij het proces te betrekken, moeten hun de nodige structuur en middelen ter beschikking worden gesteld om op onafhankelijke, gepaste en kritische wijze te kunnen deelnemen aan het besluitvormingsproces en aan de technische ontwikkelingen.
- Van bij de start van het *siting*proces moet een duidelijk beslissingskader worden vastgelegd. Het verlenen van een vetorecht aan de lokale gemeenschappen vormt hierbij vaak een *conditio sine qua non*.
- De bergingsprojecten worden vaak geïntegreerd in een ruimer kader dat een economische en maatschappelijke meerwaarde biedt op lokaal of supralokaal vlak.
- Ongeacht de resultaten van het *siting*proces zijn deze resultaten onderworpen aan een gunstige beoordeling van de voorgestelde oplossing door de veiligheids- en milieuoverheden.

9.2.4 Naar het verlenen van de nodige vergunningen om te starten met de bouwfase

Zodra de toekomstige bergingssite en een aangepast voorontwerp van berging zijn gekozen, zal NIRAS de detailstudies van het bergingssysteem uitvoeren en de nucleaire oprichtings- en exploitatievergunningsaanvraag van de bergingsinstallatie en de conventionele vergunningsaanvragen voorbereiden in overleg met de belanghebbende partijen.

Volgens het schema dat het FANC heeft opgesteld [140], zal de indiening van de oprichtings- en exploitatievergunningsaanvraag moeten steunen op een *veiligheidsdossier*, bestaande uit een veiligheidsrapport en een beoordeling van de milieueffecten van de op de gekozen site geplande installatie (MEB3, op projectniveau), met eventuele uitvoeringsvarianten, inclusief een fysiek beschermingsplan en een analyse van de *safeguards*. Het uitreiken van de verschillende vergunningen zal gelden als bevestiging van de keuze van de bergingssite.

De vereiste duur voor de detailstudies van het bergingssysteem en voor de voorbereiding en het verkrijgen van de vergunningsaanvragen wordt op minimum vijf jaar geschat.

9.2.5 Naar het verlenen van de processen-verbaal van oplevering en de vergunningen

De verschillende processen-verbaal van oplevering en de nodige vergunningen voor de operationele periode en de periode na de sluiting van de bergingsinstallatie zullen worden aangevraagd en, in principe, verleend volgens het schema dat het FANC heeft opgesteld [140]. Deze processen-verbaal en vergunningen zullen gebaseerd zijn op de opeenvolgende herzieningen van het veiligheidsdossier van de bergingsinstallatie tijdens de hele levensduur van de installatie.

De operationele periode, die de bouw-, exploitatie- en sluitingsfasen omvat, zal a priori minstens een honderdtal jaren duren.

- De bouwduur van de bergingsinstallatie, vanaf het verkrijgen van de oprichtings- en exploitatievergunning, wordt geraamd op 15 jaar.
- Het afval zal in drie groepen geborgen worden:
 - ▶ het afval van categorie B afkomstig van de bestaande nucleaire passiva zou (ten vroegste) vanaf 2035–2040 geborgen worden;
 - ▶ het andere afval van categorie B zou (ten vroegste) vanaf 2050 geborgen worden;
 - ▶ het afval van categorie C, waarvoor een bovengrondse afkoelingsperiode van ten minste 60 jaar nodig is, zou (ten vroegste) vanaf 2080 geborgen worden.
- Het tempo waarin de bergingsinstallatie volledig gesloten wordt om ze in een totaal passieve toestand te brengen, dit wil zeggen in een toestand die de veiligheid van mens en milieu garandeert zonder dat de mens tussenbeide dient te komen, zal moeten worden vastgesteld door de toekomstige generaties. Het voortdurend uitstellen van de volledige sluiting houdt immers het risico in dat de installatie niet gesloten wordt en als dusdanig wordt achtergelaten, bijvoorbeeld in geval van onderbreking van het beheer als gevolg van onvoorziene maatschappelijke veranderingen.

De controles die bovenop de reglementaire controles zullen komen, zullen na de sluiting worden gehandhaafd gedurende een met de belanghebbende partijen overeen te komen periode, meer bepaald om de risico's op menselijke intrusie tot een minimum te beperken. Elke generatie zal zelf moeten beslissen over de kennis en middelen die zij wenst door te geven aan de volgende generatie om haar in staat te stellen deze controles voort te zetten.

9.3 Ontwikkeling van een normatief systeem

Rekening houdend met het feit dat het besluitvormingsproces voor de ontwikkeling en realisatie van een geologische bergingsinstallatie over lange tijd gespreid zal zijn, is het wenselijk dat het wordt opgenomen in een normatief systeem — dat momenteel ontbreekt — dat NIRAS een voldoende stevige en stabiele basis biedt om deze werkzaamheden uit te voeren. (De afwezigheid van een normatief systeem om de uitvoering van het Afvalplan te begeleiden, betekent echter niet dat er geen wettelijk en reglementair kader is voor de activiteiten in verband met het beheer van radioactief afval zoals die thans worden uitgevoerd — zie sectie 4.1.)

Het normatieve systeem zou duidelijk bepaald en transparant moeten zijn ten aanzien van alle belanghebbende partijen, met inbegrip van de buurlanden van België die eventueel zouden moeten deelnemen aan de beoordeling van de grensoverschrijdende milieueffecten van de bergingsinstallatie tijdens de latere fasen van de werkzaamheden. Het zou, ten minste in grote lijnen, moeten preciseren wie zal beslissen over wat, wanneer, op welke bases en op welke manier. Het zou aldus het huidige rechtsvacuüm opvullen tussen, enerzijds, de bepalingen van de wet van 13 februari 2006 betreffende de beoordeling van de gevolgen voor het milieu van bepaalde plannen en programma's en de inspraak van het publiek bij de uitwerking ervan en, anderzijds, het bestaande stelsel van nucleaire vergunningen, dat pas vanaf de eerste nucleaire vergunningsaanvraag van start gaat. Hierbij zal bijzondere aandacht moeten worden besteed aan de geledingen tussen de verschillende beslissingsniveaus (federaal, regionaal, provinciaal en lokaal) voor het *siting*proces en hun respectieve bevoegdheden. Het normatieve systeem zou ook in de oprichting van een onafhankelijk opvolgingsorgaan moeten voorzien, om het goede verloop van de participatieprocessen en de transparantie van het besluitvormingsproces ten aanzien van alle belanghebbende partijen te garanderen.

In de landen die het verst gevorderd zijn op het vlak van het langetermijnbeheer van het B&C-afval, zoals Finland, Frankrijk, Zweden en Zwitserland, werden het beleid met betrekking tot dit beheer, het geleidelijke uitvoeringstraject en, in vele gevallen, de opvolging van deze uitvoering, bekrachtigd door een of meer wetgevende handelingen (Kader 10 op het einde van sectie 5.2.3). NIRAS is van mening dat men zich zou moeten richten naar de gangbare praktijken in deze landen.

9.4 Integratie van een participatieve dynamiek in het B&C-programma

NIRAS neemt zich voor onverwijd een heel bijzondere inspanning te leveren om een participatieve dynamiek tot stand te brengen en te integreren in het B&C-programma. In een eerste fase zal NIRAS hiertoe samen met universitaire onderzoeksteams en diverse deskundigen de nodige initiatieven ontwikkelen teneinde het te volgen besluitvormings-

traject en de erbij te betrekken belanghebbende partijen op een participatieve manier uit te tekenen.

De participatieve dynamiek en de mechanismen die er de basis van vormen, moeten de ontwikkeling en realisatie van de geologische bergingsinstallatie gedurende lange tijd, namelijk verscheidene tientallen jaren, kunnen begeleiden. De aanzet van deze dynamiek werd gegeven door de NIRAS-dialogen (dialogen met geïnteresseerde burgers), de interdisciplinaire conferentie (dialoog met deskundigen uit diverse disciplines) en het publieksforum georganiseerd door de Koning Boudewijnstichting (werk van een groep burgers die representatief waren voor de diversiteit van de burgermaatschappij) (sectie 1.2). Om deze dynamiek verder te ontwikkelen, kan men lering trekken uit de nationale en internationale studies en projecten inzake maatschappelijke participatie in kwesties die betrekking hebben op het beheer van radioactief afval (Kader 17 en Kader 18 in sectie 9.2 en Kader 16 in sectie 9.1).

In de praktijk zal de integratie van een participatieve dynamiek in het B&C-programma verscheidene jaren duren. Deze tijd zal vooral besteed worden aan:

- het verfijnen en verrijken van het bestaande ontwerp van besluitvormingsproces, en meer bepaald het *siting*proces (sectie 9.2), via overleg met alle belanghebbende partijen, om de maatschappelijke en technische bakens op evenwichtige wijze te integreren (sectie 9.1); dit werk zal met name betrekking hebben op
 - ▶ de tijdsindeling, met het bepalen van aanvullende technische en/of maatschappelijke beslissingsstappen;
 - ▶ de vereiste ondersteunende documenten, met het bepalen van aanvullende technische en/of maatschappelijke documentaire bakens;
 - ▶ de belanghebbende partijen, met het bepalen van de belanghebbende partijen die a priori moeten worden betrokken tijdens de opeenvolgende fasen van het proces;
 - ▶ de methodologieën inzake participatief werk;
 - ▶ de *siting*methodologieën;
- het invoeren van participatieve werkmethodeologieën om de belanghebbende partijen in staat te stellen zich vertrouwd te maken met de verschillende aspecten van het langetermijnbeheer van het B&C-afval en zich het dossier eigen te maken;
- het verduidelijken, in een participatief kader, van de eisen inzake terugneembaarheid van het geborgen afval, controle van de goede werking van het bergingssysteem en overdracht van de kennis over de bergingsinstallatie (inclusief de herinnering aan de locatie ervan) en over het afval dat ze bevat;
- het vastleggen van regels voor interactie met de belanghebbende partijen met betrekking tot de technische documenten van NIRAS van het type SFC en RD&D-programma's.

Zodra de participatieve dynamiek geïntegreerd is in het B&C-programma zal ze gedurende het gehele besluitvormingsproces in stand worden gehouden om het behoud van het gewenste maatschappelijke draagvlak te bevorderen.

3

Deel 3

**Verwante vragen die niet door NIRAS
alleen kunnen worden beantwoord**



10 Verwante vragen die een impact kunnen hebben op het beheersysteem van NIRAS, in het bijzonder op het langetermijnbeheer van het B&C-afval

NIRAS heeft verschillende verwante vragen geïdentificeerd die een impact kunnen hebben op haar beheersysteem voor radioactief afval, in het bijzonder op het langetermijnbeheer van het B&C-afval en de financiering ervan. Deze vragen, die niet door NIRAS alleen kunnen worden beantwoord, slaan op een aantal aspecten van het wettelijk en reglementair kader (sectie 10.1) en op bepaalde aspecten van de technische inventaris van het te beschouwen geconditioneerde afval (sectie 10.2). Deze vragen

- doen echter niets af aan de noodzaak van een principebeslissing op korte termijn voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval;
- stellen de mogelijkheid om deze beslissing te nemen niet ter discussie, hetgeen bevestigd wordt door het Adviescomité SEA in zijn advies over het ontwerp van Afvalplan en het SEA [33]: *"Het zou nuttig geweest zijn om in het afvalplan een synthese op te nemen [...] over het effect van deze onzekerheden op de afvalvolumes, en vervolgens het effect van deze variaties op de descriptieve gegevens van de overwogen beheeroplossingen vast te stellen [...]. Dit zijn sleutelgegevens voor een verantwoorde beoordeling van de milieueffecten [...]. In dit stadium echter stelt het ontbreken ervan de informatie die nodig is voor een principebeslissing niet in vraag."*;
- stellen de oplossing die NIRAS aanbeveelt voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval niet ter discussie.

Deze vragen zijn belangrijk voor het ontwikkelen van een geologische bergingsoplossing (indien deze oplossing wordt gevalideerd door een principebeslissing) en het besluitvormingsproces dat ermee gepaard moet gaan. In de komende jaren zouden hierop antwoorden moeten worden verstrekt, op institutioneel vlak of door de eigenaars of houders van de beschouwde stoffen, al naargelang het geval.

10.1 Wettelijk en reglementair kader met betrekking tot het langetermijnbeheer

Om een geologische bergingsoplossing voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval te kunnen ontwikkelen, optimaliseren en vervolgens met kennis van zaken realiseren, dient NIRAS over een voldoende duidelijk en volledig wettelijk en reglementair kader te beschikken.

Het specifieke wettelijk kader voor de geologische berging zou met name de volgende elementen moeten preciseren:

- de vergunningsaanvraagprocedure, in het bijzonder
 - ▶ de rol van de verschillende institutionele actoren op de verschillende niveaus (federaal, regionaal, provinciaal, lokaal,...),
 - ▶ de complementariteit van de diverse vergunningen (milieuvergunning, nucleaire vergunning,...),
 - ▶ de specifieke eisen, zoals de specifieke rol van de gastformatie, de wijze waarop de bescherming van mens en leefmilieu op zeer lange termijn (enkele tientallen duizenden jaren en meer) moet worden geëvalueerd, de bescherming van de natuurlijke rijkdommen, inclusief water, of nog de veiligheidsrol van de controles die zullen worden verricht na het sluiten van de bergingsinstallatie;
- de toepassing van de internationale vereisten inzake *safeguards* in het specifieke geval van een bergingsinstallatie voor B&C-afval na de sluiting van de installatie.

Deze reglementaire aspecten behoren vooral tot de bevoegdheid van het FANC, maar er zijn ook andere institutionele actoren bij betrokken, met name op regionaal vlak. In het kader van het project voor de oppervlakteberging van het afval van categorie A zijn er recent talrijke ontwikkelingen op dat vlak geweest. Zo werkt het FANC momenteel

- aan de voltooiing van de reglementering inzake stralingsbescherming en nucleaire veiligheid die van toepassing is op de bergingsinstallaties voor het afval van categorie A en voor het B&C-afval;
- aan de afstemming, in samenwerking met de gewestelijke overheden die bevoegd zijn voor leefmilieu,
 - ▶ van de aanvraagprocedures voor nucleaire en milieuvergunningen,
 - ▶ van de inhoud van het overeenkomstige vergunningsaanvraagdossier.

Op internationaal vlak (Euratom en IAEA) zijn er besprekingen aan de gang over de toepassing van de internationale voorwaarden inzake *safeguards* op een geologische berging. Deze voorwaarden hebben tot doel te voorkomen dat splijtstoffen ontvreemd en aangewend kunnen worden voor niet-vreedzame doeleinden. Zodra deze voorwaarden internationaal zijn vastgelegd, zullen ze moeten worden omgezet in de Belgische reglementering.

10.2 Mogelijke wijzigingen in de technische inventaris van geconditioneerd afval

De verwante vragen die, volgens NIRAS, de technische inventaris van het geconditioneerde radioactieve afval van de categorieën B en C (sectie 4.3) kunnen

beïnvloeden, stellen de oplossing van de geologische berging, die NIRAS aanbeveelt voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval, niet ter discussie. Ze moeten niettemin beantwoord worden om diverse redenen:

- om het vertrouwen en de transparantie tussen de verschillende belanghebbenden (de bevolking in het algemeen, NIRAS, de veiligheidsautoriteit, de producenten van radioactief afval, de federale regering, de Gewestregeringen, de gemeentelijke overheden, enz.) te bevorderen, door duidelijk te maken 'om welk afval het precies gaat'; dit is belangrijk, onder meer om het proces van de keuze van een vestigingssite voor de geologische berging later tot een goed einde te brengen, in overleg met de lokale en/of regionale autoriteiten en actoren (bevolking), en om de nodige vergunningsaanvragen voor te bereiden;
- om de RD&D-activiteiten aan te passen om rekening te houden met het specifieke karakter van het eventuele bijkomende afval;
- om het ontwerp van de geologische bergingsinstallatie, inclusief de afmetingen ervan, te preciseren en te optimaliseren;
- om zo snel mogelijk eventuele aanpassingen mogelijk te maken van de tarieven voor de overname van het radioactieve afval door NIRAS, aangezien deze aanpassingen geen terugwerkende kracht hebben.

De verwante vragen die de technische inventaris van het geconditioneerde afval van de categorieën B en C kunnen beïnvloeden, kunnen in vijf groepen onderverdeeld worden:

- het statuut van de bestraalde splijtstoffen en het hervatten van de opwerking;
- het toekomstige energiebeleid van België inzake elektriciteitsproductie;
- een eventuele overdracht van afval van categorie A naar categorie B (of zelfs een overdracht in omgekeerde richting);
- het statuut van de verrijkte splijtstoffen en plutoniumhoudende stoffen;
- eventuele wijzigingen aan de inventaris van radiumhoudend afval van categorie B.

10.2.1 Statuut van de bestraalde splijtstoffen en het hervatten van de opwerking

NIRAS weet niet welke vorm het afval vanuit de eindfase van de splijtstofcyclus dat zij nog zal moeten overnemen, zal aannemen: zal het gaan om niet-opgewerkte bestraalde splijtstoffen of om opwerkingsafval? Overeenkomstig de resolutie van de Kamer van 22 december 1993 [40], die geleid heeft tot een opschorting van de opwerking van bestraalde splijtstoffen van kerncentrales, die bevestigd werd door de ministerraad van 4 december 1998, moet NIRAS immers de studie van de geologische berging van het opwerkingsafval en die van de niet-opgewerkte bestraalde splijtstoffen op voet van gelijkheid plaatsen. Zij beschouwt beide gevallen dan ook in haar RD&D en in haar technische inventaris van het radioactieve afval (voor een inleiding inzake opwerking en niet-opwerking, zie Kader 3 in sectie 3.2.1.2).

Deze vraag kan worden onderverdeeld in twee subvragen, die hierna op niet-exhaustieve wijze worden behandeld.

Welke toekomst voor de bestraalde splijtstoffen?

De beslissing van de ministerraad van 1998 ging gepaard met het verzoek aan de betrokken instanties om de nodige maatregelen te treffen om een meer volledige en gedetailleerde visie op de eindfase van de nucleaire splijtstofcyclus te verschaffen. Voor wat NIRAS in het bijzonder betreft, luidde deze maatregel als volgt:

"inzake berging, is het noodzakelijk te wachten op de voltooiing van de uitvoerbaarheidsstudies, de optimalisering van de concepten vanuit technisch en economisch oogpunt, en de verhoging van het vertrouwen in de veiligheidsstudies;" [vertaling van NIRAS]

In 2001 heeft NIRAS hierop elementen van antwoord verstrekt in het rapport SAFIR 2 [16, 17]. Ze zal deze aspecten uitgebreid behandelen in de *Safety and Feasibility Case 1* (SFC1) (sectie 9.2).

Welk standpunt zal Synatom innemen over het statuut van zijn splijtstoffen?

Momenteel beschouwt Synatom, die eigenaar is van de bestraalde splijtstoffen van de kerncentrales van Doel en Tihange, deze splijtstoffen niet als afval en vraagt hij bijgevolg niet om de overname ervan door NIRAS.

Opwerking van de bestraalde splijtstoffen in het buitenland is redelijkerwijze niet denkbaar zonder dat het opwerkingsafval terugkeert naar België. (Een dergelijk scenario zou immers met name strijdig zijn met de bepalingen van het Gezamenlijk Verdrag [8].) Er kunnen zich dus verschillende scenario's voordoen voor NIRAS:

- NIRAS wordt enkel gevraagd opwerkingsafval over te nemen. Dit is de situatie waarin Synatom beslist en toestemming krijgt om al zijn bestraalde splijtstoffen te laten opwerken, met inbegrip van de bestraalde MOX-splijtstoffen.
- NIRAS wordt gevraagd de niet-opgewerkte bestraalde splijtstoffen (UO₂ en MOX) van Synatom en het bestaande opwerkingsafval dat nog uit Frankrijk moet terugkeren, over te nemen. Dit is de situatie waarin een definitief einde wordt gesteld aan de opwerking en waarin Synatom al zijn bestraalde splijtstoffen als afval aangeeft bij NIRAS.
- NIRAS wordt gevraagd bestaand en toekomstig opwerkingsafval en niet-opgewerkte bestraalde splijtstoffen (UO₂ en/of MOX) over te nemen. Dit is de situatie waarin Synatom zou beslissen slechts een deel van zijn bestraalde splijtstoffen te laten opwerken en daartoe de toestemming zou krijgen, en het overige deel van zijn bestraalde splijtstoffen als afval aan te geven.

Bovendien zal rekening moeten worden gehouden met een aantal bijkomende technische overwegingen, met name

- de geleidelijke vermindering, tijdens de opslag, van het aandeel van het splijtbaar plutonium in de bestraalde splijtstoffen;
- de internationale aanbeveling in het kader van de *safeguards*, om tijdens de productie van opwerkingsplutonium bepaalde doelstellingen op te leggen om dit plutonium op korte termijn opnieuw te gebruiken;
- de hoeveelheid MOX-splijtstoffen die opgewerkt zou kunnen worden;

- de verhoging van de versplijtingsgraad van de splijtstoffen;
- het al dan niet opwerken van de laatste reactorkernen.

Dit betekent dat NIRAS ertoe gebracht zou kunnen worden een mogelijk zeer breed spectrum van afval van categorie C over te nemen, in het bijzonder bestraalde splijtstoffen (UO₂- en MOX-splijtstoffen met verschillende versplijtingsgraad en opslag-tijden, splijtstofelementen met verschillende afmetingen, enz.).

Vanuit wetenschappelijk en technisch oogpunt zou de overname door NIRAS van de niet-opgewerkte bestraalde splijtstoffen van de kerncentrales geen nieuwe problemen moeten opleveren, ook niet wat de kritikaliteit betreft. De overname van deze splijtstoffen is immers reeds opgenomen in de studies. De geologische bergingsinstallatie is ontworpen om splijtstoffen te ontvangen en is gedimensioneerd op basis van de afvalvolumes die er geborgen zullen worden. In de studies en de veiligheidsevaluaties, en in het ontwerp van de bergingsinstallatie, moet evenwel rekening gehouden worden met de impact van een eventuele verhoging van de versplijtingsgraad van de splijtstoffen. De toename van de versplijtingsgraad gaat immers gepaard met wijzigingen in de radiologische samenstelling van de splijtstoffen, waaraan een hogere thermische impact verbonden is. Dit punt is het voorwerp van onderzoek op internationaal niveau. De berging van bestraalde MOX-splijtstoffen zal eventueel ook bijzondere aandacht vereisen, vooral omwille van hun thermische belasting en hun aanzienlijke radiotoxiciteit.

Hoewel het afval van categorie C volgens de huidige voluntaristische planning zeker niet vóór 2080 geborgen zal worden (sectie 9.2), moet de onzekerheid omtrent het statuut van de bestraalde commerciële splijtstoffen op relatief korte termijn worden weggenomen. Hiervoor zijn verschillende redenen.

- De onzekerheid moet worden weggenomen om contacten te kunnen leggen en ontwikkelen op lokaal vlak (bijvoorbeeld met gemeenten) of op supralokaal vlak (bijvoorbeeld met provinciale of regionale instanties) in een *siting* context. Het is inderdaad zeer moeilijk efficiënt participatieprocessen inzake het langetermijn-beheer van radioactief afval te voeren op lokaal of supralokaal vlak indien er belangrijke onzekerheden zijn omtrent het beschouwde afval (volumes en kenmerken). NIRAS heeft deze vaststelling gedaan in het kader van het dossier categorie A en dezelfde soort vaststelling werd ook in het buitenland gedaan.
- De onzekerheid moet worden weggenomen in het vooruitzicht van de voorbereiding van de vergunningsaanvragen, om over te gaan tot de bouw van de geologische bergingsinstallatie. Het is immers weinig denkbaar dat het FANC een nucleaire oprichtings- en exploitatievergunning voor een geologische bergingsinstallatie zal uitreiken zonder exact de types en volumes te kennen van al het afval dat moet worden geborgen, inclusief dat van categorie C, ook al zou dit laatste afval pas verscheidene decennia na het afval van categorie B geborgen worden. In het advies dat het FANC heeft verleend in het kader van de wettelijke raadplegingsprocedure staat trouwens: *"Het FANC erkent dat het nemen van een beslissing met betrekking tot het statuut van de bestraalde kernbrandstof een belangrijk gegeven is in het beslissingsproces."* [109].
- De onzekerheid moet worden weggenomen om de hypothese te kunnen opheffen in verband met het type van afval van categorie C dat NIRAS in de toekomst zal moeten overnemen; deze hypothese speelt namelijk een rol in de raming van de

kosten van de berging en dus in de berekening van het tarief voor de overname van dit afval. Het tarief wordt momenteel berekend op basis van de hypothese dat alle bestraalde splijtstoffen van de kerncentrales zullen worden opgewerkt (inclusief de MOX-splijtstoffen). Indien blijkt dat NIRAS niet-opgewerkte bestraalde splijtstoffen moet overnemen die zeer verschillende kenmerken ten opzichte van elkaar kunnen hebben, zal de financieringswijze van de overname van dit afval moeten worden aangepast. De hypothese van integrale opwerking is voorzichtig vanuit het oogpunt van het aanleggen van provisies voor het langetermijnbeheer door Synatom, omdat de geactualiseerde kostprijs van de opwerking van de bestraalde splijtstoffen en van de geologische berging van het opwerkingsafval hoger is dan deze van de rechtstreekse geologische berging van de niet-opgewerkte bestraalde splijtstoffen. Louter vanuit het oogpunt van het langetermijnbeheer zijn de kosten van de directe berging van de bestraalde splijtstoffen evenwel hoger dan die van de berging van het afval afkomstig van de opwerking van deze splijtstoffen.

Ten slotte is de kennis van de leveringsplanning van het toekomstige afval van categorie C van Synatom essentieel om een goed beheer van dit afval door NIRAS mogelijk te maken.

- Elke wijziging van de planning heeft een impact op de globale kostprijs van het bergingsproject.
- NIRAS moet tijdig de nodige maatregelen kunnen nemen om het toekomstige afval van categorie C over te nemen, zodat zij bijvoorbeeld de conditionering, de opslag en de postconditionering van bestraalde splijtstoffen met eventueel zeer verschillende kenmerken kan plannen.
- Het fonds op lange termijn moet zodanig worden gestijfd dat de kosten van het middellange- en langetermijnbeheer gedekt kunnen worden naarmate ze zich voordoen. Een vertraging in de levering van het afval van categorie C ten opzichte van de planning kan een grote impact hebben op de evolutie van de geldmiddelen van het fonds.

Het statuut van de bestraalde splijtstoffen is dus erg complex. De implicaties ervan, zowel voor het beheer van het opwerkingsafval als voor dat van de niet-opgewerkte bestraalde splijtstoffen die als afval worden aangegeven, zijn mogelijk zeer divers, ook op het vlak van de kosten en de RD&D-behoefte, en zijn sterk met elkaar verbonden. De moeilijkheden die NIRAS ondervindt door het gebrek aan duidelijkheid over het statuut van de bestraalde splijtstoffen werden reeds aangehaald in 2001, in het contextueel document van het rapport SAFIR 2 [18], en in 2007, in het tweede inventarisrapport over de nucleaire passiva [42]. NIRAS is hierdoor niet in staat haar RD&D-programma voor de berging van het C-afval te optimaliseren.

Het statuut van de niet-opgewerkte bestraalde commerciële splijtstoffen moet worden opgehelderd vóór de start van het sitingproces.

10.2.2 Toekomstig energiebeleid van België inzake elektriciteitsproductie

Met de wet van 31 januari 2003 [68], die de oprichting en de exploitatie van nieuwe kerncentrales voor de productie van elektriciteit verbiedt en de sluiting van de zeven bestaande kerncentrales oplegt na 40 jaar exploitatie, heeft België de weg van een geleidelijke uitstap uit kernenergie gekozen.

Door de mogelijkheid om de sluiting van een of meer centrales uit te stellen, zoals overwogen in de studie van de groep GEMIX [66] en in de federale studie over de perspectieven inzake elektriciteitsbevoorrading [122], kunnen de geraamde volumes geconditioneerd afval die moeten worden beheerd evenwel toenemen. Op verzoek van de groep GEMIX, een groep van nationale en internationale deskundigen die, bij koninklijk besluit van 28 november 2008, belast was met een studie om de regering een of meer scenario's voor een ideale energiemix voor België voor te stellen, heeft NIRAS, ter informatie, de impact op deze volumes van een verlenging van de exploitatieduur van de zeven centrales van het Belgische nucleaire park met respectievelijk 10 en 20 jaar berekend (Tabel 7). Deze bijkomende afvalvolumes werden berekend aan de hand van de evenredigheidsregel. Ze houden enkel rekening met het courant geproduceerde afval, dit is het afval afkomstig van de werking van de centrales. Er is immers geen enkele raming beschikbaar voor de mogelijk niet onbelangrijke afvalvolumes die geproduceerd zouden kunnen worden door de vernieuwing of modernisering van infrastructuur.

Tabel 7 – Indicatieve raming 2009 van de volumes afval van de categorieën A, B en C die tegen 2070 beheerd moeten worden; deze raming werd gemaakt op verzoek van de groep GEMIX, op basis van de hypothese dat de exploitatieduur van de zeven centrales van het nucleaire park met 10 en 20 jaar verlengd zou worden [66, 69]. Er is momenteel geen enkele raming beschikbaar voor de afvalvolumes die geproduceerd zouden kunnen worden door de vernieuwing of modernisering van infrastructuur.

	Indicatieve raming (7 × 40 jaar) [m³]	Indicatieve raming (7 × 50 jaar) [m³]	Indicatieve raming (7 × 60 jaar) [m³]
Afval van categorie A			
Totaal	69 900	73 200 + renovatie	76 500 + renovatie
	Oorzaak van de stijging: afval van courante productie en renovatieafval		
Afval van categorieën B&C			
	<i>bij hervatting van opwerking (voor alle splijtstoffen)</i>		
Categorie B	11 100	11 500	11 900
Categorie C	600	750	900
Totaal	11 700	12 250 + renovatie	12 800 + renovatie
	Oorzaak van de stijging: – categorie B: afval van courante productie van de centrales en renovatieafval – categorie C: opwerkingsafval		
Afval van categorieën B&C			
	<i>bij stopzetting van opwerking</i>		
Categorie B	10 430	10 630	10 830
Categorie C	4 500	5 800	7 000
Totaal	14 930	16 430 + renovatie	17 830 + renovatie
	Oorzaak van de stijging: – categorie B: afval van courante productie van de centrales en renovatieafval – categorie C: niet-opgewerkte bestraalde splijtstoffen		

Het B&C-afval dat voortkomt uit een verlenging van de exploitatieduur van de kerncentrales zou geologisch geborgen kunnen worden. Het is immers zo dat:

- de radiologische kenmerken van dit afval geen nieuwe moeilijkheden op technisch en wetenschappelijk vlak zouden opleveren, vermits ze in grote mate vergelijkbaar zijn met de kenmerken van het bestaande afval (bijvoorbeeld lijn b2-7 in bijlage B1). In het internationale RD&D-programma wordt echter rekening gehouden met de impact van een eventuele verhoging van de versplijtingsgraad van de bestraalde splijtstoffen (sectie 10.2.1);
- de geologische berging in weinig verharde klei (Boomse Klei of Ieperaanklei), zoals die door NIRAS wordt aanbevolen, op flexibele wijze zou kunnen worden gedimensioneerd op basis van de afvalvolumes die er geborgen moeten worden. Aangezien de beschouwde kleiformaties een grote laterale continuïteit vertonen, is het inderdaad mogelijk de bergingsinstallatie indien nodig uit te breiden. De flexibiliteit van berging in klei, in termen van radiologische capaciteit, is meer dan waarschijnlijk voldoende groot om een marge van minstens 100% mogelijk te maken voor wat betreft de radiologische inventaris van het afval dat er geplaatst kan worden.

De financiering van het langetermijnbeheer van het B&C-afval die voortvloeit uit een verlenging van de levensduur van de kerncentrales, zou kunnen worden verzekerd door het bestaande financieringsmechanisme, mits tariefcorrecties toe te passen ter uitvoering van de bestaande contractuele mechanismen.

De levering van het ontmantelingsafval van de centrales, dat hoofdzakelijk afval van categorie A is, zou echter uitgesteld worden met de duur van de verlenging van de exploitatieduur van de centrales.

10.2.3 Eventuele overdracht van afval van categorie A naar categorie B

Het huidige onderscheid tussen afval van categorie A en afval van categorie B (dat onder meer noodzakelijk is voor de tarifiering van het afval) is gebaseerd op voorlopige werkhypothese van NIRAS omtrent de radiologische limieten die toepasbaar zijn op het afval dat aan de oppervlakte kan worden geborgen.

De stralingslimieten die van toepassing zijn op het afval dat aan de oppervlakte kan worden geborgen, zullen worden voorgesteld door NIRAS op basis van de resultaten van de veiligheidsberekeningen en -analyses. Deze houden rekening met de kenmerken van het bergingssysteem (ontwerp, site,...) en met de beschermingscriteria opgelegd door het reglementaire kader dat momenteel wordt uitgewerkt. Deze limieten zullen worden aanvaard of gewijzigd door de bepalingen van de oprichtings- en exploitatievergunning voor de bergingsinstallatie. De inhoud van een oppervlaktebergingsinstallatie moet immers zodanig zijn dat haar radiologische impact na de reglementaire controlefase niet groter is dan alle veiligheids- en beschermingscriteria opgelegd door de reglementering met betrekking tot bergingsinstallaties. Andere in de vergunningen vastgelegde voorwaarden, die bijvoorbeeld verband houden met de fysico-chemische kenmerken van het afval, zouden kunnen leiden tot de overdracht van afval van categorie A naar categorie B. Bepaalde afvalstoffen waarvan NIRAS momenteel veronderstelt dat ze aan de oppervlakte geborgen kunnen worden, zullen dus waarschijnlijk moeten worden

overgedragen naar categorie B. Een eventuele overdracht van afval in de omgekeerde zin valt echter niet uit te sluiten.

Het afval dat eventueel overgedragen zou worden van categorie A naar categorie B, zou zonder bijzondere moeilijkheden in een geologische installatie geborgen kunnen worden. Het is immers zo dat:

- de radiologische kenmerken van dit afval geen nieuwe moeilijkheden zouden opleveren op technisch en wetenschappelijk vlak, vermits het logischerwijs voornamelijk om langlevend afval zou gaan, dat relatief vergelijkbaar is met bepaalde soorten afval van categorie B waarmee al rekening is gehouden in de studies;
- de geologische bergingsinstallatie in weinig verharde klei (Boomse Klei of Ieperaanklei), zoals die door NIRAS wordt aanbevolen, op flexibele wijze zou kunnen worden gedimensioneerd op basis van de afvalvolumes die er geborgen moeten worden (zie ook sectie 10.2.2). Zo zou de overdracht van 5%, dit is 3 500 m³, van het huidige geraamde volume van het afval van categorie A naar categorie B overeenstemmen met een beduidende verhoging van meer dan 30% van het geraamde volume van het afval van categorie B.

Een eventuele overdracht van afval van categorie A naar categorie B zal daarentegen tariefcorrecties meebrengen overeenkomstig de bestaande contractuele mechanismen.

De vraag van de eventuele overdracht van afval tussen de categorieën A en B zal de komende jaren worden beantwoord in het kader van het dossier categorie A.

10.2.4 Statuut van de verrijkte splijtstoffen en de plutoniumhoudende stoffen

In het kader van haar opdracht tot inventarisatie van de nucleaire passiva doet NIRAS bij de nucleaire exploitanten navraag over de hoeveelheden radioactieve stoffen die ze in het bezit hebben. Volgens deze inventaris [42] bezitten verscheidene nucleaire exploitanten verrijkte splijtstoffen en/of plutoniumhoudende stoffen (buiten de brandstof, in de zin van het koninklijk besluit van 30 maart 1981) die ze niet als overtollige stoffen aangeven en waarvan ze dus geen overname door NIRAS vragen (en ook nooit gevraagd hebben). Daardoor ziet NIRAS zich geconfronteerd met de vraag of zij ooit dergelijke stoffen zal moeten beheren.

De eventuele overname door NIRAS van overtollige verrijkte splijtstoffen en/of plutoniumhoudende stoffen zou geen bijzondere technische en wetenschappelijke problemen moeten opleveren. Hierbij rijst vooral de vraag van een optimale conditionering van deze stoffen (type van matrix) om de niet-kritikaliteit van het systeem in het kader van een langetermijnbeheer te verzekeren. Deze vraag wordt op internationaal vlak bestudeerd. Deze stoffen zouden slechts tot een relatief gering volume geconditioneerd afval leiden, dat geologisch geborgen zou kunnen worden.

Bij een eventuele overname van overtollige stoffen met het oog op hun beheer op lange termijn, zal moeten worden voldaan aan de voorwaarden inzake *safeguards* die tot doel hebben te voorkomen dat deze stoffen kunnen worden ontvreemd en aangewend voor

niet-vreedzame doeleinden. De voorwaarden met betrekking tot het langetermijnbeheer van dergelijke stoffen worden momenteel ontwikkeld op internationaal vlak.

10.2.5 Eventuele wijzigingen van de inventaris van radiumhoudend afval van categorie B

De problematiek van het langetermijnbeheer van het radiumhoudend afval dat aanwezig is in België vereist een specifieke studie. Deze zal het voorwerp zijn van een specifiek plan van NIRAS (sectie 11.1), om voor dit afval een beheersysteem te ontwikkelen ter aanvulling van het huidige systeem.

Het radiumhoudend afval dat in België moet worden beheerd als radioactief afval bestaat, enerzijds, uit het radiumhoudend afval dat zich in de vergunde installaties voor tijdelijke opslag van Umicore in Olen bevindt en het afval dat zal worden voortgebracht bij de toekomstige saneringsoperaties in Olen en, anderzijds, het radiumhoudend afval opgeslagen op de sites BP1 en BP2 van NIRAS die door Belgoprocess geëxploiteerd worden in Mol en in Dessel.

Op termijn zou het mogelijk kunnen zijn dat bepaalde radiumhoudende afvalstoffen die momenteel opgeslagen zijn in de vergunde installatie van klasse II op de site van Umicore in Olen (UMTRAP) en het radioactieve afval dat zal worden voortgebracht bij de sanering van de stortplaats D1 van Umicore, eveneens in Olen, moeten worden overgedragen naar categorie B, als gevolg van bepalingen opgelegd in het reglementaire kader dat momenteel wordt uitgewerkt. Omgekeerd zou het wenselijk kunnen blijken om het radiumhoudend afval dat momenteel tot categorie B behoort (en opgeslagen is op de sites BP1 en BP2) samen met het andere radiumhoudend afval te beheren, in het kader van het beheersysteem dat moet worden ontwikkeld voor het radiumhoudend afval.

Het afval dat uit de UMTRAP-installatie zou worden verwijderd en het afval dat zou worden voortgebracht bij de sanering van de stortplaats D1 en overgedragen naar categorie B, zou geologisch geborgen kunnen worden. Het is immers zo dat:

- de geologische bergingsinstallatie in weinig verharde klei (Boomse Klei of Ieperiaanklei), zoals die door NIRAS wordt aanbevolen, op flexibele wijze zou kunnen worden gedimensioneerd op basis van de afvalvolumes die er geborgen moeten worden (zie ook sectie 10.2.2). Het volume afval dat uit de UMTRAP-installatie verwijderd zou worden, zou enkele duizenden kubieke meters tot 10 000 m³ (niet-geconditioneerd) kunnen omvatten [164], hetgeen het geraamde volume van het afval van categorie B, dat momenteel op ongeveer 11 000 m³ (geconditioneerd) wordt geschat, aanzienlijk zou doen toenemen (zie Tabel 3 in sectie 4.3.1).
- de radiologische kenmerken van dit afval geen grote moeilijkheden zouden opleveren op technisch en wetenschappelijk vlak. Dit afval is inderdaad vergelijkbaar met bepaald afval van categorie B (met name radiumhoudend afval) waarmee al rekening wordt gehouden in de studies (met name lijn d-2 in bijlage B1). Door de aanzienlijke toename van het volume van dit afval en dus van het risico op besmetting met radongas zouden daarentegen specifieke maatregelen nodig zijn op operationeel vlak.



11 Verwante vragen betreffende de ontwikkeling van een of meer aanvullende beheersystemen

Aangezien NIRAS belast is met het langetermijnbeheer van al het radioactieve afval dat in België aanwezig is, wenst zij zich voor te bereiden op verschillende problematieken betreffende stoffen die momenteel niet het statuut van radioactief afval hebben, maar dit statuut later zouden kunnen aannemen (zie ook sectie 3.2). Deze voorbereiding zal afgestemd zijn op de ontwikkeling van de verschillende dossiers. NIRAS moet tevens maatregelen nemen om het langetermijnbeheer voor te bereiden van radiumhoudend afval dat het statuut van radioactief afval heeft en dat zij vroeg of laat zal moeten overnemen.

De geïdentificeerde problematieken hebben betrekking op bestaande situaties, die ofwel te maken hebben met vergunde installaties voor tijdelijke opslag, ofwel het voorwerp zijn geweest of mogelijk zullen zijn van een beslissing tot radiologische sanering door het FANC. Radiologische saneringen brengen immers per definitie radioactief afval voort (sectie 3.2.2.4). Het gaat om het afval vermeld in de twee rechterkolommen van Tabel 4 in sectie 5.1.

- De problematiek van het radiumhoudend afval, dat een zeer heterogeen geheel van stoffen en situaties omvat (sectie 11.1), is onontkoombaar voor NIRAS: zij zal immers vroeg of laat radiumhoudend afval uit de saneringsoperaties op of in de omgeving van de site van Umicore in Olen moeten overnemen, met het oog op het langetermijnbeheer ervan, alsook het radiumhoudend afval dat aanwezig is in de opslaginstallaties UMTRAP en in de 'Bankloop'. Het langetermijnbeheer van het radiumhoudend afval moet worden onderzocht in het kader van een globale aanpak van de problematiek en zal daarom het voorwerp zijn van een specifiek plan ter aanvulling van het Afvalplan.
- Andere types van stoffen die momenteel niet het statuut van radioactief afval hebben en dus nog niet door NIRAS beheerd moeten worden, zouden op termijn door haar overgenomen kunnen worden: afval van radiologische saneringsoperaties waartoe het FANC zou beslissen in het kader van de NORM- en TENORM-problematiek (sectie 11.2) en/of afval van de sanering van terreinen die oude, verspreide radioactieve verontreiniging vertonen (sectie 11.3).

Het radiumhoudend afval, het NORM- en TENORM-afval en het andere afval van toekomstige saneringsoperaties hebben als gemeenschappelijke kenmerken dat het afval met lange levensduur en hoofdzakelijk zeer lage en lage activiteit (of zelfs van gemiddelde activiteit voor bepaald radiumhoudend afval) is, dat ze verspreid zijn over talrijke sites en dat het mogelijk om aanzienlijke volumes gaat. Voor het langetermijnbeheer van dit afval zal NIRAS één of meer beheersystemen moeten ontwikkelen, ter aanvulling van het bestaande systeem. Dit afval zal immers waarschijnlijk ten minste gedeeltelijk op gedecentraliseerde wijze beheerd moeten worden, op of in de onmiddellijke nabijheid van de plaatsen waar het zich bevindt.

De vragen in verband met de ontwikkeling van één of meer beheersystemen ter aanvulling van het bestaande beheersysteem van NIRAS veranderen niets aan de noodzaak van een principebeslissing voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval, noch aan de oplossing die NIRAS aanbeveelt voor dit beheer.

11.1 Radiumhoudend afval

De problematiek van het radiumhoudend afval wordt gekenmerkt door de grote afvalvolumes die er mogelijk bij betrokken zijn en door de radiologische kenmerken ervan: het gaat namelijk om afval met lange levensduur dat hoofdzakelijk laagactief of zelfs middelactief is. Het afval wordt tevens gekenmerkt door de heterogeniteit van de betrokken stoffen en van de plaatsen waar het zich bevindt: het gaat om verspreide radioactieve verontreiniging op verschillende terreinen, om radiumbronnen en geconditioneerd onderzoeks- en ontmantelingsafval opgeslagen in de gebouwen van NIRAS, alsook om besmettingen die min of meer geconcentreerd aanwezig zijn in stortplaatsen en besmette grond, en om ingekapselde bronnen opgeslagen in vergunde opslaginstallaties die niet tot de verantwoordelijkheid van NIRAS behoren.

Het radiumhoudend afval, dat het voorwerp zal zijn van het volgende langetermijnbeheerplan van NIRAS (sectie 11.1.3), bevindt zich voornamelijk op de site van Umicore in Olen en omgeving (sectie 11.1.1). Er is eveneens radiumhoudend afval opgeslagen op de sites van NIRAS die door Belgoprocess geëxploiteerd worden in Mol en in Dessel (sectie 11.1.2).

11.1.1 Site van Umicore in Olen en omgeving

De activiteiten van de radium- en uraniumfabriek die tussen 1922 en 1977 geëxploiteerd werd door het vroegere Union Minière (sinds 2001 Umicore) en daarna ontmanteld werd, liggen aan de basis van een aantal zeer heterogene situaties in de gemeente Olen: de aanwezigheid van twee vergunde installaties voor tijdelijke opslag van klasse II (sectie 11.1.1.1), een stortplaats die het voorwerp is geweest van een beslissing tot sanering (sectie 11.1.1.2) en andere stortplaatsen, alsook terreinen die verspreide radioactieve verontreiniging vertonen en die het voorwerp zouden kunnen zijn van beslissingen tot sanering vanwege het FANC (sectie 11.1.1.3) [42].

11.1.1.1 Vergunde installaties voor tijdelijke opslag (UMTRAP en 'Bankloop')

Umicore is verantwoordelijk voor twee vergunde installaties voor tijdelijke opslag van klasse II, gebouwd op zijn site in Olen: de UMTRAP-installatie en de zogenaamde 'Bankloop'-installatie. Aangezien het afval dat ze bevatten per definitie radioactief is, zal het langetermijnbeheer ervan vroeg of laat moeten worden toevertrouwd aan NIRAS. Umicore heeft NIRAS echter nog niet gevraagd om dit afval over te nemen.

De UMTRAP-installatie, die in de jaren tachtig werd gebouwd door het vroegere Union Minière en die in 1991 door de DBIS, de toenmalige veiligheidsautoriteit, werd vergund als installatie voor tijdelijke opslag van klasse II (Figuur 48), bevat niet-geconditioneerd langlevend laag- of middelactief afval. Dit afval is als volgt verdeeld [42]:

- radiumbronnen (in totaal ongeveer 200 g radium-226), residu's van uranium-ontginning (2 000 ton, waarvan ongeveer 700 g radium-226) en radiumrijke residu's (500 ton, waarvan ongeveer 60 g radium-226), opgeslagen in betonnen bunkers overdekt met een koperen insluiting;
- radiumarme residu's (ongeveer 8 000 ton, waarvan ongeveer 30 g radium-226), opgeslagen in silo's tussen de bunkers;
- diverse residu's (ongeveer 6 000 ton, waarvan ongeveer 20 g radium-226) en besmette aarde (ongeveer 60 000 ton, waarvan ongeveer 20 g radium-226), die de ruimtes tussen de silo's en de bunkers opvullen.

Dit afval vertegenwoordigt een totaal volume van ongeveer 55 000 m³ (op basis van een gemiddelde soortelijke massa van 1 400 kg·m⁻³). Het geheel is overdekt met klei, zand en grind.



Figuur 48 – De vergunde installatie voor tijdelijke opslag UMTRAP van Umicore in Olen. Links: plaatsing van de koperen insluiting op een betonnen bunker; rechts: algemeen aanzicht van de site na het plaatsen van de deklagen (bron: Umicore).

De UMTRAP-installatie doet verschillende vragen rijzen met betrekking tot het langetermijnbeheer ervan. De radiologische kenmerken van een aanzienlijke fractie van het afval dat ze bevat, zijn immers niet in overeenstemming met de huidige aanbevelingen van het IAEA [59, 165] en van de Europese Commissie [166] op het vlak van de oppervlakteberging. Een deel van dit afval, dat door het FANC moet worden gepreciseerd, zou eruit verwijderd moeten worden, waardoor de vraag zou rijzen van zijn overbrenging, als afval van categorie B (sectie 10.2.5), naar de toekomstige

installatie voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval of naar een specifieke installatie voor langetermijnbeheer.

De Bankloopinstallatie, die in 2006 door het FANC werd vergund voor een periode van tien jaar, bevat ongeveer 30 000 m³ niet-geconditioneerd zeer laagactief en laagactief afval met lange levensduur afkomstig van de sanering, in 2007–2008, van een beekje, de Bankloop, die in het verleden werd gebruikt om vloeibare effluënten van de fabriek af te voeren naar de Kleine Nete, op ongeveer 2 000 meter van de site van Umicore. Deze sanering werd uitgevoerd als gevolg van een beslissing tot sanering die in 2000 werd genomen door de DBIS [39].

11.1.1.2 Stortplaats D1, waarvoor een beslissing tot sanering werd genomen

De stortplaats D1, die zich buiten de site van Umicore in Olen bevindt, is een terrein van ongeveer 10 hectare waarop bijna 200 000 m³ radiumhoudend en chemisch afval aanwezig is. Ongeveer 10 000 m³ daarvan bevat ontmantelingsafval van de vroegere radiumlaboratoria, die mogelijk *hot spots* vormen, dit zijn plaatsen waar de activiteit beduidend hoger ligt dan de aangrenzende activiteit. Deze stortplaats bevat eveneens materialen afkomstig van de sanering van besmette straten in Geel en Olen (zie hieronder). (Het volume van de stortplaats kan groter zijn dan het radiologisch besmette volume, dat op zijn beurt hoger kan zijn dan het volume dat mogelijk als radioactief afval moet worden overgenomen door NIRAS.)

In 2000 heeft de DBIS Umicore laten weten dat de stortplaats D1 het voorwerp moest zijn van een radiologische sanering [39]. (De DBIS was van mening dat de stortplaats D1 vanuit radiologisch oogpunt geen onmiddellijk gevaar voor de volksgezondheid vormde, met name omwille van de ontoegankelijkheid van de omheinde stortplaats, maar dat een sanering op termijn wel nodig was.) Het afval van deze toekomstige sanering zal het statuut van radioactief afval hebben en NIRAS zal belast zijn met het langetermijnbeheer ervan.

11.1.1.3 Stortplaatsen en terreinen die verspreide radioactieve verontreinigingen vertonen en waarvoor het FANC nog niet heeft beslist of een sanering nodig is

De radioactieve verontreinigingen in Olen zijn in geconcentreerde vorm aanwezig op de stortplaats I en op twee plaatsen van de stortplaats II, alsook in verspreide vorm op de gehele site en op een andere zone. Het FANC heeft nog niet beslist of deze stortplaatsen en terreinen het voorwerp dienen te zijn van een sanering. Het afval van eventuele toekomstige saneringsoperaties zal het statuut van radioactief afval hebben en NIRAS zal belast zijn met het langetermijnbeheer ervan.

- *Stortplaats I ('Bruine Berg'), op de site.* De stortplaats I heeft een volume van ongeveer 200 000 m³ en bevat chemisch afval (residu's van ijzerhydroxide, gips en kalk, geproduceerd tijdens de productie van kobalt), zoals de stortplaats D1. Zijn radioactieve besmetting is afkomstig van het baggerslib van de Bankloop en waarschijnlijk ook van het slib geproduceerd tijdens de sanering van de site. In 2002 werd een radiologische karakterisering uitgevoerd, die bevestigde dat in de stortplaats radiumbesmette stoffen aanwezig zijn. In het kader van deze karakterisering werden met name twee stroken gelokaliseerd die sterker besmet

zijn. (Het volume van de stortplaats kan groter zijn dan het radiologisch besmette volume, dat op zijn beurt hoger kan zijn dan het volume dat mogelijk als radioactief afval moet worden overgenomen door NIRAS.)

- *Stortplaats II ('Stortplaats MHO/IOK', tevens 'D2/D3' genoemd), buiten de site.* De stortplaats II bevat industrieel afval afkomstig van de vroegere fabriek en huishoudelijk afval geproduceerd door de arbeiderswijk die vroeger toebehoorde aan Union Minière. Zijn radioactieve besmetting is beperkt tot twee plaatsen die 'D2' en 'D3' worden genoemd en is waarschijnlijk te wijten aan besmette afbraakmaterialen. Umicore raamt het volume van de besmette fractie op ongeveer 25 000 m³. (Dit volume kan groter zijn dan het volume dat mogelijk als radioactief afval moet worden overgenomen door NIRAS.)
- *Geheel van de site.* Umicore raamt de hoeveelheid radioactief besmette stoffen die op zijn site verspreid zijn, op 50 000 tot 150 000 m³. Deze stoffen zijn onder meer afkomstig van de baggerwerken in het 1 500 meter lange drainagekanaal dat de fabriek vroeger met de Bankloop verbond. Een radiologische karakterisering, uitgevoerd in 2003, bevestigde de aanwezigheid van radioactieve besmetting op diverse specifieke plaatsen op de site, met inbegrip van de gebouwen die gediend hebben voor de productie van radium en uranium. (Het vermelde volume kan groter zijn dan het radiologisch besmette volume, dat op zijn beurt hoger kan zijn dan het volume dat mogelijk als radioactief afval moet worden overgenomen door NIRAS.)
- *Bepaalde straten in Geel en Olen, buiten de site.* Er zijn besmette stoffen aanwezig onder de bedekking van bepaalde straten in Geel en Olen, over een oppervlakte van enkele honderden vierkante meters.

11.1.2 Sites van NIRAS geëxploiteerd door Belgoprocess

Het radiumhoudend afval van categorie B, dat in geconditioneerde of niet-geconditioneerde vorm is opgeslagen op de sites van NIRAS die door Belgoprocess worden geëxploiteerd, bestaat voornamelijk uit afval van vroegere onderzoeksprogramma's van het SCK•CEN en van de ontmanteling van de vroegere radium- en uraniumfabriek van Union Minière in Olen, alsook uit bronnen (waaronder bliksem-afleiders, rookdetectoren en radiumnaalden), besmette effluenten en, in mindere mate, afval van het Belgisch leger (lijnen c4-19 tot c4-24 en d-2 tot d-4 in Bijlage B1).

11.1.3 Plan gewijd aan het langetermijnbeheer van radiumhoudend afval

NIRAS zal zo spoedig mogelijk een plan opstellen dat specifiek gewijd is aan het langetermijnbeheer van radiumhoudend afval. In dit plan zal een beleid worden voorgesteld voor het langetermijnbeheer van dit afval, dat het noodzakelijke kader zal creëren voor een optimaal beheer, rekening houdend met de specifieke kenmerken van dit afval. Het zal rekening houden met de geldende reglementering inzake stralingsbescherming en beheer van radioactief afval, met de richtlijn betreffende het beheer van afval van winningsindustrieën [167] en met de verplichtingen van Umicore, meer bepaald de verplichting, overeenkomstig de bepalingen van het koninklijk besluit N0315 van 20 juni 1995, om een evaluatie te maken van de beheermaatregelen die in

de toekomst noodzakelijk zullen zijn met betrekking tot de UMTRAP-installatie en de verplichting om over te gaan tot de radiologische sanering van de stortplaats D1.

Om het toekomstige plan voor radiumhoudend afval volledig te kunnen uitwerken, dient het FANC NIRAS in te lichten over de algemene principes die moeten worden toegepast voor het langetermijnbeheer van dit afval en dient NIRAS te gelegener tijd het standpunt van het FANC te kennen over de noodzaak om de verschillende stortplaatsen en terreinen waarover nog geen beslissing is genomen al dan niet te saneren.

Dit plan zou kunnen leiden tot de overdracht, naar categorie B, van bepaald afval van de UMTRAP-installatie en bepaald afval van de sanering van de stortplaats D1. Omgekeerd zou het ook kunnen leiden tot het besluit dat het beter is, in termen van optimalisering, om het bestaande en geplande radiumhoudend afval van categorie B te beheren in het kader van een specifiek beheersysteem voor al het radiumhoudend afval, in plaats van dit afval te beheren met het andere B-afval en met het C-afval.

11.2 Radioactief afval van saneringsoperaties met betrekking tot beroepsactiviteiten, waartoe beslist zou kunnen worden door het FANC

Sommige industriële activiteiten waarbij grondstoffen worden gebruikt die natuurlijke radioactieve stoffen bevatten, zonder dat het radioactieve karakter een gewilde eigenschap van deze stoffen vormt, kunnen situaties met zich meebrengen die niet mogen worden verwaarloosd om redenen van stralingsbescherming. Deze activiteiten, die in het algemeen reglement op de bescherming tegen het gevaar van de ioniserende stralingen *beroepsactiviteiten* worden genoemd [35, 43], kunnen bijvoorbeeld betrekking hebben op productieprocedés die de natuurlijke radioactiviteit concentreren in de residu's van de toegepaste procedés. Ze zijn tot op heden niet onderworpen aan een nucleaire vergunning maar moeten sinds 1 september 2003 worden aangegeven bij het FANC.

De grondstoffen en de residu's van klassieke industriële procedés die niet verwaarloosbare concentraties van natuurlijke radionucliden bevatten en dus een risico van blootstelling aan ioniserende stralingen met zich kunnen meebrengen, worden respectievelijk aangeduid met de acroniemen NORM (*naturally occurring radioactive materials*) en TENORM (*technologically enhanced, naturally occurring radioactive materials*).

Vooruitlopend op de gevolgen van het algemeen reglement op de bescherming tegen het gevaar van de ioniserende stralingen, dat in artikel 4 een lijst met beroepsactiviteiten bevat die kunnen leiden tot situaties van langdurige blootstelling, heeft NIRAS, in het kader van haar opdracht tot inventarisatie van de nucleaire passiva, het SCK•CEN opgedragen een overzicht en een eerste evaluatie te maken van de beroepsactiviteiten die maatregelen inzake stralingsbescherming zouden kunnen vereisen. Deze studie, die in 2003 gepubliceerd werd [168], was de eerste in haar soort in België. De belangrijkste niet-nucleaire industrieën die natuurlijke stralingsbronnen gebruiken of hebben gebruikt, zijn volgens deze studie:

- de fosfaatnijverheid,
- de verwerking van zirkoniumzand,
- de cementnijverheid,
- de industrie van non-ferrometalen,
- de metaalnijverheid,

- de steenkoolcentrales,
- de toepassingen van thorium,
- de waterwinning,
- de steenkoolnijverheid,
- de aluinwinning.

De drie sectoren waar de NORM- en TENORM-problematiek zich het duidelijkst voordoet, zijn de fosfaatsnijverheid (fosfaatmeststoffen), de verwerking van zirkoniumzand en de cementnijverheid. Voor de fosfaatsnijverheid bijvoorbeeld werd het totale volume residu's (gips en slib) dat mogelijk niet mag worden verwaarloosd om redenen van stralingsbescherming en dus beschermingsmaatregelen kan vereisen, geschat op 35 miljoen kubieke meter.

De NORM- en TENORM-problematiek werd in het reglementaire stralingsbeschermingskader geïntroduceerd door de Europese richtlijn 96/29 [43]. Zowel op internationaal als op Belgisch vlak wordt er sinds het einde van de jaren negentig meer en meer aandacht aan besteed. Indien het FANC oordeelt dat bepaalde situaties het voorwerp moeten zijn van een radiologische sanering, zal NIRAS deze vraag bestuderen in overleg met het FANC, eventueel in het kader van een nieuw beheerplan. Daarbij zal ze rekening houden met het aantal te saneren sites, met de volumes NORM- en TENORM-afval (zeer laagactief of laagactief langlevend afval) dat uit deze saneringsoperaties zou kunnen voortvloeien en dat op lange termijn zou moeten worden beheerd, alsook met de mogelijkheden voor het langetermijnbeheer van dit afval.

Het 'afval'-statuut van residu's van de procedés uitgevoerd in beroepsactiviteiten is overigens niet altijd duidelijk. De residu's van bepaalde activiteiten worden immers als grondstoffen gebruikt voor andere beroepsactiviteiten. Daarenboven worden momenteel nieuwe recyclingcircuits in overweging genomen. Dergelijke recycling kan ertoe bijdragen de volumes radioactieve residu's te verminderen die *in fine* moeten worden beschouwd als radioactief afval.

11.3 Radioactief afval van saneringen van terreinen die een vroegere, verspreide radioactieve verontreiniging vertonen, waartoe beslist zou kunnen worden door het FANC

Los van de site van Umicore in Olen en zijn omgeving vertonen sommige terreinen een verspreide radioactieve verontreiniging die het gevolg is van vroegere nucleaire of beroepsactiviteiten. Zo vertoont de Molse Nete een historische verontreiniging, te wijten aan verschillende nucleaire exploitanten van de streek van Mol-Dessel, en werden de Grote Laak en de Winterbeek, in de streek van Tessenderlo, in het verleden verontreinigd door lozingen van de fosfaatsnijverheid.

De vereisten voor het langetermijnbeheer van het radioactieve afval afkomstig van saneringen van terreinen die een vroegere verspreide radioactieve verontreiniging vertonen, waartoe beslist zou worden door het FANC, zullen a priori geval per geval worden geëvalueerd. Hierbij zal onder meer rekening worden gehouden met de omvang van de sanering waaruit het te beheren radioactieve afval zal voortvloeien, met de hoeveelheid en de kenmerken van dit afval en met de kenmerken van de te saneren terreinen.

11.4 Toevoeging aan het bestaande wettelijk en reglementair kader

Het FANC ontwikkelt momenteel, in overleg met NIRAS en de Gewesten, die optreden als bevoegde overheden inzake leefmilieu, de reglementaire instrumenten die nodig zijn om de situaties te beoordelen die een interventie kunnen vereisen en om, desgevallend, de beslissingen tot interventie te kunnen nemen. Deze reglementering, die van veel later dateert dan de oprichting van NIRAS en de bepaling van haar beheersysteem, zal een nieuw luik toevoegen aan het beheer van radioactief afval.

De beslissingen met betrekking tot interventies zullen worden genomen volgens een stapsgewijze procedure die, voor wat dit stapsgewijze karakter betreft, gebaseerd is op de gewestelijke reglementering inzake bodemsanering in geval van niet-radioactieve verontreiniging (oriënterend bodemonderzoek, beschrijvend bodemonderzoek, bodemsaneringsproject).

De procedure in ontwikkeling bepaalt

- de rol van de verschillende betrokken actoren, onder wie NIRAS voor de aspecten in verband met het langetermijnbeheer van het radioactieve afval dat voortkomt uit saneringen;
- de te nemen beslissingen;
- de verschillende dossiers en de elementen van inhoud waarop deze beslissingen gebaseerd dienen te zijn;
- de criteria die moeten worden toegepast om de stralingsrisico's te beoordelen en ze af te wegen tegenover de chemische risico's.

Het reglementair kader in ontwikkeling bepaalt dat, in geval van een beslissing tot interventie die aanleiding geeft tot de productie van radioactief afval, met andere woorden in geval van een saneringsbeslissing, het langetermijnbeheer van dit afval integraal deel moet uitmaken van het gekozen saneringsscenario.

Het FANC bereidt momenteel de uitvaardiging van deze reglementaire instrumenten voor, in de vorm van een wet en/of een koninklijk besluit.

4

Deel 4

Besluiten en aanbevelingen



12 Besluiten en aanbevelingen

Om haar opdracht voor het beheer van radioactief afval tot een goed einde te brengen, moet NIRAS al het afval dat zij overneemt een eindbestemming kunnen geven.

In tegenstelling tot de toestand met betrekking tot het afval van categorie A is er in België geen gevalideerd institutioneel beleid voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval dat reeds bestaat en waarvan de productie gepland is (hoofdzakelijk in het kader van het huidige elektronucleaire programma), inclusief de niet-opgewerkte bestraalde splijtstoffen die als afval worden aangegeven (of kunnen worden aangegeven) en de overvloedige hoeveelheden verrijkte splijtstoffen en plutoniumhoudende stoffen die als afval worden aangegeven (of kunnen worden aangegeven). Een dergelijk beleid is echter *onontbeerlijk* om de eindbestemming van dit afval vast te stellen en, bijgevolg, de nog benodigde RD&D-werkzaamheden te kunnen focussen, alle aspecten van het beheer van het afval te kunnen bepalen en optimaliseren en het principe 'de vervuiler betaalt' op meer concrete basis te kunnen toepassen. Voor het overige behoort het tot de verantwoordelijkheid van de landen die het Gezamenlijk Verdrag van 1997 inzake de veiligheid van het beheer van bestraalde splijtstof en inzake de veiligheid van het beheer van radioactief afval hebben ondertekend, waaronder België, om een beleid voor het langetermijnbeheer van dit afval te hebben. Deze nationale verantwoordelijkheid is één van de basisprincipes van de Europese richtlijn 'Afval' van 19 juli 2011 (Bijlage B2).

Volgens NIRAS bevat het Afvalplan alle elementen die nodig zijn om de regering toe te laten met kennis van zaken een *principebeslissing* te nemen inzake het beleid voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval dat reeds bestaat en waarvan de productie gepland is.

De start van de uitvoering van het Afvalplan, dat op 23 september 2011 werd aangenomen door de raad van bestuur van NIRAS, moet worden gevalideerd door een principebeslissing van de federale regering, waarbij een duidelijk beleid voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval wordt vastgelegd. De uitvoering van het Afvalplan zal een reeks acties omvatten die het mogelijk maken de gekozen oplossing voor het langetermijnbeheer te realiseren, zoals de keuze van een gastformatie, de keuze van mogelijke vestigingszones, de formalisering van maatschappelijke overlegprocessen en -structuren, de keuze van een of meer vestigingssites, de plaatselijke integratie van de oplossing en de vergunningsaanvragen. Voor de geleidelijke ontwikkeling van dit beheerbeleid moet een aangepast normatief systeem worden ingevoerd dat momenteel nog ontbreekt.

Concreet stelt NIRAS, voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval dat reeds bestaat en waarvan de productie gepland is, een globale oplossing voor die voorziet in de geologische berging van het afval en die de technische, maatschappelijke en besluitvormingsaspecten omvat (sectie 12.1). Ze formuleert tevens een aantal voorstellen en aanbevelingen met betrekking tot vragen die niet door NIRAS alleen kunnen worden beantwoord, maar die invloed zullen hebben op haar beheeractiviteiten (sectie 12.2). Zowel de aanbevolen globale oplossing als de voorstellen en aanbevelingen dragen bij tot de naleving van de vereisten van de Europese richtlijn 'Afval' van 19 juli 2011 (Bijlage B2).

12.1 De door NIRAS aanbevolen oplossing voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval

De door NIRAS aanbevolen oplossing voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval is een globale oplossing. Ze omvat een technische oplossing (sectie 12.1.1) die past in een besluitvormingsproces dat de technische en maatschappelijke aspecten integreert (sectie 12.1.2) en waarvan de ontwikkeling en realisatie gepaard gaan met een reeks voorwaarden die geformuleerd werden tijdens de maatschappelijke consultatie die op initiatief van NIRAS werd georganiseerd en tijdens de wettelijke raadpleging (sectie 12.1.3).

12.1.1 Technische oplossing voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval

De door NIRAS aanbevolen technische oplossing voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval is een oplossing die definitief kan worden, namelijk

- geologische berging (sectie 12.1.1.1)
- in weinig verharde klei (Boomse Klei of Ieperiaanklei) (sectie 12.1.1.2)
- in één enkele installatie (gemeenschappelijk voor al het B&C-afval en gerealiseerd op één enkele site) (sectie 12.1.1.3)
- op Belgisch grondgebied (sectie 12.1.1.4)
- zodra mogelijk, waarbij het tempo van ontwikkeling en realisatie van de oplossing afgestemd moet zijn op de wetenschappelijke en technische maturiteit en op het maatschappelijk draagvlak van de oplossing (sectie 12.1.1.5).

Deze technische oplossing is *voldoende rijp om het voorwerp te zijn van een principebeslissing*, aangezien de onzekerheden die nog moeten worden weggenomen niet onoverkomelijk worden geacht.

De andere overwogen beheeroplossingen die definitief kunnen worden, zijn ofwel in strijd met het nationale of internationale reglementaire kader of bieden niet de gewenste graad van veiligheid op lange termijn (dit is met name het geval voor de eeuwigdurende opslag, waarvan de veiligheid afhangt van de duurzaamheid van de onderhoudswerken en van de maatschappelijke context), of zijn niet verenigbaar met het totale volume B&C-afval dat moet worden beheerd (dit is het geval voor berging in diepe boorgaten). Volgens de veiligheidsoverheid (FANC) is een keuze ten gunste van een andere vorm van bovengrondse opslag dan de tijdelijke opslag die thans wordt toegepast, trouwens niet gerechtvaardigd.

12.1.1.1 Geologische berging

De geologische berging

- past in het kader van de wettelijke opdracht van NIRAS, in die zin dat ze het B&C-afval een eindbestemming geeft;
- is toepasbaar op al het bestaande en geplande B&C-afval;
- wordt door de beheerders van radioactief afval en de veiligheidsoverheden op nationaal en internationaal vlak geacht uitvoerbaar te zijn en in staat mens en milieu gedurende honderdduizenden jaren te beschermen op robuuste en intrinsiek passieve wijze (dit wil zeggen zonder dat menselijk ingrijpen noodzakelijk is, hetgeen niet betekent dat er geen controles zijn of dat het onmogelijk is controles uit te voeren): de passieve veiligheid wordt in de eerste plaats gewaarborgd door een passend ontwerp van het bergingssysteem (oordeelkundige keuze van de gastformatie, passend ontwerp van de kunstmatige barrières van de bergingsinstallatie en een passende conditionering en postconditionering van het afval) en door een realisatie conform het ontwerp;
- wordt door de resultaten van de multidisciplinaire analyse van de mogelijke beheeropties, die in het SEA werd uitgevoerd, bevestigd als *enige oplossing voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval en in ieder geval als de oplossing die het veiligst is vanuit radiologisch oogpunt, het meest robuust ten aanzien van de mogelijke maatschappelijke en natuurlijke evoluties en het meest geschikt om mens en milieu op lange termijn te beschermen*;
- beperkt de lasten die naar de toekomstige generaties worden doorgeschoven tot een minimum, in het bijzonder de radiologische risico's, de milieueffecten en de verantwoordelijkheid om de veiligheid te garanderen, beslissingen te nemen en voor de financiering in te staan;
- kan worden gefinancierd volgens het principe 'de vervuiler betaalt';
- werd gekozen door alle landen die over een institutioneel beleid voor het langetermijnbeheer van hun B- en/of C-afval beschikken. De Verenigde Staten exploiteren sinds 1999 een geologische bergingsinstallatie voor hun militair afval van categorie B en Finland, Frankrijk en Zweden zijn in principe nog slechts 10 of 15 jaar verwijderd van het begin van de industriële exploitatie van een geologische bergingsinstallatie.

12.1.1.2 In weinig verharde klei (Boomse Klei of Ieperiaanklei)

Van de geologische formaties die in België aanwezig zijn, lijkt weinig verharde klei, in het bijzonder de Boomse Klei en Ieperiaanklei, intrinsieke kenmerken te vertonen die deze klei het meest geschikt maken om de verwachte functies van een natuurlijke barrière te vervullen, namelijk de functies van isolering, insluiting en vastzetting op lange termijn van de radionucliden en de chemische contaminanten die in een geologische bergingsinstallatie aanwezig zijn. Een goed ontworpen en gerealiseerd bergingssysteem in deze klei, is in staat de veiligheid op lange termijn te verzekeren.

De verworven wetenschappelijke en technische kennis met betrekking tot de berging in weinig verharde klei, in het bijzonder 30 jaar RD&D in het ondergronds laboratorium

HADES, werd herhaaldelijk geëvalueerd door Belgische en buitenlandse deskundigen. Hun besluiten kunnen als volgt worden samengevat.

- De verworven kennis berust op stevige wetenschappelijke bases en heeft een zodanige graad van maturiteit bereikt dat men zich gunstig kan uitspreken over de veiligheid en uitvoerbaarheid van deze oplossing. De studies die in andere landen aan de gang zijn, bevestigen het potentieel van kleihoudende formaties op het vlak van de insluiting van het geborgen afval en de vastzetting van de radionucliden en chemische contaminanten.
- De resterende onzekerheden worden systematisch geanalyseerd en in aanmerking genomen in de veiligheids- en uitvoerbaarheidsevaluaties. Ze tonen aan dat deze onzekerheden niet van dien aard zijn dat ze de veiligheid en/of uitvoerbaarheid van deze oplossing ter discussie kunnen stellen. Het reduceren van de onzekerheden ligt ten grondslag aan de lopende en toekomstige RD&D-programma's.

Door de RD&D voort te zetten, zal de verworven kennis geleidelijk worden bevestigd en verfijnd, teneinde de veiligheidsmarges te vergroten, de resterende onzekerheden te reduceren en het bergingssysteem te optimaliseren. De bescherming van de watervoerende lagen boven en onder de gastformaties zal één van de essentiële punten van de RD&D vormen.

Het zal uiteraard aan het FANC en aan de overheden bevoegd voor milieubescherming zijn om zich, in het kader van de vergunningsaanvraagprocedure voor de geologische berging, uit te spreken over de graad van veiligheid en bescherming die geboden wordt door het ontwikkelde bergingssysteem en de realisatie ervan toe te staan.

De gegrondheid van de werkzaamheden op het vlak van de berging in weinig verharde klei werd overigens herhaaldelijk bevestigd door verschillende commissies en werkgroepen die door institutionele instanties belast waren met de taak zich uit te spreken over vraagstukken die in diverse mate betrekking hebben op het probleem van het beheer van radioactief afval.

Door te kiezen voor geologische berging in weinig verharde klei als oplossing voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval is de zone van het Belgisch grondgebied waarin een bergingsinstallatie kan worden gevestigd, in feite beperkt tot het noordoosten en het uiterste noorden van het westen van België. Een dergelijke keuze houdt echter niet in dat onmiddellijk gekozen wordt voor een vestigingssite.

12.1.1.3 In één enkele installatie

Volgens NIRAS moet het afval van categorie B en dat van categorie C op lange termijn worden beheerd in het kader van een beheeroplossing — geologische berging — die, enerzijds, gemeenschappelijk is voor beide afvaltypes, omdat hun langetermijnsrisico zich uitstrekt over vergelijkbare tijdschalen, namelijk meerdere tientallen tot honderdduizenden jaren en die, anderzijds, gerealiseerd wordt op één enkele site, omdat afzonderlijke installaties redelijkerwijs, vanuit economisch oogpunt, niet kunnen worden overwogen volgens de respectieve volumes van het beschouwde afval. De geologische bergingsinstallatie zal evenwel zodanig ontworpen en geëxploiteerd worden dat afval met verschillende kenmerken in aparte delen van de bergingsinstallatie en na elkaar in de installatie zal worden geplaatst.

12.1.1.4 Op Belgisch grondgebied

NIRAS meent dat het B&C-afval (net zoals de rest van het andere afval waarvoor zij verantwoordelijk is) moet worden beheerd in een nationaal kader en dus op Belgisch grondgebied. Aangezien België in de jaren zestig heeft gekozen voor kernenergie om een belangrijk deel van zijn elektriciteit te produceren en de splijtstofcyclus in zijn geheel verantwoordelijk is voor de productie van het overgrote deel van het Belgische radioactieve afval, is het aan België om te zorgen voor het beheer van zijn radioactief afval, ongeacht zijn toekomstig energiebeleid. Dit standpunt ligt in de lijn van de aanbevelingen en reglementeringen die op internationaal vlak van kracht zijn en die de nationale verantwoordelijkheid van de landen benadrukken voor het beheer van hun radioactief afval.

12.1.1.5 Zodra mogelijk

De geologische berging zou zodra mogelijk moeten kunnen starten, rekening houdend met de wetenschappelijke, technische, maatschappelijke en reglementaire vereisten. Het tempo van ontwikkeling en realisatie van de bergingsoplossing moet, met andere woorden, afgestemd zijn op de wetenschappelijke en technische maturiteit en op het maatschappelijk draagvlak van de oplossing: de dynamiek van het programma moet in stand worden gehouden zonder evenwel stappen over te slaan.

Geologische berging 'zodra mogelijk' heeft ten doel

- NIRAS te laten beschikken over een volledig (gesloten) beheersysteem voor het B&C-afval dat op optimale wijze kan worden georganiseerd, en haar aldus in staat te stellen haar opdracht integraal te vervullen;
- NIRAS de gelegenheid te bieden de reële kostprijs van de berging te ramen, en haar aldus in staat te stellen het principe 'de vervuiler betaalt' op concrete basis toe te passen;
- het behoud van de expertise en de knowhow op nationaal vlak te verzekeren, in het bijzonder inzake kennis van het afval, RD&D en evaluatie van de prestaties van het bergingssysteem; deze factor is van fundamenteel belang voor de veiligheid;
- te beletten dat het gewicht van de verantwoordelijkheid voor het beheer, met alle bijbehorende lasten, die naar de toekomstige generaties wordt doorgeschoven nog toeneemt, en te voorkomen dat de toestand van onzekerheid voor de gemeenten waar het afval momenteel voorlopig, maar voor onbepaalde duur, is opgeslagen, blijft voortduren.

Aangezien de ontwikkeling en realisatie van een globale oplossing van geologische berging wetenschappelijke, technische, maatschappelijke en besluitvormingsaspecten omvat, kan de planning van het ontwikkelings- en realisatieprogramma niet vooraf worden opgesteld, maar zal ze geleidelijk worden bepaald door een waaier van factoren (evolutie en resultaten van de RD&D, totstandbrenging en behoud van een maatschappelijk draagvlak, *siting*proces, teneur van de beslissingen die tijdens het besluitvormingsproces worden genomen,...).

Vanuit strikt technisch en voluntaristisch oogpunt en op basis van de huidige stand van de kennis is de geologische berging van het eerste afval, dat afval van categorie B zal zijn, a priori niet mogelijk vóór 2035–2040: er zal nog ten minste een vijftiental jaar nodig zijn om participatieprocessen tot stand te brengen, om de aanbevolen oplossing door middel van RD&D-werkzaamheden te preciseren, te bevestigen en te optimaliseren, om het maatschappelijk draagvlak van de oplossing te versterken, met name via het proces van de keuze van een vestigingssite, alsook om de vergunningsaanvragen voor te bereiden en in te dienen en vervolgens de nodige vergunningen te verkrijgen, in het bijzonder de nucleaire oprichtings- en exploitatievergunning. Daarna zal nog ongeveer vijftien jaar nodig zijn voor de bouw van de bergingsinstallatie.

12.1.2 Besluitvormingsproces

De ontwikkeling en realisatie van de aanbevolen technische oplossing passen in het kader van een besluitvormingsproces dat de technische en maatschappelijke aspecten integreert. NIRAS wenst dat dit proces stapsgewijs verloopt, dat het aanpasbaar, participatief en transparant is en dat het de continuïteit verzekert. Het zal zich uitstrekken over een periode van een honderdtal jaar, vanaf het moment dat een principebeslissing wordt genomen. Ten minste tot de sluiting van de bergingsinstallatie zullen immers beslissingen moeten worden genomen.

Het ontwerp van besluitvormingsproces dat NIRAS heeft ontwikkeld, vormt een gespreksbasis die moet worden verrijkt en verfijnd, of zelfs gewijzigd, via overleg met alle belanghebbende partijen. De betrokken institutionele actoren in de aangrenzende landen zullen in dit stadium op ad-hocbasis worden geïnformeerd. Dit overleg, dat NIRAS snel wenst te starten, zal beginnen met de identificatie van de belanghebbende partijen in het besluitvormingsproces. Het moet een antwoord bieden op de vragen wie zal beslissen over wat, wanneer, op welke bases en op welke manier. Met uitzondering van de bepalingen van de wet van 13 februari 2006 bestaat er immers momenteel geen normatief systeem dat bepaalt hoe de verschillende stappen moeten worden genomen tijdens de periode tussen het nemen van een principebeslissing over het langetermijn-beheer van radioactief afval en de nucleaire vergunningsaanvraag die noodzakelijk is om de gekozen beheeroplossing te realiseren. De identificatie van de te nemen scharnier-beslissingen, van de bij de verschillende stappen van het besluitvormingsproces betrokken partijen, van de respectieve taken en verantwoordelijkheden of bijvoorbeeld ook van de ondersteunende documenten die moeten worden opgesteld, vormt hierbij een belangrijke uitdaging. Het overleg, waarvan ook de financiering moet worden georganiseerd, zal de aanzet geven tot het integreren van een participatieve dynamiek in het B&C-programma.

Het besluitvormingsproces zou moeten worden opgenomen in het normatieve systeem dat moet worden uitgewerkt. Dit systeem moet NIRAS en alle actoren met wie zij moet samenwerken een voldoende stabiel en afgebakend kader bieden om de ontwikkeling en realisatie van de aanbevolen technische oplossing mogelijk te maken.

Het normatieve systeem zou moeten voorzien in de oprichting van een onafhankelijk opvolgingsorgaan dat erop moet toezien dat het besluitvormingsproces vordert via volledig gedocumenteerde stappen, dat het aanpasbaar, participatief en transparant is en dat het de continuïteit en de integratie van de maatschappelijke en technische aspecten verzekert.

12.1.3 Voorwaarden voortvloeiend uit de raadplegingen

NIRAS meent dat de ontwikkeling en realisatie van de technische oplossing die zij aanbeveelt, niet alleen dienen te voldoen aan de toepasbare normen en reglementeringen, maar ook aan voorwaarden die uit de raadplegingen voortvloeien. Deze voorwaarden vloeien voort uit bekommernissen die in grote mate gedeeld worden door het publiek en bekommernissen die geuit werden door de geraadpleegde officiële instanties. Sommige houden verband met de ontwikkeling en realisatie van een oplossing voor het langetermijnbeheer van radioactief afval en werden door NIRAS omgezet naar het specifieke geval van geologische berging (sectie 12.1.3.1), terwijl andere betrekking hebben op de noodzaak om de evolutie te volgen van beheerpistes die in het Afvalplan werden onderzocht maar niet werden behouden (sectie 12.1.3.2).

Andere maatschappelijke bekommernissen, met name de noodzaak van een onafhankelijke opvolging van het besluitvormingsproces, werden geïntegreerd in de technische oplossing en/of in het besluitvormingsproces dat NIRAS heeft uitgetekend.

12.1.3.1 Voorwaarden in verband met de ontwikkeling en realisatie van de aanbevolen technische oplossing

Het publiek, dat al dan niet voorstander is van een oplossing van het type 'geologische berging', meent over het algemeen dat het radioactieve afval moet kunnen worden verwijderd uit de installatie waarin het zich bevindt, dat de goede werking en de veiligheid van deze installatie moeten kunnen worden gecontroleerd en dat de kennis van het afval en van de installatie moet worden doorgegeven van generatie op generatie.

NIRAS is van plan rekening te houden met deze eisen bij de ontwikkeling en realisatie van de geologische bergingsoplossing die zij aanbeveelt. *De juiste draagwijdte van deze eisen moet worden verduidelijkt in overleg met alle belanghebbende partijen, rekening houdend met de noodzaak om te voldoen aan de eisen inzake veiligheid en technische en financiële uitvoerbaarheid.*

Zo verbindt NIRAS zich ertoe

- de omkeerbaarheid gedurende de exploitatie van de berging te garanderen en de maatregelen te bestuderen die de eventuele terugneming van het afval zouden kunnen vergemakkelijken na gedeeltelijke of volledige sluiting van de bergingsinstallatie, gedurende een nog te bepalen periode. Het versterken van de terugneembaarheid bij het ontwerpen en realiseren van een bergingsinstallatie mag evenwel niet ten koste gaan van de veiligheid, de beveiliging en de *safeguards*; het zou een invloed kunnen hebben op de kostprijs van de berging;
- de controles van de goede werking van het bergingssysteem, bovenop de reglementaire controles, te handhaven gedurende een met de belanghebbende partijen overeen te komen periode. Deze controles mogen het systeem echter niet verstoren en dus zijn goede werking niet in gevaar brengen;
- de overdracht aan de toekomstige generaties van de kennis van de bergingsinstallatie, inclusief de herinnering aan de locatie ervan, en de kennis van het afval dat ze bevat, zo goed mogelijk voor te bereiden. Deze overdracht kan zowel op nationaal als op internationaal vlak georganiseerd worden, met name via de

rapporten die in het kader van internationale verplichtingen moeten worden geleverd. Elke generatie zal evenwel zelf moeten beslissen over de kennis en de middelen die zij wenst over te dragen aan de volgende generatie.

12.1.3.2 Opgvolgingsvoorwaarden

Gelijktijdig met de ontwikkeling en realisatie van de geologische bergingsoplossing die zij aanbeveelt, zal NIRAS de evolutie volgen van beheerpistes die in het Afvalplan werden onderzocht maar die niet werden behouden. Zo zal NIRAS doorgaan met

- het volgen van de evolutie van de kennis van de schieferformaties als dusdanig en als mogelijke gastformaties, om aldus te beschikken over een oplossing op Belgisch grondgebied waarop kan worden teruggevallen indien weinig verharde klei uiteindelijk zou worden verworpen;
- het volgen van de evolutie van de kennis met betrekking tot de berging in diepe boorgaten, teneinde eventueel te beschikken over een oplossing voor het langetermijnbeheer van zeer beperkte hoeveelheden afval waarvan men de terugneming bijzonder moeilijk zou willen maken;
- het volgen, via de internationale instanties, van de evolutie inzake de ontwikkeling van geologische bergingsinstallaties die door verschillende landen van de Europese Unie worden gedeeld, teneinde het beleid dat in die landen ter zake wordt gevoerd en de eventuele invloed ervan op het Belgische programma te begrijpen;
- het volgen van de nationale en internationale ontwikkelingen op het vlak van de geavanceerde nucleaire technologieën, hoewel deze technologieën geen enkele bijdrage zullen leveren tot het langetermijnbeheer van het bestaande en geplande geconditioneerde afval. Deze opvolging is gerechtvaardigd doordat, enerzijds, het beleid voor het beheer van de commerciële bestraalde splijtstoffen van het huidige nucleaire park nog niet gekend is en, anderzijds, de installaties die specifiek onderzoek verrichten naar de geavanceerde nucleaire technologieën zelf afval zullen produceren dat op lange termijn beheerd zal moeten worden.

12.2 Voorstellen en aanbevelingen met betrekking tot vragen die niet door NIRAS alleen kunnen worden beantwoord

De voorstellen en aanbevelingen met betrekking tot vragen die niet door NIRAS alleen kunnen worden beantwoord, maar die een impact hebben of zullen hebben op de beheeractiviteiten, kunnen in twee groepen worden onderverdeeld: een eerste groep die betrekking heeft op het langetermijnbeheer van het B&C-afval en een tweede groep die betrekking heeft op de ontwikkeling van een of meer aanvullende beheersystemen.

12.2.1 Langetermijnbeheer van het B&C-afval

Om haar opdracht inzake het beheer van het B&C-afval tot een goed einde te kunnen brengen, moet NIRAS niet alleen de bevestiging krijgen van de oplossing die zij aanbeveelt voor het langetermijnbeheer van dit afval, maar moet zij ook

- over een voldoende duidelijk en volledig reglementair kader beschikken voor de geologische berging van het B&C-afval;
- te gelegener tijd kunnen anticiperen op de eventuele wijzigingen in de volumes en types van B&C-afval dat geologisch geborgen moet worden.

Voor deze punten is NIRAS niet exclusief bevoegd.

Bijgevolg

- *betreffende het specifieke reglementair kader voor de geologische berging van het B&C-afval*
 - wenst NIRAS dat dit kader, dat momenteel uitgewerkt wordt door het FANC, zodra mogelijk beschikbaar is;
- *betreffende de mogelijkheid om te gelegener tijd te anticiperen op de eventuele wijzigingen in de volumes en types van B&C-afval dat geologisch geborgen moet worden*
 - beveelt NIRAS aan dat het statuut (hulpbron of afval) van de bestraalde splijtstoffen van de commerciële reactoren wordt opgehelderd;
 - beveelt NIRAS aan dat het statuut (hulpbron of afval) van de verrijkte splijtstoffen en de plutoniumhoudende stoffen (buiten de brandstof, in de zin van het koninklijk besluit van 30 maart 1981) wordt opgehelderd;
 - beveelt NIRAS aan dat de bevoegde overheid te gelegener tijd haar advies zou vragen voor elk dossier waarin beslissingen moeten worden genomen die mogelijk een grote impact kunnen hebben op het beheer van radioactief afval (bijvoorbeeld opwerking van de bestraalde splijtstoffen, verhoging van de versplijtingsgraad van de brandstof, ontwerp van een nieuwe grote nucleaire installatie, sanering van een site die radioactief verontreinigd is).

De afwezigheid van een specifiek reglementair kader voor de geologische berging van het B&C-afval en de onzekerheden omtrent de eventuele wijzigingen in de volumes en types van B&C-afval dat geologisch geborgen moet worden, doen evenwel niets af aan de noodzaak van een principebeslissing en aan de mogelijkheid om deze beslissing te nemen.

12.2.2 Ontwikkeling van een of meer aanvullende beheersystemen, in het bijzonder voor radiumhoudend afval

Vermits NIRAS dient in te staan voor het langetermijnbeheer van al het radioactieve afval dat in België aanwezig is, wenst zij zich voor te bereiden op verschillende problemen in verband met stoffen die momenteel niet het statuut van radioactief afval hebben, maar dit statuut later zouden kunnen aannemen. De geïdentificeerde problematiek houdt verband met bestaande toestanden die het voorwerp zijn geweest of kunnen zijn van een beslissing van het FANC tot radiologische sanering. Ze wenst zich tevens voor te bereiden op de problematiek van het langetermijnbeheer van radioactief afval dat aanwezig is in vergunde installaties voor tijdelijke opslag, waarvan de overname door NIRAS nog niet aangevraagd werd. Het gaat hoofdzakelijk om radiumhoudend afval en om het NORM- en TENORM-afval. De voorbereiding zal gebeuren naargelang van de graad van maturiteit van de verschillende dossiers.

Met het oog op het langetermijnbeheer van radioactief afval afkomstig van toekomstige saneringen en van het radioactieve afval dat aanwezig is in de vergunde installaties voor tijdelijke opslag zal NIRAS een of meer beheersystemen moeten ontwikkelen ter aanvulling van het bestaande systeem. Dit afval heeft immers als gemeenschappelijk kenmerk dat het om afval met lange levensduur en hoofdzakelijk zeer lage en lage activiteit gaat, dat over talrijke sites verspreid is en mogelijke aanzienlijke volumes vertegenwoordigt.

In de praktijk zal NIRAS tijdens de komende jaren een plan opstellen voor het langetermijnbeheer van het radiumhoudend afval dat aanwezig is op de site van Umicore in Olen en omgeving, alsook van het radiumhoudend afval dat ze reeds in opslag heeft. Het doel van dit plan is een beleid voor te stellen voor het langetermijnbeheer van dit afval, dat het noodzakelijke kader voor een optimaal beheer zal creëren, rekening houdend met de specifieke kenmerken van het beschouwde afval. Om dit plan volledig te kunnen ontwikkelen, dient NIRAS echter door het FANC te worden ingelicht over de algemene principes die moeten worden toegepast voor het langetermijnbeheer van het radiumhoudend afval en dient ze te gelegener tijd het standpunt van het agentschap te kennen met betrekking tot de noodzaak om de verschillende stortplaatsen en terreinen in Olen al dan niet te saneren, wat momenteel nog niet beslist is.

Indien het FANC zou oordelen dat bepaalde andere toestanden (toestanden in verband met de NORM- en TENORM-problematiek of de aanwezigheid van vroegere verspreide radioactieve verontreinigingen op bepaalde terreinen) radiologisch gesaneerd dienen te worden, zal NIRAS deze saneringen onderzoeken in overleg met het FANC, desgevallend in het kader van een nieuw beheerplan. In dit onderzoek zal met name rekening gehouden worden met het aantal te saneren sites en hun kenmerken, met de volumes en kenmerken van het radioactieve afval (NORM, TENORM of ander afval) dat zou kunnen voortvloeien uit deze saneringen en op lange termijn zou moeten worden beheerd, alsook met de mogelijkheden voor het beheer op lange termijn van dit afval.

Het vooruitzicht van een plan dat specifiek gewijd is aan het langetermijnbeheer van radiumhoudend afval en, desgevallend, van een of meer latere plannen doet niets af aan de overwegingen en conclusies met betrekking tot het afval van categorie B en dat van categorie C die zijn uitgewerkt in dit Alvalplan: dit bestaande en geplande afval kan op lange termijn worden beheerd in het kader van de globale oplossing die NIRAS aanbeveelt.

Bijlagen

B1 Oorsprong en kenmerken van het B&C-afval

Het B&C-afval is van diverse oorsprong en heeft verschillende kenmerken. De tabel op de ommezijde geeft de raming, eind 2010, van het B&C-afval dat reeds bestaat en waarvan de productie gepland is, hoofdzakelijk in het kader van de exploitatie, gedurende 40 jaar, van de zeven huidige kerncentrales en de ontmanteling ervan [36]. De tabel houdt geen rekening met de wijzigingen die het gevolg zouden zijn van de overdracht van afval tussen de categorieën A en B (sectie 10.2.3) en van de aangifte van verrijkte splijtstoffen en plutoniumhoudende stoffen als afval (sectie 10.2.4), noch met die welke te maken zouden hebben met eventuele wijzigingen van de inventaris van radiumhoudend afval van categorie B (sectie 10.2.5). De noodzaak van een principebeslissing inzake het langetermijnbeheer van het B&C-afval en de mogelijkheid om een dergelijke beslissing te nemen, worden evenwel niet ter discussie gesteld door deze eventuele wijzigingen.

De officiële technische inventaris van NIRAS wordt momenteel geactualiseerd. Hij zou begin 2012 beschikbaar moeten zijn.

Oorsprong		Categorie	Klasse	Beschrijving	Matrix	Primair collo (PC)	
						Aantal	Type
a - Fabricage van brandstof							
	a-1	B	LAGAL	Vast laagactief alfa-afval	cement	1090	staal, 400 liter
b - Elektriciteitsproductie							
b1 - Kerncentrales							
Exploitatie	b1-1	B	MAGAL	Tihange, thermogecompecteerde harsen	cement	440	staal, 400 liter
	b1-2	B	M / L AGAL	Doel/Tihange, divers vast middel- en laagactief afval	cement	40	staal, 400 liter
	b1-3	B	LAGAL	Doel/Tihange, divers vast laagactief afval	cement	47	gewapend beton, 1000 liter
	b1-4	B	LAGAL	Doel/Tihange, divers vast laagactief afval	cement	24	gewapend beton, 1600 liter
Ontmanteling	b1-5	B	MAGAL	Doel/Tihange, vaste componenten van de reactorkern	--	850	gietijzer, MOSAIK, 1300 l
b2 - Bestraalde splijtstoffen uit kerncentrales							
Opwerking (1)	b2-1	C	ZAGALC	Doel1/2 en Tihange 1, oplossingsvloeistoffen van brandstofopwerking in La Hague	glas	387	staal, CSD-V, 180 liter
	b2-2	B	HAGALC2	Doel1/2 en Tihange 1, gecompacteerd structuurafval van brandstofopwerking in La Hague	--	432	staal, CSD-C, 180 liter
	b2-3	B	HAGALC3	Doel1/2 en Tihange 1, secundaire effluenten van brandstofopwerking in La Hague	glas	62	staal, CSD-B, 180 liter
Mogelijke toekomstige opwerking van bestraalde splijtstoffen (1)	b2-4	C	ZAGALC	Alle energiereactoren, oplossingsvloeistoffen van brandstofopwerking in La Hague	glas	2828 (2)	staal, CSD-V, 180 liter
	b2-5	B	HAGALC2	Alle energiereactoren, gecompacteerd structuurafval van brandstofopwerking in La Hague	--	3760 (2)	staal, CSD-C, 180 liter
of							
Bestraalde splijstofelementen	b2-6	C	ZAGALS	Bestraalde MOX-elementen (allemaal ontladen)	(3)	144	doos staal, 275 liter
	b2-7	C	ZAGALS	Bestraalde UOX-elementen	(3)	10250	doos staal, 200 tot 325 liter
c - Onderzoek, ontwikkeling en nucleaire pilootprojecten - Beheer van het afval							
c1 - Bestraalde splijtstoffen van onderzoeksreactoren: niet opgewerkt							
	c1-1	C (3)	ZAGALS (3)	Bestraalde splijtstoffen BR3 en VENUS (UOX en MOX)	(3)	85 (3)	(3)
	c1-2	B	MAGAL	Bestraalde splijtstoffen THETIS (UOX) en niet bestraald UOX-poeder	cement	7	staal, 400 liter
	c1-3	B	LAGAL	Bestraalde splijtstoffen BR1, uraniummetaal	(3)	70 (3)	(3)
c2 - Bestraalde splijtstoffen van onderzoeksreactoren: opwerking in het buitenland							
	c2-1	C	ZAGALC	Oplossingsvloeistoffen van de opwerking van BR2 splijtstoffen in La Hague	glas	5	staal, CSD-V, 180 liter
	c2-2	B	HAGALC2	Gecompacteerd structuur-afval van de opwerking van BR2 splijtstoffen in La Hague	--	6	staal, CSD-C, 180 liter
	c2-3	B	MAGALD	Oplossingsvloeistoffen van de opwerking van BR2 splijtstoffen in Dounreay	cement	123	staal, 500 liter
c3 - Bestraalde splijtstoffen opgewerkt in de Eurochemicfabriek							
	c3-1	B	HAGALP1	Oplossingsvloeistoffen van de opwerking in Eurochemic van hoogverrijkte splijtstoffen, conditionering Pamela	glas	934	staal, 60 liter
	c3-2	B	HAGALP1	Oplossingsvloeistoffen van de opwerking in Eurochemic van laagverrijkte splijtstoffen, conditionering Pamela	glas	467	staal, 60 liter
	c3-3	B	HAGALP1	Oplossingsvloeistoffen van de opwerking in Eurochemic van laagverrijkte splijtstoffen, conditionering Pamela VITROMET	glas / lood	100	staal, 60 liter
	c3-4	B	HAGALP2	Oplossingsvloeistoffen van de opwerking in Eurochemic van hoogverrijkte splijtstoffen, conditionering Pamela	glas	702	staal, 150 liter
	c3-5	B	HAGALP3	Onoplosbare residu's Eurochemic (brandstof, hulzen, structuren)	cement	115	staal, 150 liter
	c3-6	B	MAGALE	Middelactieve effluenten Eurochemic, conditionering Eurobitum	bitumen	11487	staal, 220 liter

c - Onderzoek, ontwikkeling en nucleaire pilootprojecten - Beheer van het afval (vervolg)							
c3 - Bestraalde splijtstoffen opgewerkt in de Eurochemicfabriek							
c3-7	B	MAGALE	Vast middelactief afval Eurochemic, conditionering Eurobitum	bitumen	82	staal, 220 liter	
c3-8	B	MAGALE	Vast reactief, middelactief afval Eurochemic, conditionering Eurobitum	bitumen	17	staal, 220 liter	
c3-9	B	MAGALE	Middelactieve effluenten Eurochemic, conditionering Eurobitum	bitumen	9	staal, 220 liter	
c4 - Exploitatie en ontmanteling							
c4-1	B	HAGALBE	Beryllium metaal en inox componenten, BR2-reactor	zand / cement	17	staal, 150 liter	
c4-2	B	MAGALBE	Beryllium metaal componenten, BR2-reactor	zand / cement	41	staal, 400 liter	
c4-3	B	MAGALE	Middelactieve effluenten, diverse oorsprong (4), conditionering Eurobitum	bitumen	1950	staal, 220 liter	
c4-4	B	MAGAL	Vast middelactief afval, diverse oorsprong (4), conditionering Pamela of HRA Solarium	cement	400	staal, 400 liter	
c4-5	B	M / L AGAL	Middel- en laagactieve effluenten, diverse oorsprong (4), conditionering Mummie	bitumen	140	staal, 400 en 220 liter	
c4-6	B	MAGAL	Exploitatie- en ontmantelingsafval van de verglazingseenheid Pamela, middelactief	cement	277	staal, 200 liter	
c4-7	B	MAGAL	Vast middelactief afval, ontmanteling BR3 en exploitatie BR2	cement	67	staal, 400 liter	
c4-8	B	MAGAL	Middelactieve effluenten	(3)	1350 (3)	staal, 400 liter	
c4-9	B	MAGAL	Vast middelactief afval	(3)	100 (3)	staal, 400 liter	
c4-10	B	LAGAL	Vast laagactief afval Eurochemic, conditionering 123	cement	52	staal / cement, 2200 liter	
c4-11	B	LAGAL	Vast laagactief afval Eurochemic en SCK•CEN, conditionering 123	cement	167	staal, 400 liter	
c4-12	B	LAGAL	Vast laagactief afval, diverse oorsprong (4), conditionering Pamela of HRA Solarium of CILVA	cement	1230	staal, 400 liter	
c4-13	B	LAGAL	Vast laagactief afval, diverse oorsprong (4), conditionering HRA Solarium	cement	21	staal / cement, 2500 / 3300 liter	
c4-14	B	LAGAL	Vast laagactief afval, diverse oorsprong (4), conditionering alfakamer	bitumen	1650	staal, 220 liter, oververpakt	
c4-15	B	LAGAL	Vast laagactief afval, diverse oorsprong (4), conditionering alfakamer, geherconditioneerd	bitumen / (cement)	109	staal, 220 liter, oververpakt	
c4-16	B	LAGAL	Vast afval en gecompacteerde assen, laagactief, diverse oorsprong (4)	bitumen	571	staal, 220 liter, oververpakt	
c4-17	B	LAGAL	Laagactief afval	(3)	600 (3)	staal, 400 liter	
c4-18	B	LAGAL	Laagactief afval, karakterisering aan de gang	(3)	32	staal, 600 liter	
c4-19	B	RAGAL (5)	Ontmantelingsafval van het programma "Actinium" van het SCK•CEN	cement	72	staal, 400 liter, overpakt	
c4-20	B	RAGAL (5)	Vast radiumhoudend afval, conditionering HRA	cement	160	staal, 430 liter	
c4-21	B	RAGAL (5)	Radiumhoudende effluenten, conditionering HRA Solarium	cement	120	staal, 430, 1400 en 3300 liter	
c4-22	B	RAGAL (5)	Radiumhoudend afval, conditionering CILVA	cement	3200	staal, 400 liter	
c4-23	B	RAGAL (5)	Radiumhoudende effluenten, conditionering Mummie	bitumen	636	staal, 400 liter	
c4-24	B	RAGAL (5)	Radiumhoudend afval	(3)	200 (3)	staal, 400 liter	
d - Andere							
d-1	B	MAGAL	Middelactieve effluenten (hoofdzakelijk IRE)	(3)	150 (3)	staal, 400 liter	
d-2	B	M / L / R AGAL (5)	Radioactieve bronnen, bliksemafleiders, radiumnaalden, rookdetectoren,... , conditionering CILVA	cement	800	staal, 400 liter	
d-3	B	RAGAL (5)	Ontmantelingsafval van de radium-productieeenheid, site van Olen	cement	222	staal, 400 liter, overpakt	
d-4	B	RAGAL (5)	Radiumhoudend afval van het Belgisch leger	zand / cement	35	staal, 400 liter	

De productie van de primaire colli is beëindigd.

Het type afval hangt af van het scenario inzake opwerking (al of niet opwerken).

(1) Het verwijderde uranium en plutonium worden gevaloriseerd.

(2) Deze informatie zal als volgt worden aangepast op basis van de productiefeedback: 3732 PC type CSD-V en 3153 PC type CSD-C.

(3) Verwerking / conditionering nog te bevestigen.

(4) Bevat hoofdzakelijk afval van "c"-oorsprong; bevat een fractie afval van andere oorsprong.

(5) Het radiumhoudend afval zal het voorwerp zijn van een specifiek plan, dat een impact zou kunnen hebben op de huidige inventaris van het afval van categorie B. Het radiumhoudend afval dat aanwezig is op de site van Umicore maakt momenteel geen deel uit van deze inventaris.

B2 Bijdrage van het Afvalplan tot het naleven van de verplichtingen van de richtlijn 'Afval'

Aangezien het beheer van bestraalde splijtstoffen en radioactief afval tot de bevoegdheid van de lidstaten behoort en vele landen nog niet de noodzakelijke essentiële beslissingen hebben genomen voor dit beheer, hetgeen negatieve gevolgen kan hebben voor het milieu en op economisch en maatschappelijk vlak en de toekomstige generaties met onredelijke lasten dreigt op te zadelen, heeft de Europese commissie het wenselijk geacht een juridisch kader vast te stellen voor het beheer van bestraalde splijtstoffen en radioactief afval. De Raad van de Europese Unie heeft op 19 juli 2011 een Euratom-richtlijn aangenomen, de zogenaamde richtlijn 'Afval', die een gemeenschappelijk kader vastlegt voor het verantwoordelijk en veilig beheer van verbruikte splijtstof en radioactief afval [169]. Deze richtlijn omvat een aantal elementen die rechtstreeks verband houden met het Afvalplan (zie kader).

Enkele opvallende punten van de Europese richtlijn van 2011 betreffende het verantwoordelijk en veilig beheer van verbruikte splijtstof en radioactief afval, die rechtstreeks verband houden met het Afvalplan

Voorafgaande opmerking: de terminologie van de richtlijn werd lichtjes aangepast om een betere coherentie mogelijk te maken met de terminologie gebruikt in het Afvalplan.

De richtlijn zorgt ervoor dat de lidstaten voorzien in passende maatregelen op nationaal vlak voor een hoog veiligheidsniveau van het beheer van bestraalde splijtstoffen en van radioactief afval en garanderen de nodige informatie en inspraak van het publiek. Haar toepassingsgebied omvat alle stappen van het beheer van bestraalde splijtstoffen en van radioactief afval afkomstig van toepassingen voor burgerlijke doeleinden, vanaf de productie tot de berging ervan.

De richtlijn verplicht de betrokken lidstaten inzonderheid nationale beleidsmaatregelen betreffende het beheer van bestraalde splijtstoffen en radioactief afval op te stellen en in stand te houden. Deze beleidsmaatregelen dienen aan een aantal principes te voldoen, waaronder:

- een beheer op lange termijn dat op passieve veiligheidsmaatregelen berust;
- het principe 'de vervuiler betaalt';
- het volgen van een empirisch onderbouwd en gedocumenteerd besluitvormingsproces in alle stadia van het beheer;
- de berging van het radioactieve afval en van de bestraalde splijtstoffen die als afval worden beschouwd, op het grondgebied van de lidstaat waar dit afval en deze splijtstoffen werden geproduceerd.

De richtlijn verplicht de betrokken lidstaten tevens een nationaal wettelijk, regelgevend en organisatorisch kader op te stellen en in stand te houden dat onder meer de verantwoordelijkheden van de verschillende bevoegde instanties, het programma ter uitvoering van het beheerbeleid, de regeling voor de veiligheid van het beheer, een vergunningstelsel, passende maatregelen voor de periode na de sluiting van bergingsinstallaties, de nodige financieringsmechanismen (inclusief de toereikendheid en de beschikbaarheid van de financiële middelen op het moment dat ze nodig zijn) alsook de voorschriften voor de voorlichting en deelname van het publiek specificeert. Zij legt eveneens de verplichting op geïntegreerde beheersystemen te ontwikkelen die een kwaliteitswaarborg inhouden en die de vereiste voorrang geven aan de veiligheid.

Volgens de richtlijn moet elke betrokken lidstaat eveneens een nationaal programma opstellen en in stand houden dat alle fases omvat van het beheer van de bestraalde splijtstoffen en het radioactieve afval. Dit programma dient met name de voorgestelde beheeroplossingen, de RD&D-activiteiten, de kostenramingen, de financieringsmechanismen, de verantwoordelijkheden en plannen voor de realisatie van deze oplossingen, alsook het beleid inzake transparantie ten aanzien van het publiek te beschrijven.

In haar overwegingen bepaalt de richtlijn overigens duidelijk dat de geologische berging op dit ogenblik de meeste veilige en duurzame oplossing is voor het langetermijnbeheer van hoogactief afval en bestraalde splijtstoffen die als afval worden beschouwd. De opslag, inclusief op lange termijn, blijft een tijdelijke oplossing die geenszins een alternatief voor de berging kan vormen. Zo zouden de lidstaten de planning en uitvoering van bergingsoplossingen moeten opnemen in hun nationaal beleid voor het beheer van bestraalde splijtstoffen en van radioactief afval.

In haar overwegingen duidt ze ook aan dat het behoud van de flexibiliteit en van de aanpasbaarheid in de bergingsprogramma's doorgaans beschouwd wordt als noodzakelijk vermits het bergingsproces zich over verschillende decennia zal afspelen. Daartoe kunnen de omkeerbaarheid en terugneembaarheid als elementen van ontwerp en exploitatie als leidraad dienen voor de technische ontwikkeling van een bergingsinstallatie. Deze elementen mogen evenwel niet in de plaats komen van degelijk ontworpen bergingsinstallaties, waarvan men zeker kan zijn dat ze gesloten zullen kunnen worden.

De richtlijn moet binnen twee jaar na haar inwerkingtreding worden omgezet in Belgisch federaal recht. Het eerste nationaal programma moet aan de Commissie worden overhandigd binnen een maximumtermijn van vier jaar na de inwerkingtreding (dit is uiterlijk op 23 augustus 2015).

Het Afvalplan van NIRAS kan dus worden beschouwd als een voorbereiding op het Belgisch nationaal programma.

Indien de oplossing voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval, die in het Afvalplan wordt aanbevolen, gevalideerd wordt door een principebeslissing, zal ze bijdragen tot de naleving van verschillende bepalingen van de richtlijn 'Afval', waaronder:

- de nationale verantwoordelijkheid voor het beheer (Artikel 4, 1.);
- de opstelling van een beheerbeleid (Artikel 4, 1.) dat beantwoordt aan de in artikel 4, 3., uitgevaardigde principes, met name rekening houden met de onderlinge afhankelijkheid van de verschillende stappen in de productie en het beheer van de bestraalde splijtstoffen en radioactief afval (Artikel 4, 3. b), het feit dat het langetermijnbeheer gebaseerd is op passieve veiligheidsmaatregelen (Artikel 4, 3. c), de tenlasteneming van de beheerkosten door de afvalproducenten (Artikel 4, 3. e), de opstelling van een empirisch onderbouwd en gedocumenteerd besluitvormingsproces (Artikel 4, 3. f);
- de berging van het afval op het grondgebied van de lidstaat waarin het geproduceerd werd (Artikel 4, 4.);
- de opstelling van een programma voor de uitvoering van het beheerbeleid (Artikel 5, 1. a);
- de toewijzing van verantwoordelijkheden aan de instellingen die betrokken zijn bij het langetermijnbeheer (Artikel 5, 1. f);
- de instandhouding en ontwikkeling van de nodige deskundigheid en bekwaamheid en de uitvoering van de nodige onderzoeks- en ontwikkelingsactiviteiten om te voldoen aan de behoeften van het programma voor de uitvoering van het beheerbeleid (Artikel 8);
- de beschikbaarheid, op het moment dat dit nodig is, van voldoende financiële middelen, rekening houdend met de verantwoordelijkheid van de producenten van bestraalde splijtstof en radioactief afval (Artikel 9);
- de mogelijkheid voor het publiek om deel te nemen aan het besluitvormingsproces (Artikel 10, 2.).

Het Afvalplan geldt bovendien als voorbereiding voor het Belgisch programma bepaald in de artikelen 11 en 12, in die zin dat dit programma met name de voorgestelde beheeroplossingen, de RD&D-activiteiten, de kostenramingen, de financieringsmechanismen, de verantwoordelijkheden en planningen voor de realisatie van deze oplossingen en het beleid inzake transparantie ten aanzien van het publiek zal moeten beschrijven.

De aanbevolen oplossing voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval stemt tevens overeen met verschillende overwegingen van de genoemde richtlijn. Zo:

- moet het radioactieve afval, met inbegrip van de bestraalde splijtstof die als afval wordt beschouwd, blijvend worden ingesloten en geïsoleerd van de mens en de biosfeer. De specifieke aard ervan, namelijk het feit dat het radionucliden bevat, vereist dat er maatregelen worden genomen om de gezondheid van de mens en het leefmilieu te beschermen tegen de gevaren van ioniserende straling, inclusief de berging in aangepaste installaties die als eindbestemming zullen dienen. De opslag van radioactief afval, inclusief op lange termijn, is slechts een tijdelijke oplossing die geen alternatief kan vormen voor de berging (Overweging 21);
- wordt op technisch vlak algemeen aanvaard dat de geologische berging op dit ogenblik de veiligste en duurzaamste oplossing is als eindpunt voor het beheer van hoogactief afval en bestraalde splijtstof die als afval wordt beschouwd (Overweging 23);
- kunnen de omkeerbaarheid en terugneembaarheid, als elementen voor ontwerp en exploitatie, als leidraad dienen voor de technische ontwikkeling van een bergingsinstallatie. Deze elementen kunnen evenwel niet in de plaats komen van degelijk ontworpen bergingsinstallaties, waarvan men zeker kan zijn dat ze gesloten zullen kunnen worden (Overweging 23);
- heeft elke lidstaat de ethische plicht ervoor te zorgen dat de toekomstige generaties geen onnodige last ondervinden van de bestraalde splijtstoffen en het radioactieve afval (Overweging 24).

De antwoorden op de vragen die niet door NIRAS alleen kunnen worden beantwoord, zouden op termijn ook moeten bijdragen tot de naleving van bovenvermelde bepalingen, of zelfs tot de naleving van andere bepalingen van de richtlijn, in het bijzonder:

- de opstelling (of afwerking) door het FANC van specifieke reglementaire kaders voor de veiligheid van de geologische berging van het B&C-afval en voor het langetermijnbeheer van radioactief afval afkomstig van saneringen (in het bijzonder (zeer) laagactief en kortlevend afval) en van een wetgeving voor interventies zal het reglementaire kader inzake veiligheid, waarvan sprake in artikel 5, 1. b, helpen aanvullen;
- de opheldering van het statuut van de bestraalde splijtstoffen van de commerciële reactoren en dat van de verrijkte splijtstoffen en plutoniumhoudende stoffen is een voorwaarde voor het opstellen van het nationale beheerbeleid, zoals gevraagd door artikel 4, 1;
- de antwoorden op de verwante vragen met betrekking tot de inventaris van het B&C-afval zullen bijdragen tot het naleven van de vereisten van artikel 12, 1. c.

B3 Definities uit het Belgisch wettelijk en reglementair kader

Berging (of eindberging): het plaatsen van bestraalde splijtstof of radioactief afval in een geschikte faciliteit zonder de bedoeling het terug te halen (wet van 2 augustus 2002, artikel 2)

Beroepsactiviteit: activiteit die geen handeling is maar waarbij natuurlijke stralingsbronnen aanwezig zijn en die kan leiden tot een aanzienlijke verhoging van de blootstelling van personen, die vanuit het oogpunt van stralingsbescherming niet mag verwaarloosd worden (KB van 20 juli 2001, volgens artikel 1)

Bestraalde splijtstof: splijtstoffen of plutoniumhoudende stoffen vervat in een structuur die het gebruik ervan in een reactor mogelijk maakt, nadat ze definitief uit de reactor zijn ontladen (KB van 30 maart 1981, artikel 1)

Bron: radioactieve stof, toestel of installatie die ioniserende stralingen kan uitzenden of die radioactieve stoffen bevat (KB van 20 juli 2001, artikel 2)

Handeling: menselijke verrichting die een bijkomende blootstelling van bepaalde personen aan ioniserende stralingen met zich mee kan brengen; deze kunnen afkomstig zijn van een kunstmatige of van een natuurlijke stralingsbron, wanneer de natuurlijke radionucliden worden bewerkt omwille van hun radioactieve, splijt- of kweekeigenschappen. Blootstelling bij een noodgeval is hier niet inbegrepen (KB van 20 juli 2001, artikel 2)

Interventie: menselijke activiteit, gericht op de voorkoming of vermindering van de blootstelling van personen aan ioniserende stralingen uit bronnen die geen onderdeel van een handeling vormen of oncontroleerbaar zijn, door middel van maatregelen bij de stralingsbronnen, de blootstellingswegen en de betrokken personen zelf (KB van 20 juli 2001, artikel 2)

Keuring: operatie verricht bij de tenlasteneming van het afval of overtollige hoeveelheden en bestemd om de conformiteit van dit afval met de van kracht zijnde specificaties te onderzoeken, met het oog op de verantwoordelijkheidsoverdracht (KB van 30 maart 1981, artikel 1)

Ontmanteling: geheel van administratieve en technische verrichtingen die het mogelijk maken een installatie uit de lijst van geklasseerde installaties te halen, overeenkomstig de bepalingen van het koninklijk besluit van 28 februari 1963, houdende algemeen reglement op de bescherming van de bevolking en de werknemers tegen het gevaar van ioniserende stralingen (KB van 30 maart 1981, artikel 1)

Opslag van bestraalde splijtstof: tijdelijke opslag van deze stof in afwachting van de opwerking of van hun classificatie als radioactief afval (KB van 30 maart 1981, artikel 1)

Opslag van plutoniumhoudende splijtstoffen en ongebruikte splijtstof: tijdelijke opslag van dergelijke stoffen in afwachting van een eventueel later gebruik of van hun classificatie als radioactief afval (KB van 30 maart 1981, artikel 1)

Opslag van radioactief afval: tijdelijke opslag van dergelijk afval met de bedoeling en op een manier die het mogelijk maakt het later terug te nemen (KB van 30 maart 1981, artikel 1)

Overtollige hoeveelheden: hoeveelheden verrijkte splijtstoffen plutoniumhoudende stoffen of ongebruikte of bestraalde splijtstof waarvoor geen enkel gebruik of latere omzetting voorzien is door de producent of de exploitant (KB van 30 maart 1981, artikel 1)

Plutoniumhoudende stoffen: elke stof die splijtbare plutoniumisotopen bevat en zich in een andere vorm bevindt dan deze van ongebruikte of bestraalde splijtstof (KB van 30 maart 1981, artikel 1)

Radioactief afval: elke stof waarvoor geen enkel gebruik is voorzien en die radionucliden bevat in een hogere concentratie dan de waarden die de bevoegde overheid als aanvaardbaar beschouwt voor stoffen die zonder toezicht mogen worden gebruikt of geloosd (KB van 30 maart 1981, artikel 1)

Radioactief afval van buitenlandse oorsprong: radioactief afval dat zijn radioactiviteitskenmerken heeft verkregen buiten België, behalve indien deze radioactiviteit afkomstig is van uitrustingen en/of afval van Belgische oorsprong dat in het buitenland is verwerkt (KB van 30 maart 1981, artikel 1)

Radioactieve stof: elke stof die één of meer radionucliden bevat waarvan de activiteit of de concentratie om redenen van stralingsbescherming niet mag worden verwaarloosd (wet van 15 april 1994, artikel 1)

Sluiting: voltooiing van alle werkzaamheden op enig moment na het plaatsen van de bestraalde splijtstof of het radioactief afval in een faciliteit voor eindberging. Dit omvat mede het verrichten van de laatste technische of andere werkzaamheden die zijn vereist om de faciliteit in een toestand te brengen die de veiligheid voor de lange termijn garandeert (wet van 2 augustus 2002, artikel 2)

Tenlasteneming: alle technische en administratieve operaties die nodig zijn om te zorgen voor het weghalen van het radioactief afval of overtollige hoeveelheden van de site van de producenten en hun overbrenging naar de door de Instelling beheerde installaties (KB van 30 maart 1981, artikel 1) (*In de context van het Afvalplan gebruikt NIRAS 'overname' in plaats van 'tenlasteneming'.*)

Verrijkte splijtstoffen: elke stof die splijtbare uraniumisotopen bevat in een gehalte dat hoger is dan dat van natuurlijk uranium en zich in een andere vorm bevindt dan deze van ongebruikte of bestraalde splijtstof (KB van 30 maart 1981, artikel 1)

Verwerking en conditionering van radioactief afval: geheel van mechanische, chemische, fysische en andere verrichtingen met het oog op de omvorming van het radioactieve afval in colli die beantwoorden aan de operationele vereisten inzake behandeling, transport, opslag of berging (KB van 30 maart 1981, artikel 1)

Weesbron: bron waarvan het activiteitsniveau op het tijdstip van ontdekking de vrijstellingswaarde vastgesteld in bijlage IA overschrijdt en waarop geen reglementaire controle wordt uitgeoefend, hetzij omdat hierop nooit zulke controle is uitgeoefend, hetzij omdat het een bron betreft die is achtergelaten, verloren, zoekgeraakt, gestolen of, zonder passende kennisgeving aan de bevoegde overheid of inlichting van de ontvanger, is overgedragen aan een nieuwe houder (KB van 20 juli 2001, artikel 2)

B4 Acroniemen

ALARA	<i>as low as reasonably achievable (taking into account economic and societal factors)</i> (zo laag als redelijkerwijze mogelijk, rekening houdend met economische en maatschappelijke factoren)
Andra	<i>Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs</i> (Frankrijk)
CEA	<i>Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives</i> (Frankrijk)
CNE	<i>Commission nationale d'évaluation</i> (Frankrijk)
COGEMA	<i>Compagnie générale des matières nucléaires</i> (thans AREVA NC) (Frankrijk)
CoRWM	<i>Committee on Radioactive Waste Management</i> (Verenigd Koninkrijk)
COVRA	Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval (Nederland)
DBIS	Dienst Bescherming tegen ioniserende stralingen (België)
EDRAM	<i>International Association for Environmentally Safe Disposal of Radioactive Materials</i>
ESV	economisch samenwerkingsverband
FANC/AFCN	Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle / <i>Agence fédérale de Contrôle nucléaire</i> (België)
FSC	<i>NEA Forum on Stakeholder Confidence</i>
HADES	<i>High-activity disposal experimental site</i>
IAEA	<i>International Atomic Energy Agency</i> (Verenigde Naties)
ICRP	<i>International Commission on Radiological Protection</i>
IRE	<i>Institut national des radioéléments</i> (België)
IRMM	<i>Institute for Reference Materials and Measurements</i> (Europese Unie)
KASAM	Zweedse raad voor kernafval (Zweden)
KB	koninklijk besluit
MEB	milieueffectenbeoordeling
MONA	partnerschap Mols Overleg Nucleair Afval (België)
MOX	<i>mixed-oxide fuel</i>
Nagra	<i>Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle</i> (Zwitserland)
NEA	<i>OECD Nuclear Energy Agency</i>

NIRAS/ONDRAF	Nationale instelling voor radioactief afval en verrijkte splijtstoffen / <i>Organisme national des déchets radioactifs et des matières fissiles enrichies</i> (België)
NORM	<i>naturally occurring radioactive materials</i>
OESO/OECD	Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling / <i>Organisation for Economic Cooperation and Development</i>
OVAM	Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij (België)
RD&D	<i>research, development and demonstration</i>
SAFIR	<i>safety assessment and feasibility interim report</i>
SCK•CEN	Studiecentrum voor Kernenergie / <i>Centre d'Etudes de l'Energie Nucléaire</i> (België)
SEA	<i>strategic environmental assessment</i>
SFC	<i>safety and feasibility case</i>
SKB	<i>Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Company</i> (Zweden)
STORA	partnerschap Studie- en Overleggroep Radioactief Afval Dessel (België)
TENORM	<i>technologically enhanced, naturally occurring radioactive materials</i>
tHM	<i>ton Heavy Metal</i>
UKAEA	<i>United Kingdom Atomic Energy Authority</i> (Verenigd Koninkrijk)
VUB	Vrije Universiteit Brussel (België)
WIPP	<i>Waste Isolation Pilot Plant</i> (Etats-Unis)

Referenties

- [1] Wet van 8 augustus 1980 betreffende de budgettaire voorstellen 1979–1980, Belgisch Staatsblad van 15 augustus 1980
- [2] Koninklijk besluit van 30 maart 1981 houdende bepaling van de opdrachten en de werkingsmodaliteiten van de openbare instelling voor het beheer van radioactief afval en splijtstoffen, Belgisch Staatsblad van 5 mei 1981
- [3] Wet van 11 januari 1991 ter vervanging van artikel 179, § 2, van de wet van 8 augustus 1980 betreffende de budgettaire voorstellen 1979–1980, Belgisch Staatsblad van 12 februari 1991
- [4] Koninklijk besluit van 16 oktober 1991 houdende wijziging van het koninklijk besluit van 30 maart 1981 houdende bepaling van de opdrachten en de werkingsmodaliteiten van de Openbare Instelling voor het beheer van radioactief afval en splijtstoffen, Belgisch Staatsblad van 22 november 1991
- [5] Programmawet van 12 december 1997 houdende diverse bepalingen, Belgisch Staatsblad van 18 december 1997
- [6] Wet van 29 december 2010 houdende diverse bepalingen, Belgisch Staatsblad van 31 december 2010
- [7] Wet van 2 augustus 2002 houdende instemming met het Gezamenlijk Verdrag inzake de veiligheid van het beheer van bestraalde splijtstof en inzake de veiligheid van het beheer van radioactief afval, gedaan te Wenen op 5 september 1997, Belgisch Staatsblad van 25 december 2002
- [8] Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management, INFCIRC/546, IAEA, 1997
- [9] Richtlijn 2001/42/EG van het Europees Parlement en de Raad van 27 juni 2001 betreffende de beoordeling van de gevolgen voor het milieu van bepaalde plannen en programma's, Publicatieblad nr. L 197, 21 juli 2001
- [10] NEA, SAFIR 2: Belgian R&D Programme on the Deep Disposal of High-level and Long-lived Radioactive Waste: An International Peer Review, OECD/NEA, 2003
- [11] Brief van de voogdijminister van NIRAS aan NIRAS, Dossier langetermijnbeheer afval van de categorieën B en C, MV/DO/19.11.04-017276, 19 november 2004
- [12] Wet van 13 februari 2006 betreffende de beoordeling van de gevolgen voor het milieu van bepaalde plannen en programma's en de inspraak van het publiek bij de uitwerking van de plannen en programma's in verband met het milieu, Belgisch Staatsblad van 10 maart 2006
- [13] Richtlijn 2003/35/EG van het Europees Parlement en de Raad van 26 mei 2003 tot voorziening in inspraak van het publiek in de opstelling van bepaalde plannen en programma's betreffende het milieu en, met betrekking tot inspraak van het publiek en toegang tot de rechter, tot wijziging van de Richtlijnen 85/337/EEG en 96/61/EG van de Raad, Publicatieblad nr. L 156, 25 juni 2003

- [14] Brief van de voogdijminister van NIRAS aan NIRAS, Berging op Belgisch grondgebied van het afval van categorie A, MV/EDC/BA/cb/2006-007081, 5 juli 2006
- [15] Resource Analysis, Strategic Environmental Assessment (SEA) over het Afvalplan van NIRAS, Hoofdrapport, 2010 (beschikbaar op www.niras-afvalplan.be)
- [16] ONDRAF/NIRAS, SAFIR 2: Safety Assessment and Feasibility Interim Report 2, report NIROND 2001-06 E, 2001
- [17] ONDRAF/NIRAS, Technisch overzicht van het SAFIR 2-rapport — Safety Assessment and Feasibility Interim Report 2, rapport NIROND 2001-05 N, 2001
- [18] ONDRAF/NIRAS, Naar een duurzaam beheer van radioactief afval — Context van het rapport SAFIR 2, rapport NIROND 01-07 N, ONDRAF/NIRAS, 2001
- [19] United Nations, Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. Transmitted to the General Assembly as an Annex to document A/42/427 — Development and International Co-operation: Environment, 1987
- [20] United Nations, Report of the United Nations Conference on Environment and Development (Earth Summit), Rio de Janeiro (Brasil), 3–14 June 1992, A/CONF.151/26 (Vol. I)
- [21] Leuvens Onderzoeksnetwerk Duurzame Ontwikkeling (LONDO), Duurzame ontwikkeling — Een multidisciplinaire visie, Acco, 2009
- [22] Wet van 5 mei 1997 betreffende de coördinatie van het federale beleid inzake duurzame ontwikkeling, Belgisch Staatsblad van 18 juni 1997
- [23] United Nations, Report of the World Summit on Sustainable Development, Johannesburg (South Africa), 26 August – 4 September 2002, A/CONF.199/20
- [24] Eggermont, G., Hugé, J., Nuclear Energy Governance, Deliverable 4.1, SEPIA Project, Brussels: Belgian Science Policy 2011
- [25] United Nations, Programme Agenda 21 “A Blueprint for Sustainable Development”, United Nations Conference on Environment and Development (Earth Summit), Rio de Janeiro (Brasil), 3–14 June 1992
- [26] ICRP, Annals of the ICRP, The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 103, Elsevier, 2007
- [27] Kourilsky, Ph., Du bon usage du principe de précaution, Ed. O. Jacob, 2002
- [28] Europese Commissie, Mededeling van de Commissie over het voorzorgsbeginsel, COM(2000)1, 2000
- [29] Dialogue Learning Centre (DLC), Rapport Maatschappelijke consultatie “Beheer op lange termijn van hoogactief en langlevend radioactief afval” — Een consultatie georganiseerd door NIRAS, voorjaar 2009 (beschikbaar op www.niras-afvalplan.be)

- [30] Goorden, L., Weyns, W., Zwetkoff, C., Auditrapport van de Nederlandstalige en Franstalige NIRAS Dialogen en van de Interdisciplinaire Conferentie, georganiseerd door NIRAS, 2009 (beschikbaar op www.niras-afvalplan.be)
- [31] Publieksforum "Hoe beslissen over het langetermijnbeheer van hoogradioactief en langlevend afval?", eindrapport, Uitgever Koning Boudewijnstichting, 2010
- [32] ONDRAF/NIRAS, Officieel bericht, Raadpleging van het publiek over het Ontwerp van het Afvalplan van NIRAS en over het milieueffectenrapport dat het plan vergezelt — langetermijnbeheer van hoogradioactief en/of langlevend afval, Belgisch Staatsblad van 20 mei 2010
- [33] SEA-adviescomité, Ontwerp van afvalplan voor het langetermijnbeheer van geconditioneerd hoogradioactief en/of langlevend afval — Advies met betrekking tot het milieueffectenrapport, 28 juli 2010 (beschikbaar op www.health.belgium.be)
- [34] ONDRAF/NIRAS, Verklaring betreffende het Afvalplan ter uitvoering van de wet van 13 februari 2006 — Afvalplan voor het langetermijnbeheer van geconditioneerd hoogradioactief en/of langlevend afval en overzicht van verwante vragen, NIROND 2011-03 N, 2011
- [35] Koninklijk besluit van 20 juli 2001 houdende algemeen reglement op de bescherming van de bevolking, van de werknemers en het leefmilieu tegen het gevaar van de ioniserende stralingen, Belgisch Staatsblad van 30 augustus 2001
- [36] ONDRAF/NIRAS, The wastes of categories B&C — General overview, note 2010-0998 (rev. 1), 2011
- [37] Wet van 15 april 1994 betreffende de bescherming van de bevolking en van het leefmilieu tegen de uit ioniserende stralingen voortspruitende gevaren en betreffende het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle, Belgisch Staatsblad van 29 juli 1994
- [38] République française, Loi n° 2006-739 du 28 juin 2006 de programme relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs, Journal officiel de la république française, 29 juin 2006
- [39] Brief van de Dienst Bescherming tegen ioniserende stralingen aan Union Minière, Radiumbesmetting in Olen, RIS/LVB/A.00.382, 10 mei 2000
- [40] Kamer van Volksvertegenwoordigers, Resolutie 541/9-91/92 betreffende het gebruik van plutonium- en uraniumhoudende brandstoffen in Belgische kerncentrales en de opportuniteit van de opwerking van nucleaire brandstofstaven, aangenomen op 22 december 1993
- [41] Ministerraad, Compte rendu de la séance du 4 décembre 1998, 4 december 1998
- [42] ONDRAF/NIRAS, Inventaris van de nucleaire passiva door NIRAS opgemaakt tijdens de periode 2003–2007 — Rapport aan de Voogdijminister over de analyse van de potentiële nucleaire passiva, verbonden aan de nucleaire installaties en de sites die radioactieve stoffen bevatten. Evaluatie van het bestaan, de toereikendheid en de beschikbaarheid van de provisies, rapport NIROND 2007-02 N, 2007

- [43] Richtlijn 96/29/Euratom van de Raad van 13 mei 1996 tot vaststelling van de basisnormen voor de bescherming van de gezondheid der bevolking en der werkers tegen de aan ioniserende straling verbonden gevaren, Publicatieblad nr. L 159, 29 juni 1996
- [44] Brief van de voogdijminister van NIRAS aan NIRAS, Prise en charge en Belgique de déchets radioactifs du Grand-Duché de Luxembourg, 9.EN/0.250/94/0375 TVR/DMP, 22 avril 1994
- [45] ONDRAF/NIRAS, Beheerrapport — Huidige toestand van het beheer van radioactief afval in België, rapport NIROND 2008-02 N, 2008
- [46] Richtlijn 85/337/EEG van de Raad van 27 juni 1985 betreffende de milieueffectbeoordeling van bepaalde openbare en particuliere projecten, Publicatieblad nr. L 175, 5 juli 1985
- [47] Richtlijn 97/11/EG van de Raad van 3 maart 1997 tot wijziging van Richtlijn 85/337/EEG betreffende de milieueffectbeoordeling van bepaalde openbare en particuliere projecten, Publicatieblad nr. L 073, 14 maart 1997
- [48] Richtlijn 98/83/EG van de Raad van 3 november 1998 betreffende de kwaliteit van voor menselijke consumptie bestemd water, Publicatieblad nr. L 330, 5 december 1998
- [49] Richtlijn 2003/4/EG van het Europees Parlement en de Raad van 28 januari 2003 inzake de toegang van het publiek tot milieu-informatie en tot intrekking van Richtlijn 90/313/EEG van de Raad, Publicatieblad nr. L 41, 14 februari 2003
- [50] Wet van 17 december 2002 houdende instemming met het Verdrag betreffende toegang tot informatie, inspraak bij besluitvorming en toegang tot de rechter inzake milieuaangelegenheden, en met de Bijlagen I en II, gedaan te Aarhus op 25 juni 1998, Belgisch Staatsblad van 24 april 2003
- [51] Wet van 5 augustus 2006 betreffende de toegang van het publiek tot milieu-informatie, Belgisch Staatsblad van 5 augustus 2006
- [52] IAEA, The Principles of Radioactive Waste Management, Safety Series No. 111-F, Vienna, 1995
- [53] IAEA, Fundamental Safety Principles, Safety Fundamentals No. SF-1, Vienna, 2006
- [54] IAEA, International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, Safety Series No. 115, Vienna, 1996
- [55] IAEA, Disposal of Radioactive Waste, Specific Safety Requirements, No. SSR-5, 2011
- [56] ICRP, Annals of the ICRP, 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 60, Pergamon Press, 1990
- [57] ICRP, Annals of the ICRP, Radiological Protection Policy for the Disposal of Radioactive Waste, ICRP Publication 77, Pergamon Press, 1998

- [58] ICRP, Annals of the ICRP, Radiation Protection Recommendations as Applied to the Disposal of Long-Lived Solid Radioactive Waste, ICRP Publication 81, Pergamon Press, 2000
- [59] IAEA, Classification of Radioactive Waste, General Safety Guide No. GSG-1, Vienna, 2009
- [60] ONDRAF/NIRAS, Het cAt-project in Dessel — Een langetermijnoplossing voor het Belgische categorie A-afval, rapport NIROND 2010-02 N, 2010
- [61] ONDRAF/NIRAS, Vergelijking van de verschillende opties voor het beheer op lange termijn van laagactief en kortlevend afval — Aspecten veiligheid en kostprijsverschillen, rapport NIROND 97-04, 1997
- [62] Koninklijk besluit van 18 november 2002 houdende regeling van de erkenning van uitrustingen bestemd voor de opslag, verwerking en conditionering van radioactief afval, Belgisch Staatsblad van 3 december 2002
- [63] ONDRAF/NIRAS, Inventaris van het radioactief afval: berekening van het referentievolume geconditioneerd afval, nota 2003-1100 (herz. 0), 2003
- [64] ONDRAF/NIRAS, Inventaris van het radioactief afval: radiologische spectra van het referentievolume geconditioneerd afval, nota 2004-0196 (herz. 0), 2004
- [65] ONDRAF/NIRAS, Inventaris van het radioactief afval: chemische samenstelling van het referentievolume geconditioneerd afval, nota 2004-0975 (herz. 0), 2004
- [66] Groep GEMIX, Welke is de ideale energiemix voor België tegen 2020 en 2030?, Eindverslag, 2009
- [67] Koninklijk besluit van 28 november 2008 tot aanstelling van een groep van experts betreffende de energiemix van België, Belgisch Staatsblad van 2 december 2008
- [68] Wet van 31 januari 2003 houdende de geleidelijke uitstap uit kernenergie voor industriële elektriciteitsproductie, Belgisch Staatsblad van 28 februari 2003
- [69] ONDRAF/NIRAS, Estimation au 31.12.2008 des volumes de déchets radioactifs conditionnés attendus dans le cadre du programme de référence et en cas de prolongation de la durée de vie des centrales électronucléaires, note 2009-2416, 2009
- [70] Wet van 11 april 2003 betreffende de voorzieningen aangelegd voor de ontmanteling van de kerncentrales en voor het beheer van splijtstoffen bestraald in deze kerncentrales, Belgisch Staatsblad van 15 juli 2003
- [71] Brief van de voogdij van NIRAS aan NIRAS, Inventaris van alle nucleaire installaties en alle terreinen die radioactieve stoffen bevatten, Rapport NIROND 2007-02 – December 2007, PM/HP/EH/SJ/A3/adm/0292/03995E2/5000/2008/TVR/FR/002892, 9 januari 2009
- [72] Conseil de l'Union européenne, Résolution du Conseil sur la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs, adoptée le 16 décembre 2008, 17438/1/08 Rev. 1, 7 janvier 2009

- [73] Rapport de synthèse de la troisième réunion d'examen des parties contractantes à la Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs, Vienne (Autriche), 11–20 mai 2009, JC/RM3/02/Rev.2
- [74] IAEA, Policies and Strategies for Radioactive Waste Management, Nuclear Energy Series No. NW-G-1.1, Vienna, 2009
- [75] European Nuclear Energy Forum (ENEF), Contribution to the Stakeholder Consultation Process for a possible EU Instrument in the Field of Safe and Sustainable Spent Fuel and Radioactive Waste Management, final, April 2010
- [76] EDRAM, Long-Term Management of High-Level Waste: Defining National Strategies as a Sound Application of the Precautionary Principle, 2009 (beschikbaar op www.edram.info)
- [77] Brief van het FANC aan haar voogdijminister, Rapport concernant la troisième réunion des parties contractantes à la Convention Commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs, RIAD-TM-09/06-01, 19 juni 2009
- [78] U.S. Nuclear Waste Technical Review Board, Experience Gained From Programs to Manage High-Level Radioactive Waste and Spent Nuclear Fuel in the United States and Other Countries — A report to Congress and the Secretary of Energy, 2011
- [79] Blue Ribbon Commission on America's Nuclear Future, Draft Report to the Secretary of Energy, 2011
- [80] Nuclear Waste Management Organization (NWMO), OPG's Deep Geologic Repository Project for Low & Intermediate Level Waste, Environmental Impact Statement Summary, 2011
- [81] Nuclear Waste Management Organization (NWMO), Moving Forward Together: Process for Selecting a Site for Canada's Deep Geological Repository for Used Nuclear Fuel, 2010
- [82] République française, CNE 2, Commission nationale d'évaluation des recherches et études relatives à la gestion des matières et des déchets radioactifs, Rapport d'évaluation No. 4, 2010
- [83] Autorité de sûreté nucléaire (ASN), Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs 2010–2012, 2010
- [84] Committee on Radioactive Waste Management (CoRWM), Geological Disposal of Higher Activity Radioactive Wastes, CoRWM Report to Government, CoRWM document 2550, 2009
- [85] Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval (COVRA), OPERA Research Plan, OPERA-PG-COV004, 2011
- [86] Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval (COVRA), OPERA Outline of a disposal concept in clay, OPERA-PG-COV008, 2011
- [87] Office fédéral de l'énergie (OFEN), Plan Sectoriel « Dépôts en couches géologiques profondes — Conception générale », 2007
- [88] European Commission, Special Eurobarometer 297 / Wave 69.1, Attitudes towards radioactive waste, June 2008

- [89] National Research Council, Committee on Waste Disposal, The Disposal of Radioactive Waste on Land, publication 519, National Academy Press, Washington DC, 1957
- [90] Posiva Oy, The final disposal facility for spent nuclear fuel — Environmental impact assessment report, 1999
- [91] NIREX, Description of Long-term Management Options for Radioactive Waste Investigated Internationally, NIREX Report No. N/050, 2002
- [92] République française, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, L'état d'avancement et les perspectives des recherches sur la gestion des déchets radioactifs, rapporteurs M. C. Bataille et M. C. Birraux, rapport No. 250, 2005
- [93] République française, Commission particulière du débat public, Débat public sur les déchets radioactifs — Déchets radioactifs de haute activité et de moyenne activité à vie longue : situer le contexte, les enjeux et les perspectives, 2005
- [94] ONDRAF/NIRAS, Plan Déchets — Etude de trois options d'entreposage, note 2010-0014 FR (rév. 2), 2010
- [95] ONDRAF/NIRAS, Conditioes voor implementatie van een geologische berging, nota 2010-0116 (herz. 0), 2010
- [96] ONDRAF/NIRAS, Conditions de mise en œuvre : forages profonds, note 2010-1095 (rev. 0), 2010 (wordt momenteel herzien)
- [97] Prij, J., On the design of a radioactive waste repository — Proefschrift Enschede, Universiteit Twente, 1991
- [98] Swedish National Council for Nuclear Waste (KASAM), Deep boreholes — An alternative for final disposal of spent nuclear fuel? Report from KASAM's question-and-answer session on 14–15 March 2007, report 2007:6e, 2007
- [99] Gera et al., Backfilling and sealing of radioactive waste repositories in argillaceous formations, Proceedings of a joint CEC-NEA Workshop « Sealing of radioactive waste repositories », Braunschweig (Germany), June 1989, EC report EUR 12298 & OECD press, 1989
- [100] IAEA, Disposal Approaches for Long Lived Low and Intermediate Level Radioactive Waste, Nuclear Energy Series No. NW-T-1.20, Vienna, 2009
- [101] Swedish National Council for Nuclear Waste (KASAM), Nuclear Waste, State-of-the-Art Report 2007 — Responsibility of current generation, freedom of future generations, main report, SOU 2007:38, 2007
- [102] Massachusetts Institute of Technology (MIT), The Future of the Nuclear Fuel Cycle — An Interdisciplinary MIT Study, MIT, 2011
- [103] Europese Commissie, Zesde verslag van de Commissie aan het Europees Parlement en de Raad over situatie met betrekking tot het beheer van radioactieve afvalstoffen en afgewerkte kernsplijtstof in de Europese Unie, COM(2008)542 definitief, 8 september 2008
- [104] Assemblée parlementaire du Conseil de l'Europe (PACE), Résolution 1588 « Déchets radioactifs et protection de l'environnement », adoptée le 23 novembre 2007 au nom de l'Assemblée par la Commission permanente

- [105] NEA, Moving Forward with Geological Disposal of Radioactive Waste — A Collective Statement by the NEA Radioactive Waste Management Committee (RWMC), OECD/NEA No. 6433, 2008
- [106] European Commission, Directorate-General for Energy, Roadmap to successful implementation of geological disposal in the EU, European Nuclear Energy Forum, EUR 24301 EN, Status 29 October 2009, published May 2010
- [107] IAEA, The long-term storage of radioactive waste: safety and sustainability — A position paper of international experts, IAEA, Vienna, 2003
- [108] Swedish National Council for Nuclear Waste (KASAM), Ethical aspects on nuclear waste — Some salient points discussed at a seminar on ethical action in the face of uncertainty in Stockholm, Sweden, 1987, SKN report 29, 1988
- [109] FANC, Advies van het FANC betreffende NIRAS documenten: Ontwerp van AfvalPlan (AP) en bijhorend Strategic Environmental Assessment (SEA), nota 010-149-N, in bijlage van brief 4-1-WB-08/10-6 van 30 augustus 2010 (beschikbaar op www.fanc.fgov.be/GED/00000000/2600/2693.pdf)
- [110] Grenèche, D., et al., Red-Impact: Impact of Partitioning, Transmutation and Waste Reduction Technologies on the Final Nuclear Waste Disposal (Synthesis Report), FZ Jülich, Series Energy & Environment, Vol. 15, 2008
- [111] Swedisch Nuclear Fuel and Waste Management Company (SKB), Partitioning and transmutation. Current developments – 2010, A report from the Swedish reference group for P&T-research, Technical Report TR-10-35, 2010
- [112] Gemeenschappelijk standpunt ONDRAF/NIRAS – SCK•CEN, Geologische berging en geavanceerde nucleaire cycli (beschikbaar op www.nirond.be)
- [113] IAEA, Siting of Geological Disposal Facilities — A Safety Guide, Safety Series No. 111-G-4 1, Vienna, 1994
- [114] IAEA, Site Selection Factors for Repositories of Solid High-level and Alpha-bearing Wastes in Geological Formations, Technical Reports Series No. 177, 1977
- [115] Commission européenne, Confinement géologique des déchets radioactifs dans la Communauté Européenne. Catalogue européen des formations géologiques présentant des caractéristiques favorables à l'évacuation des déchets radioactifs solidifiés de haute activité et/ou de longue vie. EUR 6891 FR, 1980
- [116] Commission européenne, Catalogue européen des formations géologiques présentant des caractéristiques favorables à l'évacuation des déchets radioactifs solidifiés de haute activité et/ou de longue vie. 2 — Belgique, Etat au 01.01.1978, 1979
- [117] ONDRAF/NIRAS, Description of the crystalline rocks occurring in Belgium, note 2007-1405, 2007
- [118] ONDRAF/NIRAS, Description of the evaporitic rocks of Belgium, note 2007-1403, 2007

- [119] ONDRAF/NIRAS, Assessment of the schists as potential host formations for high-level and/or long-lived radioactive waste disposal in Belgium — A desk study, note 2010-0898, 2010
- [120] Wouters, L., Vandenberghe, N., Geologie van de Kempen — Een synthese, ONDRAF/NIRAS, NIROND 94-11, 1994
- [121] Van Marcke, Ph., Laenen, B., The Ypresian Clays as possible host rock for radioactive waste disposal: an evaluation, ONDRAF/NIRAS report NIROND-TR 2005-01, 2005
- [122] FOD Economie, KMO, Middenstand en Energie en Federaal Planbureau, Studie over de perspectieven van elektriciteitsbevoorrading 2008–2017, 2009
- [123] ONDRAF/NIRAS, Safety Assessment and Feasibility Interim Report (SAFIR), ONDRAF/NIRAS, 1989
- [124] Commissie van Beraad inzake Kernenergie, Eindrapport, Ministerie van Economische Zaken, 1976
- [125] Evaluatiecommissie SAFIR, Eindrapport, Staatsecretariaat voor Energie, 1990
- [126] Raadgevend wetenschappelijk leescomité SAFIR 2, Eindadvies, Bijlage 5 van het Technisch overzicht van het SAFIR 2-rapport (NIROND 2001-05 N), 2001
- [127] ONDRAF/NIRAS, The Long-Term Safety Strategy for the Geological Disposal of Radioactive Waste — SFC1 level 4 report: second full draft, report NIROND-TR 2009-12 E, 2009
- [128] ONDRAF/NIRAS, The Long-Term Safety Assessment Methodology for the Geological Disposal of Radioactive Waste — SFC1 level 4 report: second full draft, report NIROND-TR 2009-14 E, 2009
- [129] Commissie van Beraad inzake Kernenergie, Syntheserapporten, Ministerie van Economische Zaken, 1976
- [130] Willy Claes, Elementen voor een nieuw energiebeleid, Ministerie van Economische Zaken, 1978
- [131] Commissie van Beraad inzake Kernenergie, Eindrapport Actualiserings-elementen, Ministerie van Economische Zaken, 1982
- [132] Commission d'information et d'enquête en matière de sécurité nucléaire, Rapport au Sénat sur la problématique des déchets radioactifs, 1990
- [133] Rapport van de Commissie voor de Analyse van de Productiemiddelen van Elektriciteit en de Reoriëntatie van de Energievectoren (AMPERE) aan de Staatssecretaris voor Energie en duurzame Ontwikkeling, besluiten en aanbevelingen: executive summary, 2000
- [134] ONDRAF/NIRAS, Cost Evaluation of Geological Disposal of Category B&C Waste for the Long Term Fund (Revision of 2009), report NIROND-TR 2009-15 E, 2009
- [135] Minon, J.-P., Lalieux, Ph., De Preter, P., Belgian policies regarding radioactive waste disposal as well as retrievability, in Proceedings of "Reversibility and Retrievability — An International Conference and

Dialogue” organised by the OECD NEA, Reims (France), 14-17 December 2010, *in press*

- [136] NEA, Reversibility and Retrievability in Geologic Disposal of Radioactive Waste — Reflections at the International Level, OECD/NEA No. 3140, 2001
- [137] European Commission, Concerted Action on the Retrievability of Long-lived Radioactive Waste in Deep Underground Repositories, Final Report, European Commission, EUR 19145 EN, 2000
- [138] IAEA, Geological disposal of radioactive waste: Technological implications for retrievability, IAEA Technical Report No. NW-T-1-19, Vienna, 2009
- [139] NEA, Reversibility and Retrievability — An International Conference and Dialogue, Reims (France), 14-17 December 2010, *in press*
- [140] FANC, Berging van radioactief afval — Strategische nota en beleidsnota inzake het behandelen van de vergunningsaanvragen, nota 007-020-N (herz. 1), 2008 (en opeenvolgende herzieningen van het schema)
- [141] Blommaert, W., Reflections on flexibility, reversibility, retrievability and recoverability by the Belgian nuclear safety authority, in Proceedings of “Reversibility and Retrievability — An International Conference and Dialogue” organised by the OECD NEA, Reims (France), 14-17 December 2010, *in press*
- [142] NEA, International understanding of reversibility of decisions and retrievability of waste in geological disposal, leaflet, 2011
- [143] IAEA, Technological Implications of International Safeguards for Geological Disposal of Spent Fuel and Radioactive Waste, Nuclear Energy Series No. NW-T-1.21, Vienna, 2010
- [144] De Putter, Th., Charlet J.-M., Natuurlijke analogieën in klei — Een bibliografische synthese, ONDRAF/NIRAS, NIROND 94-14, 1994
- [145] ONDRAF/NIRAS, Evolution of the Near-Field of the ONDRAF/NIRAS Repository Concept for Category C Wastes — first full draft report, report NIROND-TR 2007-07 E, 2008
- [146] Marivoet, J., et al., Testing Safety and Performance Indicators for a Geological Repository in Clay: Results obtained by SCK•CEN in the framework of WP3.4 of the EC PAMINA Project, SCK•CEN report ER-125, 2010
- [147] IAEA, The Safety Case and Safety Assessment for Radioactive Waste Disposal, Draft Safety Guide No. DS 355, Vienna, 2008
- [148] NEA, Optimisation of Geological Disposal of Radioactive Waste, National and International Guidance and Questions for Further Discussion, OECD/NEA No. 6836, 2010
- [149] IAEA/AIEA, www.iaea.org/cgi-bin/db.page.pl/pris.nucshare.htm (pagina geraadpleegd op 30 juni 2011)
- [150] NEA, Stepwise Approach to Decision Making for Long-Term Radioactive Waste Management: Experience, Issues and Guiding Principles, OECD/NEA No. 4429, 2004

- [151] Nuclear Waste Management Organization (NWMO), Implementing Adaptive Phased Management 2010 to 2014, 2010
- [152] National Research Council, One step at a time — The staged development of geologic repositories for high-level radioactive waste, 2003
- [153] CARL, Wanting the unwanted: effects of public and stakeholder involvement in the long-term management of radioactive waste and the siting of repository facilities, final report CARL project, 2008
- [154] NEA, Fostering a Durable Relationship Between a Waste Management Facility and its Host Community — Adding Value Through Design and Process, OECD/NEA, No. 6176, 2007
- [155] NEA, Partnering for Long-Term Management of Radioactive Waste Evolution and Current Practice in Thirteen Countries, OECD/NEA No. 6823, 2010
- [156] Pröpper, I., Steenbeeck, D., De aanpak van interactief beleid: elke situatie is anders, Bussum: Coutinho, 1999
- [157] Laes, E., Eggermont, G., Bombaerts, G., A risk governance approach for high-level waste in Belgium: a process appraisal, "Managing Radioactive Waste Problems in a Globalizing World" conference, Sweden, 15–17 December, 2009
- [158] Bombaerts, G., Eggermont, G., Afval beheren en controle loslaten. Over participatie bij berging van nucleair afval, Oikos 48, 1/2009
- [159] Andra, Rendre gouvernables les déchets radioactifs — Le stockage profond à l'épreuve de la réversibilité, 2010
- [160] NEA, Post-closure Safety Case for Geological Repositories: Nature and Purpose, OECD/NEA No. 3679, 2004
- [161] Bergmans, A., Meaningful communication between experts and affected citizens on risk: challenge or impossibility? Journal of risk research, 11(1/2), p. 175-193, 2008
- [162] Bergmans, A., Van Steenberge, A., Stakeholder Involvement in Radioactive Waste Management in Belgium: the Past, the Present, and Challenges for the Future, in Andersson, K. (ed.), VALDOR – VALues in Decisions On Risk – Proceedings, Stockholm: Congrex Sweden AB/Informationsbolaget Nyberg & Co, p. 511-518, 2006
- [163] ONDRAF/NIRAS, De berging, op Belgisch grondgebied, van laag- en middelactief afval met korte levensduur — Afsluitend rapport van NIRAS betreffende de periode 1985–2006, waarbij de federale regering verzocht wordt te beslissen over het gevolg dat moet worden gegeven aan het bergingsprogramma, rapport NIROND 2006-02 N, 2006
- [164] ONDRAF/NIRAS, Het beheer op lange termijn van het radioactieve afval in de Umicore UMTRAP installatie te Olen — Bepaling van de mogelijke beheeropties, november 2009 (per brief van 20 november 2009 bezorgd aan Umicore en het FANC)
- [165] IAEA, Classification of Radioactive Waste — A Safety Guide, Safety Series No. 111-G-1.1, Vienna, 1994

- [166] Aanbeveling van de Commissie van 15 september 1999 inzake een classificatiesysteem voor vast radioactief afval (1999/669/EG, Euratom), nr. L 265/37, 13 oktober 1999
- [167] Richtlijn 2006/21/EG van het Europees Parlement en de Raad van 15 maart 2006 betreffende het beheer van afval van winningsindustrieën en houdende wijziging van Richtlijn 2004/35/EG, Publicatieblad nr. L 102, 11 april 2006
- [168] SCK•CEN, Overzicht van de NORM-problematiek in de Belgische industrie, SCK•CEN rapport R-3775, 2003
- [169] Richtlijn 2011/70/Euratom van de Raad van 19 juli 2011 tot vaststelling van een communautair kader voor een verantwoord en veilig beheer van verbruikte splijtstof en radioactief afval, Publicatieblad nr. L 199, 2 augustus 2011



NIRAS

**Nationale instelling voor radioactief afval
en verrijkte splijtstoffen**

Kunstlaan 14
1210 Brussel
Tel. 02 212 10 11
Fax 02 218 51 65
www.niras.be