



# **Ontwerp van Afvalplan**

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

**Ter raadpleging voorgelegde versie, zoals bepaald door de wet van  
13 februari 2006**



# **Ontwerp van Afvalplan**

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

**Ter raadpleging voorgelegde versie, zoals bepaald door de wet van 13 februari 2006**

*Dit document is ook beschikbaar in het Frans en het Duits.  
De originele versie is de Franse versie.*

## Woord vooraf

Het Afvalplan van NIRAS beantwoordt aan de vereisten

- van het koninklijk besluit van 30 maart 1981 houdende bepaling van de opdrachten en de werkingsmodaliteiten van de instelling, dat haar verplicht een algemeen programma op te maken voor het langetermijnbeheer van radioactief 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 voogdij in 2004 aan NIRAS heeft gericht om een maatschappelijke dialoog voor te bereiden en te starten over het langetermijnbeheer van geconditioneerd hoogactief en/of langlevend afval (B&C-afval) en om alle mogelijke strategieën voor dit beheer te evalueren, teneinde een beslissing mogelijk te maken over de uit te voeren beheeroplossing.

Met haar Afvalplan, dat ze van plan is eind 2010 aan de federale regering te overhandigen, wenst NIRAS te voldoen aan haar wettelijke verplichtingen, en tegelijkertijd de nodige argumenten te leveren voor een principebeslissing inzake het langetermijnbeheer van het B&C-afval.

Dit document is het *ontwerp* van Afvalplan. Overeenkomstig de bepalingen van de wet van 2006 legt NIRAS het document, vergezeld van het strategisch milieueffectenrapport (*strategic environmental assessment* of SEA), ter advies voor aan het Adviescomité dat door diezelfde wet is opgericht, aan de Federale Raad voor Duurzame Ontwikkeling en aan de gewestregeringen. Ze legt het eveneens ter raadpleging voor aan het publiek. Aangezien de wet haar toestaat beide documenten voor te leggen aan elke andere instantie die zij nuttig acht, legt NIRAS ze eveneens voor aan het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle.

NIRAS zal de adviezen en commentaren over het ontwerp van Afvalplan en het SEA in aanmerking nemen om haar Afvalplan af te werken. Om rekening te houden met eventuele tussentijdse wijzigingen van het wettelijk, reglementair en institutioneel kader, zal het Afvalplan desgevallend worden aangepast vooraleer het aan de regering wordt overhandigd.

NIRAS zal drie documenten bij het Afvalplan en het SEA voegen:

- de verklaring die, overeenkomstig de bepalingen van de wet van 2006, in het bijzonder samenvat hoe in het Afvalplan rekening werd gehouden met het SEA en de raadplegingen die tijdens de wettelijke procedure zijn gehouden;
- een contextueel document ter ondersteuning van de principebeslissing die zal worden gevraagd;
- het rapport van het publieksforum dat de Koning Boudewijnstichting op verzoek van NIRAS heeft georganiseerd en dat gewijd was aan de vraag "Hoe beslissen over het langetermijnbeheer van het B&C-afval?".

Aangezien dit ontwerp van Afvalplan een voorproef geeft van het Afvalplan van NIRAS, wordt de uitdrukking "(ontwerp van) Afvalplan" gebruikt telkens als beide documenten tegelijkertijd worden vermeld.

# Samenvatting

## 1 Context en draagwijdte van het ontwerp van Afvalplan

NIRAS (Nationale Instelling voor Radioactief Afval en Verrijkte Splijtstoffen) is de openbare instelling die werd opgericht voor het *beheer* van het radioactieve afval op Belgisch grondgebied, ongeacht de oorsprong en herkomst ervan.

Dat beheer moet de mens en het milieu beschermen tegen de risico's van het radioactieve afval op langetermijn. Hoewel geconditioneerd afval van categorie A laag- en middelactief is en een korte levensduur heeft, vormt het meerdere 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, heeft als gemeenschappelijk kenmerk dat het zodanig veel langlevende radionucliden bevat dat het gedurende meerdere tienduizenden tot honderdduizenden jaren een risico vormt. Het gaat om afval van hoge activiteit en/of lange levensduur. Het categorie C afval is daarenboven warmteafgevend.

Om haar opdracht tot een goed einde te brengen, dient NIRAS de beschikking te hebben over een definitieve bestemming voor het langetermijnbeheer van al het radioactieve afval dat ze overneemt.

Voor het afval van categorie A heeft de ministerraad op 16 januari 1998 geopteerd voor een definitieve oplossing of een oplossing die definitief kan worden, en die geleidelijk, flexibel en omkeerbaar is. In concreto gaat het om de oppervlakteberging of de diepe berging van dit afval. Op 23 juni 2006 heeft de ministerraad geopteerd voor de oppervlakteberging op het grondgebied van de gemeente Dessel, in het kader van een geïntegreerd project dat een meerwaarde biedt voor de streek.

In België is er daarentegen geen institutioneel beleid voor het langetermijnbeheer van B&C-afval, met inbegrip van de bestraalde splijtstof wanneer deze als afval wordt aangegeven.

De onderzoeks-, ontwikkelings- en demonstratiewerkzaamheden (RD&D) inzake het langetermijnbeheer van dit afval, die in 1974 werden opgestart door het Studiecentrum voor Kernenergie (SCK•CEN) en tien jaar later werden overgedragen onder de verantwoordelijkheid van NIRAS, werden vanaf 1976 herhaaldelijk *impliciet* bevestigd door commissies die door regeringsinstanties belast waren met de taak zich uit te spreken over de aan de gang zijnde studies inzake het langetermijnbeheer van het B&C-afval of over kwesties met betrekking tot het energiebeleid. De gekozen richting — *de geologische berging in weinig verharde klei* — werd echter nooit *formeel* bevestigd of ontkracht op institutioneel vlak.

Het behoort evenwel tot de verantwoordelijkheid van de landen die het Gezamenlijk Verdrag inzake de veiligheid van het beheer van bestraalde splijtstof en inzake de veiligheid van het beheer van radioactief afval van 1997 hebben ondertekend, een beleid voor het langetermijnbeheer te hebben. Na bekrachtiging van het Gezamenlijk Verdrag heeft België het in 2002 opgenomen in zijn wettelijk kader. Deze nationale

verantwoordelijkheid werd in herinnering gebracht in een recente resolutie van de Raad van de Europese Unie.

Een institutioneel beleid voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval is onontbeerlijk, niet alleen om de eindbestemming van het afval te bepalen, maar ook om zich te kunnen toespitsen op het nog vereiste RD&D en alle fasen van het beheer van dit afval te optimaliseren, zoals de verwerking en conditionering of de bepaling van de acceptatiecriteria. Een dergelijk beleid is eveneens onontbeerlijk om de globale kostprijs van het beheer op lange termijn en, bijgevolg, de tarieven voor de overname van het afval door NIRAS te bepalen.

Aangezien

- NIRAS wettelijk verplicht is een algemeen programma te hebben voor het langetermijnbeheer van het radioactieve afval;
- NIRAS in 2004 door haar voorgedij onder meer belast werd met de voorbereiding en het aangaan van een maatschappelijke dialoog op elk niveau op het vlak van langetermijnbeheer van B&C-afval, en met de evaluatie van alle mogelijke strategieën voor dit beheer, zodat een beslissing kan worden genomen omtrent de uit te voeren beheeroplossing;
- 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" bepaalt dat de milieueffecten van dit algemene programma voor het langetermijnbeheer van het radioactieve afval beoordeeld moeten worden, en dat het milieueffectenrapport (*strategic environmental assessment of SEA*) eveneens een beoordeling bevat van de waarschijnlijke gevolgen van 'redelijke alternatieven';

nam NIRAS het initiatief om in één enkel document, (ontwerp van) *Afvalplan* genoemd, alle nodige elementen samen te brengen zodat de federale regering met kennis van zaken een algemene strategische beslissing of, met andere woorden, een *principebeslissing* kan nemen voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval.

Een dergelijke principebeslissing is geen beslissing tot onmiddellijke uitvoering van een specifieke oplossing op een bepaalde site, maar wel de eerste stap van een stapsgewijs en flexibel besluitvormingsproces.

Dat (ontwerp van) *Afvalplan* en het bijbehorende milieueffectenrapport (*Strategic Environmental Assessment of SEA*) tonen aan dat alle elementen die nodig zijn voor de bepaling van een institutioneel beleid voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval (of principebeslissing) *beschikbaar* zijn.

NIRAS heeft voor een ruimere beoordeling van de mogelijke beheeropties en een ruimere maatschappelijke raadpleging gekozen dan die vereist door de wet.

- Het ontwerp van *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, waaronder ook opties verworpen op internationaal niveau (bijvoorbeeld zeeberging, berging in de ruimte), opties die niet definitief kunnen worden en de optie om de huidige situatie in stand te houden (status-quo).



- De maatschappelijke consultatie heeft zich niet beperkt tot de publieksraadpleging zoals bepaald in de wet. NIRAS heeft immers verschillende initiatieven van *maatschappelijke consultatie* in 2009–2010 gelanceerd, waarvan de resultaten het ontwerp van Afvalplan en het SEA hebben verrijkt:
  - ▶ Via een reeks *NIRAS-dialogen en een interdisciplinaire conferentie* konden organisaties van het middenveld, experts en burgers uiting geven aan hun bezorgdheden en verwachtingen op het vlak van het langetermijnbeheer van het B&C-afval.
  - ▶ 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 het B&C-afval. Niras zal het rapport van het publieksforum aan de regering overhandigen, samen met het Afvalplan en het SEA.
- 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.

Aangezien het Afvalplan een strategische beslissing beoogt en geen beslissing over een concreet project, hebben het ontwerp van 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. Bijgevolg was de evaluatie van de overwogen opties voornamelijk kwalitatief, op basis van het oordeel van experts alsook, in de mate van het mogelijke, op vergelijkbare studies uitgevoerd in het buitenland en de daaruit resulterende beslissingen, en op de ervaring met bestaande analoge infrastructuren, in België en in het buitenland. Er werden echter ook kwantitatieve analyses uitgevoerd, telkens wanneer dit mogelijk en gerechtvaardigd was. Om dezelfde reden werden de grensoverschrijdende milieueffecten niet geëvalueerd, maar zijn het ontwerp van Afvalplan en het SEA het voorwerp geweest van een proactieve mededeling aan de landen van de Europese Unie.

Na de wettelijke SEA procedure zal NIRAS de adviezen en opmerkingen van de betrokken instanties en van het publiek in overweging nemen, teneinde de eindversie van het afvalplan op te stellen, dat NIRAS eind 2010 aan de overheid zal voorleggen.

## **2 Nu beslissen voor een definitieve oplossing**

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

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

De principebeslissing bestaat erin te kiezen voor hetzij de ontwikkeling en geleidelijke uitwerking van een oplossing die definitief kan worden, hetzij de verlenging van de huidige wachtttoestand (verlengde opslag). Deze laatste keuze komt er op neer dat dat de beslissing voor een oplossing die definitief kan worden, uitgesteld wordt, een beslissing die vroeg of laat moet genomen worden. Deze keuze impliceert ook dat de beheerverantwoordelijkheid voor het B&C-afval doorgeschoven wordt naar toekomstige generaties.

Op grond van de multidisciplinaire analyse van de opties (SEA) die kunnen worden overwogen, beveelt NIRAS voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval een oplossing aan die definitief kan worden, te weten de berging in een geschikte geologische formatie. De andere beschouwde definitieve oplossingen komen niet overeen met het nationaal of internationaal reglementair kader, bieden niet de gewenste graad van langetermijnveiligheid (dit is inzonderheid het geval voor de eeuwigdurende opslag, waarvan de veiligheid afhangt van de bestendigheid van de onderhoudsacties 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 de berging in diepe boorgaten).

Het uitstellen van de beslissing ten voordele van de aanbevolen oplossing die definitief kan worden, is niet verantwoord omdat:

- de oplossing voldoende rijp is vanuit wetenschappelijk en technisch oogpunt; de nog weg te werken onzekerheden worden niet beschouwd als onoverkomelijk;
- aangezien de ontwikkeling en realisatie van de oplossing verschillende decennia vergen, het vanuit ethisch oogpunt getuigt van verantwoordelijkheid dat er nu reeds werk van wordt gemaakt teneinde te vermijden dat de last van het beheer wordt overgedragen op de toekomstige generaties;
- het vooruitzicht van een bergingsinstallatie die door meerdere landen wordt gedeeld, die ook een oplossing zou kunnen bieden die definitief kan worden, geenszins de contracterende landen van het Gezamenlijk verdrag van 1997 ontlast van hun verantwoordelijkheid om te beschikken over een beleid van langetermijnbeheer. De gedeelde berging vereist bovendien internationale akkoorden waarvan de bases niet bestaan en sluit, uit hoofde van het wederkerigheidsprincipe, de mogelijkheid van een dergelijke berging op Belgisch grondgebied niet uit;
- de geavanceerde splijtstofcycli, die thans worden ontwikkeld, zijn niet toepasbaar op het bestaande afval en het afval dat thans gepland is en sluiten de noodzaak van een definitieve oplossing voor het langetermijnbeheer niet uit, vermits ze zelf eveneens hoogactief en langlevend afval zullen voortbrengen.

### **3 De door NIRAS aanbevolen oplossing van langetermijnbeheer**

Niet alleen op basis van de Belgische verworvenheden, maar ook als gevolg van de belangrijke kennis die is vergaard in de buitenlandse programma's en van de internationale aanbevelingen ter zake, bevindt NIRAS zich in de mogelijkheid *de geologische berging, in weinig verharde klei op Belgisch grondgebied, van zodra mogelijk* aan te bevelen als een oplossing die definitief kan worden en uitvoerbaar is voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval. Volgens NIRAS dient deze oplossing een

gecentraliseerde oplossing te zijn, dit wil zeggen dat ze gemeenschappelijk moet zijn voor al het B&C-afval en moet worden uitgevoerd op een enkele site. De impact ervan op mens en milieu werd herhaaldelijk geëvalueerd en is minimaal. Ze steunt op stevige technische en wetenschappelijke bases, is het voorwerp van een ruime consensus op internationaal vlak, voldoet aan de principes van intra- en intergenerationele billijkheid en de kosten ervan kunnen worden geëvalueerd en gedekt. NIRAS beveelt bovendien aan de ontwikkeling en uitwerking van deze oplossing te ondersteunen door een *geleidelijk, aanpasbaar en participatief besluitvormingsproces dat de maatschappelijke en technische aspecten omvat*. Deze oplossing is in overeenstemming met de resultaten van de maatschappelijke raadpleging die werd uitgevoerd op initiatief van NIRAS.

Hier dient opgemerkt dat NIRAS in de studies over het langetermijnbeheer twee opties dient te beschouwen: de berging van het afval afkomstig van de opwerking van de bestraalde splijtstoffen en de directe berging van de bestraalde splijtstoffen, en dit sinds de parlementaire resolutie van 1993 die tot een feitelijke stopzetting van de opwerking geleid heeft.

Er zal nog meer dan tien jaar nodig zijn om de aanbevolen oplossing te preciseren, te bevestigen en te optimaliseren door middel van RD&D-werkzaamheden en om het maatschappelijk draagvlak ervan te verstevigen, onder meer via het proces van de keuze van een vestigingssite (een dergelijke keuze is niet het voorwerp van de gevraagde principebeslissing), en om vervolgens de aanvraag van de bouw- en exploitatievergunning voor te bereiden, in te dienen en tenslotte de nodige vergunning te bekomen. De eigenlijke berging van het B-afval wordt pas na meerdere decennia overwogen (ten vroegste 2035-2040).

#### De geologische berging

- past in de wettelijke opdracht van NIRAS, in die zin dat ze het B&C-afval een bestemming geeft die definitief kan worden;
- kan worden toegepast voor al het bestaande en geplande B&C-afval;
- wordt internationaal erkend als een oplossing die toelaat de veiligheid van mens en milieu gedurende honderdduizenden jaren te verzekeren op een intrinsiek passieve wijze (dit wil zeggen zonder dat de tussenkomst van de mens noodzakelijk is); de passieve veiligheid wordt gegarandeerd door een oordeelkundige keuze van de geologische gastformatie en een gepast ontwerp van de kunstmatige barrières;
- beperkt de lasten die worden overgedragen op de toekomstige generaties, zowel wat betreft de stralingsrisico's, de impact op het milieu, de verantwoordelijkheid om de veiligheid te garanderen en de verantwoordelijkheid om de financiering te verzekeren;
- werd reeds door talrijke landen gekozen voor het langetermijnbeheer van al of een gedeelte van het radioactieve afval en de realisatie ervan wordt reeds door een aantal van deze landen aangevat.

### In weinig verharde klei

- Weinig verharde klei, inzonderheid de Boomse klei en de Ieperiaanklei, behoort tot de in België aanwezige geologische formaties die het best de rol van natuurlijke barrière lijken te kunnen vervullen om de radionucliden af te zonderen, in te sluiten en op lange termijn vast te houden. Schiefer is duidelijk minder belovend en de studie van een berging in dit type gesteente zou een volledig nieuw toegepast onderzoeksprogramma vergen zonder garantie van succes.
- De wetenschappelijke bases van de berging in weinig verharde klei, en meer bepaald dertig jaar RD&D in het ondergrondse laboratorium, werden herhaaldelijk voldoende vergevorderd en stevig bevonden om zich over de veiligheid en uitvoerbaarheid van oplossing te kunnen uitspreken. De studies in andere landen bevestigen het potentieel van de kleiformaties wat de insluiting van het geborgen afval en het vasthouden van de radionucliden betreft.
- Voor alle deskundigen die zich dienden uit te spreken over de kwaliteit van de verworvenheden van het Belgisch programma, zijn de overblijvende onzekerheden niet van die aard dat de veiligheid en/of de uitvoerbaarheid van de aanbevolen oplossing in vraag worden gesteld; zodra een principebeslissing genomen is, zal de voortzetting van het RD&D het mogelijk maken deze verworvenheden geleidelijk te bevestigen, de installaties te optimaliseren en aldus de veiligheidsmarges te verhogen.
- De gegrondheid van de werkzaamheden inzake de berging in weinig verharde klei, die het SCK·CEN meer dan dertig jaar geleden heeft geïnitieerd, werd herhaaldelijk *impliciet* bevestigd door verschillende commissies en werkgroepen op nationaal en internationaal vlak, die officieel als opdracht hadden zich uit te spreken over problematieken die in meerdere of mindere mate verband houden met het beheer van het radioactieve afval.

### Op Belgisch grondgebied

- Overeenkomstig het Gezamenlijk Verdrag van 1997 zou het radioactieve afval moeten worden geborgen in de staten waar het wordt voortgebracht, voor zover dit verenigbaar is met de veiligheid van het beheer ervan.
- Aangezien België zich, sinds het einde van de tweede wereldoorlog, geëngageerd heeft in het RD&D verbonden aan de ontwikkeling van kernenergie, deelgenomen heeft aan verschillende proefprojecten die heel wat afval hebben voortgebracht dat door het land dient te worden beheerd, en in de jaren zestig heeft gekozen voor kernenergie voor de productie van een belangrijk gedeelte van zijn elektriciteit, en vermits de kernbrandstofcyclus in zijn geheel aan de basis ligt van de productie van het overgrote deel van het Belgische radioactieve afval, meent NIRAS dat het B&C-afval moet worden beheerd in een nationaal kader en bijgevolg op Belgisch grondgebied.
- De berging in een installatie die wordt gedeeld door meerdere landen, vereist internationale akkoorden waarvan het kader niet bepaald is en maakt het, door het wederkerigheidsprincipe, niet mogelijk een berging op Belgisch grondgebied uit te sluiten. Multinationale berging brengt trouwens heel wat vragen met zich mee, waarvan de meest cruciale van juridische aard zijn en verband houden met de maatschappelijke aanvaarding van buitenlands afval.

### Van zodra mogelijk

- Het ontbreken van een geologische bergingsinstallatie voor het B&C-afval laat NIRAS niet toe haar opdracht integraal uit te voeren en aldus te beschikken over een sluitende beheersysteem dat optimaal kan worden georganiseerd.
- Elk uitstel brengt met zich mee dat vertraging opgelopen wordt bij het in passieve veiligheid brengen van het bestaande en geplande afval, dat uitiem afval is (dit wil zeggen radioactief afval waarvan redelijkerwijs niet kan worden verwacht – vanuit technisch, financieel of stralingsbeschermingsoogpunt – dat het ooit het voorwerp zal zijn van een latere verwerking door extractie van het valoriseerbaar gedeelte ervan of door het verminderen van de verontreinigende of gevaarlijke aard ervan).
- Elk uitstel maakt het behoud van de expertise en de kennis op nationaal vlak moeilijker; dit zijn factoren die essentieel bijdragen tot de veiligheid.
- De ethische principes van intra- en intergenerationele billijkheid versterken het idee van een verwezenlijking binnen een redelijke termijn. Elk uitstel zou leiden tot een toename van de verantwoordelijkheid voor het beheer, met inbegrip van de technische en financiële lasten, die wordt overgedragen op de toekomstige generaties en zou leiden tot een verlenging van de toestand van onzekerheid waarin zich de gemeenten bevinden op wier grondgebied het afval momenteel voorlopig, maar voor onbepaalde duur, is opgeslagen.

### Ondersteund door een geleidelijk, aanpasbaar en participatief besluitvormingsproces dat de maatschappelijke en technische aspecten omvat

Met het besluitvormingsproces waarin alle fasen van de ontwikkeling en uitwerking van de aanbevolen oplossing zullen passen, wordt ernaar gestreefd dat deze oplossing de veiligheid garandeert en maatschappelijk ondersteund wordt, dat ze lokaal aanvaardbaar is, dat ze wetenschappelijk gefundeerd is en op economisch vlak uitvoerbaar is. Het vormt bijgevolg de hoeksteen van de totstandkoming en het behoud van het maatschappelijk draagvlak dat nodig is voor het goede verloop van het project.

Vermits het besluitvormingsproces zich over meer dan honderd jaar zal uitspreiden, daar er beslissingen moeten worden genomen tot het moment van de sluiting van de bergingsinstallatie, en aangezien de juiste draagwijdte van de principebeslissing nog niet gekend is, is het niet mogelijk het besluitvormingsproces a priori en eens en voor altijd vast te leggen. NIRAS wenst evenwel dat het gekenmerkt wordt door de volgende krachtlijnen :

- *geleidelijkheid*: elke fase wordt onderbouwd door een beslissing die gebaseerd is op een argumentatie en een herevaluatie van de gevolgde richting; de elementen die het mogelijk maken van de ene naar de volgende fase over te stappen, dienen duidelijk bepaald en gedocumenteerd te zijn;
- *aanpasbaarheid*: het proces dient te kunnen inspelen op zowel de technisch/wetenschappelijke ontwikkelingen als de reglementaire evoluties, alsook op de gevraagde beslissingen of de maatschappelijke verzuchtingen; de actoren van het proces zullen ook evolueren naarmate het proces vordert;
- *participatief karakter*: naast de wettelijke procedures die tot haar verantwoordelijkheid blijven behoren, wenst NIRAS de aanvullende

maatschappelijke raadpleging, die werd gestart in het kader van het Afvalplan, voort te zetten. De objectiviteit van deze raadpleging dient institutioneel te worden gegarandeerd.

#### **4 Beschrijving van het bergingssysteem in weinig verharde klei**

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

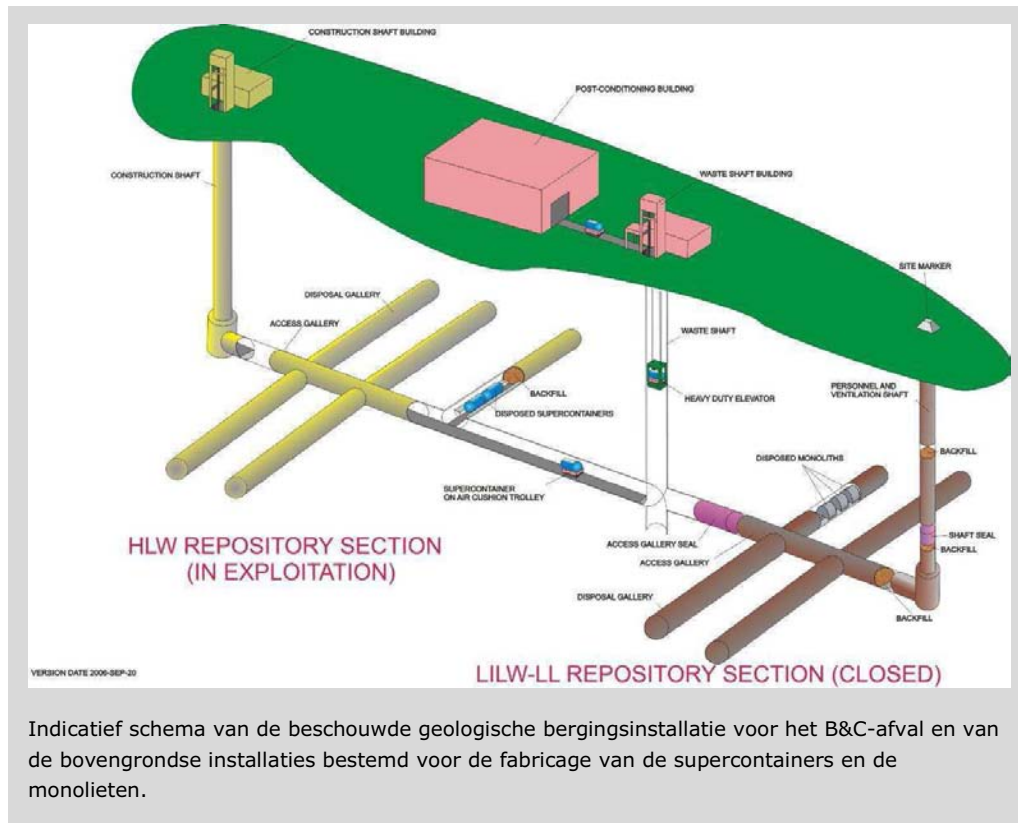
- *Operationele veiligheid:* de kunstmatige barrières moeten zorgen voor een *radiologische afscherming* van het afval tijdens de hele operationele fase (ongeveer 100 jaar) en dit vanaf de postconditionering van het afval aan de oppervlakte.
- *Langetermijnveiligheid:*
  - ▶ Het *insluiten* van het afval van categorie C wordt 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. De duur hiervan gaat van enkele honderden jaren voor het verglaasde afval (afkomstig van opwerking) 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 of aardbevingen, wordt verzekerd door de kleilaag en zijn geologische omgeving.
  - ▶ Het *vertragen* van de migratie van de radionucliden die uiteindelijk uit het afval 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 zodanig dat het *de verstoringen beperkt die veroorzaakt worden* in de klei, die de belangrijkste barrière vormt voor de veiligheid op lange termijn.

Aangezien men een definitieve oplossing beoogt, moet het afval *zo spoedig mogelijk in passieve veiligheid* worden geplaatst, rekening houdend met de eventuele vereisten inzake terugneembaarheid van het afval.

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. Schachten geven toegang tot een hoofdgalerij met een kleinere diameter, die de bergingsgalerijen bedient. Deze 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 gedurende de periode die volgt op de berging en tijdens dewelke de eigenschappen van de gastformatie tijdelijk verstoord

zouden kunnen worden, vooral wegens de door het afval veroorzaakte temperatuurstijging (thermische fase). Deze supercontainers zijn de eenheden die gevormd worden door een dichte oververpakking van koolstofstaal (en de container(s) verglaasd afval of bestraalde splijtstoffen die ze bevat) en de rondom liggende dikke beschermingslaag van cementmateriaal. 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 operationele fase en de sluitingsfase.



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.

Zodra het afval geplaatst is, worden de lege ruimtes in de bergingsgalerijen gevuld 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 gevuld en afgesloten, eventueel na een observatieperiode. 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.

Deze oplossing is voldoende flexibel om te kunnen worden aangepast aan potentiële wijzigingen van de te beheren volumes B&C-afval, alsook aan de bijkomende

voorwaarden die zouden kunnen worden opgelegd aan de uitvoering ervan, zoals de terugneembaarheid van het afval.

De meest recente berekening van de totale geactualiseerde kostprijs, rekening houdend met de technologische en projectmatige onzekerheden en in de veronderstelling van een volledige opwerking van al de commerciële bestraalde splijtstof, bedraagt ongeveer 3 miljard EUR<sub>2008</sub>.

## **5 De Boomse Klei als natuurlijke barrière tegen de migratie van de radionucliden en de chemische contaminanten**

De Boomse Klei (de referentiegastformatie voor NIRAS, met de Ieperiaanklei als alternatieve gastformatie) vertoont verschillende kenmerken die er een kwaliteitsvolle natuurlijke barrière van maken voor de migratie van de radionucliden en de chemische contaminanten naar het leefmilieu.

- Zij is zeer weinig doorlatend. Er zijn dus zo goed als geen waterbewegingen in deze klei en dus ook geen transport van radionucliden en chemische contaminanten door deze vector.
- Ze bezit een groot vermogen om radionucliden en chemische contaminanten vast te zetten. De migratie van de radionucliden en de contaminanten doorheen de klei wordt dus sterk vertraagd.
- Ze is plastisch. De barsten en breuken die erin zouden kunnen ontstaan, 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.

Ten slotte is de Boomse Klei relatief homogeen en is ze aanwezig in eenvoudige geologische structuren die een belangrijke laterale continuïteit verzekeren; deze twee eigenschappen vergemakkelijken de karakterisering van de klei. Ze bezit ook 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.

## **6 Belangrijkste beslissingen (na een principebeslissing ten gunste van geologische berging in België)**

De *belangrijkste beslissingen* die moeten worden gevraagd aan de bevoegde overheid met het oog op de uitvoering van een geologische berging voor B&C-afval in weinig verharde klei in België, zouden a priori de volgende zijn:



- Goedkeuring voor het opstarten van het proces dat op termijn moet leiden tot de keuze van een bergingsite. De beslissing zal voor het technische luik gevraagd worden op basis van een argumentatiedossier ("Safety and Feasibility Case" – SFC1) dat gericht zal zijn op de evaluatie van de veiligheid en uitvoerbaarheid van een bergingsinstallatie, enerzijds, in een of meer afgebakende zones in de Boomse Klei en, anderzijds, in een of meer afgebakende zones in de Ieperiaanklei (2013–2014);
- Oproep tot kandidatuurstelling van de lokale gemeenschappen die mogelijk interesse hebben voor de realisatie van een geologische bergingsinstallatie op hun grondgebied;
- Goedkeuring voor het ontwikkelen van een of meer geïntegreerde voorontwerpen van berging met een of meer betrokken gemeenten, waarbij het begrip 'geïntegreerd' verwijst naar de integratie van het bergingsproject in een ruimer project met een duidelijke economische en maatschappelijke meerwaarde op lokaal niveau;
- Keuze van de toekomstige bergingsite en goedkeuring om over te gaan tot de projectfase, dit wil zeggen de toestemming om de nodige detailstudies te starten om, enerzijds, de relevantie van de keuze te bevestigen en, anderzijds, de vergunningsaanvraagdossiers, die vereist zijn om de bouwfase te starten, op te stellen en vervolgens in te dienen; de beslissing zal voor het technische luik gevraagd worden op basis van een tweede "Safety and Feasibility Case" SFC2 (2020);
- het bekomen van de vereiste (nucleaire en niet-nucleaire) vergunningen nodig voor het starten van de uitvoering en, in het bijzonder, de verlening door het FANC van de oprichtings- en exploitatievergunning voor een bergingsinstallatie.

## 7 Besluiten

Voor de goede verwezenlijking van haar opdracht acht NIRAS het onontbeerlijk dat:

- Op korte termijn een principebeslissing wordt genomen die de geologische berging, van zodra mogelijk, in weinig verharde klei op Belgisch grondgebied als beleid voor het langetermijnbeheer van al het bestaande en voorziene hoogactieve en/of langlevende afval (B&C-afval) vastlegt. Deze oplossing moet worden uitgewerkt in het kader van een geleidelijk, aanpasbaar en participatief besluitvormingsproces dat alle maatschappelijke en technische aspecten omvat.
- Het RD&D inzake de berging in weinig verharde klei wordt voortgezet om de wetenschappelijke en technische bases van deze oplossing te bevestigen en te verfijnen, het proces van de keuze van een gastformatie en van een site te begeleiden en het bergingssysteem voor de gekozen site te optimaliseren.
- Zodra een principebeslissing genomen is, het beslissingsproces verfijnd en verrijkt wordt door middel van een gestructureerde interactie met alle belanghebbende partijen teneinde de maatschappelijke en technische mijlpalen te integreren en het proces van de keuze van de vestigingsite van de bergingsinstallatie te structureren; de resultaten van deze fase, convergentiefase genoemd, zouden beschikbaar moeten zijn op het moment van de publicatie van het volgende veiligheids- en uitvoerbaarheidsdossier (SFC) van NIRAS.

- De maatschappelijke raadpleging, die door NIRAS werd gestart ter aanvulling van de wettelijke procedures, voortgezet wordt en de objectiviteit ervan institutioneel gegarandeerd wordt.
- Wordt voorzien in een onafhankelijke en regelmatige opvolging van de maatschappelijke, technische en beslissingselementen van het bergingsprogramma teneinde de geloofwaardigheid en gegrondheid van de argumenten van NIRAS te beoordelen en onderbouwen.
- Een institutioneel kader wordt ontwikkeld om de financiering van het beslissingsproces te garanderen, conform het principe 'de vervuiler betaalt', alsook van de maatregelen voor het integreren van het geologisch bergingsproject op lokaal vlak.
- NIRAS een multidisciplinaire denkoefening start over de omkeerbaarheid van de geologische berging gedurende een redelijke periode.
- NIRAS een multidisciplinaire denkoefening start over, enerzijds, het behoud van de kennis gedurende de tijd die nodig is voor de ontwikkeling en realisatie van een geologische berging en, anderzijds, de wijze waarop de kennis van het bestaan van een dergelijke installatie doorheen de tijd behouden kan blijven.
- NIRAS, rekening houdend met de zeer lange periodes die nodig zijn voor de ontwikkeling en realisatie van een nationale geologische bergingsinstallatie, zorgt voor een technologische waakzaamheid op het vlak van de ontwikkeling van bergingsinstallaties die worden gedeeld door meerdere landen van de Europese Unie en van de ontwikkeling van geavanceerde splijtstofcycli, teneinde te gelegener tijd de eventuele gevolgen voor het nationaal bergingsprogramma te kunnen evalueren.

## **8            Verwante vragen die een beslissing door een derde vereisen**

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 en op bepaalde aspecten van de inventaris zelf van het te beschouwen afval. 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 oplossing die NIRAS aanbeveelt voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval niet opnieuw ter discussie.

NIRAS acht het hier onontbeerlijk dat:

- Het statuut (hulpbron of afval) van de bestraalde splijtstof van de commerciële reactoren wordt uitgeklaard.
- Het Belgisch reglementair kader dat specifiek geldt voor de geologische berging zo snel mogelijk wordt aangevuld.

- Het begrip ultiem radioactief afval (dit wil zeggen radioactief afval waarvan redelijkerwijs niet kan worden verwacht – vanuit technisch, financieel of stralingsbeschermingsoogpunt – dat het ooit het voorwerp zal zijn van een latere verwerking door extractie van het valoriseerbaar gedeelte ervan of door het verminderen van de verontreinigende of gevaarlijke aard ervan) wordt opgenomen in de reglementering.
- Te gelegener tijd het advies van NIRAS wordt gevraagd in elk dossier op grond waarvan beslissingen moeten worden genomen die een belangrijke impact kunnen hebben op het beheer van het radioactieve afval (bijvoorbeeld de opwerking van bestraalde splijtstof, de verhoging van de versplijtingsgraad van de splijtstof, het ontwerp van een nieuwe belangrijke nucleaire installatie, de interventie op een besmette site, de ontwikkeling en realisatie van een nieuw type splijtstofcyclus).
- Het toekomstig statuut van de UMTRAP-opslaginstallatie van Umicore uitgeklaard wordt door de veiligheidsoverheid (op basis van de door Umicore uit te voeren studie en het advies van NIRAS); indien beslist wordt uit deze installatie het afval te halen dat niet verenigbaar is met een oppervlakteberging, dient de eindbestemming van dat afval bepaald te worden.
- Een wetgeving met betrekking tot de interventies op besmette sites beschikbaar is; NIRAS kan in dat geval, desgevallend, een beheersysteem ontwikkelen en implementeren, in overleg met alle betrokken instanties, dat specifiek is voor dit type afval, met name hoofdzakelijk afval met een zeer lage activiteit in zeer grote volumes .



# Inhoudstafel

<b>Deel 1</b>	<b>Context en draagwijdte van het (ontwerp van) Afvalplan</b>	<b>1</b>
<b>1</b>	<b>Het (ontwerp van) Afvalplan in het kort</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>NIRAS</b>	<b>11</b>
2.1	Wettelijke opdracht inzake het beheer van radioactief afval	11
2.2	Werking	13
<b>3</b>	<b>Draagwijdte van het systeem van NIRAS voor het beheer van radioactief afval</b>	<b>17</b>
3.1	Voorwaarden opdat een stof beheerd zou worden door NIRAS	17
3.1.1	Radioactief afval zijn	17
3.1.2	Aanwezig zijn op Belgisch grondgebied of zich in het buitenland bevinden maar van Belgische oorsprong zijn	18
3.1.3	Het voorwerp zijn geweest (of kunnen zijn) van een aanvraag tot overname	19
3.2	Draagwijdte van het beheersysteem	19
3.2.1	Stoffen die in het beheersysteem zijn opgenomen of er in de toekomst in worden opgenomen	19
3.2.2	Stoffen die op termijn in het beheersysteem kunnen worden opgenomen	25
3.2.3	Stoffen die uitgesloten zijn van het beheersysteem	28
3.2.4	Synthese	29
<b>4</b>	<b>Het beheer van radioactief afval en zijn financiering</b>	<b>31</b>
4.1	Wettelijk, reglementair en normatief kader	31
4.1.1	Internationale conventies en verdragen en Europese richtlijnen	31
4.1.2	Belgisch wettelijk en reglementair kader	32
4.1.3	Principes en normen aanbevolen op internationaal niveau	33
4.2	Beschrijving van het beheersysteem	35
4.2.1	Beheer op korte termijn, inclusief acceptatie	36
4.2.2	Beheer op middellange termijn	41
4.2.3	Beheer op lange termijn	42
4.3	Inventaris van het geconditioneerde radioactieve afval	47
4.3.1	Raming 2009 van de volumes geconditioneerd afval	49
4.3.2	Verwante vragen met betrekking tot de raming 2009	52
4.4	Financiering van het beheersysteem	52
<b>5</b>	<b>Draagwijdte van het (ontwerp van) Afvalplan en noodzaak van een principebeslissing op korte termijn voor het langetermijnbeheer van het B&amp;C-afval</b>	<b>57</b>
5.1	Draagwijdte van het (ontwerp van) Afvalplan	57

5.2	Noodzaak van een principebeslissing op korte termijn voor het B&C-afval	59
5.2.1	Federale documenten die verwijzen naar de noodzaak van een principebeslissing	61
5.2.2	Argumenten van goed beheer en bijbehorende argumenten inzake billijkheid	62
5.2.3	Internationale aanbevelingen in verband met de noodzaak van een beleid voor het beheer van radioactief afval	67
5.2.4	Wens van de publieke opinie dat het afvalbeheer niet wordt doorgeschoven naar de toekomstige generaties	70
<b>Deel 2</b>	<b>Beschrijving, evaluatie en vergelijking van de mogelijke opties voor het langetermijnbeheer van het B&amp;C-afval en door NIRAS aanbevolen oplossing</b>	<b>71</b>
<b>6</b>	<b>Korte beschrijving van de beschouwde beheeropties</b>	<b>73</b>
6.1	Opties die definitief kunnen worden	74
6.1.1	Actieve beheeroptie	74
6.1.2	Passieve beheeropties	76
6.2	Opties die niet definitief kunnen worden	80
6.3	Status-quo-optie (of nuloptie)	81
<b>7</b>	<b>Evaluatie en vergelijking van de opties</b>	<b>83</b>
7.1	Evaluatiemethodologie die in het SEA wordt gevolgd	83
7.2	Geïntegreerde globale evaluatie van NIRAS	85
7.2.1	De opties die niet in aanmerking kunnen worden genomen	86
7.2.2	De strategische keuze	88
<b>8</b>	<b>Geologische berging in een weinig verharde kleiformatie als technische oplossing die NIRAS aanbeveelt voor het langetermijnbeheer</b>	<b>103</b>
8.1	Geologische berging in een weinig verharde kleiformatie	103
8.1.1	Een programma dat zich stapsgewijs ontwikkelt sinds 1974: chronologische wetenschappelijke en institutionele mijlpalen	104
8.1.2	Beschrijving van het bergingssysteem in de Boomse Klei	112
8.1.3	Belangrijkste wetenschappelijke en technische kennis verworven in het kader van het RD&D-programma voor de berging in de Boomse Klei	114
8.1.4	De Ieperiaanklei als gastformatie	120
8.1.5	Toekomstige belangrijke RD&D-activiteiten met het oog op de ontwikkeling en de geleidelijke uitvoering van een geologische berging	121
8.1.6	Kosten van het RD&D	123
8.2	Op Belgisch grondgebied	124
8.3	Van zodra mogelijk	125

<b>9</b>	<b>Het geïntegreerde besluitvormingsproces toegepast op geologische berging</b>	<b>127</b>
9.1	Institutionele elementen van het B&C-programma	128
9.2	Ervaringen en lessen uit internationale en nationale projecten en studies	129
9.3	Fundamenten en structuur van het verdere besluitvormingsproces	131
9.3.1	Leidend principe en krachtlijnen	131
9.3.2	Kader en structuur van het besluitvormingsproces	134
9.4	Na de principebeslissing: convergentiefase	136
9.4.2	De gekozen beheeroplossing getoetst aan de vier dimensies	138
9.4.3	Participatieve besluitvorming	139
9.5	Ontwerp van besluitvormingsproces ter begeleiding van een geleidelijke uitvoering	141
9.5.1	Proces voor de keuze en bevestiging van een vestigingssite voor een geologische bergingsinstallatie	142
9.5.2	Belangrijkste beslissingen (na een principebeslissing ten gunste van geologische berging in België)	144
9.5.3	Documentatie voor de gevraagde beslissingen	145
9.5.4	Voluntaristisch tijdschema voor de ontwikkeling en uitvoering van een geologische berging in weinig verharde klei	147
9.6	De omkeerbaarheid van het besluitvormingsproces en van de aanbevolen oplossing	149
<b>Deel 3</b>	<b>Verwante vragen die een beslissing door een derde vereisen</b>	<b>155</b>
<b>10</b>	<b>Verwante vragen die een impact kunnen hebben op het beheersysteem van NIRAS, in het bijzonder op het langetermijnbeheer van het B&amp;C-afval</b>	<b>157</b>
10.1	Wettelijk en reglementair kader met betrekking tot het langetermijnbeheer	157
10.2	Mogelijke wijzigingen in de inventaris van geconditioneerd afval	158
10.2.1	Statuut van de bestraalde splijtstoffen en opwerking	159
10.2.2	Toekomstig energiebeleid van België inzake elektriciteitsproductie	162
10.2.3	Eventuele overdracht van afval van categorie A naar categorie B	163
10.2.4	Statuut van de verrijkte splijtstoffen en de plutoniumhoudende stoffen	164
10.2.5	Eventuele overdracht van afval uit de UMTRAP-installatie naar categorie B	164
<b>11</b>	<b>Verwante vragen betreffende de ontwikkeling van een aanvullend beheersysteem voor het interventieafval</b>	<b>169</b>
11.1	Vragen in verband met het beheer van interventieafval	170
11.1.1	Radioactief afval van interventies	170

11.1.2	Radioactief afval van de installaties UMTRAP en Bankloop	173
11.2	Toevoeging aan het bestaande wettelijk en reglementair kader	173
<b>Deel 4</b>	<b>Besluiten en aanbevelingen</b>	<b>175</b>
<b>12</b>	<b>Besluiten en aanbevelingen</b>	<b>177</b>
12.1	Nu beslissen voor een definitieve oplossing	177
12.2	De door NIRAS aanbevolen langetermijnbeheeroplossing	178
12.3	Aanbevelingen	182
<b>Bijlagen</b>		<b>185</b>
<b>B1</b>	<b>Oorsprong en beschrijving van het B&amp;C-afval</b>	<b>187</b>
<b>B2</b>	<b>Definities uit het Belgisch wettelijk en reglementair kader</b>	<b>189</b>
<b>B3</b>	<b>Acroniemen</b>	<b>191</b>
<b>Referenties</b>		<b>193</b>



# 1

## **Deel 1**

### **Context en draagwijdte van het (ontwerp van) Afvalplan**





## 1 Het (ontwerp van) Afvalplan in het kort

In België vertrouwde de wetgever het beheer van radioactief afval\* <sup>1</sup> toe aan een openbare instelling met rechtspersoonlijkheid, die hiertoe in 1980 werd opgericht: NIRAS ([1, 2] en hun opeenvolgende wijzigingen, voornamelijk [3, 4]). Dat beheer moet de mens en het milieu beschermen tegen de risico's van het radioactieve afval, en heeft dan ook in belangrijke mate betrekking op het langetermijnbeheer. Hoewel geconditioneerd afval van categorie A laag- en middelactief is en een korte levensduur heeft, vormt het meerdere 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 meerdere 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 moet elke oplossing voor het langetermijnbeheer van dat afval een oplossing zijn die definitief kan worden (artikel 1 van het koninklijk besluit van 30 maart 1981 [2]).

In tegenstelling tot de situatie met betrekking tot het afval van categorie A (sectie 4.2.3), is er in België nog geen institutioneel beleid op het vlak van het langetermijnbeheer voor B&C-afval. De onderzoeks-, ontwikkelings- en demonstratiewerkzaamheden (RD&D) inzake het langetermijnbeheer van dit afval, die in 1974 werden opgestart door het Studiecentrum voor Kernenergie (SCK•CEN) en tien jaar later werden overgedragen onder de verantwoordelijkheid van NIRAS, werden vanaf 1976 herhaaldelijk *impliciet* bevestigd door commissies die door regeringsinstanties belast waren met de taak zich uit te spreken over de aan de gang zijnde studies inzake het langetermijnbeheer van het B&C-afval of over kwesties met betrekking tot het energiebeleid. De gekozen richting — *de geologische berging in weinig verharde klei* — werd echter nooit *formeel* bevestigd of ontkracht op institutioneel vlak (sectie 8.1.1). Een institutioneel beleid inzake langetermijnbeheer is evenwel in meerdere opzichten

<sup>1</sup> Woorden met een sterretje zijn gedefinieerd in het Belgisch wettelijk en reglementair kader en zijn bijeengebracht in een glossarium aan het einde van het (ontwerp van) 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. De terminologie die in het wettelijk en reglementair kader wordt gebruikt, wordt momenteel geharmoniseerd.

**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 waarop de transformaties in een radioactieve stof plaatsvinden.

**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 vevat 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)

### **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)

onmisbaar, vooral dan om NIRAS in staat te stellen de 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, met inbegrip van de technische en financiële lasten.

#### Aangezien

- NIRAS wettelijk verplicht is een algemeen programma te hebben voor het langetermijnbeheer van het radioactieve afval (artikel 2, § 3, 1. c van het koninklijk besluit van 30 maart 1981 [2]);
- 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 [5] 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 op het vlak van het langetermijnbeheer van het B&C-afval;
- een beleid inzake het langetermijnbeheer van het B&C-afval in meerdere opzichten *onmisbaar* is (sectie 5.2);
- het RD&D-programma van NIRAS op het vlak van het langetermijnbeheer van B&C-afval, dat in de lijn ligt van internationale aanbevelingen hieromtrent, vergevorderd is (hoofdstuk 8) [6] en er dus een principebeslissing *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 op het vlak van langetermijnbeheer van B&C-afval, en met de evaluatie van alle mogelijke strategieën voor dit beheer, zodat een beslissing kan worden genomen omtrent de uit te voeren beheeroplossing [7];
- 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" [8] het verband legt tussen de verplichting van NIRAS om een algemeen programma te hebben voor het langetermijnbeheer van radioactief afval en de Europese richtlijn 2001/42/EG, door te bepalen dat de milieueffecten van dit algemene programma beoordeeld moeten worden, en dat het effectenrapport (*strategic environmental assessment* of SEA) eveneens een beoordeling bevat van de waarschijnlijke gevolgen van 'redelijke alternatieven';

nam NIRAS het initiatief om in één enkel document, *Afvalplan* genoemd, alle nodige elementen samen te brengen zodat de federale regering met kennis van zaken een algemene strategische beslissing of, met andere woorden, een *principebeslissing* kan nemen voor het langetermijnbeheer van 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 (ontwerp van) Afvalplan is dus gericht op het langetermijnbeheer van het B&C-afval. Het slaat enkel op het bestaande afval of het afval waarvan de productie gepland is, vooral in het kader van het huidige elektronucleaire programma en de eventuele verlenging ervan. (Het gaat dus niet om het langetermijnbeheer van het afval dat zou voortkomen uit de exploitatie van nieuwe reactoren.) Het (ontwerp van) Afvalplan vermeldt het langetermijnbeheer van het afval van categorie A enkel pro memoria, aangezien de uit te voeren beheeroplossing voor dit afval — oppervlakteberging op het grondgebied van de gemeente Dessel — werd vastgelegd door de ministerraad van 23 juni 2006. Ten slotte biedt het (ontwerp van) Afvalplan geen strategie voor het langetermijnbeheer van het radioactieve afval afkomstig van de vroegere en eventueel toekomstige interventies\*, aangezien verschillende instanties op federaal (NIRAS, FANC) en regionaal niveau vooraf een gemeenschappelijke visie moeten ontwikkelen over de uit te voeren interventies en het beheer van het voornamelijk radioactieve afval dat eruit voortvloeit. Het (ontwerp van) Afvalplan identificeert evenwel een reeks verwante vragen (inclusief vragen in verband met de interventies), waarop het antwoord niet enkel tot de bevoegdheid van NIRAS behoort, maar ook een invloed kan hebben op haar activiteiten, en vooral dan op het langetermijnbeheer van B&C-afval. Dit gezegd zijnde, stellen ze de noodzaak van een principebeslissing op korte termijn niet in vraag en hebben ze geen impact op de voor B&C-afval door NIRAS aanbevolen beheeroptie, namelijk de *geologische berging in een weinig verharde kleiformatie op Belgisch grondgebied, en dit zodra mogelijk*.

Als besluitvormingsinstrument dat moet dienen ter ondersteuning van het (ontwerp van) Afvalplan en de beoogde principebeslissing, heeft het SEA enkel betrekking op het langetermijnbeheer van het B&C-afval [9]. Volgens de wet van 2006 is NIRAS overigens niet verplicht een SEA op te stellen voor het langetermijnbeheer van het afval van categorie A (sectie 5.1). Bovendien heeft ze in de jaren negentig al een vergelijking gemaakt, in het bijzonder vanuit het oogpunt van de veiligheid en het milieu, van de mogelijke opties voor het langetermijnbeheer van dit afval [10]. Het SEA is het document van een contractant — Resource Analysis — waarvoor NIRAS zich ervan vergewist heeft, overeenkomstig artikel 9 van de wet, dat hij geen enkel belang heeft bij het Afvalplan.

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

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

Een dergelijke principebeslissing is dus geen beslissing tot onmiddellijke uitvoering van een specifieke oplossing op een bepaalde site, maar wel de eerste stap van een stapsgewijs en flexibel besluitvormingsproces. Een dergelijke beslissing heeft immers een *voorwaardelijk karakter*: ze moet tijdens het besluitvormingsproces bevestigd en

#### **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)

verder uitgewerkt worden door opeenvolgende beslissingen, die aantonen dat ze kan worden uitgevoerd volgens de vereisten van veiligheid, 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 uitvoeringsactiviteiten. Deze periode zal, onder meer, toelaten om de technische en wetenschappelijke kennis te verfijnen via de voortzetting van onderzoek en ontwikkeling, die geleidelijk van aard zal veranderen en moet leiden tot de bevestiging van de verworvenheden, de voorbereiding van de industriële fase en de voorbereiding van de vergunningsaanvraagdossiers.

Aangezien het de wens van NIRAS is de federale regering alle nodige elementen te bezorgen om, met kennis van zaken, een principebeslissing te nemen over het langetermijnbeheer van het B&C-afval en het de eerste maal is dat formeel om de mening van het publiek over dit dossier wordt gevraagd, via de raadplegingsprocedure bepaald in de wet van 13 februari 2006<sup>2</sup> (Kader 1), heeft NIRAS voor een ruimere beoordeling van de mogelijke beheeropties en een ruimere maatschappelijke raadpleging gekozen dan die vereist door de wet. In die optiek heeft NIRAS de volgende keuzes gemaakt.

- Het ontwerp van 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, waaronder ook opties verworpen op internationaal niveau, opties die niet definitief kunnen worden en de optie om de huidige situatie in stand te houden (status-quo).
- De maatschappelijke consultatie heeft zich niet beperkt tot de publieksraadpleging zoals bepaald in de wet. NIRAS heeft immers verschillende initiatieven van *maatschappelijke consultatie* gelanceerd, waarvan de resultaten het ontwerp van Afvalplan en het SEA hebben verrijkt (Kader 1). Het langetermijnbeheer van radioactief afval, en dus in het bijzonder van het B&C-afval, vormt niet alleen een wetenschappelijke en technische uitdaging, maar ook een maatschappelijke uitdaging die talrijke vragen doet rijzen: 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? zijn de wetenschappelijke bases ervan voldoende stevig? beheerst men de technieken die nodig zijn om de oplossing uit te voeren? ...;
- 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 2). Het overeenstemmende SEA is dus een uitgebreid of *geïntegreerd* SEA.

Aangezien het Afvalplan een strategische beslissing beoogt en geen beslissing over een concreet project, hebben het ontwerp van 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. Bijgevolg was

---

<sup>2</sup> De procedure voor de inspraak van het publiek zoals bepaald in de wet van 13 februari 2006 betreft de omzetting van de Europese Richtlijn 2003/35/EG.

de evaluatie van de overwogen opties voornamelijk kwalitatief, op basis van het oordeel van experts alsook, in de mate van het mogelijke, op vergelijkbare studies uitgevoerd in het buitenland en de daaruit resulterende beslissingen, en op de ervaring met bestaande analoge infrastructuren, in België en in het buitenland. Er werden echter ook kwantitatieve analyses uitgevoerd, telkens wanneer dit mogelijk en gerechtvaardigd was. Om dezelfde reden werden de grensoverschrijdende milieueffecten niet geëvalueerd, maar zijn het ontwerp van Afvalplan en het SEA het voorwerp geweest van een proactieve mededeling aan de landen van de Europese Unie. Het Afvalplan zal verslag uitbrengen over de ontvangen reacties.

Dit ontwerp van Afvalplan is in vier delen opgesplitst.

- 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, inclusief het besluitvormingsproces dat uitgestippeld werd met het oog op de stapsgewijze uitvoering van deze oplossing en 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 waarop het antwoord niet enkel tot de bevoegdheid van NIRAS behoort.
- *Deel vier*, ten slotte, formuleert het voorstel van principebeslissing dat NIRAS aan de regering zal bezorgen voor het langetermijnbeheer van B&C-afval. Het formuleert tevens aanbevelingen met betrekking tot de bovenvermelde verwante vragen.

Het (ontwerp van) Afvalplan bevat als bijlage een overzicht van de volumes en kenmerken van het bestaande en geplande B&C-afval in het kader van het huidige nucleair programma, een glossarium met termen die gedefinieerd zijn in het Belgisch wettelijk en reglementair kader en een lijst met acroniemen.

### Kader 1 – De wettelijke procedure en de consultaties met betrekking tot het Afvalplan

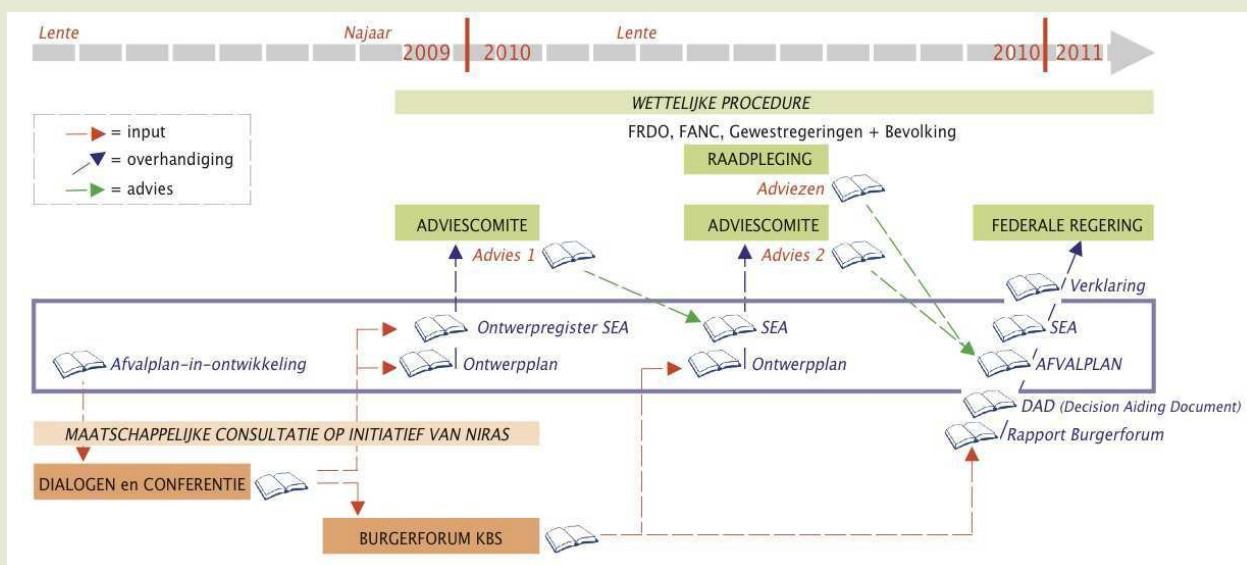
De wet van 13 februari 2006 verplicht NIRAS om haar ontwerp van Afvalplan en het bijbehorende SEA ter advies voor te leggen aan het Adviescomité dat door deze wet is opgericht, aan de Federale Raad voor Duurzame Ontwikkeling, aan de gewestregeringen en aan elke andere instantie die zij nuttig acht, in casu het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle. De wet verplicht NIRAS eveneens deze documenten ter raadpleging voor te leggen aan het publiek.

NIRAS heeft het ontwerpregister van het SEA vooraf, en steeds overeenkomstig de bepalingen van de wet van 13 februari 2006, voorgelegd aan het Adviescomité, om na te gaan of het, wat inhoud en aanpak betreft, in overeenstemming was met de wettelijke voorschriften. Ten slotte bepaalt de wet dat de auteur van het plan, in casu NIRAS, samen met de eindversie van het plan een verklaring dient op te stellen dat in het bijzonder samenvat hoe bij de afwerking van het plan rekening gehouden werd met het SEA en de raadplegingen die tijdens de wettelijke procedure werden uitgevoerd.

Aangezien het langetermijnbeheer van radioactief afval een belangrijke maatschappelijke uitdaging vormt, wil NIRAS de bevolking, via een *maatschappelijke consultatie*, proactief betrekken bij de opstelling van het (ontwerp van) Afvalplan en het SEA, en dat lang vóór het stadium van de wettelijke publieksraadplegingsprocedure.

- Via een reeks *NIRAS-dialogen en een interdisciplinaire conferentie* konden organisaties van het middenveld, experts en burgers uiting geven aan hun bezorgdheden en verwachtingen op het vlak van het langetermijnbeheer van B&C-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 gedachteswisselingen.
- 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. 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.

De resultaten van de maatschappelijke consultatie werden in aanmerking genomen voor het opstellen van het SEA en het ontwerp van Afvalplan. De rapporten van de NIRAS-dialogen en de interdisciplinaire conferentie en hun synthese — opgesteld door de onafhankelijke procesbegeleiders — zijn beschikbaar op de speciale website van NIRAS ([11], [www.niras-afvalplan.be](http://www.niras-afvalplan.be)), net als het rapport van het eveneens uit onafhankelijke personen samengestelde auditcomité [12], dat die dagen een observatierol vervulde. Het rapport van het publieksforum is beschikbaar op de website van de Koning Boudewijnstichting ([13], [www.kbs-frb.be](http://www.kbs-frb.be)). NIRAS zal het rapport van het publieksforum aan de regering overhandigen, samen met het Afvalplan en het SEA, de in de wet bepaalde verklaring en een document dat het nemen van een principebeslissing dient te vergemakkelijken.





## Kader 2 – De vier dimensies van een duurzame oplossing voor het langetermijnbeheer van radioactief afval

Bij de verschijning van het SAFIR 2-rapport [14, 15], dat de verworven wetenschappelijke en technische kennis inzake de ontwikkeling van een oplossing voor het langetermijnbeheer van B&C-afval in België bundelde, en dankzij haar ervaring met betrekking tot 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 [16]. In dergelijke situaties, zoals het langetermijnbeheer van B&C-afval, krijgt de keuze van het type van oplossing dat moet worden uitgevoerd, 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 burgers nastreven.

### *De notie van duurzame ontwikkeling*

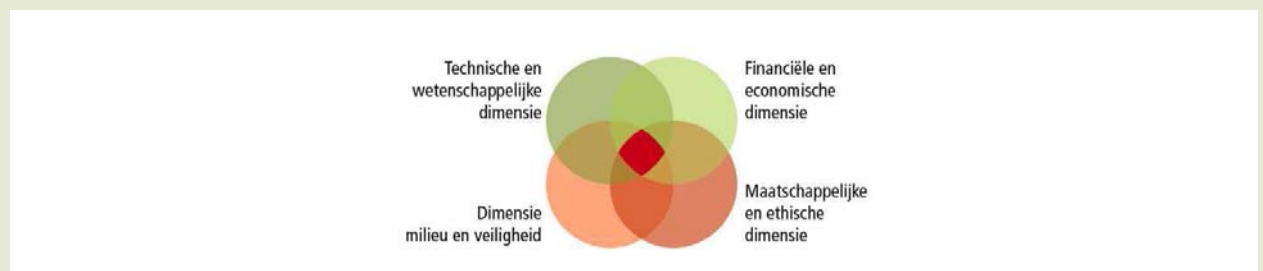
Het begrip 'duurzame ontwikkeling' verscheen voor het eerst in het rapport 'Our Common Future', ook het 'Brundtlandrapport' genoemd en waarvan het de kern uitmaakt [17]. Dit rapport werd in 1987 door de Wereldcommissie voor Milieu en Ontwikkeling van de Verenigde Naties gepubliceerd en legt een eenduidig verband tussen economische groei, milieuproblemen, armoede en ontwikkeling. Duurzame ontwikkeling wordt hier 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 intergenerationale 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 [18].

Onder de principes en noties die vaak worden geassocieerd met duurzame ontwikkeling [19], vinden we met name het voorzorgsprincipe, de visie op lange termijn, het principe 'de vervuiler betaalt', de maatschappelijke verantwoordelijkheid, en de wens om geen onaanvaardbare 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 te benoemen en het tot verwarring kan leiden, is het nuttig de betekenis die eraan gegeven wordt te preciseren in de context waarin het gebruikt wordt [19].

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 [20].

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 zijn 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 een economisch voordeel, maar ook maatschappelijk welzijn omvat) [21] — en 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 ontwikkeling zoveel mogelijk te concretiseren, opteerde NIRAS voor een evaluatie van de overwogen beheeropties op basis van de volgende vier dimensies.



De technische en wetenschappelijke vooruitgang wordt erkend als één van de fundamenteën van duurzame ontwikkeling in het algemeen [19] 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 [22].

De economische en financiële dimensie en de maatschappelijke dimensie, die in het bijzonder 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 een 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 [23].

Dat het noodzakelijk is 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 Afvalplan en het SEA heeft georganiseerd [11], als door de deelnemers aan het publieksforum dat op onafhankelijke wijze georganiseerd werd door de Koning Boudewijnstichting [13].

Een aanpak van duurzame ontwikkeling *stricto sensu* zou minstens een globale aanpak vereisen op het niveau van alle praktijken die aan de basis liggen van de productie van radioactief afval. 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 [officiële vertaling van NIRAS]: "*Teneinde het milieu te beschermen, zullen staten naar hun vermogen op grote schaal de voorzorgsbenadering moeten toepassen. Daar waar ernstige of onomkeerbare schade dreigt, dient het ontbreken van volledige wetenschappelijke zekerheid niet als argument te worden gebruikt voor het uitstellen van kosteneffectieve maatregelen om milieuaantasting te voorkomen.*" 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" [24], houdt het voorzorgsprincipe meer bepaald het volgende in [24, 25]:

- 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 ontwerp van Afvalplan van NIRAS en het SEA waarop zij 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.



## 2 NIRAS

NIRAS (Nationale Instelling voor Radioactief Afval en Verrijkte Splijtstoffen) 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<sup>3</sup>, te verzekeren ([1, 2] en hun opeenvolgende wijzigingen, voornamelijk [3, 4]). Het rapport aan de Koning die ten grondslag ligt aan de wet van 1980, 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."*

### 2.1 Wettelijke opdracht inzake het beheer van radioactief afval

NIRAS werd door de wet van 8 augustus 1980 (Kader 3) [1] belast met het beheer van alle radioactieve afval<sup>4</sup>, 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 de inventarisatie van de nucleaire passiva'.) De wet van 8 augustus 1980 belast NIRAS ook nog met een aantal andere opdrachten, zoals op het vlak van het beheer van verrijkte splijtstoffen, plutoniumhoudende stoffen en bestraalde splijtstoffen.

De opdrachten betreffende het beheer van radioactief afval slaan vooral op het transport buiten de installaties van de producenten, de verwerking en de conditionering\* voor producenten die niet beschikken over door NIRAS erkende uitrusting, de opslag\* buiten

<sup>3</sup> 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 en het koninklijk besluit van 16 oktober 1991.

<sup>4</sup> Het koninklijk besluit van 30 maart 1981 bepaalt dat het gaat om radioactief afval aanwezig op Belgisch grondgebied (art. 2, § 2, 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)

#### 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)

### 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 (ontwerp)plan 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 verantwoordelijkheids overdracht” (KB van 30 maart 1981, artikel 1)

de installaties van de producenten en de berging\*, waarbij 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* [26]. Met andere woorden, NIRAS moet een *gesloten* beheersysteem ontwikkelen en in werking stellen voor al het radioactieve afval dat het 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).

Het koninklijk uitvoeringsbesluit van de wet van 8 augustus 1980 — het besluit van 30 maart 1981 — stipuleert bovendien in artikel 2 [2] dat NIRAS als taken heeft

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

### Kader 3 – Uittreksels van artikel 179, § 2 van de wet van 8 augustus 1980 (geconsolideerde versie) [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 voorgedijverheid.”

“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.”

“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.”

Om tot een goed einde gebracht te kunnen worden, moet het beheer van radioactief afval, dat de kern van de opdracht van NIRAS vormt, 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 beoordelingselementen aanreiken. NIRAS kan ook het initiatief nemen om aan de regering aspecten van institutioneel beleid voor te leggen die betrekking hebben op het beheer van radioactief afval en 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 vraag van het gebruik van de opwerking van bestraalde splijtstoffen, de commerciële keuzes van ondernemingen die radioactief afval produceren, het algemene beleid van onderzoeksinstellingen, beslissingen tot interventies in geval van radioactieve verontreiniging of nog het opstellen van de reglementering inzake stralingsbescherming.*

## 2.2 Werking

De werkingsmodaliteiten van NIRAS worden 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 belast is met de verwerking en conditionering van radioactief afval van de meeste Belgische producenten die deze activiteiten zelf niet verrichten, en met de opslag van geconditioneerd afval in afwachting van een definitieve langetermijnbeheeroplossing. Belgoprocess exploiteert gecentraliseerde installaties in Mol en Dessel, die eigendom van NIRAS zijn en onder haar verantwoordelijkheid staan.

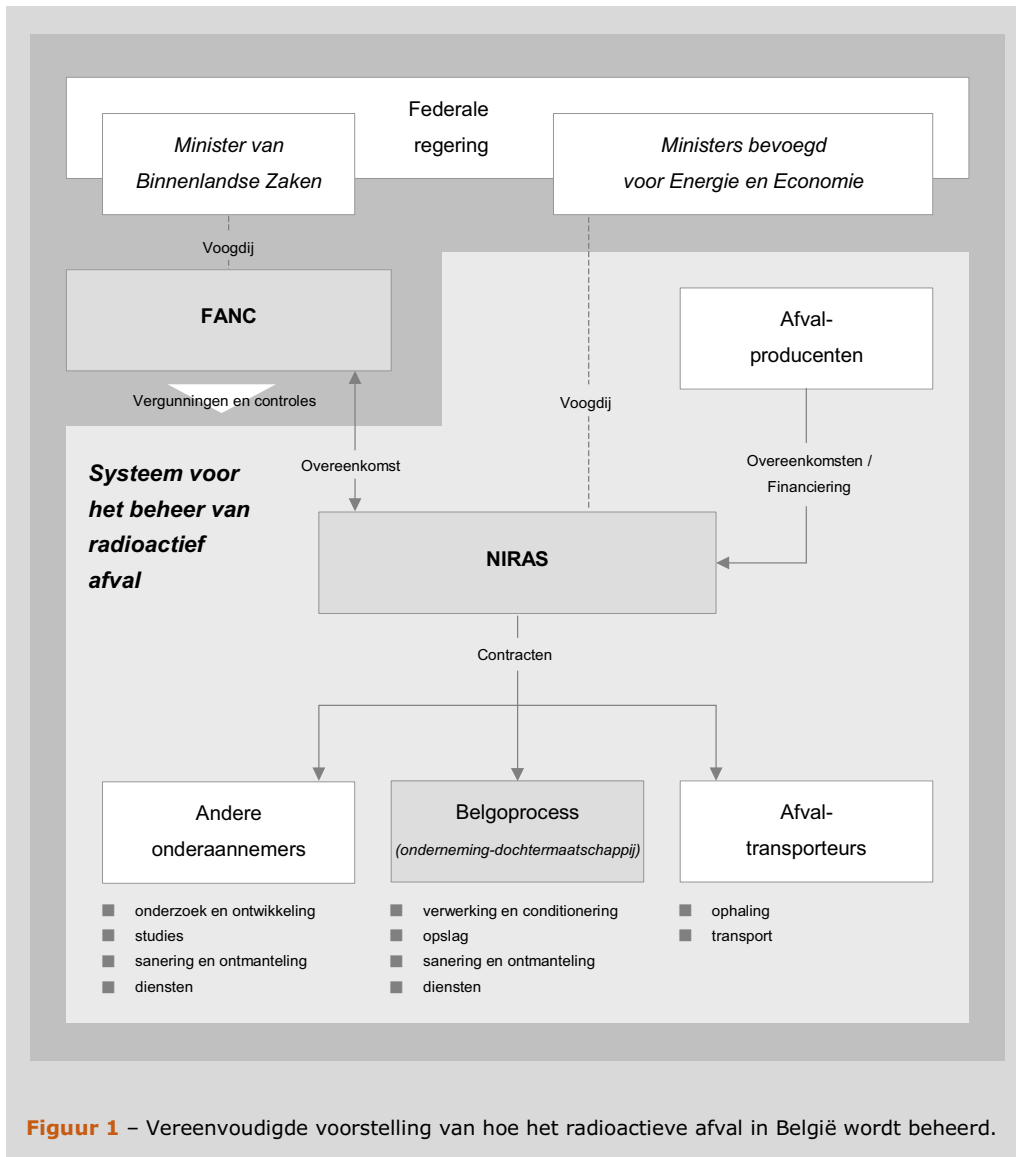
- NIRAS staat onder de voogdij van de federale regering, via de ministers bevoegd voor energie en economie. Een overlegovereenkomst tussen NIRAS en de veiligheidsautoriteit — het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle of FANC—,

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 [27], 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, nucleaire vergunningen verlenen aan de exploitanten van de nucleaire installaties en de transporteurs van radioactieve stoffen, nucleaire installaties controleren en 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 (non-proliferatie).

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

Hoe het beheer van radioactief afval in België georganiseerd wordt, is hieronder schematisch weergegeven (Figuur 1).



**Figuur 1** – Vereenvoudigde voorstelling van hoe het radioactieve afval in België wordt beheerd.







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

De draagwijdte van het beheersysteem voor radioactief afval van NIRAS bepaalt het toepassingsgebied, dat afgebakend wordt door het wettelijk en reglementair kader. De verscheidenheid aan te beschouwen gevallen rechtvaardigt een onderzoek van al deze gevallen, te meer omdat bepaalde stoffen die momenteel niet voldoen aan de definitie van radioactief afval, op termijn kunnen worden opgenomen in het beheersysteem van NIRAS (voor een beschrijving van het door NIRAS ontwikkelde beheersysteem, zie hoofdstuk 4). In sectie 4.3, dat betrekking heeft op de inventaris van geconditioneerd afval van NIRAS, en in bijlage B1, die een overzicht van de oorsprong en een beschrijving geeft van het B&C-afval [28], worden eveneens verschillende voorbeelden gegeven.

#### **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 de oorsprong en herkomst, zich op Belgisch grondgebied bevinden en waarvoor de producent of eigenaar<sup>5</sup> een aanvraag tot overname heeft ingediend, alsook radioactief afval afkomstig van besmette uitrustingen en/of afval van Belgische oorsprong dat in het buitenland is verwerkt.

##### **3.1.1 Radioactief afval zijn**

We kunnen algemeen stellen dat radioactief afval een stof of voorwerp is dat tegelijk afval en radioactief is. Deze twee begrippen worden gedefinieerd in het wettelijk en reglementair kader.

- Een stof die *afval* is, is volgens de richtlijn 2006/12/EG van 5 april 2006 betreffende afvalstoffen [29], "*elke stof of elk voorwerp behorende tot de in bijlage I genoemde categorieën waarvan de houder zich ontdoet, voornemens is zich te ontdoen of zich moet ontdoen*" (artikel 1), waarbij deze categorieën een

---

<sup>5</sup> Of in sommige gevallen het FANC.

uitgebreide groep stoffen omvatten die overeenstemmen met het intuïtieve beeld dat we ons vormen van het begrip afval, met uitzondering van gasvormige effluënten uitgestoten in de atmosfeer en stoffen die vallen onder de toepassing van een andere wet. Het is dus aan de producent of de eigenaar, of aan een overheid die bevoegd is om te beslissen dat de producent of eigenaar zich van de stof moet ontdoen, om te bepalen wat 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 voortvloeiende gevaren en betreffende het FANC [30], een "*stof die één of meer radionucliden bevat waarvan de activiteit of de concentratie om redenen van stralingsbescherming niet mag 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.

Deze twee begrippen ('afval' en 'radioactief') werden al vermeld in het koninklijk besluit van 30 maart 1981 houdende bepaling van de opdrachten en de werkingsmodaliteiten van NIRAS [2], met inbegrip van de opeenvolgende wijzigingen, dat het begrip radioactief afval definieert als "*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 interventies (sectie 3.2.2.4).

Radioactief afval kan in ruwe vorm voorkomen, alsook in vaste, vloeibare of gasvorm. 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 afval<sup>6</sup> 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 zijn**

Enkel radioactief afval op Belgisch grondgebied moet in principe door NIRAS verwerkt 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, zoals radioactief afval afkomstig van de opwerking van Belgische bestraalde splijtstoffen.

---

<sup>6</sup> Met uitzondering van vast langlevend, hoofdzakelijk zeer laagactief en laagactief afval, dat in bulk is opgeslagen in de installaties voor tijdelijke opslag UMRAP en 'Bankloop' van Umicore in Olen (secties 10.2.5 en 11.1).

### 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 verplicht. Ze kunnen hun afval zelf tijdelijk opslaan, op voorwaarde dat ze de voorwaarden respecteren van de opslagvergunning die ze dan bij het FANC hebben moeten aanvragen. Zo slaan bijvoorbeeld ziekenhuizen en onderzoekslaboratoria radioactief afval op waarvan de levensduur zodanig kort is dat zijn radioactiviteitsniveau heel snel afneemt en het dus snel als niet-radioactief afval kan worden beschouwd. Alleen NIRAS is echter gemachtigd om bergingsinstallaties te exploiteren.

## 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 betreft het statuut 'afval' of de radioactieve aard (in de zin van de wet van 15 april 1994) van bepaalde stoffen. NIRAS kan op dit moment 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 zijn theoretische draagwijdte.

In de hierna volgende analyse wordt een onderscheid gemaakt tussen de stoffen die zich in het beheersysteem van NIRAS bevinden of waarvan ze 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 haar beheersysteem 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 types geconditioneerd afval van de categorieën B en C (zie bijlage B1), waarin zich de (types van) stoffen bevinden die in de analyse vermeld zijn, ter illustratie weergegeven. De types afval van categorie A waarin deze stoffen zich ook kunnen bevinden, *worden niet vermeld, omdat ze niet het voorwerp zijn van het (ontwerp van) Afvalplan*. Dit gezegd zijnde, vertegenwoordigt dit afval meer dan 80% van het geraamde volume in 2009 (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 er in de toekomst in 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 voorspelde afvalproductie, inclusief het Belgische radioactieve afval en het afval van Belgische oorsprong dat zich nu 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

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

**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)

### Vrijgave

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

verstrekken in het kader van de periodieke bijwerking van haar 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.

Met uitzondering van de weesbronnen\* (sectie 3.2.1.4) en het militaire afval<sup>7</sup> dat NIRAS moet overnemen, zijn de stoffen die in haar beheersysteem zijn opgenomen of er op termijn in worden opgenomen afkomstig van *handelingen*\* die vergund zijn door het FANC. De waarden waarmee een onderscheid kan worden gemaakt tussen radioactieve en niet-radioactieve stoffen, zijn die van het algemeen reglement voor de bescherming tegen de ioniserende stralingen (vrijgave-\* en vrijstellingsniveaus\* voor vast afval en lozingslimieten voor vloeibare en gasvormige effluenten) [27]. Deze waarden zijn enkel toepasselijk voor afval afkomstig van vergunde handelingen. 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 nu in het beheersysteem voor radioactief afval van NIRAS zijn opgenomen of er in de toekomst in worden opgenomen, kunnen in vijf 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, anders dan opwerkingsafval;
- weesbronnen;
- radioactief afval in twee vergunde installaties voor tijdelijke opslag van Umicore in Olen.

#### 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 4 in sectie 3.2.1.2) tot het beheer zelf van radioactief afval (verwerking, conditionering en opslag), over onderzoek, de productie van radionucliden voor medische en industriële toepassingen van radionucliden, 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 (zie Tabel 2 in sectie 4.3 voor een lijst met de belangrijkste exploitanten van vergunde nucleaire installaties).

Radioactief afval afkomstig van vergunde handelingen is afval dat courant geproduceerd wordt, inclusief afval afkomstig van de opwerking van bestraalde splijtstof, en afval van

<sup>7</sup> 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 (d-4 in Tabel B1 van bijlage B1). (België bezit geen kernwapens.)

de ontmanteling van de 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 (Figuur 2). Het verwerkt en geconditioneerd afval dat niet in categorie A wordt ondergebracht, komt in de categorie B of de categorie C terecht.



**Figuur 2** – Links, een splijtstofelement; rechts, metaalafval gerecupereerd bij de opwerking van deze splijtstoffen. (bron: AREVA)

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 overtollige stoffen. Het statuut (hulpbron of afval) van deze splijtstoffen (sectie 3.2.2.1) en stoffen (sectie 3.2.2.3) is immers niet gepreciseerd door hun eigenaars, hetgeen voor NIRAS een onzekerheid vormt die bijzonder belangrijk is wat de commerciële bestraalde splijtstoffen betreft (sectie 10.2.1). NIRAS heeft wel een aanvraag tot overname ontvangen van de bestraalde splijtstoffen van de onderzoeksreactor Thetis van de Universiteit Gent (c1-2 in Tabel B1 van bijlage B1), waarvan de ontmanteling begin 2010 is begonnen. (En NIRAS zorgt voor de opslag van bestraalde splijtstoffen van de onderzoeksreactor BR3 van het SCK•CEN (c1-1 in Tabel B1 van bijlage B1), op diens verzoek.)

Er is nooit aan uraniumverrijking gedaan in België, er wordt geen uranium meer gewonnen<sup>8</sup> en sinds de sluiting in 1975 van de pilootopwerkingsfabriek 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 c3-1 tot c3-9, c4-10 en c4-11 in Tabel B1 van bijlage B1) werden eind 1981 overgedragen aan de Belgische Staat, krachtens een overeenkomst

<sup>8</sup> Het ging om de ontginning van uranium uit fosfaten en radium.

### 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)

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 (Figuur 3, Kader 4). 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), alsook 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.

Overigens bepaalt artikel 8 van de Franse programmawet van 28 juni 2006 met betrekking tot het duurzaam beheer van radioactieve stoffen en radioactief afval [31] dat Frankrijk het langetermijnbeheer van buitenlands radioactief afval niet mag verzekeren en dat radioactief opwerkingsafval moet worden teruggestuurd naar het land van herkomst van de opgewerkte brandstof.

NIRAS zal het nog niet teruggestuurde opwerkingsafval bij zijn terugkeer naar België overnemen (b2-1 tot b2-5 en c2-1 tot c2-3 in Tabel B1 van bijlage B1).



**Figuur 3** – Vulling van een container verglaasd afval afkomstig van de opwerking (bron: AREVA) en vervoer in afgeschermd verpakkingen. (bron: Belgoprocess)

#### Kader 4 – 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 het te kunnen gebruiken.

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.

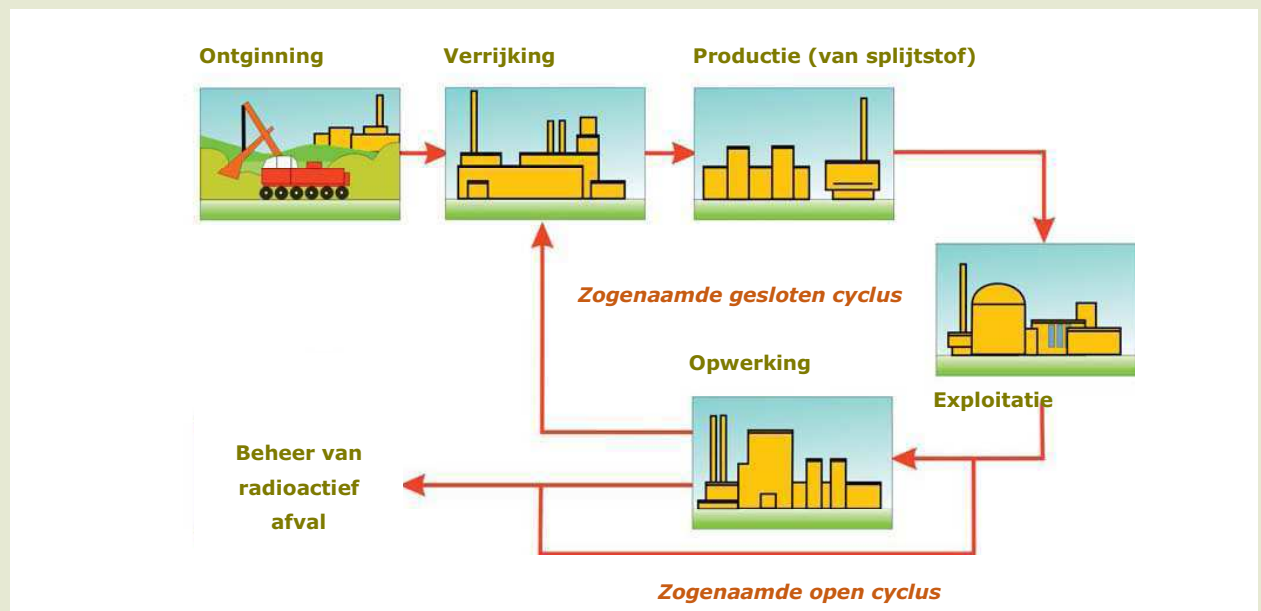
Tijdens de *productie* van splijtstof wordt uraniumoxide gecomprimeerd in pastilles, die op elkaar worden gestapeld in hulzen. Zo ontstaan brandstofstiften die vervolgens worden samengebracht in splijtstofelementen.

De splijtstofelementen worden dan in de reactor geladen, waar de brandstof wordt *gebruikt*. De verschillende reacties die plaatsvinden in de reactor zetten de brandstof om, die na verloop van tijd verbruikt wordt. Na vier jaar ongeveer 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 daarvan in kerncentrales en het beheer van het radioactieve afval dat daaruit voortvloeit. Er vinden nooit verrijgingsactiviteiten plaats en er zijn geen ontginnings- en opwerkingsactiviteiten meer.



volgens MIRA-T 2007 Focusrapport [32]

### 3.2.1.3 Belgisch radioactief afval dat zich tijdelijk in het buitenland bevindt, anders dan het opwerkingsafval

Het Belgische radioactieve afval, anders dan 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 detectieportieken voor radioactieve stoffen die aan de ingang van centra voor technische ingraving of verwerkingsinstallaties voor conventioneel afval geïnstalleerd zijn. Het gaat bijvoorbeeld om ioniserende rookdetectoren, radioactieve bliksemafleiders (waarvan de installatie sinds 1985 verboden is en die volledig verboden zijn sinds 2006 – Figuur 4), voorwerpen bedekt met lichtgevende radiumverf, medisch afval met korte levensduur en, soms, ingekapselde bronnen die gebruikt worden voor medische doeleinden of afkomstig zijn van meet- en controleapparaten die in industriële middelen worden gebruikt. Als hun eigenaar niet geïdentificeerd kan worden en het FANC ze als afval aangeeft bij NIRAS, neemt de instelling ze over (d2 en d5 in Tabel B1 van bijlage B1; zie sectie 4.4 voor de financiering van het beheer van weesbronnen).



**Figuur 4** – Radioactieve bliksemafleider. (bron: AREVA)



### **3.2.1.5 Speciaal geval van twee vergunde installaties voor tijdelijke opslag van Umicore in Olen**

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 hun langetermijnbeheer zal door NIRAS verzekerd moeten worden.

Verschillende vragen stellen zich momenteel over hoe de installaties UMTRAP en 'Bankloop' verder moeten worden beheerd (sectie 11.1). 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 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 nood van een principebeslissing voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval of de beheeroplossing die NIRAS aanbeveelt (hoofdstuk 8).

### **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 op termijn kunnen beantwoorden aan de definitie van radioactief afval als gevolg van beslissingen die niet door NIRAS worden genomen. Ze zouden dan in het beheersysteem van NIRAS worden opgenomen. De verschillende groepen stoffen zijn:

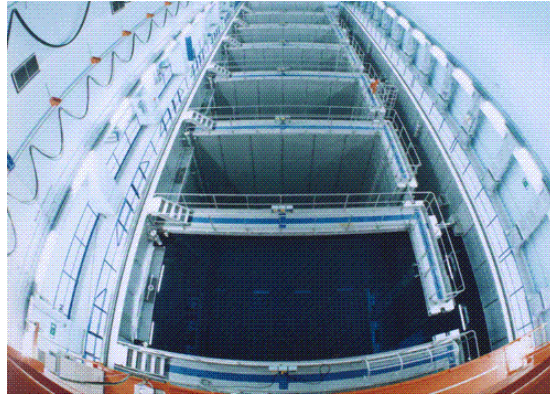
- niet-opgewerkte, bestraalde splijtstoffen van kerncentrales;
- uranium en plutonium afkomstig van de opwerking;
- verrijkte splijtstoffen en plutoniumhoudende stoffen;
- afval van interventies.

#### **3.2.2.1 Niet-opgewerkte, bestraalde splijtstoffen van kerncentrales**

In toepassing van de resolutie van 22 december 1993 van de Kamer [33], datzelfde jaar bevestigd door de ministerraad en door diezelfde ministerraad opnieuw bevestigd op 4 december 1998, voerde België in 1993 een feitelijk moratorium in op de opwerking (zie Kader 4 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;"*

Sinds het feitelijk moratorium op de opwerking van kracht is, slaat Electrabel bestraalde splijtstoffen op de sites van de centrales op (Figuur 5). Hun eigenaar, Synatom, geeft ze niet aan als overtollige stoffen of vraagt niet om de overname ervan als afval door NIRAS.



**Figuur 5** – Opslagbekken voor bestraalde splijtstoffen van Synatom (bron: Electrabel).

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 vraagt NIRAS evenwel 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 dus in haar inventaris op (sectie 4.3) als afval van categorie C (b2-6 en b2-7 in Tabel B1 van bijlage B1).

### **3.2.2.2 Uranium en plutonium afkomstig van de opwerking**

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

- het uranium en het plutonium dat teruggewonnen werd bij de opwerking van commerciële splijtstoffen van Synatom werd gevaloriseerd, inzonderheid via de aanmaak van nieuwe splijtstoffen voor de Belgische centrales;
- het uranium en het plutonium dat teruggewonnen wordt bij de opwerking in het buitenland van bestraalde splijtstoffen van onderzoeksreactoren keert, overeenkomstig de contractuele bepalingen, niet terug naar België.

### 3.2.2.3 Verrijkte splijtstoffen en plutoniumhoudende stoffen

Verscheidene nucleaire exploitanten bezitten verrijkte splijtstoffen en/of plutoniumhoudende stoffen 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 interventies

Met uitzondering van 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 de mens en het milieu en kunnen er zich dus beschermingsmaatregelen opdringen. Hoewel deze mogelijkheid vermeld staat in het algemeen reglement voor de bescherming tegen de ioniserende stralingen, in toepassing van de Europese richtlijn 96/29/Euratom over datzelfde onderwerp [34], bepaalt dat reglement noch de procedure, noch de nodige criteria voor de evaluatie van die situaties en voor de definitie 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 vermeld in het algemeen reglement voor de bescherming tegen de ioniserende stralingen onder de naam *beroepsactiviteiten* (zoals activiteiten uit de fosfaatnijverheid en uit de cementnijverheid; sectie 11.1.1.1). Grondstoffen en residu's van deze 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 uitgevoerd in beroepsactiviteiten is overigens niet altijd duidelijk. De residu's van bepaalde activiteiten worden immers als grondstoffen gebruikt voor andere beroepsactiviteiten en zijn dus geen ultiem afval. Daarenboven worden momenteel nieuwe recyclingcircuits in overweging genomen. Dergelijke recycling kan ertoe bijdragen de volumes radioactieve residu's te beperken die *in fine* moeten worden beschouwd als radioactief afval.

- *Terreinen die radioactief verontreinigd werden door vroegere activiteiten (sectie 11.1.1.2).*
- *Terreinen die besmet zouden worden na een ongeval dat zich al dan niet heeft voorgedaan op Belgisch grondgebied.*

### 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)

Het FANC ontwikkelt momenteel het reglementair kader met betrekking tot de interventies, in overleg met NIRAS en de Gewesten, waarbij deze laatste als voor het milieu bevoegde overheden optreden (sectie 11.2).

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

- De uitvoering van een *risicobeheerplan*, dit is een geheel van administratieve maatregelen die mogelijk aangevuld worden met controle- en toezichtsmaatregelen, om in te grijpen op de mogelijke *blootstellingswegen*. Een dergelijk plan leidt niet tot de productie van radioactief afval en heeft dus geen invloed op de activiteiten van NIRAS.
- De uitvoering van een *sanering*, dit is een geheel van acties en maatregelen om in te grijpen aan de *blootstellingsbron*. Een sanering brengt per definitie radioactief afval mee, dat een specifiek langetermijnbeheer vereist, ter plaatse of elders, in een gecentraliseerde installatie voor langetermijnbeheer (sectie 11.1).

Zolang de reglementering met betrekking tot interventies niet aangevuld wordt, 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 met die maatregelen 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 instemt. 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 m<sup>3</sup> in geconditioneerde vorm per jaar; d-2 in Tabel B1 van bijlage B1) over te nemen, dus zonder het afval naar het land van oorsprong terug te sturen [35]. De handelsovereenkomsten voor de verwerking en conditionering in België van buitenlands radioactief afval voorzien daarentegen in het terugsturen van het geconditioneerde afval naar het land van oorsprong<sup>9</sup>.

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.

<sup>9</sup> 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.

In geval van opwerking van Belgische bestraalde splijtstoffen in het buitenland zijn de eisen met betrekking tot het opwerkingsprocedé overigens 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 residueenheden, dat door COGEMA (nu AREVA NC) werd ontwikkeld. De bestemmings- en toekenningsregels voor de residu's die eruit voortvloeien, werden door Synatom voorgelegd aan NIRAS en goedgekeurd.

- 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.

### 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 de types van stoffen die niet opgenomen zijn in het beheersysteem van NIRAS maar die tot zijn theoretisch toepassingsgebied behoren en er dus mogelijk op termijn deel van zullen uitmaken.

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** – Draagwijdte van het beheersysteem voor radioactief afval van NIRAS (vereenvoudigd overzicht). 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]

origine	'bijproduct'	radioactief ?	afval?	op Belgische grondgebied?	dat het voorwerp vormde of kan vormen van een aanvraag tot overname?	te beheren door NIRAS?	secties
<b>COMMERCIELE KERNBANDSTOF CYCLUS</b>							
Ontginning	Residu's (tailings)	✓	✓	✗	✗	✗	3.2.3
Verrijking	Verarmd uranium	✓	beslissing door eigenaar	✗	✗	✗	3.2.3
Productie van brandstof	Stoffen / uitrustingen	✓	✗	niet relevant	niet relevant	✗	-
	Stoffen / uitrustingen	✓	✓	✓	✓	✓	3.2.1.1, deel 2
in het buitenland	Stoffen / uitrustingen	✓	✓	✗	✗	✗	3.2.3
	Stoffen / uitrustingen	✓	✗	niet relevant	niet relevant	✗	-
Exploitatie van de commerciële centrales	Stoffen / uitrustingen	✓	✓	✓	✓	✓	3.2.1.1, deel 2
Opwerking in het buitenland van commerciële splijtstoffen	Niet-opgewerkte bestraalde splijtstoffen	✓	beslissing door eigenaar of een overheid	✓	beslissing door eigenaar of een overheid	?	3.2.2.1, deel 2, 10.2.1
	Uranium en plutonium	✓	beslissing door eigenaar	werden gerecycleerd	indien de opwerking wordt hervat, beslissing door eigenaar of door een overheid	?	3.2.2.2, 10.2.1
Ontmanteling van de commerciële centrales	Opwerkingsresidu's	✓	✓	terugkeer is contractueel	✓	✓	3.2.1.2, deel 2
	Stoffen / uitrustingen	✓	✗	niet relevant	niet relevant	✗	-
	Stoffen / uitrustingen	✓	✓	✓	✓	✓	3.2.1.1, deel 2
<b>ONDERZOEK EN PROEFINSTALLATIES, VERWERKING, CONDITIONERING, OPSLAG, PRODUCTIE VAN RADIONUCLIDEN VOOR MEDISCHE EN INDUSTRIËLE DOELEINDEN, GEBRUIK VAN BRONNEN IN MEDISCHE EN INDUSTRIËLE MIDDELS, ...</b>							
Exploitatie van de onderzoeksreactoren	Niet-opgewerkte bestraalde splijtstoffen	✓	beslissing door eigenaar of een overheid	✓	beslissing door eigenaar of een overheid	✓ (één geval)	3.2.1.1, deel 2
Opwerking (in het buitenland) van bestraalde splijtstoffen van onderzoek	Uranium en plutonium	✓	beslissing door eigenaar	niet teruggestuurd (contractueel)	beslissing door eigenaar of een overheid	?	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 ontmantelingsactiviteiten	Stoffen / uitrustingen	✓	✗	niet relevant	niet relevant	✗	-
	Stoffen / uitrustingen	✓	✓	✓	✓	✓	3.2.1.1, deel 2
Opslag in vergunde installaties van Umicore voor radiumhoudend afval	Overtollige verrijkte splijtstoffen en plutoniumhoudende stoffen	✓	beslissing door eigenaar	✓	beslissing door eigenaar of een overheid	?	3.2.2.3, deel 2, 10.2.4
	Weesbromen	✓	✓	✓	✓	✓	3.2.1.4, deel 2
<b>STOFFEN IN HET BUITENLAND</b>	Residu's van vroegere activiteiten	✓	✓	✓	beslissing door Umicore of FANC	✓ (op termijn)	3.2.1.5, 10.2.5, 11.1.2
	Residu's van verwerking (buiten opwerking)	✓	✓	terugkeer is contractueel	✓	✓	3.2.1.3, deel 2
van buitenlandse oorsprong	Stoffen / uitrustingen	✓	✓	✗	instemming geval per geval van de voogdij	mits instemming van de voogdij	3.2.3
<b>EVENTUELE TOEKOMSTIGE SANERINGEN</b>							
... op sites van beroepsactiviteiten	Residu's NORM en TENORM	beslissing door FANC	beslissing door eigenaar of een overheid	✓	beslissing door eigenaar of FANC	✓	3.2.2.4, 11.1.1.1
	... op sites met vroegere radioactieve verontreiniging	beslissing door FANC	✓	✓	beslissing door eigenaar of FANC	✓	3.2.2.4, 11.1.1.2
... in geval van radioactieve verontreiniging na een ongeval	Besmettingen	beslissing door FANC	✓	✓	beslissing door eigenaar of FANC	✓	3.2.2.4, 11.1.1.1



## 4 Het beheer van radioactief afval en zijn financiering

Het beheersysteem voor radioactief afval uitgewerkt door NIRAS (sectie 4.2) past in een wettelijk, reglementair en normatief kader (sectie 4.1). Dat systeem berust voor alle aspecten van de uitvoering 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 onlangs beschreven in een uitvoerig rapport [36].

### 4.1 Wettelijk, reglementair en normatief 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 van Europese richtlijnen (sectie 4.1.1);
- de verplichtingen van het Belgische wettelijk en reglementair kader (sectie 4.1.2);
- principes en normen aanbevolen op internationaal niveau (sectie 4.1.3).

#### 4.1.1 Internationale conventies en verdragen en Europese richtlijnen

Wat volgt zijn de door België ondertekende internationale conventies en verdragen die relevant zijn voor het beheer van radioactief afval:

- 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, 1968);

- conventie over de preventie van zeevervuiling als gevolg van de storting van afval (bekend als Conventie van London, 1972) en het geassocieerde protocol (1996);
- conventie over de evaluatie van de impact op het milieu in een grensoverschrijdende context (bekend als Espoo-verdrag, 1991);
- conventie voor de bescherming van het zeemilieu in het noordoosten van de 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) [37];
- verdrag betreffende de toegang tot informatie, inspraak bij besluitvorming en toegang tot de rechter inzake milieuaangelegenheden (bekend als Aarhus-verdrag, 1998).

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

- richtlijn 85/337/EEG van de Raad van 27 juni 1985 betreffende de milieueffectbeoordeling van bepaalde openbare en particuliere projecten [38];
- 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 [34];
- 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 [39];
- richtlijn 98/83/EG van de Raad van 3 november 1998 betreffende de kwaliteit van voor menselijke consumptie bestemd water [40];
- 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 [5];
- 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 [41];
- 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 [42].

#### **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 beschrijft (sectie 2.1), zijn de volgende:

- voor de nucleaire aspecten (federaal niveau):
  - ▶ koninklijk besluit van 20 juli 2001 houdende algemeen reglement op de bescherming tegen de ioniserende stralingen [27];



- ▶ wet van 2 augustus 2002 houdende instemming met het Gezamenlijk Verdrag [26]. Deze wet bekrachtigt het Belgisch engagement om de normen en aanbevelingen van het *International Atomic Energy Agency* (IAEA, Internationaal Agentschap voor Atoomenergie) wat betreft het beheer van radioactief afval na te leven;
- ▶ koninklijk besluit van 18 november 2002 houdende regeling van de erkenning van uitrustingen bestemd voor de opslag, verwerking en conditionering van radioactief afval [43];
- voor sommige milieu- en publieksparticipatieaspecten (restbevoegdheden op federaal niveau):
  - ▶ wet van 17 december 2002 houdende instemming met het Aarhus-verdrag [44];
  - ▶ 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 [8], 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 [45], 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 niveau

De principes inzake het beheer van radioactief afval en aanbevolen op internationaal niveau zijn vooreerst de negen principes van radioactief afvalbeheer van het IAEA [46], de tien fundamentele veiligheidsprincipes van het IAEA [47] en de drie basisprincipes van stralingsbescherming van de *International Commission on Radiological Protection* (ICRP, Internationale Commissie voor Stralingsbescherming) [23] (Kader 5, Kader 6 en Kader 7). Deze principes overlappen elkaar gedeeltelijk. Ze worden uitgewerkt binnen een hiërarchisch systeem van internationale normen en aanbevelingen op het niveau van het IAEA (*safety fundamentals, safety requirements, safety guides, ...*) (onder meer [48, 49, 50]) en in een reeks aanbevelingen van de ICRP (onder meer [51, 23, 52, 53]). De strategie van concentratie en insluiting van radioactief afval, waarbij het geïsoleerd wordt van de biosfeer, is de algemeen aanvaarde strategie voor het beheer ervan [46, 49].

Bij de principes inzake het beheer van radioactief afval komen nog de ethische principes van billijkheid binnen eenzelfde generatie en tussen generaties (intra- en inter-generationale billijkheid), die we terugvinden in principe 4 en 5 van het beheer van radioactief afval en in het zevende fundamentele veiligheidsprincipe, het voorzorgsprincipe (Kader 2 in hoofdstuk 1) en de principes van financieel bestuur, inclusief het principe van 'de vervuiler betaalt'.

### **Kader 5 – Principes van radioactief afvalbeheer van het IAEA [46]**

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 [37], dat België ratificeerde in 2002 [26]. [officieuze 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 voorbij de nationale grenzen.
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 6 – Fundamentele veiligheidsprincipes van het IAEA [47]**

De tien fundamentele veiligheidsprincipes zijn van toepassing op alle omstandigheden en handelingen die stralingsrisico's inhouden, en die dus betrekking hebben op een breder domein dan het beheer van radioactief afval. [officieuze 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 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 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 7 – Basisprincipes van stralingsbescherming van de ICRP [23]**

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. [officieuze 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 Commissie niet overschrijden.

## **4.2 Beschrijving van het beheersysteem**

Sinds het begin van de jaren tachtig ontwikkelde en implementeerde NIRAS geleidelijk aan een beheersysteem dat de mens en het milieu moet beschermen tegen de risico's van het radioactieve afval dat de instelling overneemt (Figuur 6). Dit systeem omvat momenteel twee grote groepen van operationele activiteiten, die gecentraliseerd zijn in Mol-Dessel: de activiteiten voor een beheer op korte termijn, met inbegrip van de acceptatieactiviteiten (sectie 4.2.1), en de activiteiten voor een beheer op middellange termijn (sectie 4.2.2). Bovendien coördineert NIRAS verschillende activiteiten om het langetermijnbeheer van afval te verzekeren (sectie 4.2.3).



#### 4.2.1 Beheer op korte termijn, inclusief acceptatie

De activiteiten voor het beheer op korte termijn, ook wel activiteiten van courant beheer genoemd, worden goed beheerst. Ze bestaan uit drie delen: de *beheeractiviteiten aan de bron*, die tot de bevoegdheid van de producenten van radioactief afval behoren, de *verwerkings- en conditioneringsactiviteiten*, en de activiteiten in verband met de *acceptatie* van niet-geconditioneerd en geconditioneerd afval door NIRAS.

##### 4.2.1.1 Beheer aan de bron

De beheeractiviteiten aan de bron van radioactief afval beginnen met het voorkomen dat radioactief afval wordt geproduceerd 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, de ontsmettingstechnieken te verbeteren en gebruik te maken van de vrijgavemogelijkheden. Producenten van radioactief afval moeten bovendien hun afval sorteren volgens de richtlijnen van NIRAS, zorgen dat het beantwoordt aan de acceptatiecriteria en hun 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 gevolg van mechanische, chemische en fysische verrichtingen met het oog op de omvorming van het radioactieve afval in colli die beantwoorden aan de operationele vereisten inzake behandeling, transport, opslag en berging. De verwerking van het afval heeft vooreerst tot doel de radioactiviteit zoveel mogelijk te concentreren om het volume aan stoffen dat als radioactief afval moet worden beschouwd, te verminderen (Figuur 7 en Figuur 8). Vervolgens heeft de verwerking eveneens tot doel deze radioactieve stoffen in een fysieke en chemische toestand te brengen waarin ze geconditioneerd kunnen worden. De conditionering van het verwerkte afval geschiedt gewoonlijk door het immobiliseren van het afval in een glas-, cement- of bitumenmatrix die in een cilindervormige metalen verpakking wordt gegoten (Figuur 7 en Figuur 8). Hierdoor wordt een vast, compact, chemisch stabiel en niet-verspreidbaar materiaal verkregen. De radioactiviteit wordt ingesloten in de massa van dit materiaal.

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 over 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 7** – Verwerking van afval door compactie (links) en doorsnede van een container met afvalslijven afkomstig van de compactie, omhuld met cement (rechts). (bron: Belgoprocess)



**Figuur 8** – 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)

Het verwerkte en geconditioneerde radioactieve afval is *ultiem* radioactief afval, dit wil zeggen radioactief afval waarvan het niet redelijkerwijs denkbaar is (zowel op technisch, stralingsbeschermings- als financieel vlak) dat het op een dag het voorwerp zal zijn van een verdere verwerking, door het verwijderen van het valoriseerbare gedeelte of het beperken van hun verontreinigend of gevaarlijk karakter. Zo kan al het afval van categorie B en het afval afkomstig van de opwerking (B&C) beschouwd worden als *ultiem* afval. Het statuut van de bestraalde splijtstoffen (hulpbron of afval) is daarentegen nog niet vastgesteld (sectie 10.2.1).

#### 4.2.1.3 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 stappen van het beheer ervan, zoals het vervoer, de verwerking en de conditionering (voor niet-geconditioneerd afval), de opslag en, ten slotte, de oplossing die voorzien wordt voor het langetermijnbeheer van dit afval. De referentie van NIRAS in geval van B&C-afval voor deze laatste stap is de geologische berging in weinig verharde klei (hoofdstuk 8).

De verenigbaarheid van het afval met de eisen die gesteld worden door de latere stappen 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*.

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 modaliteiten van eigendomsoverdracht voor 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 in februari 1999 werden goedgekeurd door de bevoegde overheid. Zodra de oplossing voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval bekend is, zullen de acceptatiecriteria desgevallend worden aangepast om rekening te houden met de specifieke eisen van deze oplossing.
- De *erkenning*, door NIRAS, overeenkomstig de bepalingen van het koninklijk besluit van 18 november 2002 [43], 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 overname van het afval door NIRAS acceptatie 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 gelijktijdige 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 ervan door Belgoprocess. Het afval dat reeds opgeslagen was bij Belgoprocess vóór het in voege treden van het acceptatiesysteem begin 1999 is eveneens onderworpen aan dit proces van formele acceptatie.

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. Dit afval is het afval afkomstig van de opwerking in La Hague van commerciële splijtstoffen van Synatom (Kader 8) en het afval afkomstig van de opwerking in La Hague en 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, die in niet-geconditioneerde vorm worden teruggestuurd naar België, dient vergezeld te zijn van gedetailleerde karakteriseringsdossiers die beantwoorden aan de eisen van NIRAS.

### **Kader 8 – 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 worden bevestigd na het in voege treden van deze laatste <sup>1</sup>.

Alvorens het verglazingsprocedé op grote schaal toe te passen in La Hague, heeft COGEMA het *Commissariat à l'Energie atomique* (CEA, 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 werden *gekwalificeerd* door NIRAS, evenals de methodes voor het bepalen van de gedocumenteerde radiologische en fysico-chemische kenmerken van de containers met verglaasd afval en de overeenstemmende meetinstallaties. Deze erkenning 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 overeenstemming 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*).



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

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

<sup>1</sup> 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.

#### 4.2.2 Beheer op middellange termijn

De activiteiten inzake het beheer op middellange termijn worden goed beheerst. Deze activiteiten zijn de tijdelijke opslag van geconditioneerd afval in aangepaste gebouwen bij Belgoprocess en hun opvolging in de tijd, in afwachting van een veilige oplossing voor hun langetermijnbeheer. 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 en of ze verenigbaar blijven met hun referentie-eindbestemming, namelijk, voor B&C-afval, geologische berging in weinig verharde klei. 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 vanop afstand te behandelen (Figuur 9).

De opslaggebouwen voor B&C-afval zijn zo ontworpen dat ze een levensduur van ongeveer 75 jaar hebben. Mits regelmatig onderhoud en de *ad-hocvervang*ing van bepaalde uitrustingen kan deze levensduur tot 100 jaar verlengd worden, voor zover de bepalingen van de vergunningen het toelaten. Deze duur van 75 jaar komt overeen met de geschatte duur tussen het opslaan van het afval in een opslaggebouw en het moment waarop het afval in het gebouw getransfereerd kan worden naar een installatie voor langetermijnbeheer.

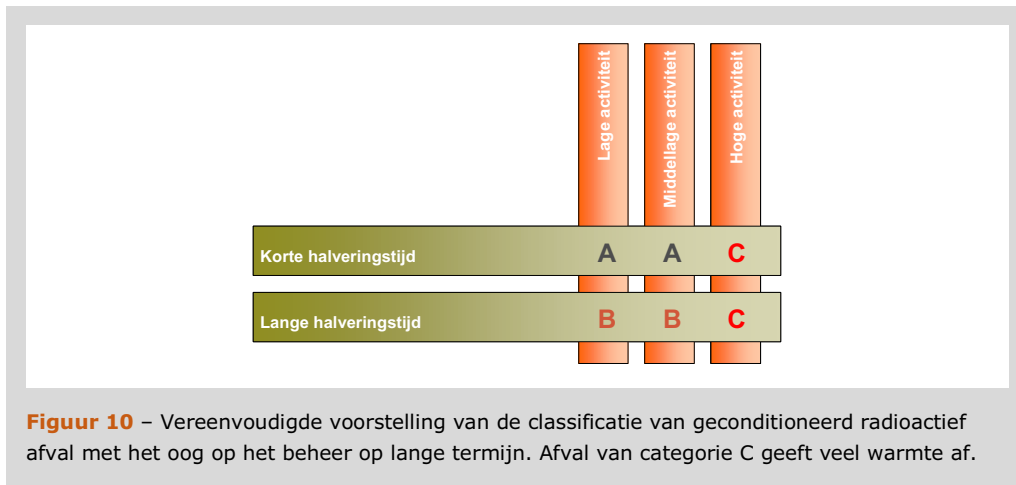


**Figuur 9** – Buiten- en binnenaanzicht van gebouw 136 bij Belgoprocess, bestemd voor de opslag van hoog- en middelactief afval. Dit opslaggebouw is ontworpen om te weerstaan aan extreme externe omstandigheden, zoals aardbevingen, ontploffingen of het neerstorten van militaire vliegtuigen. De containers, die er vanop 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.

#### 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 10) [54]. 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 en een indicator zijn van het stralingsgevaar van het afval en van de duur van het risico dat ze vormen. Ze werd echter 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 afval van lage en middellage activiteit en 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 laag- en middelactief geconditioneerd afval dat dusdanig veel langlevende radionucliden bevat dat het meerdere 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 hoogactief geconditioneerd afval met grote hoeveelheden langlevende radionucliden dat, zoals het afval van categorie B, meerdere 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 zo hoog 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. Maar op institutioneel niveau werd reeds een oplossing gekozen voor categorie A-afval.

- *Categorie A-afval* De ministerraad opteerde op 23 juni 2006 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. NIRAS is van plan met de bouw van de bergingsinstallatie te starten in 2013 (Kader 9).
- *Categorie B&C-afval* Afval van categorie B en afval van categorie C worden voor hun langetermijnbeheer samen behandeld, omdat hun risico in de tijd vergelijkbaar is, namelijk meerdere tienduizenden tot honderdduizenden jaren. 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 uitgevoerd.

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 op Belgisch grondgebied in een weinig verharde kleiformatie. 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 overigens vanaf 1976 herhaaldelijk bevestigd door verschillende commissies die door regeringsinstanties belast waren met de taak zich uit te spreken over de aan de gang zijnde studies inzake het langetermijnbeheer van het B&C-afval of over kwesties met betrekking tot het energiebeleid in België. Deze *impliciete* bevestigingen werden echter tot op heden nog niet *formeel* bevestigd op institutioneel 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, die een feitelijk moratorium voor de opwerking van splijtstoffen oplegt [33], de regering ook "*voorrang te verlenen aan onderzoek en ontwikkeling, ook in internationaal verband, met het doel op termijn de directe berging van bestraalde*

*splijstof te kunnen uitvoeren, zonder afbreuk te doen aan het huidige onderzoeksprogramma inzake de berging van opwerkingsafval in diepe geologische lagen*". NIRAS wordt dus verplicht om de studie van de geologische berging van opwerkingsafval en die van niet-opgewerkte bestraalde splijstoffen op voet van gelijkheid te behandelen.

In de praktijk vertrouwt NIRAS de RD&D-activiteiten inzake langetermijnbeheer toe aan wetenschappelijke partners (universiteiten, onderzoekscentra, enz.), aan studiebureaus en aan industriële partners, zowel in België als in het buitenland. 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 is onder zijn site 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).

Bovendien is NIRAS actief in het kader van verschillende types van internationale samenwerking, zoals multilaterale samenwerking in het kader van het IAEA of het *Nuclear Energy Agency* (NEA, *Nuclear Energy Agency*), 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 de kleiformaties eveneens bestuderen als gastformaties voor de geologische berging van radioactief afval. Door al deze samenwerkingen kunnen er kennis en middelen gedeeld worden. De R&D-activiteiten inzake het beheer van radioactief afval bezitten overigens de specifieke eigenschap dat ze 'open' zijn, dit wil zeggen dat alle informatie die er betrekking op heeft, erg toegankelijk is en niet onderhevig is aan commerciële belangen.

## Kader 9 – Overzicht van de stapsgewijze evolutie van het programma voor het langetermijnbeheer van het afval van categorie A

Het categorie A-dossier evolueert stapsgewijs, volgens een beslissingsschema dat al in 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 elke oplossing voor het langetermijnbeheer van radioactief afval immers een oplossing zijn waarbij er geen *bedoeling* is om het afval te recupereren, met andere woorden een oplossing 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 bepaalde, 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, in het bijzonder vanuit het oogpunt van de veiligheid en het leefmilieu, van de diverse mogelijke opties voor het langetermijnbeheer van het afval van categorie A [10].
- **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 bergingsprojecten <sup>1</sup> ontwikkeld in het kader van vrijwillige partnerschappen tussen NIRAS en de gemeentes Mol en Dessel. De technische projecten, ontwikkeld op basis van voorstellen van NIRAS, passen in ruimere projecten, met een belangrijke maatschappelijke dimensie.
- **Momenteel** bevindt het categorie A-dossier zich in de projectfase. NIRAS voert de detailstudies van het geïntegreerde oppervlaktebergingsproject uit en bereidt het veiligheidsrapport 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).



- **Volgens de huidige planning** [55] zal de bouw van de eigenlijke bergingsinstallatie beginnen in 2013. De bouw van andere installaties die in het kader van het project gepland zijn, start in 2012.

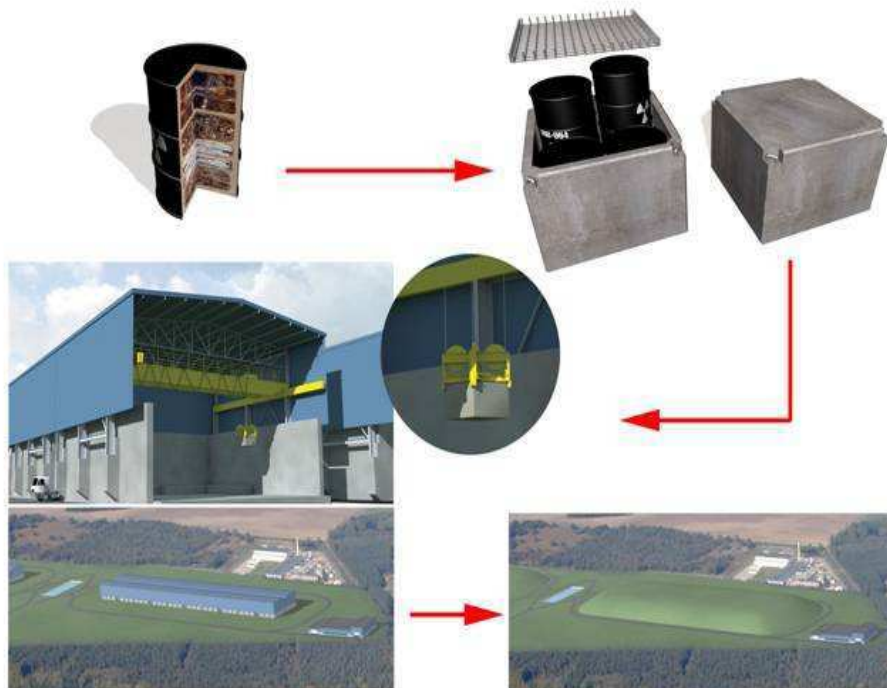
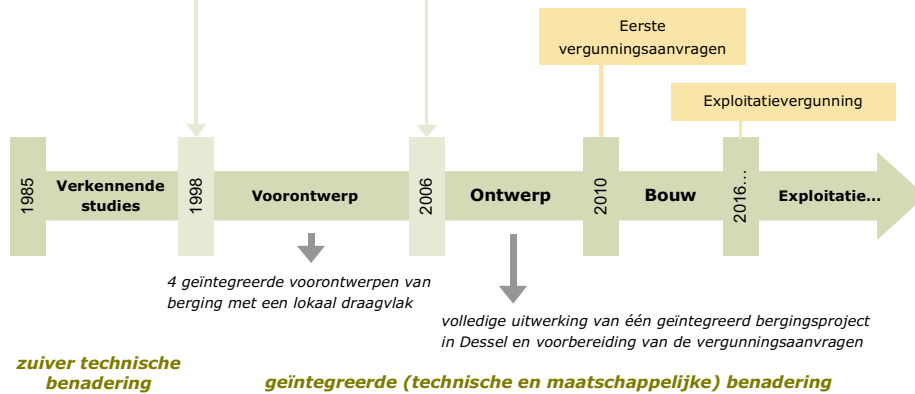
<sup>1</sup> Er werd nog een vijfde geïntegreerd bergingsproject ontwikkeld in het kader van een partnerschap tussen de gemeenten Fleurus en Farciennes en NIRAS, dat uiteindelijk niet voorgesteld is geweest aan de regering, overeenkomstig de beslissing van de gemeenteraad van Fleurus.

**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).** Het afval wordt in betonnen caissons geplaatst die dan 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 exploitatieperiode met een vast stalen dak afgedekt. Na volledige vulling van de modules en na plaatsing van een betonnen afdekplaat erboven, wordt het dak vervangen door een permanente, weinig waterdoorlatende eindafdekking bestaande uit diverse natuurlijke en kunstmatige beschermingslagen. Zo ontstaan er uiteindelijk tumuli.

### 4.3 Inventaris van het geconditioneerde radioactieve afval

Om haar opdracht tot een goed einde te brengen, meer bepaald de R&D-activiteiten zo goed mogelijk te oriënteren, 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 of 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 bij Belgoproces en de *verklaringen* van de producenten over hun totale toekomstige productie van exploitatieafval en ontmantelingsafval. De laatste officiële inventaris van NIRAS dateert van 2003 [56, 57, 58]. Deze inventaris wordt momenteel bijgewerkt.

Het radioactieve afval uit de courante productie en de ontmanteling omvat het afval van de zogenaamde 'nucleaire passiva', met het passief van Belgoproces en van het SCK•CEN als voornaamste nucleaire passiva<sup>10</sup> [36].

De voornaamste 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.

---

<sup>10</sup> Het derde nucleaire passief dat momenteel gekend is, is dat van het IRE. Het wordt anders gedefinieerd en is qua omvang, en dus wat de kosten betreft, veeleer marginaal in vergelijking met het nucleaire passief van Belgoproces en van het SCK•CEN.

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

Belangrijkste nucleaire exploitanten	Belangrijkste installaties en uitrustingen
<b>Activiteiten met betrekking tot de splijstofcyclus</b>	
<i>Productie van splijstoffen</i>	
FBFC International (Dessel)	installaties voor de vervaardiging van UO <sub>2</sub> -brandstofelementen op basis van poeders van verrijkt UO <sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> en PuO <sub>2</sub>
<i>Elektriciteitsproductie (ongeveer 55% van de totale nationale productie)</i>	
Electrabel (Doel en Tihange) (Synatom is eigenaar van de splijstoffen)	7 commerciële centrales (indicatie van de datum van aansluiting op het netwerk en van de geïnstalleerde nettocapaciteit) Doel 1: augustus 1974 (392 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 splijstoffen
<b>Onderzoek</b>	
Studiecentrum voor Kernenergie (SCK•CEN) (Mol)	reactoren BR1, BR2, BR3 (in ontmanteling) en VENUS, onderzoeks- en analyselaboratoria
Instituut voor referentiematerialen en -metingen (IRMM) (Geel) Universiteit Gent (Gent)	1 lineaire versneller, 1 Van De Graaff-versneller, meetlaboratoria 1 reactor (in afwachting van ontmanteling), 1 cyclotron, lineaire versnellers
Vijf andere Belgische universiteiten	8 cyclotrons (waarvan 2 verbonden aan universitaire ziekenhuizen), 2 lineaire versnellers
<b>Productie van radionucliden voor medisch en industrieel gebruik</b>	
Nationaal Instituut voor Radio-elementen (IRE) (Fleurus)	installaties voor de productie van radionucliden
International Brachytherapy (Seneffe)	2 cyclotrons
MDS Nordion (Fleurus)	2 cyclotrons (waarvan 1 buiten bedrijf gesteld)
IBA Radio-Isotopes (Fleurus)	1 cyclotron
<b>Beheer van radioactief afval</b>	
Belgoproces (Dessel)	installaties voor verwerking, conditionering en tijdelijke opslag
Umicore (Olen)	installaties voor tijdelijke opslag UMTRAP en 'Bankloop'
<b>Varia</b>	
<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



#### 4.3.1 Raming 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 het afval waarvan de productie gepland is in het kader van het huidige nucleaire programma. Ze heeft dit gedaan op verzoek van GEMIX (bijlage 7 in [59]), een groep van nationale en internationale deskundigen die, bij koninklijk besluit van 28 november 2008 [60], 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 betreffende de verlenging van de exploitatieduur van de kerncentrales — sectie 10.2.2.)

De raming 2009, die geen officiële inventaris vormt, houdt rekening met de volgende twee institutionele beleidselementen:

- de bepalingen van de wet van 31 januari 2003 houdende de geleidelijke uitstap uit kernenergie [61] die de bouw en inbedrijfstelling van nieuwe commerciële kerncentrales verbiedt en de sluiting van de zeven bestaande commerciële kerncentrales oplegt na hun exploitatie gedurende veertig jaar.

De impact, op het vlak van de productie van radioactief afval, van de beslissing van de ministerraad van 12 oktober 2009 om de exploitatieduur van de drie oudste centrales van het Belgische nucleaire park met tien jaar te verlengen, wordt hieronder afzonderlijk behandeld.

- de resolutie van de Kamer van 22 december 1993 (sectie 4.2.3) [33] 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 te voeren. Het statuut van de bestraalde splijtstoffen (hulpbronnen of afval) is tot op heden echter nog niet vastgesteld (sectie 10.2.1).

Volgens de ramingen 2009 van NIRAS (toestand op 31 december 2008), zullen de volumes afval van de categorieën A, B en C die tegen 2070 moeten worden beheerd, dit wil zeggen van nu tot na de volledige ontmanteling van alle bestaande of geplande nucleaire installaties, oplopen tot de volgende volumes (Tabel 3) (bijlage 7 in [59], [62]).

- 69 900 m<sup>3</sup> 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 m<sup>3</sup> afval van categorie B, naargelang het huidig feitelijk moratorium op 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, van de opwerking van bestraalde splijtstoffen (inclusief in de proefopwerkingsfabriek Eurochemic) en van de ontmanteling van kerncentrales en van de installaties voor onderzoek en voor de vervaardiging van splijtstoffen. Het vertegenwoordigt ongeveer 2% van de totale activiteit van al het afval.
- 600 of 4 500 m<sup>3</sup> afval van categorie C, naargelang het huidig feitelijk moratorium op de opwerking van bestraalde commerciële splijtstoffen wordt opgeheven of

gehandhaafd blijft. Dit afval is verglaasd afval afkomstig van de opwerking van commerciële bestraalde splijtstoffen en bestraalde splijtstoffen van onderzoekstreuroctoren alsook niet-opgewerkte bestraalde 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 het totaal van de bestraalde splijtstoffen geproduceerd in het kader van het nucleaire programma, zoals bepaald door de wet op de uitstap uit de kernenergie, namelijk 40 jaar exploitatie van de zeven Belgische kerncentrales.)

#### Beslissing om de exploitatieduur van drie kerncentrales te verlengen

Ten gevolge van de beslissing van de ministerraad van 12 oktober 2009 om de exploitatieduur van de drie oudste kerncentrales van het Belgische nucleaire park (Doel 1, Doel 2 en Tihange 1) met tien jaar te verlengen, heeft NIRAS, op basis van de berekeningen uitgevoerd voor de groep GEMIX, een eerste evaluatie gemaakt van de impact van deze beslissing op de te beheren hoeveelheden radioactief afval, en dit *louter ter informatie* (Tabel 3) [62]. Het is immers aan Electrabel en Synatom om hun eigen afvalproductievooruitzichten te bezorgen aan NIRAS, zodra de beslissing van de ministerraad omgezet zal zijn in een juridische tekst. Tot dan blijft de wet van 31 januari 2003 van toepassing.

Volgens de voorbereidende berekeningen van NIRAS zal de verlenging met tien jaar van de exploitatieduur van de drie oudste kerncentrales leiden tot een stijging van minder dan 1,5% van de productie van afval van de categorieën A en B en een stijging van ongeveer 8% van de productie van afval van categorie C. Deze bijkomende afvalvolumes werden berekend aan de hand van de evenredigheidsregel (verhouding tussen het totale vermogen van de drie betrokken centrales en het totale vermogen van het huidige nucleaire park). 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 3** – Raming van de hoeveelheden en raming van de activiteit van het afval van categorieën A, B en C dat tegen 2070 moet worden beheerd, met een indicatieve raming van de impact van de beslissing om de exploitatieduur van Doel 1&2 en van Tihange 1 met tien jaar te verlengen [59, 62].

Belangrijkste te beheren types geconditioneerd afval	Raming 2009 (40 jaar exploitatie van de centrales)			indien + 3 × 10 jaar	
	vol. [m <sup>3</sup> ]	act. α [Bq] *	act. βγ [Bq] *	vol. [m <sup>3</sup> ]	
<b>Afval van categorie A (pro memorie)</b>	Totaal	69 900	< 2·10 <sup>12</sup>	< 5·10 <sup>16</sup>	+ 1 000
<b>Afval van de categorieën B&amp;C</b>	<i>indien de opwerking wordt hervat (voor alle splijtstoffen, inclusief MOX)</i>				
Categorie B: Commerciële kerncentrales					
Afval van de courante productie					
<i>Exploitatieafval van Electrabel</i>	260	7,0·10 <sup>10</sup>	3,0·10 <sup>15</sup>	+ 60	
<i>Opwerkingsafval van Synatom</i>	940	2,3·10 <sup>16</sup>	1,2·10 <sup>18</sup>	+ 60	
Afval van de ontmanteling van de reactoren van Electrabel	900	4,7·10 <sup>12</sup>	3,2·10 <sup>17</sup>	–	
Afval van de modernisering van Doel 1 en 2 en van Tihange 1	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	niet geraamd	
Categorie B: Andere					
Afval van de courante productie (inclusief afval van Eurochemic)	7 500	1,0·10 <sup>16</sup>	6,0·10 <sup>17</sup>	–	
Ontmantelingsafval	1 500	< 1·10 <sup>15</sup>	< 1·10 <sup>16</sup>	–	
Totaal	11 100	3,4·10 <sup>16</sup>	2,1·10 <sup>18</sup>	+ 120	
Categorie C: Commerciële kerncentrales en onderzoeksreactoren					
Opwerkingsafval	Totaal	600	6,0·10 <sup>17</sup>	4,1·10 <sup>19</sup>	+50
<b>Afval van de categorieën B&amp;C</b>	<i>indien definitief wordt afgezien van de opwerking</i>				
Categorie B: Commerciële kerncentrales					
Afval van de courante productie					
<i>Exploitatieafval van Electrabel</i>	260	7,0·10 <sup>10</sup>	3,0·10 <sup>15</sup>	+ 60	
<i>Opwerkingsafval van Synatom</i>	270	2,8·10 <sup>15</sup>	1,4·10 <sup>17</sup>	–	
Afval van de ontmanteling van de reactoren van Electrabel	900	4,7·10 <sup>12</sup>	3,2·10 <sup>17</sup>	–	
Afval van de modernisering van Doel 1 en 2 en van Tihange 1	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	niet geraamd	
Categorie B: Andere					
Afval van de courante productie (inclusief afval van Eurochemic)	7 500	1,0·10 <sup>16</sup>	6,0·10 <sup>17</sup>	–	
Ontmantelingsafval	1 500	< 1·10 <sup>15</sup>	< 1·10 <sup>16</sup>	–	
Totaal	10 430	1,4·10 <sup>16</sup>	1,1·10 <sup>18</sup>	+ 60	
Categorie C: Commerciële kerncentrales en onderzoeksreactoren					
Opwerkingsafval	70	3,6·10 <sup>16</sup>	3,6·10 <sup>18</sup>	–	
Bestraalde splijtstoffen van Synatom (UO <sub>2</sub> en MOX)	4 430	2,2·10 <sup>18</sup>	4,0·10 <sup>19</sup>	+ 400	
Totaal	4 500	2,2 10 <sup>18</sup>	4,4·10 <sup>19</sup>	+ 400	

n.v.t.: niet van toepassing

\* : voor het afval van categorie A wordt de activiteit vermeld op eind 2007. Voor het afval van categorie B wordt de activiteit vermeld op het ogenblik van de conditionering (raming, voor het geplande afval). Voor het afval van categorie C wordt de activiteit vermeld 50 jaar nadat het afval de reactor heeft verlaten.

### 4.3.2 Verwante vragen met betrekking tot de raming 2009

Naast de kwestie van het feitelijk moratorium op de opwerking van commerciële bestraalde splijtstoffen en 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 bijkomende 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 nucleaire vergunning die moet worden uitgereikt 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 extractie van afval van de opslaginstallatie UMTRAP van Umicore in Olen en de overdracht van dit afval, na verwerking en conditionering, naar categorie B (sectie 10.2.5).

Op termijn is een antwoord nodig op deze vragen, om het ontwerp (inclusief afmetingen) van de toekomstige installatie voor het langetermijnbeheer te optimaliseren met het oog op haar inbedrijfstelling, en om het vertrouwen en de transparantie tussen de verschillende belanghebbenden te bevorderen. Dit laatste punt is vooral belangrijk om het proces van de keuze van een site voor de uitvoering van de gekozen oplossing later tot een goed einde te kunnen brengen.

## 4.4 Financiering van het beheersysteem

NIRAS werkt tegen kostprijs en laat de producenten dus niet meer of niet minder betalen dan de bedragen die nodig zijn voor een veilig beheer van hun afval: dit is het principe 'de vervuiler betaalt'.

De kostprijs van het beheer van radioactief afval kan worden opgesplitst in drie belangrijke posten naargelang van de financieringswijzen: het beheer op korte termijn, de RD&D-activiteiten en het beheer op middellange en lange termijn.

- De kosten van het *beheer op korte termijn* van het radioactieve afval worden gedekt door de afvalproducenten in het kader van overeenkomsten met vaste looptijd met NIRAS, waardoor constante tarieven kunnen worden gewaarborgd over deze periode. 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 eigen aan 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 tariefbedragen die overeenstemmen met de verwerking en conditionering van hun niet-geconditioneerde afval naarmate NIRAS

het afval accepteert. De normatieve activiteiten van NIRAS (voornamelijk het opstellen van de algemene regels en de acceptatiecriteria alsook de erkenning van de verwerkings- en conditioneringsinstallaties — sectie 4.2.1.3) worden gefinancierd via specifieke contracten met de producenten.

- 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 afvalproductie, in het kader van overeenkomsten met NIRAS.
- De kosten van het *beheer op middellange en lange termijn* van het radioactieve afval moeten de kosten van de technische activiteiten dekken alsook, in geval van een geïntegreerd bergingsproject zoals dat voor het afval van categorie A, de bijkomende kosten om ervoor te zorgen dat het geïntegreerde project in zijn geheel een meerwaarde vormt voor de betrokken lokale bevolkingen. De eerstgenoemde kosten worden gedekt door betalingen van de afvalproducenten in een gecentraliseerd fonds, het *fonds op lange termijn*, dat opgericht werd overeenkomstig artikel 16 van het koninklijk besluit van 30 maart 1981; de andere kosten worden betaald via een ander mechanisme dat momenteel nog wordt uitgewerkt.

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 NIRAS de verantwoordelijkheid voor het beheer van hun afval overneemt, na controle 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 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, waardoor deze laatste in staat is haar vaste kosten te spreiden over deze producenten;
- ▶ de *tarifaire betaling*: elke producent stort een bijdrage in het fonds op lange termijn die overeenstemt met de totale kostprijs (vaste en variabele kosten, inclusief onzekerheidsmarges) 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 het saldo te storten van de aan zijn afval toe te schrijven vaste kosten die nog niet gedekt zijn door tariefbetalingen.

De niet-geconventioneerde kleine producenten genieten een *all-intarief*.

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 werkhypothesen van NIRAS en de door de grote producenten aangekondigde contractuele hoeveelheden zijn *ad hoc* herzienbaar om zo de financiële voorwaarden te kunnen

aanpassen aan de evolutie van de bergingsprojecten en van de economische context.

De belangrijkste economische hypothesen van de lopende overeenkomsten zijn,

- ▶ voor het afval van categorie A, dat dit afval *geborgen zal worden aan de oppervlakte, op één enkele site*. Deze hypothese werd bevestigd door de beslissing van de federale regering van 23 juni 2006;
- ▶ voor het B&C-afval, dat de zeven bestaande kerncentrales veertig jaar zullen worden geëxploiteerd, overeenkomstig de wet van 31 januari 2003 op de geleidelijke uitstap uit de kernenergie, dat alle bestraalde brandstoffen (inclusief de MOX-splijststoffen) zullen worden opgewerkt en dat het afval geborgen zal worden *op één enkele site* zodra dit redelijkerwijs mogelijk is, namelijk vanaf 2046 voor het afval van categorie B en vanaf 2073 voor het afval van categorie C, met andere woorden nadat het afval 60 jaar bovengronds is opgeslagen.

NIRAS heeft het beheer van het fonds op lange termijn toevertrouwd aan een externe financiële instelling, die het fonds beheert onder de verantwoordelijkheid van NIRAS, op basis van de door NIRAS bepaalde beleggingsstrategie, rekening houdend met de bepalingen van het koninklijk besluit van 30 maart 1981 en de opeenvolgende wijzigingen. Het Advies- en Auditcomité van het fonds op lange termijn (vertegenwoordigers van de Belgische Staat en van Synatom en Electrabel) volgt en verifieert het beheer van het fonds op lange termijn.

Het mechanisme van het fonds op lange termijn laat niet toe het hoofd te bieden aan bepaalde bijzondere gevallen, zoals de eventuele insolventie van grote producenten, of een eventuele onderschatting van de kosten voor het langetermijnbeheer van het afval van een producent aan deze laatste door te berekenen, nadat hij zijn *laatste* afval aan NIRAS heeft geleverd en de overeenstemmende tariefbetalingen aan het fonds op lange termijn heeft uitgevoerd. NIRAS ontwikkelt momenteel bijkomende financieringsmechanismen om de bijzondere gevallen van dit type te dekken en te vermijden dat de Belgische Staat zich verplicht zou zien een eventueel tekort in de provisies te compenseren.

De wet van 11 april 2003 "betreffende de voorzieningen aangelegd voor de ontmanteling van de kerncentrales en voor het beheer van splijststoffen bestraald in deze kerncentrales" regelt de modaliteiten voor het aanleggen en beheren van voorzieningen voor de ontmanteling en het beheer van bestraalde splijststoffen door Synatom en voorziet in de oprichting van een Commissie voor nucleaire voorzieningen.

Ter uitvoering van deze wet, is Synatom verantwoordelijk voor het aanleggen van de voorzieningen voor de declassering van de kerncentrales en het beheer van de bestraalde splijststoffen. Synatom dient met name om de drie jaar een rapport op te stellen dat de basiskennmerken van het aanleggen van de voorzieningen beschrijft.

Het *eensluidend* advies van NIRAS is vereist voor de besluiten die de Commissie voor nucleaire voorzieningen neemt betreffende het bestaan en de toereikendheid van de voorzieningen. Voor de uitwerking van dit driejaarlijks advies dient NIRAS

- ▶ de scenario's en strategieën te onderzoeken waarop Synatom zich baseert om de kosten van de declassering van de kerncentrales en het beheer van de bestraalde splijtstoffen te ramen, om zeker te zijn dat ze wel degelijk leiden tot de meest conservatieve ramingen;
- ▶ de toereikendheid te controleren van de aangelegde voorzieningen of de voorzieningen waarvan de aanleg gepland is om de geraamde kosten te dekken.

Overeenkomstig de bepalingen van het koninklijk besluit van 30 maart 1981 en de opeenvolgende wijzigingen, heeft NIRAS eveneens, in 1992, een *insolvabiliteitsfonds* opgericht. Dit fonds 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 het faillissement of de insolvabiliteit van bepaalde financieel verantwoordelijken, die impliciet geïdentificeerd zijn als de financieel verantwoordelijken voor de installaties behalve de nucleaire installaties van klasse I. Het insolvabiliteitsfonds 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 insolvabiliteit 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 11.1.1).

Het insolvabiliteitsfonds wordt beheerd zoals het fonds op lange termijn. Het wordt gestijfd door een reserve van 5% die begrepen is in de kostprijs van de door NIRAS gefactureerde diensten. Deze reserve is al dan niet verschuldigd al naargelang de beschikbare middelen in het insolvabiliteitsfonds al dan niet voldoen aan bepaalde criteria.







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

Het (ontwerp van) 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 (ontwerp van) Afvalplan slaat enkel op het bestaande afval of het afval waarvan de productie gepland is, vooral in het kader van het huidige elektronucleaire programma en de eventuele verlenging ervan. Het gaat dus niet om het langetermijnbeheer van het afval dat zou voortkomen uit de exploitatie van nieuwe reactoren.

### 5.1 Draagwijdte van het (ontwerp van) Afvalplan

Het (ontwerp van) 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 (ontwerp van) Afvalplan is in de eerste plaats gericht op het verkrijgen van een principebeslissing 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 2<sup>e</sup> deel van het (ontwerp van) 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 uitgevoerd 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, namelijk op de sites BP1 (Dessel) en BP2 (Mol) die door Belgoprocess geëxploiteerd worden.

NIRAS heeft een reeks verwante vragen geïdentificeerd met betrekking tot het langetermijnbeheer van het B&C-afval, die ze echter niet alleen kan beantwoorden (hoofdstuk 10). 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. Ze moeten echter in de komende jaren een antwoord krijgen van de betrokken partijen.

- Het (ontwerp van) 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. NIRAS is van plan de bouw van de bergingsinstallatie te starten in 2013 (Kader 9 in sectie 4.2.3 en [55]).
- Het (ontwerp van) Afvalplan stelt geen strategie voor voor het langetermijnbeheer van radioactief afval afkomstig van de vroegere en eventueel toekomstige saneringsoperaties (in het kader van interventies, in de betekenis die eraan gegeven wordt in het algemeen reglement op de bescherming tegen het gevaar van de ioniserende stralingen). Verschillende instanties op federaal (NIRAS, FANC) en regionaal niveau moeten namelijk eerst een gemeenschappelijke visie ontwikkelen over de uit te voeren saneringen en het beheer van het voornamelijk radioactieve afval dat daarbij zal worden voortgebracht. Er zal dan een beheersysteem moeten worden ontwikkeld dat het bestaande gecentraliseerde beheersysteem aanvult. Dit systeem zal 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. Deze punten worden behandeld in hoofdstuk 11.

Als beslissingsinstrument dat bedoeld is ter ondersteuning van het (ontwerp van) Afvalplan en van de principebeslissing die het ten doel heeft, heeft het SEA enkel betrekking op het langetermijnbeheer van het B&C-afval. Volgens de wet van 13 februari 2006 [8] dient NIRAS immers geen SEA op te stellen voor het langetermijnbeheer van het afval van categorie A <sup>11</sup>. (In werkelijkheid heeft NIRAS al in de jaren negentig een vergelijking gemaakt, vanuit het oogpunt van de veiligheid en het leefmilieu, van de mogelijke opties voor het langetermijnbeheer van dit afval [10].) Het is overigens voorbarig nu al na te denken over impactstudies voor het langetermijnbeheer van radioactief afval afkomstig van saneringsoperaties.

---

<sup>11</sup> Artikel 19 van de wet van 13 februari 2006 preciseert dat de verplichting om een SEA op te stellen, van toepassing is op de 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 voor 21 juli 2004 maar werd goedgekeurd op 23 juni 2006, dit is vóór de limietdatum van 21 juli 2006.

**Tabel 4** – Draagwijdte van het (ontwerp van) Afvalplan. Het (ontwerp van) Afvalplan slaat in de eerste plaats op het B&C-afval, waarvoor nog geen institutioneel beleid bestaat met betrekking tot zijn langetermijnbeheer (weergegeven in het kader) en waarvoor dergelijk beleid noodzakelijk is en kan worden bepaald.

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

✓ : ja ; ✗ : nee

<sup>1</sup> : studies van Synatom en NIRAS aan de gang

<sup>2</sup> : NIRAS zorgt voor de opslag van bestraalde splijtstoffen van de onderzoeksreactor BR3 van het SCK•CEN

<sup>3</sup> : geen specifieke RD&D op nationaal niveau met betrekking tot het langetermijnbeheer, maar wel bibliografische opvolging

<sup>4</sup> : geen specifieke RD&D op nationaal niveau 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

<sup>5</sup> : Umicore is gestart met het aanleggen van provisies, waarvan de toereikendheid niet kan worden geëvalueerd zolang er geen duidelijke visie is over het uit te voeren type van oplossing voor het langetermijnbeheer

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

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

- een aantal documenten vanwege de federale overheden, die wijzen op de noodzaak om een beleid voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval uit te stippelen (sectie 5.2.1);
- de vereisten inzake goed beheer van NIRAS, met inbegrip van de bijbehorende argumenten inzake billijkheid (sectie 5.2.2);
- het bestaan van internationale aanbevelingen volgens de welke 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 5.2.3);

- 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 naar toekomstige generaties (sectie 5.2.4).

Het (ontwerp van) Afvalplan toont overigens aan dat alle elementen die nodig zijn om een principebeslissing te nemen, *beschikbaar* zijn. NIRAS heeft de mogelijke opties voor het langetermijnbeheer immers 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* (hoofdstuk 8) — die zij veilig en uitvoerbaar acht en waarvan de impact op mens en milieu — die minimaal is — herhaaldelijk werd geëvalueerd. Deze oplossing steunt op stevige technische en wetenschappelijke bases, waarover ruime consensus bestaat op internationaal vlak. Ze beantwoordt aan de principes van intra- en intergenerationele billijkheid en kan worden gefinancierd. Bovendien is er een aanzet tot besluitvormingsproces voor de ontwikkeling en uitvoering van deze oplossing. NIRAS is, met andere woorden, in staat *een oplossing* voor te stellen *die 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 die door regeringsinstanties belast waren met de taak zich uit te spreken over de aan de gang zijnde studies inzake 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 of twee decennia nodig zullen zijn om de studies over de gekozen beheeroplossing te verfijnen, een site voor de uitvoering 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 zou worden genomen in 2011 en ze de door NIRAS aanbevolen oplossing zou bevestigen, zal het afval van categorie B dus pas ten vroegste vanaf 2040 en het afval van categorie C ten vroegste vanaf 2080 geborgen kunnen worden (sectie 9.5.4).

*Het uitstellen van een principebeslissing over het langetermijnbeheer van het B&C-afval zou daarentegen geen enkel voordeel bieden in termen van goed beheer:*

- de RD&D-activiteiten, die ook na het nemen van de beslissing zullen doorgaan en er in het bijzonder op gericht zijn de resterende technische en wetenschappelijke onzekerheden te verminderen en de verworven kennis te bevestigen, zullen waarschijnlijk geen dusdanig nieuwe elementen opleveren dat ze de genomen principebeslissing opnieuw ter discussie stellen;
- de totale tijd die nodig is voor het ontwikkelen van de oplossing, het kiezen van een site, het aanvragen van de nodige vergunningen en het bouwen van de installaties zou er niet korter door zijn.

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 afval en voor het afval waarvan de productie gepland is (sectie 7.2.2.1).

### 5.2.1 Federale documenten die verwijzen naar de noodzaak van een principebeslissing

Verschillende documenten die rechtstreeks of onrechtstreeks afkomstig zijn van federale overheden, 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 inzake geologische berging in weinig verharde klei in België — zie ook sectie 8.1.1 en [14, 15]) besluit met name tot de noodzaak van een beleid voor het langetermijnbeheer van radioactief afval [6]. Deze audit werd in 2002–2003 uitgevoerd op verzoek van de federale 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." (sectie 2.1, p. 21, officieuze vertaling van NIRAS)*

- 2004: De vraag die NIRAS op 19 november 2004 van haar voogdijoverheid ontvangen heeft om alle mogelijke strategieën inzake het langetermijnbeheer van B&C-afval te evalueren, verwijst naar de noodzaak om een beheeroplossing te kiezen [7].

*"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 [8].
- 2009: De brief die het FANC in 2009 aan zijn voogdij heeft gericht betreffende het verslag van de derde vergadering van de Verdragsluitende partijen bij het Gezamenlijk Verdrag, brengt de voogdij ervan in kennis dat België de principebeslissing die drie jaar eerder al ontbrak, nog altijd niet heeft genomen [63].

*"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 [...]"*  
[officieuze vertaling van NIRAS]

- 2009: Het eindrapport (2009) van de groep GEMIX, die bij koninklijk besluit werd opgericht om een studie uit te voeren over de ideale energiemix voor België [60], dringt aan op de noodzaak van een definitieve oplossing, en dus van een principebeslissing, voor het beheer van B&C-afval [59].

*"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."*

## **5.2.2 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 een optimaal beheer, als goede huisvader, van dit afval mogelijk te maken en omwille van de billijkheid.

### **5.2.2.1 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 zo spoedig mogelijk van deze opdracht te kwijten.

### 5.2.2.2 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 routinewerk 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. Zolang deze hypothese niet is bevestigd, of ontkrachtigd 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 optimaal te bepalen en, in het bijzonder, de radiologische kenmerken vast te stellen waarvan de kennis noodzakelijk is. Indien deze criteria worden gewijzigd, zouden bepaalde kenmerken van de huidige verwerkings- en conditioneringsprocedures 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-geoptimaliseerde acceptatiecriteria ondertussen zal worden voortgezet.

Zolang de bepaling van de acceptatiecriteria niet geoptimaliseerd is, zijn de controles in het kader van de opvolging in de tijd van de opgeslagen afvalcolli ook niet optimaal, omdat ze worden uitgevoerd op basis van niet-geoptimaliseerde 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 in opslagomstandigheden gedurende 75 jaar hun integriteit te bewaren, 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 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 gegooid. Doordat België in 1984 heeft ingestemd met het internationale moratorium op de zeebergingscampagnes, dat in 1983 was ingesteld, en in 1994 het definitieve verbod op zeebergingscampagnes heeft bekrachtigd, zijn de colli sindsdien opgeslagen op de site van Belgoproces.

In 2000 heeft Belgoproces 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 behoudende maatregel in

grotere verpakkingen geplaatst, zodat hun gedrag in de tijd verder kon worden gevolgd in afwachting van de uitvoering 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.

### **5.2.2.3 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 uit te voeren beheeroplossing de oplossing zal zijn die aanbevolen wordt door NIRAS. Zolang deze oplossing niet op institutioneel vlak bevestigd of ontkrachtigd is,

- is NIRAS niet in staat haar RD&D-activiteiten inzake het langetermijnbeheer van het B&C-afval met kennis van zaken te focussen;
- houden de tarieven voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval, die aan de producenten worden aangerekend, een onzekerheid in door het feit dat het type van beheeroplossing dat moet worden uitgevoerd, en het moment waarop dit dient te gebeuren, niet bepaald zijn (zie ook "billijkheid tussen producenten" in sectie 5.2.2.5).

De noodzaak om de eindbestemming van het afval te kennen teneinde de tarieven 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 [64].

*"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."*

Ten slotte zou NIRAS, door het bestaan van een institutioneel beleid voor het langetermijnbeheer van B&C-afval, sterker staan tegenover alle actoren (institutioneel, politiek, commercieel, ...) die bij het beheer van radioactief afval betrokken zijn.

### **5.2.2.4 Verlies van kennis en knowhow vermijden als gevolg van onderbrekingen in de activiteiten**

Rekening houdend met het feit dat de ontwikkeling en de uitvoering van oplossingen voor het langetermijnbeheer van radioactief afval verscheidene decennia in beslag nemen, is de continuïteit van de kennis en de knowhow een factor die wezenlijk, doch



weinig zichtbaar, bijdraagt tot de veiligheid van de ontwikkelde oplossingen en de uitvoering ervan. Deze continuïteit moet dus in stand worden gehouden.

- Een duidelijk perspectief aangaande de oplossing die moet worden uitgevoerd voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval is onontbeerlijk om te vermijden dat de nationale kennis en de expertise inzake RD&D geleidelijk zouden afnemen en dat een steeds grotere kloof zou ontstaan tussen het Belgische programma en de soortgelijke programma's in het buitenland die wel vooruitgaan. België, dat in de jaren zeventig één van de pioniers was in onderzoek en ontwikkeling 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) en sommige zijn in principe nog maar enkele jaren verwijderd van het begin van de industriële exploitatie van de oplossing die ze gekozen hebben.

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.

Een duidelijk voorbeeld van het effect van het gebrek aan toepassingsperspectieven op het behoud van de kennis, is de dalende populariteit van de studie voor mijningenieur als gevolg van de geleidelijke sluiting van de Belgische steenkoolmijnen, waarvan de laatste bijna twintig jaar geleden dichtging.

- 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, 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 uitvoering 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 oppervlakterbergingsinstallatie gepland zijn in de periode 2030–2045, en met de tijd die nodig is tot aan de uitvoering van een oplossing voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval, moet het type van deze oplossing onverwijld worden gekozen.

**Kader 10 – Overzicht van de toestand op 31 december 2009 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)**

- *Landen met een operationele oplossing voor het langetermijnbeheer: USA (1999, geologische berging van langlevend militair afval)*
- *Landen met een institutioneel beleid voor het langetermijnbeheer: Duitsland, Canada, Frankrijk, Japan, Finland, Nederland (heeft beslist dit beleid niet binnen de eerstvolgende 100 jaar uit te voeren), Verenigd Koninkrijk, Zweden, Zwitserland, ... Voor zover NIRAS weet, hebben al deze landen geopteerd voor de geologische berging van hun B- en/of C-afval.*
- *Landen met een afwachtend institutioneel beleid: Spanje*
- *Landen zonder institutioneel beleid voor het langetermijnbeheer: België, Italië, Slowakije, ...*



Schacht van de installatie voor het karakteriseren van de gastformatie in Olkiluoto (Finland), die één van de toegangen zal vormen tot de toekomstige geologische bergingsinstallatie, waarvan de exploitatie gepland is vanaf 2020. (bron: Posiva)



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

### 5.2.2.5 Voldoen aan ethische principes inzake billijkheid

Om de ethische principes inzake intra- en intergenerationele billijkheid onder producenten na te leven, dient zo spoedig 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 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 voor het langetermijnbeheer vervolgens zal worden uitgevoerd. (De keuze van het type van oplossing dat moet worden uitgevoerd,

loopt niet vooruit op die van de site waar de oplossing zal worden uitgevoerd.) 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 het feitelijk moratorium op 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 op korte termijn een eindbestemming voor het B&C-afval te kiezen, om te vermijden dat de volledige verantwoordelijkheid voor het beheer, met inbegrip van de onredelijke technische en financiële lasten, worden overgedragen op de toekomstige generaties.
- Om de *billijkheid onder producenten* na te leven, dienen de producenten niet meer of niet minder te betalen dan de kostprijs van het langetermijnbeheer van *hun* radioactief afval, ter uitvoering van het principe 'de vervuiler betaalt'. Het mechanisme van het fonds op lange termijn (sectie 4.4), dat voorziet in periodieke tariefherzieningen om rekening te houden met de evolutie van de geraamde kosten van het middellange- en langetermijnbeheer, is echter ook zo opgezet dat elke producent maar één keer betaalt voor het afval dat NIRAS accepteert: hij betaalt het tarief dat van toepassing is op het ogenblik waarop zijn afval wordt geaccepteerd.

Als dus, op basis van de huidige overeenkomsten, een producent het einde van zijn afvalleveringsprogramma bereikt, is NIRAS niet langer in staat eventuele verhogingen van de geraamde lasten van het beheer van radioactief afval op hem te verhalen. Aangezien het mechanisme voor het stijven van het fonds op lange termijn, zoals het thans bestaat, een zekere graad van solidariteit onder de producenten organiseert, zullen deze eventuele verhogingen worden verhaald op de andere producenten.

NIRAS onderzoekt momenteel de mogelijkheid om mechanismen in te voeren die de financiële impact van de stopzetting van de activiteiten van een afvalproducent op de andere producenten, maar ook op de ultieme verantwoordelijke voor de dekking van eventuele passiva, namelijk de Belgische Staat, kan minimaliseren.

Hoe sneller de oplossing voor het langetermijnbeheer van het afval gekend en verduidelijkt is, hoe beter NIRAS de lasten met betrekking tot dit project zal kunnen ramen en hoe sneller zij de kostprijs van het beheer van haar radioactieve afval zal kunnen verhalen op elke producent, met inachtneming van de billijkheid onder producenten.

### **5.2.3 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 (Kader 11). Het merendeel van de OESO-landen die een of meer commerciële kerncentrales bezitten, hebben een beleid uitgestippeld voor het langetermijnbeheer van hun B- en/of C-afval (Kader 10). Voor zover NIRAS weet, is dit beleid in alle gevallen gericht op de geologische berging.

Er dient opgemerkt dat de Europese commissie van plan is een wetgevend instrument voor het beheer van radioactief afval en bestraalde splijtstoffen tot stand te brengen, waarbij het idee van de noodzaak van nationale plannen voor het beheer van radioactief afval en bestraalde splijtstoffen wordt overgenomen. Hierover zijn momenteel besprekingen aan de gang.

#### **Kader 11 – Belangrijkste internationale aanbevelingen inzake het uitstippelen van een beleid voor het beheer van radioactief afval**

- Gezamenlijk Verdrag inzake de veiligheid van het beheer van bestraalde splijtstof en inzake de veiligheid van het beheer van radioactief afval [37], 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)

- Syntheseverslag van de derde vergadering van de Verdragsluitende partijen bij het Gezamenlijk Verdrag, 2009 [65]

*"15. Hoewel er aanzienlijke vooruitgang is geboekt sinds de laatste Review Meeting, is er nog werk aan de winkel 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."* [officieuze vertaling van NIRAS]

Brief van 2009 van het FANC aan zijn voorgedij over het verslag van de derde vergadering van de Verdragsluitende partijen bij het Gezamenlijk Verdrag [63]. 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 [...]"* [officieuze vertaling van NIRAS]

- Resolutie van de Raad van de Europese Unie over het beheer van bestraalde splijtstoffen en radioactief afval, goedgekeurd op 16 december 2008 [66]

*" i) elke Lidstaat is verantwoordelijk voor zijn eigen beleid voor het beheer van bestraalde splijtstoffen en radioactiefafval."*

*van bestraalde splijtstoffen en radioactief afval invoert.” [officieuze vertaling van NIRAS]*

- Publicatie *Policies and Strategies for Radioactive Waste Management* van het IAEA, 2009 [67]

*“Elk land dient een zekere vorm van beleid en strategie te hebben voor het beheer van haar 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; en ze vormen de zichtbare uitdrukking van de bekommernis en de intentie van de regering en van de relevante nationale organisaties om te verzekeren dat correcte zorg gedragen wordt voor de bestraalde splijtstoffen en het radioactieve afval.” [officieuze vertaling van NIRAS]*

- 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* van de Europese commissie, 2010 [68]

*“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 bieden aan maatschappelijke 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 moet 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.” [officieuze vertaling van NIRAS]*

De internationale aanbevelingen zijn goede praktijken geworden, zoals blijkt uit het 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 [69].

*“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 dit zo snel als mogelijk zouden moeten bepalen, alsook een adequaat financieringsmechanisme. De mogelijkheid van toekomstige wijzigingen in context (kennis en het begrijpen, wettelijk en regelgevend kader, maatschappij, ...) pleit ten voordele van een beleid voor beheer dat een flexibel besluitvormingsproces mogelijk maakt, vertrekkende van een strategische beslissing, veelal aangeduid met ‘principe-beslissing’, en dat de leidraad vormt voor de noodzakelijke ontwikkelingen volgens een correcte toepassing van het voorzorgsprincipe.” [officieuze vertaling van NIRAS]*

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

Volgens de Eurobarometer van de Europese Commissie van juni 2008 [70] 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 over te laten aan de toekomstige generaties.

Deze wens is eveneens naar voren gekomen tijdens de NIRAS-dialogen en de interdisciplinaire conferentie die NIRAS in het eerste semester van 2009 heeft georganiseerd vóór het opstellen van het Afvalplan en het SEA [11], alsook tijdens het publieksforum dat eind 2009 – begin 2010 is georganiseerd door de Koning Boudewijnstichting [13].

# 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**

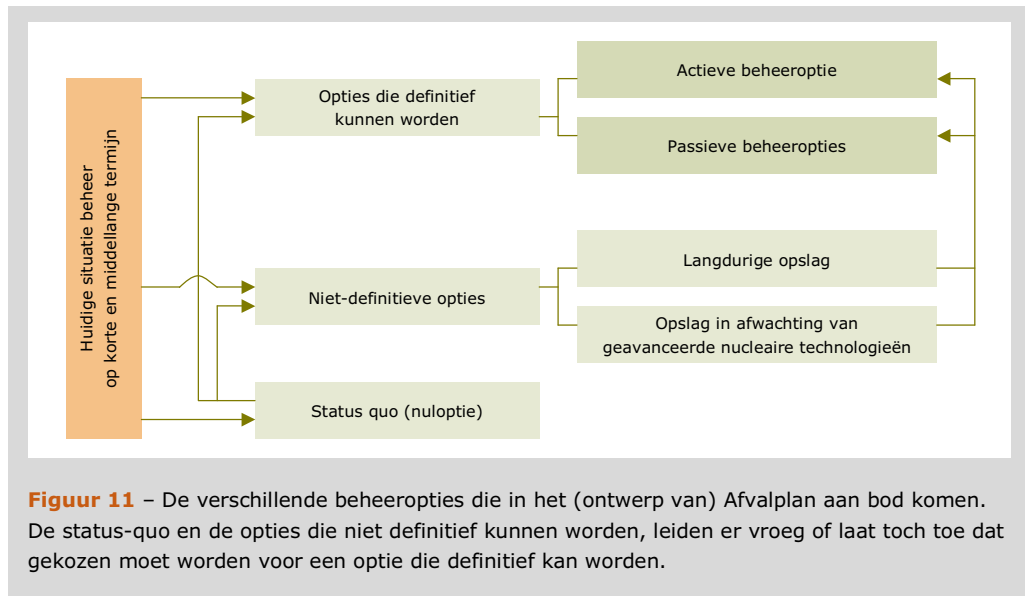
Het (ontwerp van) Afvalplan neemt opties in beschouwing die het in principe mogelijk maken het beheersysteem voor B&C-afval te sluiten, in die zin dat ze definitief kunnen worden (sectie 6.1), alsook opties die niet definitief kunnen worden (sectie 6.2) en de optie van status-quo, ook nuloptie genoemd (sectie 6.3) (Figuur 11). Deze opties worden op algemene wijze behandeld. Met andere woorden, hun definitie en evaluatie (hoofdstuk 7) zijn niet gebonden aan een uitvoeringsite. 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 verworpen, omdat ze in in werkelijkheid 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 het vlak van de veiligheid. Ze worden in het (ontwerp van) Afvalplan enkel pro memorie vermeld (Kader 12 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 in het kader van een reeks werkzaamheden die tot doel hadden eventuele opties voor het langetermijnbeheer van radioactief afval te vergelijken [71, 72, 73, 74] (zie ook SEA, bijlage B).

Met uitzondering van de optie van status-quo, kunnen de verschillende beheeropties in een exclusief nationaal kader of in een multinationaal kader beschouwd worden (zie SEA, bijlage D). Een nationale optie wordt per definitie in België uitgevoerd; een gedeelde optie waarbij verschillende landen zijn betrokken, kan krachtens het principe van wederkerigheid zowel in België uitgevoerd worden als in een land dat het multinationale beheerakkoord ondertekend heeft, dat in dat geval zou moeten worden afgesloten.

**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)



**Figuur 11** – De verschillende beheeropties die in het (ontwerp van) Afvalplan aan bod komen. De status-quo en de opties die niet definitief kunnen worden, leiden er vroeg of laat toch toe dat gekozen moet worden voor een optie die definitief kan worden.

## 6.1 Opties die definitief kunnen worden

Voor het langetermijnbeheer van B&C-afval kunnen verschillende opties die definitief kunnen worden, in beschouwing worden genomen. Ze kunnen in twee groepen worden opgesplitst, naargelang 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, via menselijke acties wordt verzekerd. Opties die berusten op een actieve beheerstrategie maken een nauwgezette opvolging van de veiligheidsituatie mogelijk, want er blijft een directe toegang tot het afval voor de mens. Ze vereisen bovendien toezichtsmaatregelen (bewaking, beperkte toegang tot de site(s), enz.).
- Een *passief beheer* is een beheer waarbij, na sluiting\* van de beheerinstallatie, de bescherming van mens en milieu op termijn wordt verzekerd op een wijze die geen verdere menselijke interventies nodig maakt. Opties die berusten op een passieve beheerstrategie hoeven na sluiting niet *blijvend* te worden gecontroleerd: ze zijn intrinsiek veilig. Dit betekent niet dat ze niet gecontroleerd mogen worden. Een langdurige controle door de volgende generaties is mogelijk indien zij dat wensen.

### 6.1.1 Actieve beheeroptie

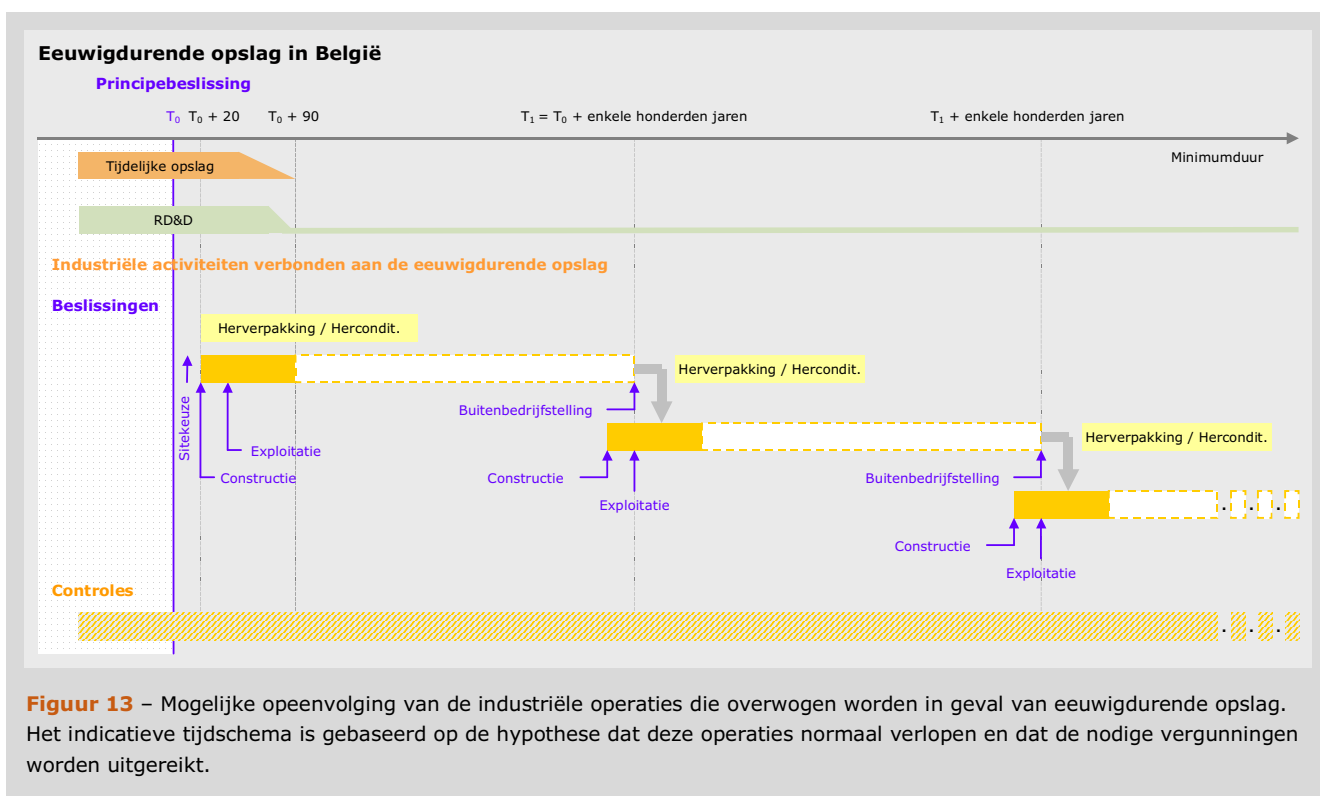
NIRAS heeft één actieve beheeroptie geïdentificeerd die definitief kan worden: de eeuwigdurende opslag.

*Eeuwigdurende opslag* (zie SEA, sectie 7.2.1.1) wordt gezien als de bijna theoretische, gedurende enkele honderdduizenden jaren herhaalde opslag en herverpakking of herconditionering van afval (Figuur 12). De conditioneringsmatrix van het afval en de containers die het afval insluiten, vormen immers de eerste barrières voor het insluiten van de radioactiviteit.



**Figuur 12** – Verschillende types van installaties voor eeuwigdurende opslag (aan de oppervlakte, op enkele meters van de oppervlakte of dieper) (bron: NIREX [73]).

Eeuwigdurende opslag impliceert het ontwerp en de bouw van opslaginstallaties (bovengronds, op enkele meters van de oppervlakte of dieper) die de mens en het milieu 100 tot 300 jaar lang kunnen beschermen, en dit 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 opslaginstallaties regelmatig nieuwe opslaginstallaties gebouwd worden en moet het afval worden herverpakt of geherconditioneerd en overgebracht naar deze nieuwe installaties, waardoor de hoeveelheid op te slaan afval geleidelijk toeneemt (Figuur 13). De site en de opslaginstallaties moeten bovendien worden bewaakt. De bescherming van mens en milieu berust dus permanent op menselijke acties. Uiteraard kan deze reeks herhaalde acties op elk moment worden onderbroken ten gunste van een andere beheeroptie.

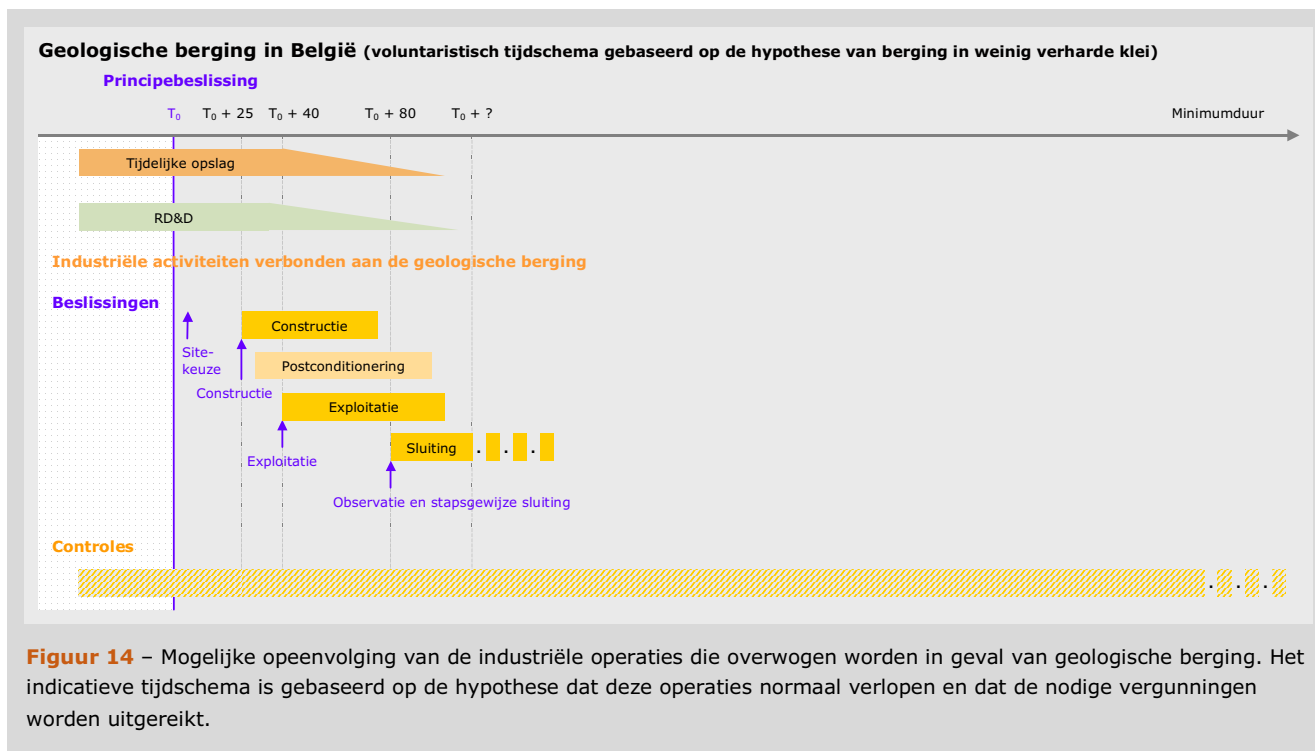


**Figuur 13** – Mogelijke opeenvolging van de industriële operaties die overwogen worden in geval van eeuwigdurende opslag. Het indicatieve tijdschema is gebaseerd op de hypothese dat deze operaties normaal verlopen en dat de nodige vergunningen worden uitgereikt.

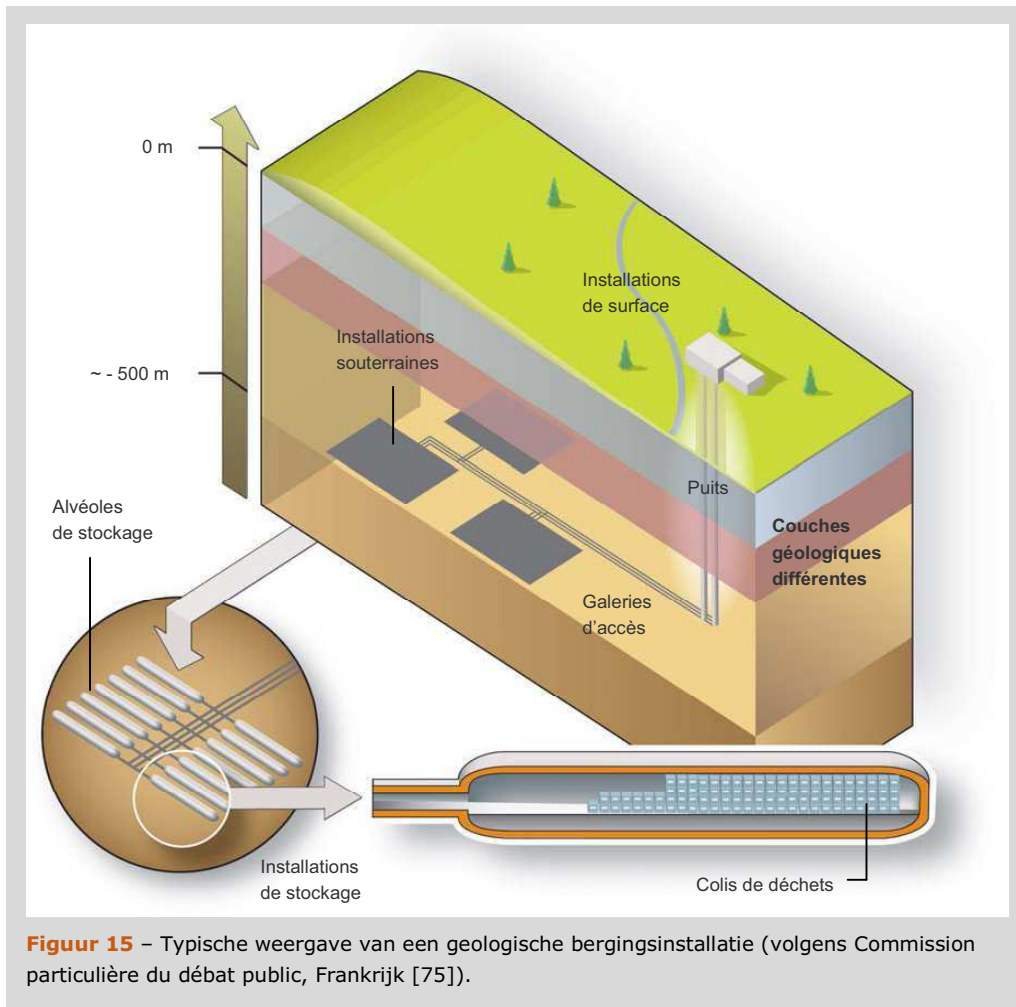
## 6.1.2 Passieve beheeropties

NIRAS heeft twee passieve beheeropties geïdentificeerd die definitief kunnen worden en die redelijkerwijs overwogen kunnen worden: de geologische berging en de berging in diepe boorgaten. Andere passieve beheeropties die definitief kunnen worden en die in het verleden min of meer sterk in overweging werden genomen op internationaal vlak, moeten meteen worden verworpen (Kader 12).

De *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 15). Zodra al het afval is geborgen, kan de bergingsinstallatie worden gesloten. 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 hangt af van de aard van deze laatste. Als het de natuurlijke barrière is die de belangrijkste rol vervult, neemt zij de rol van de kunstmatige barrières over naarmate deze zwakker worden. Ze houdt de radionucliden die uit het afval vrijkomen in grote mate vast en vertraagt op die manier hun migratie naar de oppervlakte. De gastformatie, die dan een belangrijke rol vervult in de veiligheid van de geologische berging, moet bijgevolg voldoende stabiel en ondoorlatend zijn, en moet de radionucliden kunnen vasthouden. Ze moet ook vrij zijn en blijven van transportwegen naar de oppervlakte, zoals bijvoorbeeld barsten, inclusief op lange termijn. Een geologische bergingsinstallatie kan verder gecontroleerd worden na sluiting (Figuur 14). Het is overigens a priori de bedoeling dat een geologische bergingsinstallatie zo lang mogelijk wordt gecontroleerd.

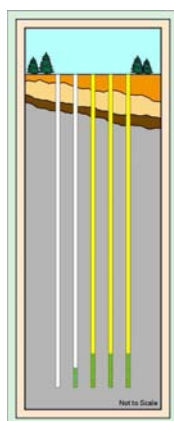


**Figuur 14** – Mogelijke opeenvolging van de industriële operaties die overwogen worden in geval van geologische berging. Het indicatieve tijdschema is gebaseerd op de hypothese dat deze operaties normaal verlopen en dat de nodige vergunningen worden uitgereikt.



**Figuur 15** – Typische weergave van een geologische bergingsinstallatie (volgens Commission particulière du débat public, Frankrijk [75]).

Bij *berging in diepe boorgaten* (zie SEA, sectie 7.2.1.2) worden 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 1 km) op elkaar gestapeld, waarbij ze door zogenaamde stoppen van elkaar worden gescheiden (Figuur 16). Wanneer de containers vervormen als gevolg van de druk van de geologische gastformatie, wordt 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, en 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.



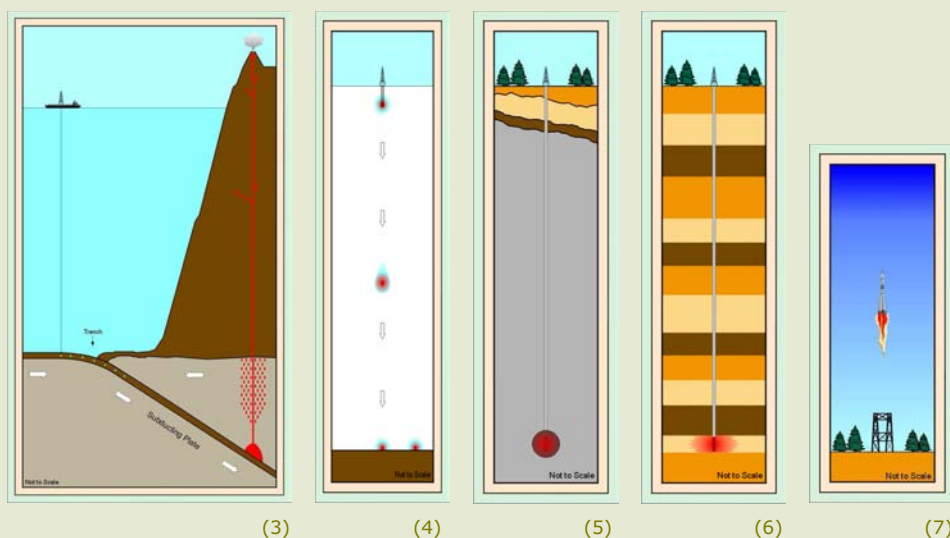
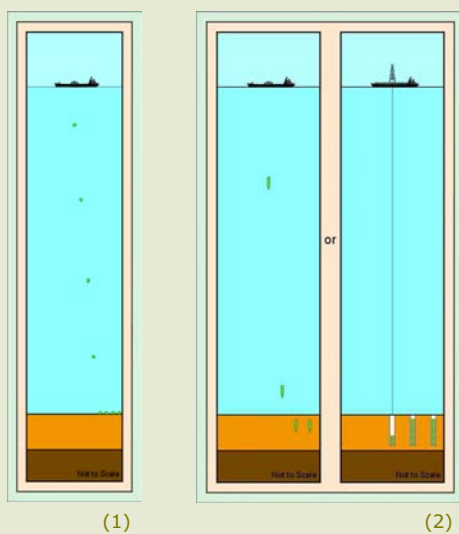
**Figuur 16** – Typische weergave van diepe boorgaten (meer dan een kilometer diep) (bron: NIREX [73]).

### **Kader 12 – Passieve beheeropties die beschreven worden in het SEA maar verworpen werden**

Verschillende passieve beheeropties die kort beschreven zijn in het SEA maar 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 en/of met het wettelijk en reglementair Belgisch kader en/of bieden onvoldoende garanties op het vlak van de veiligheid. Er bestaat ruime eensgezindheid over het feit dat ze ongeschikt zijn als opties voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval.

- Bij *oppervlakteberging* worden de containers met radioactief afval in een speciaal daartoe ontworpen installatie geplaatst die aan de oppervlakte of op enkele meters van 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.

- Bij *berging door fusie van de gastformatie* (5) — 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.
- Bij *berging via directe injectie* (6) — enkel te overwegen voor radioactief afval in vloeibare vorm — wordt het afval in een diepe gastformatie geïnjecteerd.
- *Berging in de ruimte* (7) impliceert dat geconditioneerd radioactief afval naar de ruimte wordt gestuurd, bijvoorbeeld met een raket, zodat het in een baan rond de aarde terechtkomt of het zwaartekrachtveld van de aarde zelfs verlaat.



Bron: NIREX [73].

## 6.2 Opties die niet definitief kunnen worden

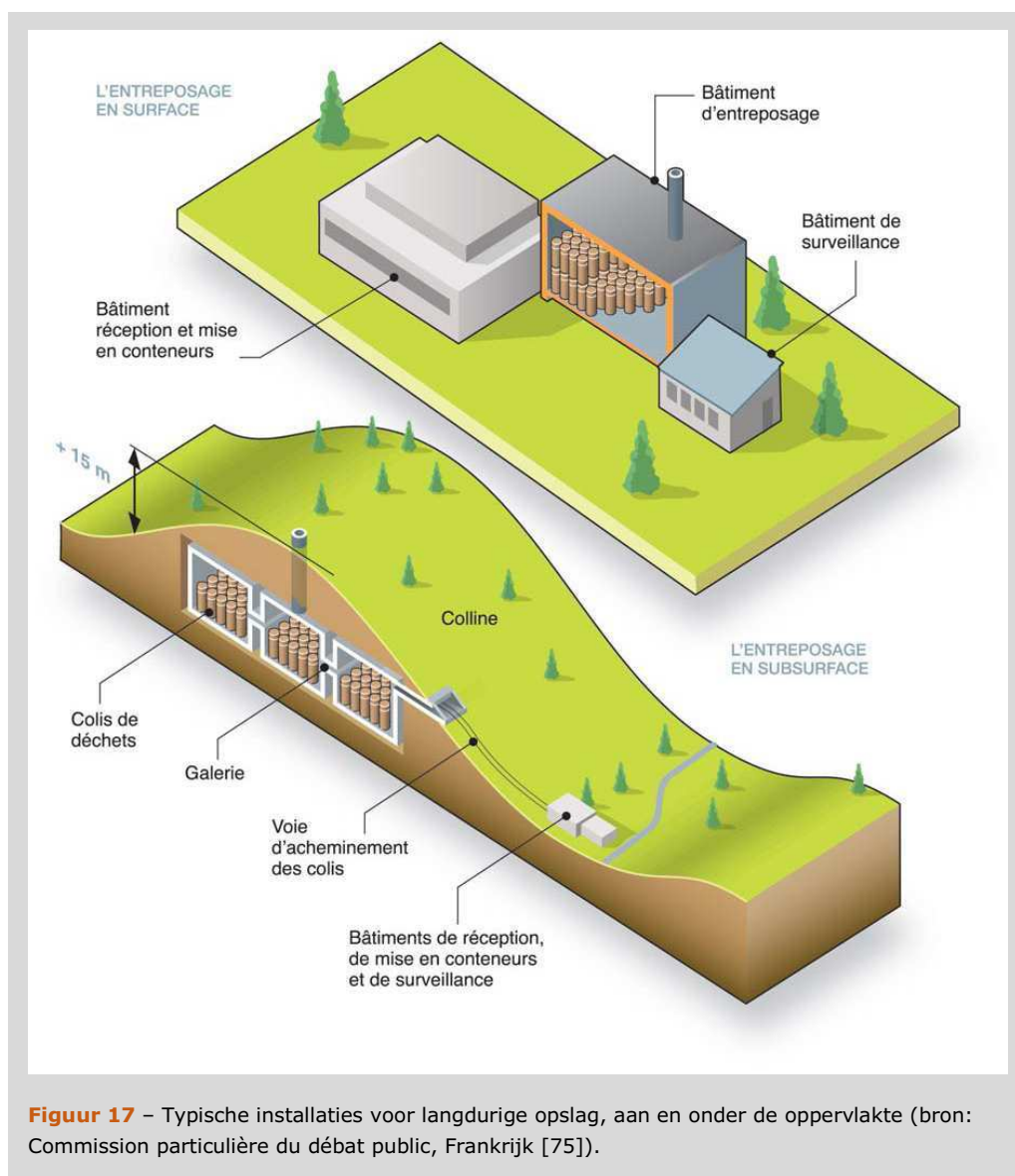
Voor het langetermijnbeheer van B&C-afval heeft NIRAS twee opties geïdentificeerd die niet definitief kunnen worden. Deze opties zullen vroeg of laat leiden tot de noodzaak een optie te kiezen die definitief kan worden:

- 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, met de bedoeling dat de toekomstige generaties op het einde van deze opslag beslissen hoe ze dit afval verder zullen beheren. Langdurige opslag impliceert het ontwerp en de bouw van opslaginstallaties (bovengronds, op enkele meters van de oppervlakte of dieper) die de mens en het milieu tijdens deze periode kunnen beschermen, en dit middels regelmatige controles en onderhoud en regelmatige verificaties van de integriteit van de opgeslagen afvalcontainers. Indien nodig wordt het afval herverpakt of geherconditioneerd (Figuur 17). De conditioneringsmatrix van het afval en de containers die het afval insluiten, vormen immers de eerste barrières voor het insluiten van de radioactiviteit. De site en de installaties moeten bovendien worden bewaakt. Gedurende deze hele periode berust de bescherming van mens en milieu dus op menselijke acties. Langdurige opslag is bijgevolg, in termen van de vereiste installaties, gelijk aan de eerste stap naar eeuwigdurende opslag.

*De opslag in afwachting van de ontwikkeling en het gebruik 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 met verscheidene tientallen jaren wordt verlengd en/of dat nieuwe specifieke installaties worden gebouwd. De geavanceerde technologieën die momenteel worden onderzocht en ontwikkeld, moeten het op termijn mogelijk maken om meer splijtstoffen in de bestraalde splijtstoffen te recyclen en te valoriseren dan bij conventionele opwerking, zodat het resulterende radioactieve afval minder gevaarlijk wordt. 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.



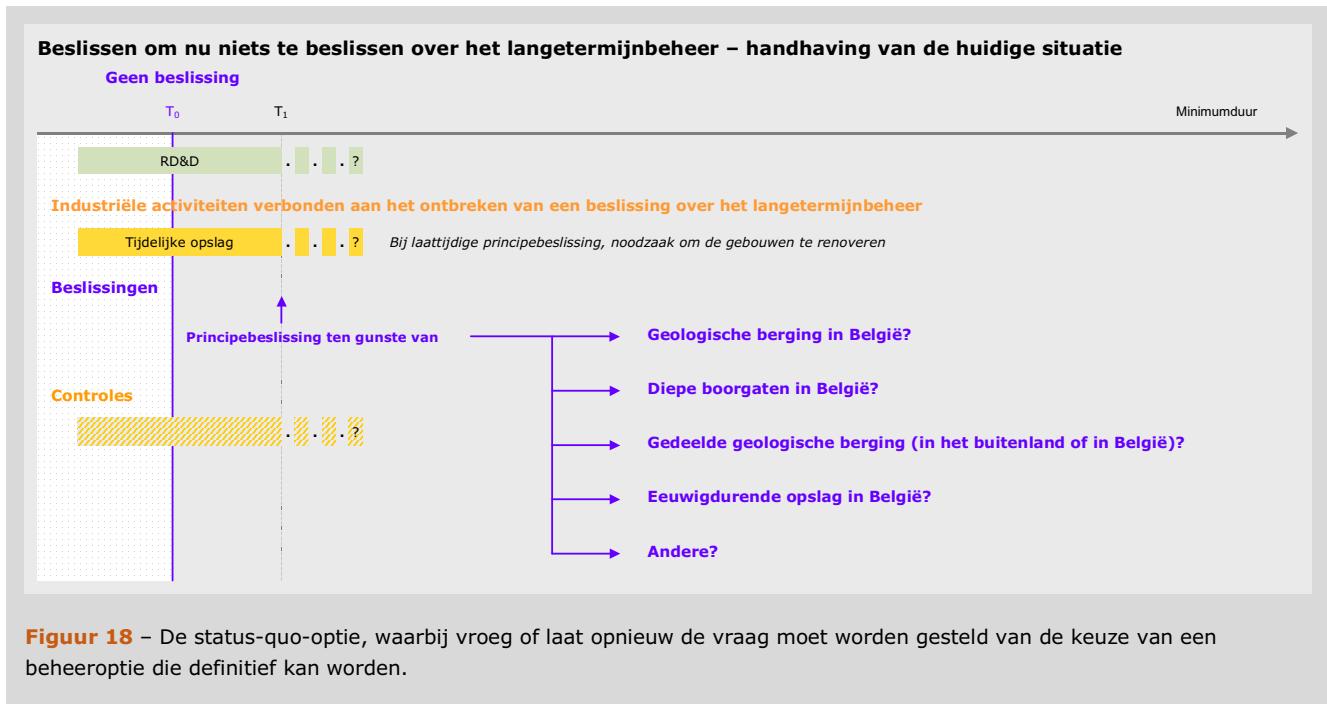


**Figuur 17** – Typische installaties voor langdurige opslag, aan en onder de oppervlakte (bron: Commission particulière du débat public, Frankrijk [75]).

### 6.3 Status-quo-optie (of nuloptie)

De optie van de *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 over dit laatste naar een onbepaalde datum wordt verschoven. De huidige situatie van tijdelijke opslag wordt dus in feite verlengd (Figuur 18). 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, controles, regelmatig onderhoud van de opslaginstallaties en toezicht. Een dergelijke verlenging is enkel mogelijk voor een beperkte duur die afhangt van de staat van de huidige opslaggebouwen, hun opvulritme 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.





## 7 Evaluatie en vergelijking van de opties

De strategische evaluatie, in het kader van het SEA, van de beheeropties die in het (ontwerp van) 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 een weinig verharde kleiformatie. 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 of waarvan de productie gepland is, vooral in het kader van het *huidige* elektronucleaire programma en zijn eventuele verlenging. 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 [8] en zoals in 2004 gevraagd door de voogdij van NIRAS [7], 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 alternatieven die redelijkerwijs niet in aanmerking konden worden genomen, inclusief de belangrijkste redenen waarom ze verworpen werden (zie SEA, sectie 7.1).

*"In dit rapport 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 het industriële gebruik van geavanceerde nucleaire technologieën;
- de optie van de status-quo.

Al deze opties, met uitzondering van de status-quo, kunnen in een exclusief nationaal of in een multinationaal kader worden beschouwd.

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 oplossing (zie ook Kader 2 in hoofdstuk 1):

- 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 in het bijzonder 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' en naar de economische impact;
- de *maatschappelijke en ethische* dimensie, die in het bijzonder verwijst naar de principes van intra- en intergenerationele billijkheid en naar het maatschappelijke draagvlak.

Aangezien het Afvalplan een strategische beslissing beoogt, buiten elke overweging inzake sitekeuze, was de evaluatie van de beschouwde opties voornamelijk kwalitatief, op basis van het oordeel van experts alsook, in de mate van het mogelijke, op vergelijkbare studies uitgevoerd in het buitenland en de daaruit resulterende beslissingen, en op 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<sup>12</sup>. Omdat de sitekeuze niet aan de orde is, werden de grensoverschrijdende milieueffecten niet geëvalueerd, maar zijn het ontwerp van Afvalplan en het SEA het voorwerp geweest van een proactieve mededeling aan de landen van de Europese Unie. Het Afvalplan zal verslag uitbrengen over de ontvangen reacties (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

---

<sup>12</sup> In latere fases zullen meer gedetailleerde analyses van de milieueffecten worden gemaakt, wanneer een beheeroptie zal zijn gekozen en de mogelijke vestigingsplaatsen en eventuele varianten van de gekozen optie vergeleken moeten worden.

(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 echter aangevuld met een onderzoek van bijkomende criteria, zodat de vier dimensies van een duurzame oplossing effectief aan bod komen. Op lange termijn daarentegen heeft het, vooral rekening houdend met de onzekerheden omtrent de maatschappelijke evolutie en de evolutie van de biosfeer, weinig zin milieueffecten op dezelfde wijze te evalueren. Voor de lange termijn werd voornamelijk de radiologische impact op mens en leefmilieu beoordeeld, alsook de aspecten van intergenerationele billijkheid. De lange termijn werd echter onderverdeeld in subfasen wanneer dat gerechtvaardigd was, met name bij de evaluatie van de geologische berging, om rekening te houden met de thermische impact van het (warmteafgevend) afval van categorie C op de watervoerende lagen en de geologische formatie.

In het SEA werden in het bijzonder de volgende aspecten bestudeerd:

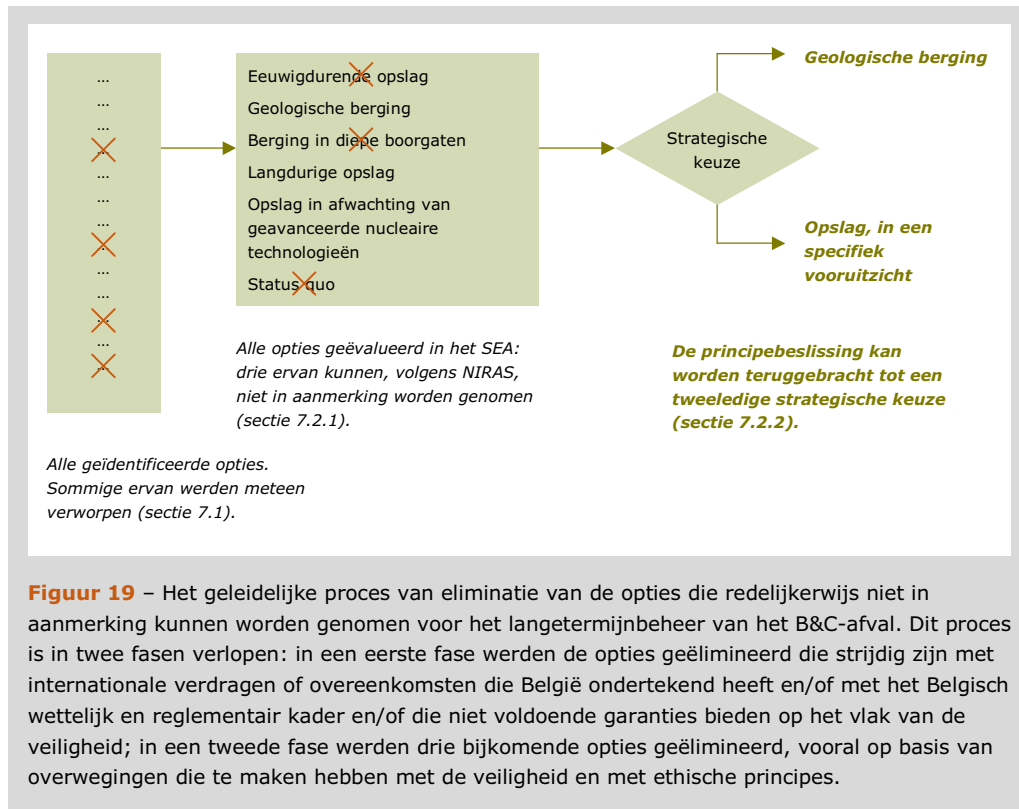
- de robuustheid van de verschillende opties, dit wil zeggen de mate waarin ze gevoelig zijn voor onzekerheden, inclusief de maatschappelijke onzekerheden (zie SEA, hoofdstuk 10),
- de factoren die de keuze van een site voor de uitvoering van elk van de opties bepalen (zie SEA, sectie 7.2, en [76, 77, 78]).

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 uitgevoerd voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval teruggebracht worden tot een tweeledige strategische keuze (Figuur 19): de berging van het afval in een geschikte geologische formatie of de opslag ervan, in een specifiek vooruitzicht (sectie 7.2.2). Van de zes opties die in het SEA worden geëvalueerd, zijn er namelijk drie die, volgens NIRAS, niet in aanmerking kunnen worden genomen voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval (sectie 7.2.1):

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



## 7.2.1 De opties die niet in aanmerking kunnen worden genomen

Naast het feit dat het handhaven van de status-quo — met andere woorden, het in voorlopige opslag houden van het B&C-afval — per definitie geen oplossing voor het langetermijnbeheer is en niet tegemoet komt aan de behoefte van NIRAS om haar activiteiten in te passen in een institutioneel beheerbeleid, meent NIRAS dat de optie van eeuwigdurende opslag en die van berging in diepe boorgaten niet in aanmerking kunnen worden genomen 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 is in de eerste plaats iets theoretisch, waarvan de gegrondheid de analyse niet lang kan doorstaan. De eeuwigdurende opslag staat namelijk voor de herhaling, gedurende honderdduizenden jaren, van industriële cycli die elk een duur van a priori 100 tot 300 jaar hebben. De veiligheid en de bescherming van mens en leefmilieu steunen dus in zeer grote mate op menselijke handelingen, doorheen de generaties.

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

bevattingvermogen 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 de maatschappelijke instabiliteit (zie SEA, bijlage C) 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**

De berging in diepe boorgaten is slechts weinig bestudeerd op internationaal vlak voor het B&C-afval en wordt enkel toegepast door landen die, in tegenstelling tot België, slechts geringe hoeveelheden radioactief afval te beheren hebben, bijvoorbeeld stralingsbronnen die in de geneeskunde worden gebruikt.

De optie van berging in diepe boorgaten kan moeilijk worden overwogen in de Belgische context omdat een dergelijk systeem — namelijk een geheel van nauwe boorgaten waarin de afvalcolli als het ware zouden worden 'opgestapeld' — al snel, als gevolg van de aantasting van de containers, gereduceerd zou worden tot een systeem met slechts één enkele barrière: de gastformatie. De veiligheid van het systeem zou dus steunen op de gastformatie. De Belgische ondergrond is echter nauwelijks gekend op de dieptes die overwogen worden voor diepe boringen (meer dan een kilometer) en zou moeilijk te karakteriseren zijn. Deze karakterisering zou immers moeten geschieden via boringen vanaf de oppervlakte, omdat de bouw van een ondergronds laboratorium op dergelijke dieptes ondenkbaar is. De karakterisering zou er dus op neerkomen alle gegevens voor plaatselijke locaties bijeen te brengen, zonder enige zekerheid dat deze gegevens ook van toepassing zouden zijn op enige afstand van de boorgaten. Rekening houdend met de beperkte mogelijkheden inzake karakterisering en dus ook inzake modellering van de Belgische ondergrond, zouden de onzekerheden omtrent de performanties van een systeem van diepe boorgaten en in het bijzonder omtrent de veiligheid groot zijn. Het zou bovendien niet mogelijk zijn er op een wetenschappelijk verantwoorde manier rekening mee te houden in de veiligheidsevaluaties.

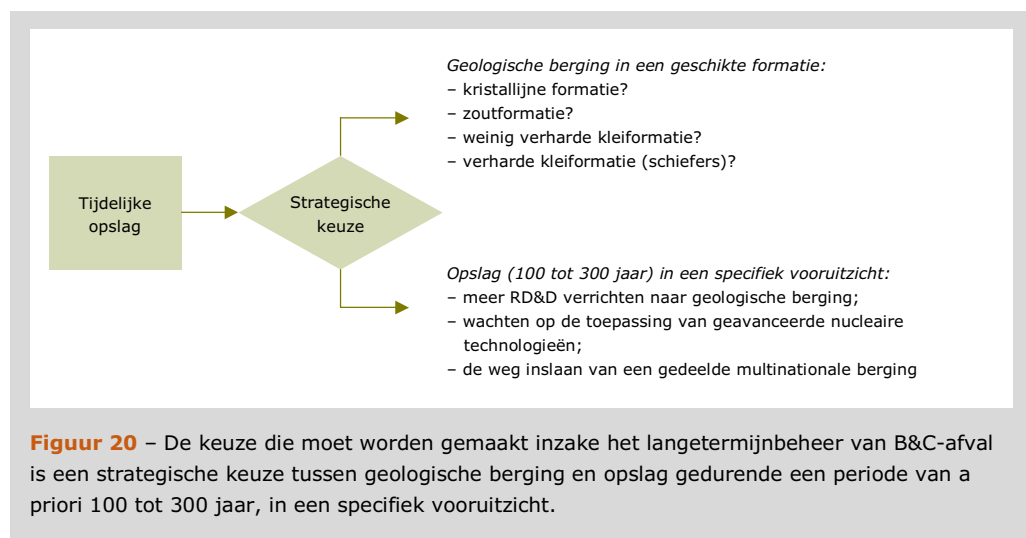
*NIRAS is bijgevolg van mening dat de berging in diepe boorgaten in België geen redelijkerwijs denkbare oplossing is voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval, gezien de moeilijkheid om geologische formaties op grote diepte te karakteriseren en de problemen die er zouden ontstaan om de*

*gedragingen van een systeem van diepe boorgaten te conceptualiseren, in het bijzonder wat de veiligheid betreft.*

## 7.2.2 De strategische keuze

De principebeslissing die dient genomen te worden over het type van oplossing dat moet worden uitgevoerd voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval is, volgens NIRAS, terug te brengen tot een strategische keuze tussen twee mogelijkheden (Figuur 20):

- berging in een geschikte geologische formatie,
- of opslag gedurende een periode van 100 tot 300 jaar, in een specifiek vooruitzicht.



De strategische keuze inzake het langetermijnbeheer van B&C-afval is vergelijkbaar met de keuze die in 1997 werd gevraagd aan de federale 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, vanuit het oogpunt van de veiligheid en het milieu, van de diverse mogelijke opties voor het langetermijnbeheer van het afval van categorie A [10]. 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 uitgevoerd. 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 uitgevoerd 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-dossier 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 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 [26]:

*"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 passief systeem kan worden na volledige sluiting van de bergingsinstallatie. De exploitatiefase van een geologische bergingsinstallatie (grootteorde van een honderdtal jaren) vereist daarentegen een actief beheer en is, wat dat betreft, vergelijkbaar met de exploitatie van een opslaginstallatie.

De oplossing van geologische berging geniet zeer brede institutionele steun op internationaal vlak (Kader 13) en is de oplossing die gekozen werd door de meeste landen van de OESO die een of meer commerciële kerncentrales bezitten en die een beleid voor het langetermijnbeheer van hun hoogactief en/of langlevend afval hebben uitgestippeld (Kader 10 in sectie 5.2.2.4). Desondanks 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.

*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, enz.) ontwikkelingen, met andere woorden het feit dat de veiligheid van een goed ontworpen en uitgevoerd 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 kan dus mogelijk niet meer worden verzekerd in geval van tekortkomingen in het actief beheer;
- het feit dat geologische berging een *minimum aan* (technische en financiële) *lasten* doorschuift naar de toekomstige generaties. Omgekeerd schuift elke opslagoplossing *de facto* de volledige verantwoordelijkheid voor het beheer, inclusief hoge technische en financiële lasten, door naar de volgende generaties, die op het einde van de verlengde opslagperiode verplicht zullen zijn te besluiten tot een definitieve oplossing of tot een nieuwe opslagperiode.

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

Criteria	Langdurige opslag
<b>Definitief karakter</b> (en verband met de terugneembaarheid)	<p>Een opslaginstallatie kan, per definitie, niet definitief zijn: vroeg of laat rijst de vraag welke oplossing er in de plaats moet komen.</p> <p>De levensduur van een installatie voor langdurige opslag kan gaan van 100 tot 300 jaar, mits ze onderhouden wordt en de uitrustingen regelmatig vernieuwd worden. Hij wordt grotendeels bepaald door de duurzaamheid van de betonnen structuur.</p> <p>Opgeslagen afval kan op elk moment worden teruggenomen.</p>
<b>Veiligheid</b> – op kort termijn (< 100 jaar) operationeel radiologisch controleerbaarheid (rechtstreeks/onrechtstreeks) – op lange termijn (>> 100 jaar) radiologisch controleerbaarheid (rechtstreeks/onrechtstreeks)	<p>De operationele en radiologische veiligheid van een opslaginstallatie kan worden verzekerd. Dergelijke installaties bestaan zowel in België als in het buitenland. De radiologische veiligheid kan echter alleen worden verzekerd door een actief beheer van de installatie (controle, onderhoud, toezicht).</p> <p>Een opslaginstallatie kan en moet worden gecontroleerd en bewaakt tijdens de hele 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.</p> <p>Een levensduur van 300 jaar wordt mogelijk geacht voor opslaginstallaties. De veiligheid van een opslaginstallatie aan het einde van haar levensduur hangt af van de beheermaatregelen die op dat ogenblik worden genomen (overbrenging van het afval naar een andere beheerinstallatie, ontmanteling van de opslaginstallatie,...).</p>
<b>Robuustheid ten opzichte van</b> – de natuurlijke evoluties – de evoluties in de intrinsieke fysische en technische stabiliteit van de oplossing – de niet-natuurlijke externe gebeurtenissen – de maatschappelijke evoluties	<p>Door het ontwerp van de gebouwen, de keuze van de site en de conditionering van het afval kan een installatie voor langdurige opslag robuust worden gemaakt ten opzichte van de natuurlijke evoluties (aardbevingen, overstromingen,...), de evoluties in de intrinsieke fysische en technische stabiliteit en de niet-natuurlijke externe gebeurtenissen.</p> <p>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 klein geacht.</p>
<b>Uitvoerbaarheid</b> – bestaan van geschikte uitvoeringssites – bestaan van geschikte technologieën	<p>Er zijn veel mogelijke uitvoeringssites die voldoen aan de noodzakelijke vereisten (mechanische stabiliteit, klein risico op overstromingen,...) voor opslaginstallaties.</p> <p>Er bestaan reeds opslaggebouwen met een levensduur van ongeveer 100 jaar. Volgens buitenlandse studies zou de levensduur kunnen worden verlengd tot ongeveer 300 jaar door meer R&amp;D te verrichten (bouwtechnische kwaliteit van de installatie). De opslag van bestraalde splijtstofelementen gedurende meerdere eeuwen doet de vraag rijzen van het gedrag en de mechanische stabiliteit van deze elementen.</p>

*(vervolg op de volgende bladzijde)*

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

Criteria	Geologische berging
<p><b>Definitief karakter</b> (en verband met de terugneembaarheid)</p>	<p>De geologische berging is een beheeroplossing die definitief kan worden (stapsgewijze uitvoering van de berging, totdat het een passief beheersysteem met een definitief karakter wordt).</p> <p>De graad van terugneembaarheid van het afval neemt af naarmate de bergingsinstallatie gesloten wordt en de kostprijs van de terugneembaarheid stijgt stelselmatig. Zodra de bergingsinstallatie volledig gesloten is, is het terugnemen van het afval een soort 'mining-out'-operatie (het heropenen van de gesloten installatie).</p>
<p><b>Veiligheid</b></p> <p>– op kort termijn (&lt; 100 jaar) operationeel radiologisch controleerbaarheid (rechtstreeks/onrechtstreeks)</p> <p>– op lange termijn (&gt;&gt; 100 jaar) radiologisch controleerbaarheid (rechtstreeks/onrechtstreeks)</p>	<p>Tijdens de exploitatiefase 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,...). Er is reeds een geologische bergingsinstallatie voor langlevend afval in bedrijf in de Verenigde Staten (bergingsinstallatie WIPP, gebouwd in een zoutformatie). Rechtstreekse controles (rond het afval) en onrechtstreekse controles (rond de installatie) van het gedrag van de berging zijn mogelijk en noodzakelijk tijdens de exploitatiefase.</p> <p>Naarmate de bergingsinstallatie gesloten wordt, evolueert het systeem van een actief systeem naar een passief systeem. Na sluiting (+ FR ?) wordt de radiologische veiligheid verzekerd door het bergingssysteem zelf (dit is het geheel gevormd door de kunstmatige barrières en de natuurlijke barrière), en vereist ze geen menselijke interventies meer. Het doel is echter de (onrechtstreekse) controles van de bergingsinstallatie zo lang mogelijk voort te zetten.</p> <p>In vele landen werden talrijke veiligheidsstudies verricht die aantonen dat geologische berging de langetermijnveiligheid kan verzekeren, mits een geschikte bergingsite wordt gekozen, de installatie adequaat wordt ontworpen en correct gerealiseerd.</p>
<p><b>Robuustheid ten opzichte van</b></p> <p>– de natuurlijke evoluties</p> <p>– de evoluties in de intrinsieke fysieke en technische stabiliteit van de oplossing</p> <p>– de niet-natuurlijke externe gebeurtenissen</p> <p>– de maatschappelijke evoluties</p>	<p>Dankzij het ontwerp van het bergingssysteem en de postconditionering van het afval 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 diepte speelt een belangrijke rol voor het plaatsen van het afval in een stabiel midden, buiten het bereik van natuurlijke verstoringen of evoluties.</p> <p>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.</p> <p>De robuustheid van een geologische berging ten opzichte van de maatschappelijke evoluties is bovendien erg groot: het is niet nodig de bergingsinstallatie actief te beheren na het sluiten van de installatie.</p> <p>Indien de herinnering aan de bergingsinstallatie verloren gaat, is er een risico op menselijke intrusie in de bergingsinstallatie.</p>
<p><b>Uitvoerbaarheid</b></p> <p>– bestaan van geschikte uitvoeringssites</p> <p>– bestaan van geschikte technologieën</p>	<p>De mogelijke sites voor de uitvoering van een geologische berging zijn beperkt tot de sites waar een geologische laag aanwezig is die aan de noodzakelijke vereisten beantwoordt. Op internationaal vlak worden vooral graniet, klei en zout bestudeerd als mogelijke gastformaties voor een bergingsinstallatie. In België zijn grote zones met weinig verharde klei aanwezig die veelbelovend zijn. Er werd aangetoond dat het mogelijk is galerijen in weinig verharde klei uit te graven met industriële middelen.</p> <p>Er bestaat reeds een geologische bergingsinstallatie in de Verenigde Staten. De noodzakelijke technologieën voor de berging (uitgraving en bouw van ondergrondse galerijen, technologieën voor de fabricage 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.</p> <p style="text-align: right;"><i>(vervolg op de volgende dubbele bladzijde)</i></p>

Criteria	Langdurige opslag
<b>Milieueffecten</b>	
(zie ook SEA, hoofdstuk 9)	Op korte termijn, tijdens de opslag van het afval, liggen de radiologische effecten ruim onder de wettelijke limieten. Deze bewering steunt op de ervaring met opslaginstallaties in talrijke landen.
– op korte termijn (< 100 jaar)	De verwachte fysieke verstoringen zijn de klassieke effecten die verbonden zijn aan een bouwverf. Een beperkt aantal (< 10) opslaginstallaties, die een oppervlak van in totaal enkele tientallen hectares in beslag nemen, volstaat voor het beheer van al het B&C-afval.
– radiologische effecten	
– chemische verontreiniging	
– fysieke verstoringen (geluid, ...) in beslag genomen terrein aan het oppervlak	Op het einde van de levensduur van een installatie voor langdurige opslag zijn een nieuwe beslissing en een reeks maatregelen nodig, die een radiologische blootstelling van de toekomstige werknemers en ontmantelingsactiviteiten met zich meebrengen. De langetermijnpact hangt volledig (+ FR ?) af van de nieuwe (toekomstige) beslissing inzake langetermijnbeheer.
– op lange termijn (>> 100 jaar)	
– radiologische effecten	
<b>Ethische aspecten</b>	
– doorschuiven van lasten naar de toekomstige generaties	Een oplossing van langdurige opslag schuift aanzienlijke technische (en eventueel ook financiële) lasten door naar de toekomstige generaties; ze zadelt de toekomstige generaties ook op met de verantwoordelijkheid een definitieve beheeroplossing te realiseren. Ten slotte vereist ze een kennisoverdracht van generatie op generatie.
– technisch	
– financieel	
– behoud van keuzevrijheid / omkeerbaarheid	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.
<b>Flexibiliteit (huidig nucleair park, inclusief eventuele verlenging van de exploitatieduur van de centrales)</b>	
– ten opzichte van de afvaltypes	Afval van verschillende types kan worden opgeslagen in verschillende opslaggebouwen, zoals dat nu reeds het geval is, waarbij de dimensionering (bijv. dikte van de wanden van de gebouwen afhangt van de gevaarlijkheid van het afval.
– ten opzichte van de afvalvolumes	De opslagcapaciteit kan worden verhoogd naargelang van de behoeften, door het uitbreiden van de 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 8).  Voor de langdurige opslag van bestraalde splijtstoffen is er flexibiliteit voor wat de plaats van opslag betreft: gecentraliseerde opslag voor al het B&C-afval of opslag op de productiesites.
<b>Safeguards / veiligheid</b>	
	De bestaande maatregelen en technieken voor beveiliging en safeguards (dit wil zeggen toezicht op de site en de installaties, en controle en inspectie van 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.
<b>Kostprijs</b>	
– kan worden berekend	De kostprijs van opslaginstallaties kan worden berekend. De totale kostprijs wordt grotendeels bepaald door de kosten van de bouw, de exploitatie en de ontmanteling. 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
<b>Milieueffecten</b>	
(zie ook SEA, hoofdstuk 9)	Op korte termijn liggen de verwachte radiologische effecten van een geologische berging ruim onder de wettelijke limieten.
– op korte termijn (< 100 jaar) radiologische effecten chemische verontreiniging fysieke verstoringen (geluid, ...) in beslag genomen terrein aan het oppervlak	De verwachte fysieke verstoringen zijn de klassieke effecten die verbonden zijn aan een bouwwerk en aan de exploitatie van een ondergrondse installatie gedurende een periode van verscheidene decennia (aanwezigheid van bovengrondse toegangsschachten en installaties voor post-conditionering).
– op lange termijn (>> 100 jaar) radiologische effecten	Op lange termijn tonen alle studies, in België en in het buitenland, aan dat een geologische berging ervoor kan zorgen dat de verwachte radiologische 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.
<b>Ethische aspecten</b>	
– doorschuiven van lasten naar de toekomstige generaties technisch financieel	Door een principebeslissing te nemen ten gunste van geologische berging kan het doorschuiven van technische en financiële lasten naar de toekomstige generaties worden beperkt. Na het sluiten van de bergingsinstallatie zijn de uit te voeren beheeractiviteiten gering en beperkt tot controleactiviteiten (controle van de omgeving van de installatie) en tot het overdragen van de kennis van generatie op generatie. In principe kan het bergingssysteem de veiligheid verzekeren, zelfs in geval van stopzetting van deze beperkte beheeractiviteiten. Het doel is echter de kennisoverdracht voort te zetten en vooral de herinnering aan het bestaan van de geologische bergingsinstallatie zo lang mogelijk in stand te houden.
– behoud van keuzevrijheid / omkeerbaarheid	De graad van terugneembaarheid van het afval neemt af naarmate de bergingsinstallatie gesloten wordt en de kostprijs van de terugneembaarheid stijgt stelselmatig.
<b>Flexibiliteit</b> (huidig nucleair park, inclusief eventuele verlenging van de exploitatieduur van de centrales)	
– 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.
– ten opzichte van de afvalvolumes	De oppervlakte van een geologische bergingsinstallatie is zeer beperkt (enkele tientallen hectares) ten opzichte van de laterale continuïteit die door de kleifformaties wordt geboden, zodat de capaciteit van de installatie zo nodig kan worden vergroot.
	In principe volstaat één enkele bergingsinstallatie voor al het B&C-afval dat in België geproduceerd wordt in het kader van het huidige elektronucleaire programma (met de nodige flexibiliteit wat de precieze exploitatieduur van de kerncentrales betreft).
<b>Safeguards / veiligheid</b>	
	De beveiligingscontroles zijn mogelijk aan de hand van klassieke technieken. De safeguardsmaatregelen die moeten worden toegepast op een bergingsinstallatie worden momenteel ontwikkeld in het kader van internationaal overleg en uitvoering (IAEA en Euratom). Het feit dat dit afval zich op aanzienlijke diepte bevindt, versterkt de safeguards- en beveiligingsaspecten, en dit des te meer wanneer de installatie gesloten is.
<b>Kostprijs</b>	
– kan worden berekend	De kostprijs van een geologische berging kan worden berekend. Deze hangt in de eerste plaats af van de bouw- en exploitatiekosten en van de kosten voor controle en toezicht. Aangezien 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). Het is wenselijk om in de raming van de kosten rekening te houden met de uitgesproken intentie om de controles van de bergingsinstallatie na sluiting van de installatie en de kennisoverdracht zo lang mogelijk in stand te houden.
– 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.

### **Kader 13 – 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 [22]

*"22.8. Staten moeten waar nodig, in samenwerking met internationale organisaties: a) onderzoek en ontwikkeling promoten in methodes voor de veilige en milieuvriendelijke behandeling, verwerking en berging, inclusief geologische berging, van hoogactief afval; b) onderzoeks- en beoordelingsprogramma's uitvoeren voor de evaluatie van de gezondheid en de milieueffecten van de berging van radioactief afval. [...]" [officieuze 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 [79]

*"Uit dertig jaar onderzoek is duidelijk gebleken dat 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 [80]

*"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 veelvuldige 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;" [officieuze 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 [81]

*"De geologische berging garandeert een bescherming van een uitzonderlijk niveau en een uitzonderlijke duur tegen hoogactief en/of langlevend afval. De insluiting van het afval is gebaseerd op het vermogen van het plaatselijk geologisch midden en van de bergingsinfrastructuur om specifieke veiligheidsfuncties te vervullen. Deze onderdelen spelen dan de rol van veelvuldige 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 over de verschillende geologische formaties en de bestudeerde engineering-*

*werkzaamheden die vanop de oppervlakte werden verricht, alsook in ondergrondse onderzoeks- en demonstratie-installaties, b) over de laatste ontwikkelingen inzake modelleringstechnieken, c) over de ervaring verworven op het gebied van de exploitatie van ondergrondse bergingsplaatsen voor andere afvalcategorieën, alsook d) over de vooruitgang inzake de evaluatie van de veiligheid van geologische bergingsprojecten."*

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

- Publicatie *"The principles of Radioactive Waste Management"* van het IAEA, *Fundamental Safety Principles*, 1995 [46]

*"Deze publicatie zet de principes inzake radioactief afvalbeheer uiteen die van toepassing zijn op radioactief materiaal, dat als radioactief afval wordt gedefinieerd door de bevoegde nationale overheden, en op de installaties die gebruikt worden voor het beheer van dit afval, vanaf de productie van het afval tot en met de berging ervan."*

*"Een effectief beheer van radioactief afval beschouwt de basisstappen [...] in het radioactief afvalbeheerproces als onderdelen van een totaal systeem, vanaf de productie van het afval tot en met de berging ervan."* [officiële vertaling van NIRAS]

- Publicatie *"Geological Disposal of Radioactive Waste"* van het IAEA, *Safety Requirements*, 2006 [49]

*"De berging van hooggeconcentreerd afval en langlevend afval in vaste vorm in een geologische bergingsinstallatie biedt een hoge mate van insluiting van dergelijk afval en zorgt voor de nodige isolering van het afval van de toegankelijke omgeving. In die zin wordt deze oplossing wijd en zijd beschouwd als een geschikte methode voor de berging van dergelijk afval als de laatste stap in het beheer ervan."* [officiële vertaling van NIRAS]

- Publicatie *"Policies and Strategies for Radioactive Waste Management"* van het IAEA, 2009 [67]

*"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."*

- 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 [69]

*"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 hun kenmerken, 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."* [officiële vertaling van NIRAS]

Voor andere voorbeelden van institutionele steun, zie met name ook [82, 83].

De beoordeling van de respectieve voor- en nadelen van beide beheeroplossingen houdt natuurlijk voor een stuk een subjectief oordeel in, dat te maken heeft met het relatieve gewicht dat aan de verschillende in aanmerking genomen principes of waarden wordt gehecht. Zo is het principe van intergenerationele billijkheid, volgens hetwelk de huidige generatie geen onredelijke lasten doorschuift naar de toekomstige generaties, in strijd met de mogelijke wens om de toekomstige generaties maximale keuzevrijheid te laten inzake het beheer van het afval dat ze overerven.

Een geologische bergingsinstallatie die geleidelijk wordt gerealiseerd en afgesloten, eventueel na een observatieperiode, vormt, volgens NIRAS, de meest geschikte beheeroplossing om mens en milieu langdurig te beschermen tegen de risico's verbonden aan het B&C-afval. Tegelijkertijd worden aan de toekomstige generaties keuzemogelijkheden gelaten, in het bijzonder inzake het eventueel terugnemen van het afval (sectie 9.6), de wijze waarop zij de bergingsinstallatie wensen te controleren en de duur tijdens dewelke zij deze controle wensen uit te oefenen.

Naast het feit dat opslag gedurende een periode van 100 tot 300 jaar aanzienlijke nadelen biedt ten opzichte van geologische berging, is geen enkele van de redenen die a priori zouden kunnen worden ingeroepen om de noodzaak van 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 enkel weinig verharde klei (Boomse Klei en Ieperiaanklei) mogelijk geschikt is voor het uitvoeren 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**

De redenen die a priori zouden kunnen suggereren om het afval in opslag te houden, werden als volgt geïdentificeerd:

- de tijd nemen om nog meer RD&D te verrichten inzake geologische berging;
- wachten op de uitvoering van geavanceerde nucleaire technologieën;
- de weg inslaan van een gezamenlijke ontwikkeling, met andere landen, van een gedeelde geologische bergingsinstallatie.

#### **RD&D inzake geologische berging**

De oplossing van geologische berging die sinds meer dan 30 jaar bestudeerd wordt in België heeft, volgens NIRAS, een voldoende graad van 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 deze oplossing (Kader 13).

Het uitstellen van een principebeslissing ten gunste van de geologische berging om nog meer RD&D te verrichten zou geen enkel doorslaggevend voordeel bieden op het vlak van het beheer:



- de RD&D-activiteiten, die in ieder geval na de principebeslissing zullen worden voortgezet en met name betrekking zullen hebben op het verminderen van de resterende technische en wetenschappelijke onzekerheden en op het bevestigen van de verworven kennis, zouden geen dusdanig nieuwe elementen aan het licht moeten brengen dat ze de genomen principebeslissing opnieuw ter discussie stellen;
- de totale duur die nodig is voor de ontwikkeling van de bergingsoplossing, de keuze van een uitvoeringsite, de voorbereiding van de vergunningsaanvragen en de bouw van de bergingsinstallatie zou niet worden ingekort door deze bijkomende RD&D-activiteiten.

*NIRAS is bijgevolg van mening dat er niet meer RD&D moet worden verricht inzake geologische berging om een principebeslissing te nemen ten gunste van deze oplossing; de RD&D-activiteiten moeten evenwel worden voortgezet na het nemen van de principebeslissing.*

### Geavanceerde nucleaire technologieën

De geavanceerde nucleaire technologieën vormen als zodanig geen oplossing voor de problematiek van het langetermijnbeheer van het B&C-afval, noch vandaag noch morgen (bijvoorbeeld, [81, 84, 85], 82):

- er zal altijd hoogactief ultiem afval overblijven, dat op lange termijn moet worden beheerd;
- de geavanceerde nucleaire technologieën zijn niet toepasbaar op het ultieme radioactieve afval, dit wil zeggen op het afval dat reeds geproduceerd en geconditioneerd is en op het afval dat geproduceerd en geconditioneerd zal worden tegen de tijd dat deze technologieën eventueel operationeel zullen zijn op industriële schaal.

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

Dit gezegd zijnde, heeft het internationaal onderzoek inzake geavanceerde nucleaire technologieën tot doel de actinides (U, Pu, Am, Cm en Am) maximaal te recycleren om te vermijden dat ze terechtkomen in het radioactieve afval dat geproduceerd wordt in het kader van deze geavanceerde cycli, en dus om het gevaar van dit toekomstige afval te beperken. Hun bijdrage inzake het langetermijnbeheer van radioactief afval zal desgevallend in deze context moeten worden beschouwd.

Er dient opgemerkt dat

- het niet vaststaat dat het mogelijk is om de geavanceerde nucleaire technologieën met maximale recyclage op industriële schaal toe te passen;
- de industriële toepassing van deze technologieën een geheel van installaties zou vereisen dat enkel op internationaal vlak kan worden bekeken;

- deze technologieën gedurende ten minste honderd jaar onafgebroken zouden moeten worden gebruikt vooraleer ze het gevaar van het geproduceerde radioactieve afval aanzienlijk kunnen verminderen;
- de geavanceerde nucleaire cycli zullen de noodzaak van een definitieve oplossing voor het langetermijnbeheer niet wegnemen, vermits ook zij hoogactief en langlevend afval zullen voortbrengen;
- 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 ze aan belang zullen inboeten door de productie van dit nieuwe afval.

#### Gedeelde multinationale oplossing

Volgens het Gezamenlijk Verdrag dat België heeft bekrachtigd, is elk land verantwoordelijk voor het beheer van zijn eigen radioactieve 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. NIRAS is er inderdaad van overtuigd dat

- het toekomstige RD&D de huidige kennis zal bevestigen en verfijnen (sectie 8.1.5),
- het mogelijk zal zijn om in België een geschikte site te vinden voor de uitvoering van een geologische berging (hoofdstuk 9),
- de (nucleaire en niet-nucleaire) vergunningen die nodig zijn voor de uitvoering van een geologische berging op Belgisch grondgebied zullen kunnen worden verkregen (sectie 9.5.2).

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, wijst alles erop dat de ontwikkeling van een gedeelde bergingsinstallatie tot de fase van uitvoering van de berging veel langer zou duren dan de tijd die nog nodig is om de fase van uitvoering van een geologische berging in België te bereiken. Het zou met name 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 ook het proces van de keuze van een site zou waarschijnlijk 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 dient de deelneming van België aan de ontwikkeling van een gedeelde multinationale bergingsinstallatie te beantwoorden aan het wederkerigheidsprincipe. Met andere woorden, indien België in een logica van een gedeelde bergingsinstallatie stapt, zou zijn afval geborgen kunnen worden in het buitenland, maar zou de gedeelde bergingsinstallatie evengoed gebouwd kunnen worden op Belgisch grondgebied. In dat

geval zou België dus het langetermijnbeheer op zich nemen van het afval van de andere landen die partij zijn bij het multinationale akkoord.

Dit gezegd zijnde, meent NIRAS dat gedeelde bergingsinstallaties een interessant perspectief kunnen zijn voor landen die slechts weinig radioactief afval te beheren hebben.

*NIRAS is van mening dat het Belgische radioactieve afval beheerd moet worden 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.*

#### **7.2.2.2 Van de geologische formaties die aanwezig zijn in België, zijn enkel weinig verharde kleiformaties mogelijk gunstige gastformaties 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: grote stabiliteit bezitten, voldoende homogeen zijn om met vertrouwen gekarakteriseerd te worden, een geochemie bezitten die de kunstmatige barrières en het afval beschermt tegen snelle aantasting, het vermogen hebben om het transport tegen te houden van de radionucliden die uiteindelijk uit het afval zullen vrijkomen, de bouw van ondergrondse installaties mogelijk maken en vrij zijn van natuurlijke hulpbronnen waarvan de ontginning economisch aantrekkelijk zou zijn. Inzake geologische berging worden doorgaans drie belangrijke types van geologische formaties beschouwd: kristallijne gesteenten, zout en klei [71, 86, 87]. De overwogen dieptes bedragen enkele honderden meters.

Tussen 1976 en 1979 werd een studie verricht onder bescherming 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 [87]. Bij het uitwerken van deze catalogus werden geologische criteria toegepast die afgeleid waren van de internationale aanbevelingen van toen, met name die van het IAEA [86]. 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 harde gesteenten (schiefers) en formaties samengesteld uit plastische, weinig verharde gesteenten, namelijk de Boomse Klei en de Ieperiaanklei [88]. Dit bevestigde de voorkeur die het SCK•CEN een paar jaar eerder had gegeven aan de studie van de weinig verharde kleiformaties, in het bijzonder aan de studie van de Boomse Klei.

- 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 structuur en een zeer grote laterale continuïteit, die de karakterisering ervan vergemakkelijken (Figuur 21) [89]. Ze heeft een groot vermogen om de radionucliden vast te zetten en zichzelf te dichten. Door haar plasticiteit dienen wel een aantal voorzorgen genomen te worden tijdens ondergrondse uitgravingen (sectie 8.1).



**Figuur 21** – Algemeen beeld van een kleigroeve (Kruibeke) waar de karakteristieke strooksgewijze structuur van de Boomse Klei te zien is.

- De Ieperiaanklei werd 55 à 49 miljoen jaar geleden afgezet; men treft ze aan in de ondergrond van het gehele noorden van België. Zoals de Boomse Klei vertoont de Ieperiaanklei een eenvoudige structuur. Ze wordt echter gekenmerkt door een grotere laterale en verticale heterogeniteit. Zo is de Ieperiaanklei in de Kempen hoofdzakelijk zanderig [90]. De Ieperiaanklei met een geschikte lithologie, dikte en diepte voor de berging bevindt zich enkel in het noordwestelijk deel van het land.

Voor de voorbereiding van het SEA heeft NIRAS opnieuw de relevantie nagegaan van de besluiten die bij de opstelling van de Belgische catalogus werden getrokken. Daarbij heeft ze zowel met de beschikbare gegevens als met de selectiecriteria van vandaag rekening gehouden. De belangrijkste lessen die uit deze herziening kunnen worden getrokken, zijn de volgende.

#### Kristallijne en zoutformaties

De kristallijne en zoutformaties waren niet in aanmerking genomen in de Belgische catalogus van 1979. Dit standpunt blijft gelden.

- Recente onderzoeken hebben aangetoond dat er vermoedelijk een belangrijke *granietmassa* aanwezig is in de diepe kern van het Massief van Brabant. De kenmerken ervan blijven erg ongekend omdat er nooit een boring tot aan de granietmassa is uitgevoerd. Omdat deze massa op meer dan twee kilometer diepte ligt, in een complexe en zeer oude geologische structuur, zouden zowel de gedetailleerde karakterisering ervan als de mijnbouwkundige uitvoerbaarheid moeilijk zijn [91]. (Geen enkel ander land overweegt trouwens geologische berging op dergelijke diepte.)

- *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 [92].

#### Verharde kleiformaties (schiefers) en weinig verharde kleiformaties

De schiefers waren opgenomen in de Belgische catalogus die opgesteld werd onder de bescherming van de Europese commissie. Maar hoewel ze mogelijk gunstig zijn als gastformaties, werden ze destijds door het SCK•CEN verworpen ten gunste van de weinig verharde kleiformaties, omdat ze zeer heterogene kenmerken vertonen op Belgisch grondgebied en zeer slecht gekend waren in de diepte. Drie decennia na deze eerste studie toont de herziening die NIRAS heeft gemaakt met de hulp van een panel van deskundigen, aan dat deze besluiten actueel blijven, en wel om de volgende redenen [93].

- Schiefers omvatten een zeer grote verscheidenheid van verharde gesteenten waarvan de oorspronkelijke kleihoudende mineralen een transformatie hebben ondergaan, onder invloed van de druk- en temperatuurverhoging veroorzaakt door geologische gebeurtenissen (metamorfisme). Deze gesteenten hebben een aanzienlijk splijtbaar karakter, dit wil zeggen dat ze de neiging hebben zich te splitsen in dunne plaatjes. Ze bevinden zich over het algemeen in complexe structuren (breukvorming,...).
- De kennis over de schiefers die in de diepte aanwezig zijn, is maar heel weinig geëvolueerd sinds de jaren zeventig.
- Zelfs als de schiefers slechts een licht metamorfisme hebben ondergaan, kan de aanwezigheid van watergeleidende structuren of breuken niet a priori worden uitgesloten. De aanwezigheid van dergelijke structuren of breuken zou het transport doorheen de formatie versnellen en de modellering ervan zeer moeilijk maken.
- Zelfs als de schiefers slechts een licht metamorfisme hebben ondergaan, hebben ze waarschijnlijk een zeker vermogen tot zelfdichting en tot het vastzetten van de radionucliden behouden. Dit vermogen is vermoedelijk veel kleiner dan die welke in weinig verharde klei wordt aangetroffen.
- De heterogeniteit van de schiefers en de kenmerken van hun geologische omgeving zouden de karakterisering van de schiefers vanaf de oppervlakte bemoeilijken. Om diezelfde redenen zouden er talrijke onzekerheden bestaan omtrent de mogelijkheid om de op één bepaalde plaats verworven gegevens over te dragen naar een andere plaats. Voor een gedetailleerde karakterisering zouden dus talrijke boringen moeten worden verricht voor iedere overwogen locatie.
- In geen enkel land worden formaties die vergelijkbaar zijn met de schiefers die in België aanwezig zijn, met hun complexe geologische omgeving, overwogen als mogelijke gastformatie. In sommige landen zijn de schiefers zelfs specifiek uitgesloten. (De kleiformaties die bijvoorbeeld in Frankrijk en in Zwitserland overwogen worden, zijn niet vergelijkbaar met de schieferformaties die in België aanwezig zijn.)
- Talrijke schieferformaties die in België aanwezig zijn, zijn rijk aan steenkool.

- De kennis die verworven werd in het kader van het Belgische programma over de geologische berging en die van de buitenlandse programma's zouden slechts in zeer beperkte mate gebruikt kunnen worden indien NIRAS de schiefers zou moeten bestuderen als mogelijke gastformatie voor een geologische berging. Dit zou grote gevolgen hebben, zowel voor de planning van de ontwikkeling van een geologische bergingsoplossing als voor de kostprijs.

Volgens de uitgevoerde herziening vertoont weinig verharde klei, ten opzichte van de schiefers, gunstiger eigenschappen voor het insluiten van het afval en het vastzetten van de radionucliden en is ze gemakkelijker te karakteriseren. Weinig verharde klei beantwoordt dus beter aan de eisen die op internationaal vlak gesteld worden voor gastformaties [86] en aan de (preliminaire) vereisten die het FANC momenteel aan het ontwikkelen is [94].

*NIRAS is bijgevolg van mening dat het potentieel van de schiefers als geschikte gastformatie voor geologische berging veel te klein is om een investering op het vlak van RD&D te rechtvaardigen.*



## **8 Geologische berging in een weinig verharde kleiformatie als technische oplossing die NIRAS aanbeveelt voor het langetermijnbeheer**

De oplossing die NIRAS aanbeveelt voor het langetermijnbeheer van het bestaande B&C-afval of het B&C-afval waarvan de productie gepland is, vooral in het kader van het huidige elektronucleaire programma, is de *geologische berging in een weinig verharde kleiformatie (sectie 8.1) op Belgisch grondgebied (sectie 8.2), en dit zodra mogelijk (sectie 8.3)*. 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 fase en de voorbereiding van de vergunningsaanvraagdossiers.

### **8.1 Geologische berging in een weinig verharde kleiformatie**

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 waarop de berging eventueel zal worden uitgevoerd; de Ieperiaanklei wordt bij wijze van verkenning 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 nucleaire veiligheid) als wat de uitvoerbaarheid betreft.

Het veelbelovende karakter van de wetenschappelijke en technische resultaten die België sinds de jaren zeventig heeft bekomen inzake geologische berging in weinig verharde 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 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. Deze erkenning is ook nodig (maar niet voldoende) opdat de werkzaamheden van NIRAS het vertrouwen van het publiek zouden krijgen.

### **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, vooral 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 *impliciet* bevestigd vanaf 1976, met name door verschillende werkgroepen en commissies die officieel belast waren met de taak zich uit te spreken over problemen die, in diverse mate, te maken hadden met de kwestie van het radioactieve afval (Kader 14). 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 fundamenteel RD&D naar (half)industriële demonstratieactiviteiten en activiteiten ter bevestiging van de verworven kennis 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 22).





**Figuur 22** – 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)

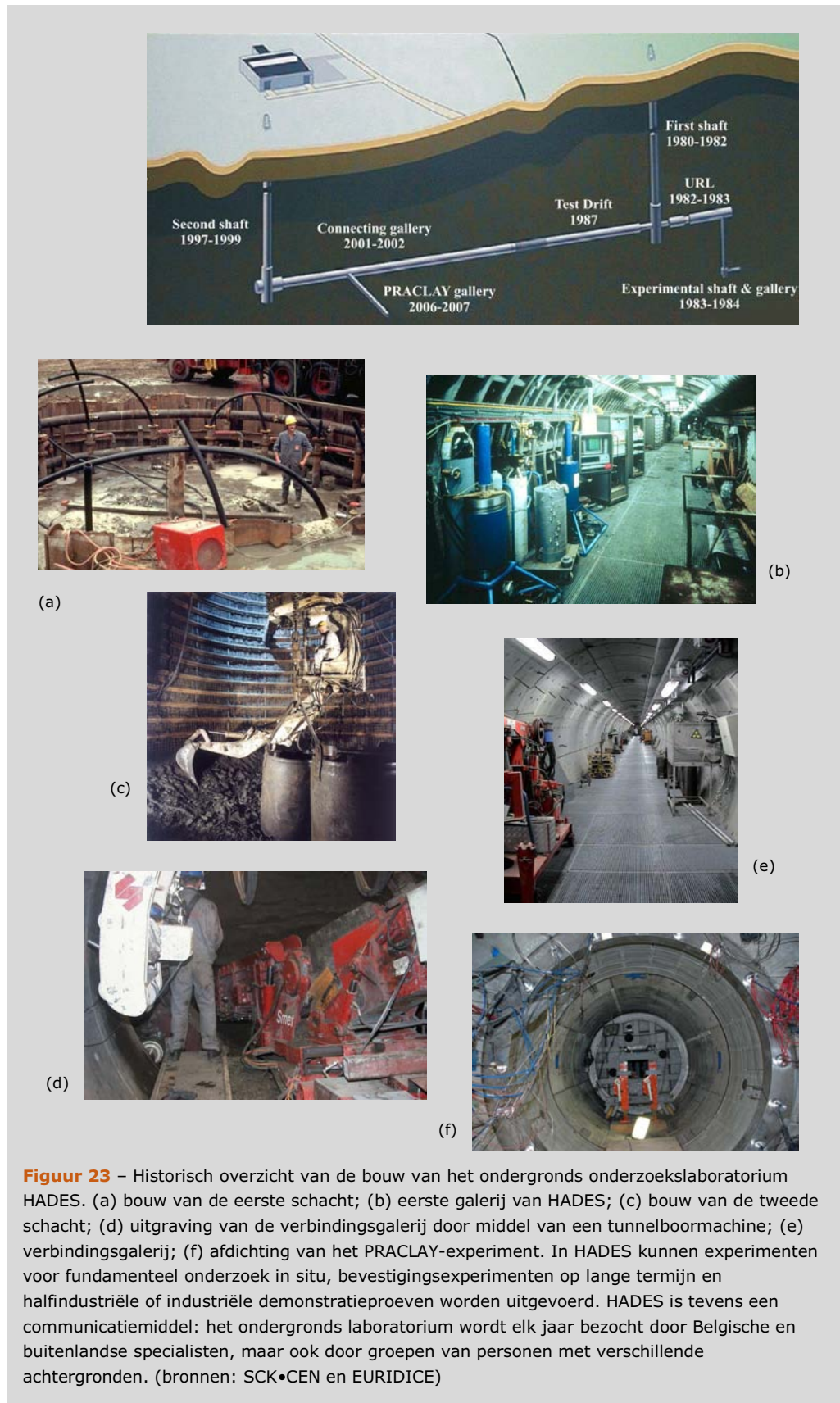
#### 8.1.1.1 Fase 1974–1989 (gedocumenteerd in het rapport SAFIR)

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% [95]). 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 (bij voorbeeld [71, 86, 87]) en 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 bescherming van de Europese commissie (sectie 7.2.2.2 en [88]), richtte het SCK•CEN, met de hulp van de Belgische geologische dienst, zijn werkzaamheden al snel 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 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 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 23). Bij elke uitbreiding kon de uitvoerbaarheid verder worden aangetoond (zie vervolg van deze sectie). 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, in het bijzonder 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 [96], volgde op een aanbeveling die de Evaluatiecommissie inzake kernenergie had geformuleerd in haar rapport van 1976 [97]. Het diende de overheid in staat te stellen een eerste advies uit te brengen over de kwaliteiten van de Boomse Kleilaag in Mol-Dessel als gastformatie 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 [98].*

*"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 nucleaire site van Doel. Deze laatste site zou bijgevolg het voorwerp moeten uitmaken van een aanvang van een karakteriseringsstudie met verkenningboringen.” (p. 7)*

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

*In 1990 herziet 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 [33], die een feitelijk moratorium op de opwerking van commerciële splijtstoffen oplegt (zie ook Kader 14).*

*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 23). Deze uitbreiding diende nieuwe experimenten mogelijk te maken, in het bijzonder 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 [14, 15]. 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 werd geëvalueerd door een comité van Belgische academische deskundigen, opgericht op initiatief van de raad van bestuur van NIRAS. De besluiten van het rapport werden vervolgens bevestigd door een internationale audit, die gevraagd werd door de federale regering en uitgevoerd werd onder bescherming van het NEA.

- In 2001 onderstrepen de besluiten van het Belgisch auditcomité [99], enerzijds, het feit dat de kennis 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 het RD&D voort te zetten om de resterende belangrijke onzekerheden te beperken. 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. Het wenst tevens dat het programma wordt uitgebreid tot de maatschappelijke aspecten en dat andere opties dan berging in de Boomse Klei worden bestudeerd.

- In 2003 geven de besluiten van de audit van het NEA [6] 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 uitvoering van de bergingsoplossing, maar dat het RD&D moet worden voortgezet om de resterende onzekerheden te beperken. Ze preciseren evenwel, net zoals NIRAS gedaan heeft in het contextueel document [16] bij het rapport SAFIR 2, dat de voorwaarden voor de uitvoering 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 problemen in verband met de realisatie, op industriële schaal, van de kunstmatige barrières zoals die ontworpen zijn.

*In 2001–2002 toont de bouw van een 80-meter lange uitbreiding van het ondergronds laboratorium HADES, door middel van industriële technieken, aan dat het industrieel mogelijk is galerijen te bouwen in de Boomse Klei (Figuur 23). 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 [100] en de methodologie van de veiligheidsevaluaties [101] verfijnd en geformaliseerd en, op basis daarvan, het design 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 (c3-6 in Tabel B1 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 uit te voeren 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 5.2.1) [7]. Het is inzonderheid op basis hiervan dat het project 'Afvalplan en SEA', met de bijbehorende maatschappelijke raadpleging, 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 begin 2011 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.

#### **Kader 14 – Institutionele steun die onrechtstreeks of zelfs rechtstreeks is verleend aan het Belgische programma voor geologische berging**

**In 1976 onderstreept de Evaluatiecommissie inzake kernenergie het belang van de studies over de geologische berging in klei** [97, 102]. 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 totale volume hoogradioactief of plutoniumhoudend afval zal in België ongeveer 1 200 m<sup>3</sup> per jaar bedragen tegen 1990. Na voldoende afkoeling zal dit afval worden opgeslagen in diepe geologische formaties. Dit is bepalend voor de opslagcapaciteit die moet worden gecreëerd tegen de eeuwwisseling. »*

*« Voor België lijkt de opslag (of berging) in diepe geologische lagen het meest aangewezen. De studies van het CEN/SCK in Mol en in het buitenland tonen aan dat deze doelstelling kan worden bereikt. De overgangsopties, dit wil zeggen de opslag van het geconditioneerde afval in bunkers, is nodig en bovendien technisch gezien aanvaardbaar gedurende een vrij lange periode (bijvoorbeeld 50 jaar). Op die manier wordt het mogelijk de 'geologische weg' te testen gedurende een voldoende aantal jaren. »*

*« 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. »*

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 witboek over het energiebeleid, dat goedgekeurd werd in het parlement, aan de internationale consensus volgens dewelke geologische berging in een oordeelkundig gekozen continentale formatie als een betrouwbare oplossing wordt beschouwd voor het langetermijnbeheer van geconditioneerd radioactief afval** [103]. Het komt tot het volgende besluit:

*« De studies betreffende de mogelijkheden van geologische berging van geconditioneerd afval in de Boomse Klei vorderen bevredigend. Deze aanpak van het probleem vergt de voortzetting van het onderzoek en van de demonstratiewerkzaamheden. Ze blijkt niettemin nu reeds een realistische benadering. »*

**In 1982 werkt de Evaluatiecommissie 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** [104].

*« De studies die het SCK heeft ondernomen, in nauwe samenwerking met de betrokken nationale en internationale instanties, met het oog op het onderzoek van de mogelijkheden om geconditioneerd hoogactief afval in diepe geologische lagen in de klei op te slaan dienen in dit verband te worden voortgezet. »*

*« Er moeten maatregelen worden getroffen opdat de bestraalde splijtstof kan worden opgewerkt binnen redelijke termijnen, en dit voor de volgende redenen [...] bij ontstentenis van opwerking moet worden voorzien in de conditionering van de verbuikte brandstofelementen in hun geheel met het oog op hun geologische berging. »*

*« Een oplossing voor de definitieve berging van hoogradioactief afval en van alfabesmet afval is in ontwikkeling. Voor België lijken de diepe kleilagen de beste oplossing te zijn. Bijgevolg moet een intensieve en onderhouden inspanning worden gedaan en moet het lopende onderzoek op dit vlak actief worden voortgezet. »*

**In 1990 bevestigt de Informatie- en enquêtecommissie inzake nucleaire veiligheid impliciet het belang van de aan de gang zijnde studies over de geologische berging** [105]. 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 noodzakkelijk 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. » (p. 74)*

**In 1993 wordt de regering, en bijgevolg NIRAS, door de resolutie van de Kamer van Volksvertegenwoordigers tot instelling van een feitelijk moratorium op de opwerking van bestraalde splijtstoffen van commerciële kerncentrales** [33] (resolutie aangenomen op 22 december, 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 Ampère, 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** [106].

*"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." (p. 81)*

**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** [59]:

*"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." (p. 6)*

**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 [37], dat België in 2002 heeft goedgekeurd. Dit gebeurt al sinds de eerste vergadering in november 2003.**

### 8.1.2 Beschrijving van het bergingsstelsel in de Boomse Klei

NIRAS heeft haar veiligheidsstrategie geformaliseerd [100] op basis van de functies die de verschillende onderdelen van het bergingsstelsel (gasformatie + kunstmatige barrières + afval) moeten vervullen tijdens de verschillende periodes van de levensduur van het stelsel. 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.

De structurerende elementen waarop NIRAS zich baseert om een bergingsinstallatie voor B&C-afval te ontwerpen in de Boomse Klei, die de operationele veiligheid en de langetermijnveiligheid verzekert, kunnen als volgt worden samengevat.

- *Langetermijnveiligheid:*
  - ▶ Het *insluiten* van het afval van categorie C (b2-1, b2-4, b2-6, b2-7 en c2-1 in Tabel B1 in bijlage B1) wordt verzekerd door de kunstmatige barrières tijdens de periode waarin de eigenschappen van de gasformatie tijdelijk verstoord zouden kunnen worden, in het bijzonder wegens de temperatuurstijging die het afval veroorzaakt. 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 of aardbevingen, wordt verzekerd door de kleilaag en zijn geologische omgeving.
  - ▶ Het *vertragen* van de migratie van de radionucliden die uiteindelijk uit het afval 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 zodanig dat het *de verstoringen beperkt die veroorzaakt worden* in de Boomse Klei, die de belangrijkste barrière vormt voor de veiligheid op lange termijn.
- *Operationele veiligheid:*
  - ▶ De kunstmatige barrières moeten zorgen voor een *radiologische afscherming* van het afval tijdens de hele operationele fase (ongeveer 100 jaar) en dit vanaf de postconditionering van het afval aan de oppervlakte.

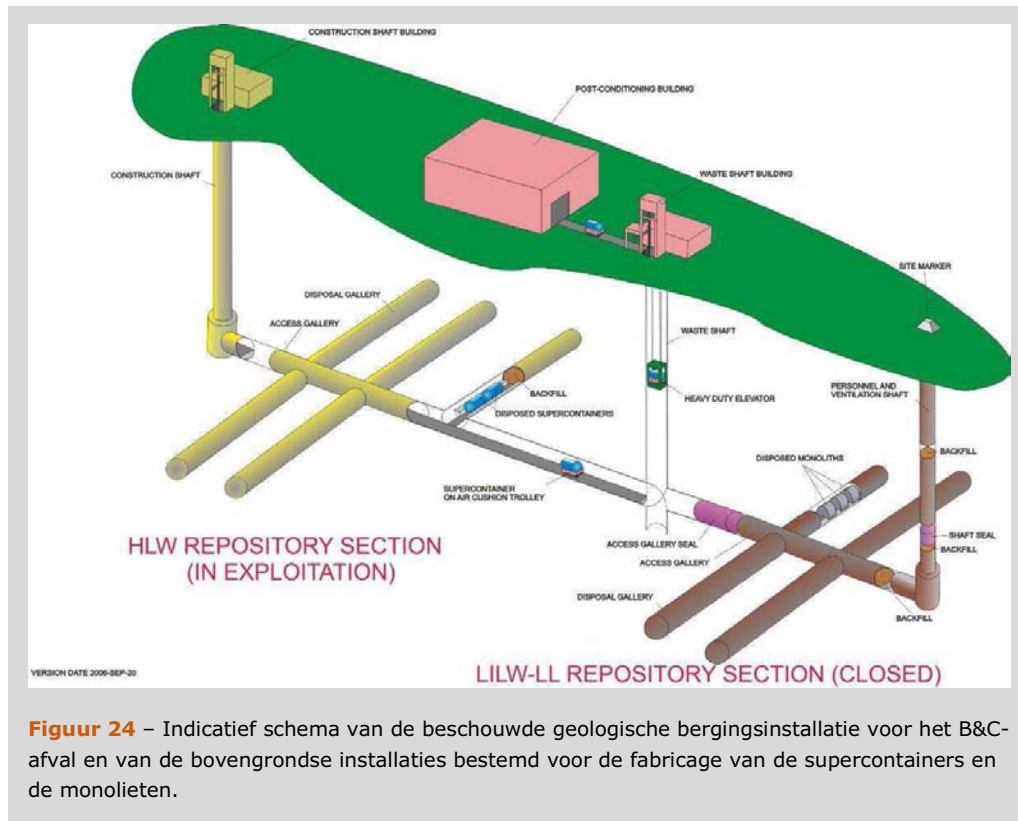
Aangezien men een definitieve oplossing beoogt, moet het afval *zo spoedig mogelijk in passieve veiligheid* worden geplaatst, rekening houdend met de eventuele eisen inzake omkeerbaarheid (sectie 9.6).

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 24). Schachten geven toegang tot een hoofdgalerij met een kleinere diameter, die de bergingsgalerijen bedient. Deze 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 stelsel 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 gedurende de periode die volgt op



de berging en tijdens dewelke de eigenschappen van de gastformatie tijdelijk verstoord zouden kunnen worden, vooral wegens de door het afval veroorzaakte temperatuurstijging (thermische fase). Deze supercontainers zijn de eenheden die gevormd worden door een dichte oververpakking van koolstofstaal (en de container(s) verglaasd afval of bestraalde splijtstoffen die ze bevat) en de rondom liggende dikke beschermingslaag van cementmateriaal (Figuur 25). Om de behandeling te vergemakkelijken, wordt het afval van categorie B in betonnen caissons geplaatst en geïmmobiliseerd in mortel om monolieten te vormen (Figuur 25). Zowel de supercontainers als de monolieten zorgen voor een radiologische afscherming voor de werknemers tijdens de operationele fase en de sluitingsfase.



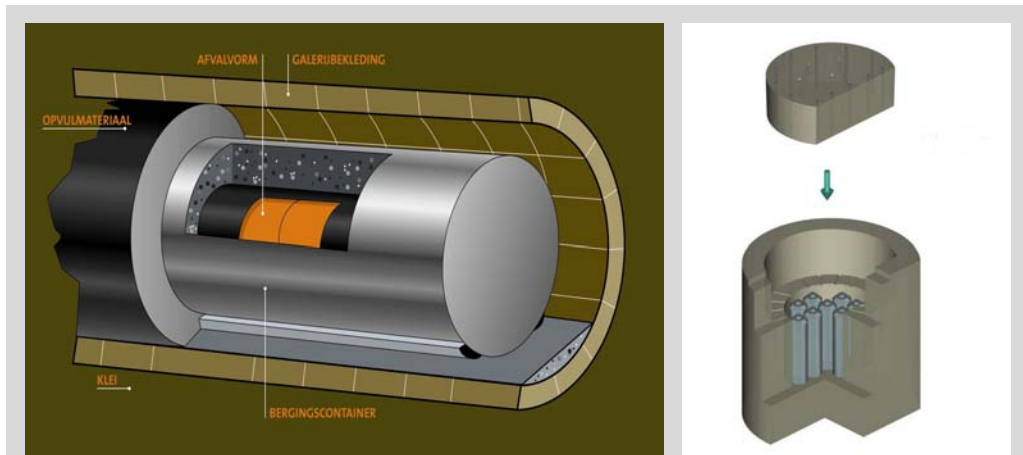
**Figuur 24** – Indicatief schema van de beschouwde geologische bergingsinstallatie voor het B&C-afval en van de bovengrondse installaties bestemd voor de fabricage van de supercontainers en de monolieten.

Zodra het afval geplaatst is, worden de lege ruimtes in de bergingsgalerijen gevuld 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 gevuld en afgesloten, eventueel na een observatieperiode. 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.

Deze oplossing is voldoende soepel 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 uitvoering ervan, zoals deze die worden besproken in sectie 9.6.

De meest recente raming van de totale niet-geactualiseerde kostprijs, inclusief marges voor technologische en projectonzekerheden, in de veronderstelling van een volledige opwerking van alle commerciële splijtstoffen, komt tot ongeveer 3 miljard EUR<sub>2008</sub> [107].



**Figuur 25** – Supercontainer voor verglaasd afval van categorie C in een bergingsgalerij en monoliet voor afval van categorie B.

### 8.1.3 Belangrijkste wetenschappelijke en technische kennis verworven in het kader van het RD&D-programma voor de berging in de Boomse Klei

Het huidige systeem voor de berging van B&C-afval in de Boomse Klei is, volgens de huidige stand van de kennis en de evaluaties, in staat de operationele veiligheid en de langetermijnveiligheid te verzekeren. Het is tevens technisch uitvoerbaar.

#### 8.1.3.1 De Boomse Klei als barrière

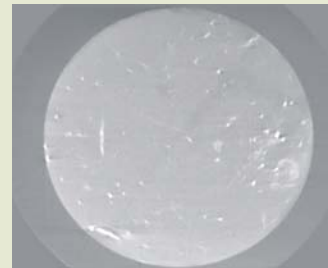
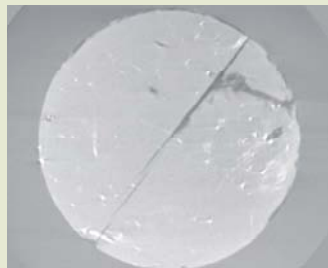
De kleiformatie van Boom is aanwezig in het noordoosten van België. Onder de zone van Mol-Dessel heeft ze een dikte van ongeveer 100 meter en strekt ze zich uit op een diepte van ongeveer 190 à 290 meter. Ze dringt met een helling van 1 à 2% door naar het noordnoordoosten van België. Het is een weinig 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 verstoringen verbonden aan de oxidatie van de klei tijdens de graafwerkzaamheden en de verstoringen die veroorzaakt worden door de aantasting van het cementmateriaal van de kunstmatige barrières blijven beperkt tot enkele meters en hebben slechts een geringe impact op haar performanties als barrière.

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.

### 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.

- Zij is *zeer weinig doorlatend*. Er zijn dus, bij manier van spreken, geen waterbewegingen in deze klei en dus ook geen transport van radionucliden en chemische contaminanten door deze vector. Het transport van de radionucliden en de contaminanten is bijgevolg hoofdzakelijk diffusief, dit wil zeggen dat ze niet migreren met het bewegende water. Deze eigenschap kon worden aangetoond door experimenten van meer dan 20 jaar in het ondergronds laboratorium.
- Ze bezit een *groot vermogen* om radionucliden en chemische contaminanten *vast te zetten*. De migratie van de radionucliden en de contaminanten doorheen de klei wordt dus sterk vertraagd (sorptievermogen, gunstige geochemische eigenschappen, ...).
- Ze is *plastisch*. De barsten en breuken die erin zouden kunnen ontstaan, 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 vertoont bijgevolg *geen preferentiële wegen voor de migratie van de radionucliden en de chemische contaminanten* die geleidelijk vrijkomen uit de bergingsinstallatie.

Ten slotte is de Boomse Klei relatief homogeen en is ze aanwezig in eenvoudige geologische structuren die een belangrijke laterale continuïteit verzekeren; deze twee eigenschappen vergemakkelijken de karakterisering van de klei. Ze bezit ook 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 ook 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.*

- Het uranium van Cigar Lake (Canada), één van de rijkste uranietvindplaatsen (UO<sub>2</sub>, dit is het belangrijkste bestanddeel van kernbrandstof), is gedurende meer dan een miljard jaar bewaard gebleven, vooral dankzij de aanwezigheid van een kleilaag die de vindplaats afdekt [108]. Daardoor is ook de migratie van het uranium tegengehouden.
- In Dunarobba, in 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 dus gedurende heel deze periode de verrotting van de planten voorkomen [108].

### 8.1.3.2 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, met de voorschriften op het vlak van de operationele veiligheid, met eventuele bijkomende verplichtingen inzake omkeerbaarheid of controle, en met de financiële kosten.

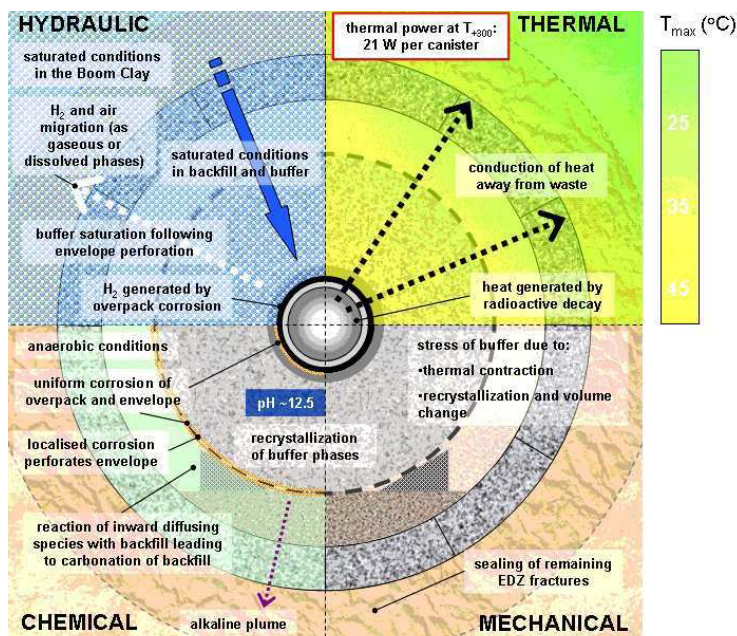
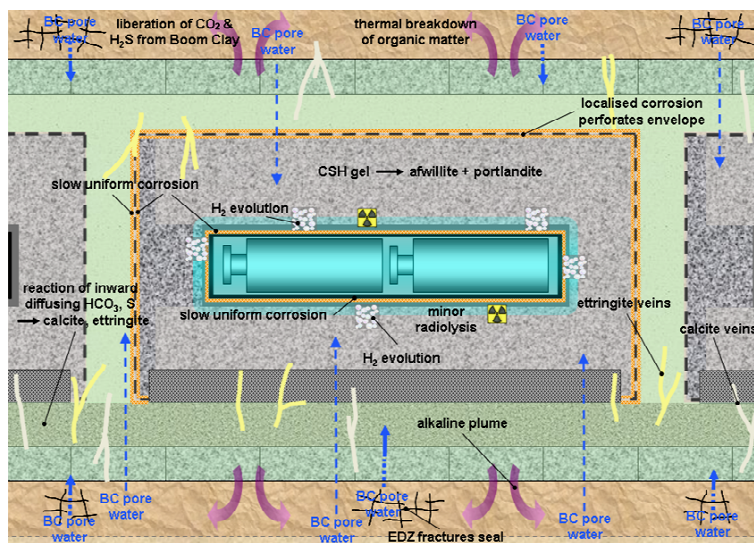
Op het vlak van de evaluatie van de uitvoerbaarheid werd de volgende belangrijke kennis verworven:

- 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 werden 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;
- vermogen om de kosten van de berging en de bijbehorende onzekerheidsmarges te ramen.

### 8.1.3.3 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 26). 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 uitvoering van een geologische bergingsoplossing.



**Figuur 26** – Voorbeeld van geïntegreerde visualisatie van het gedrag van het bergingssysteem: overlangse en dwarsdoorsnedes van een bergingsgalerij voor verglaasd afval, die de thermische, hydraulische, mechanische en chemische processen tonen die zich afspelen in de nabijheid van een supercontainer, 300 jaar na zijn berging, dit wil zeggen na de temperatuurstijgingspiek veroorzaakt door het afval [109]. 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.

#### 8.1.3.4 Evaluatie van de langetermijnveiligheid

De langetermijnimpact van de bergingsinstallatie werd geëvalueerd voor verschillende scenario's. Naast het normale-evolutiescenario, dat de verwachte evolutie van het bergingssysteem beschrijft, werden een aantal andere mogelijke maar minder waarschijnlijke scenario's geëvalueerd, waaronder de scenario's van menselijke intrusie.

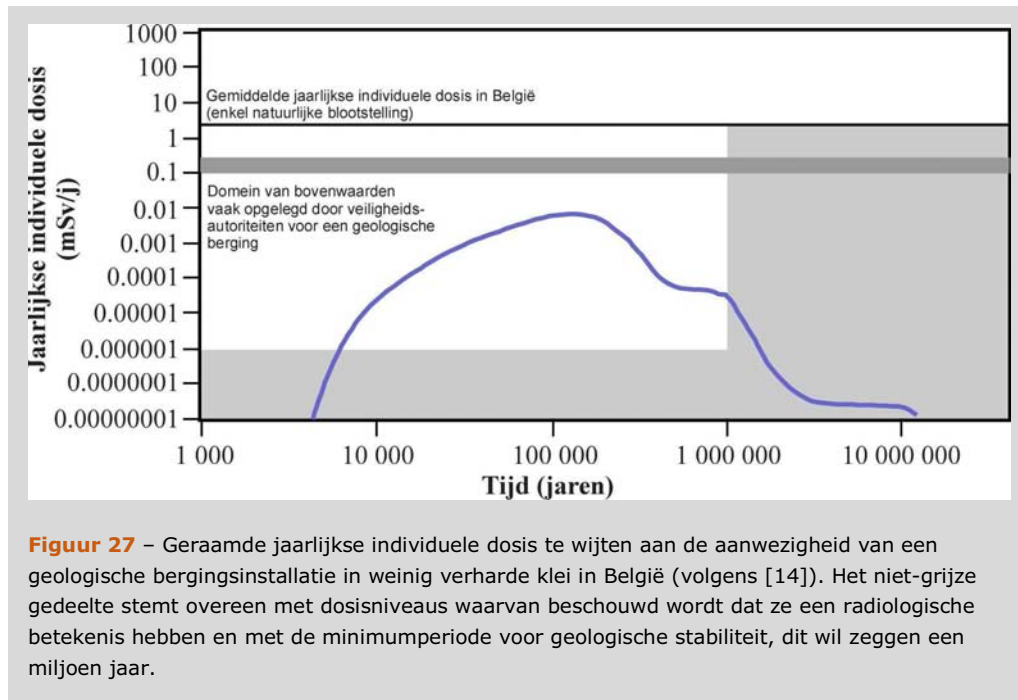
De belangrijkste kennis inzake de evaluatie van de langetermijnveiligheid in normale omstandigheden werd verworven voor een bergingsinstallatie die verondersteld wordt gebouwd te worden in het midden van de Boomse kleilaag van 100 meter dikte. Deze kennis kan als volgt worden samengevat [14].

- Het is de Boomse Klei die het meest bijdraagt tot de langetermijnveiligheid.
- De rol van de afvalmatrices en de kunstmatige barrières is bijkomstig voor de langetermijnveiligheid, behalve wat de UO<sub>2</sub>-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 (<sup>129</sup>I, <sup>36</sup>Cl, <sup>14</sup>C,...),
  - ▶ de actinides (U, Pu,...) dragen slechts in geringe mate bij tot de dosis,
  - ▶ de meeste radionucliden vervallen tot verwaarloosbare activiteitsniveaus tijdens hun verblijf binnen de kunstmatige barrières en de tijd dat ze doorheen de Boomse Klei migreren.
- 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 zijn de hoeveelheden miniem.

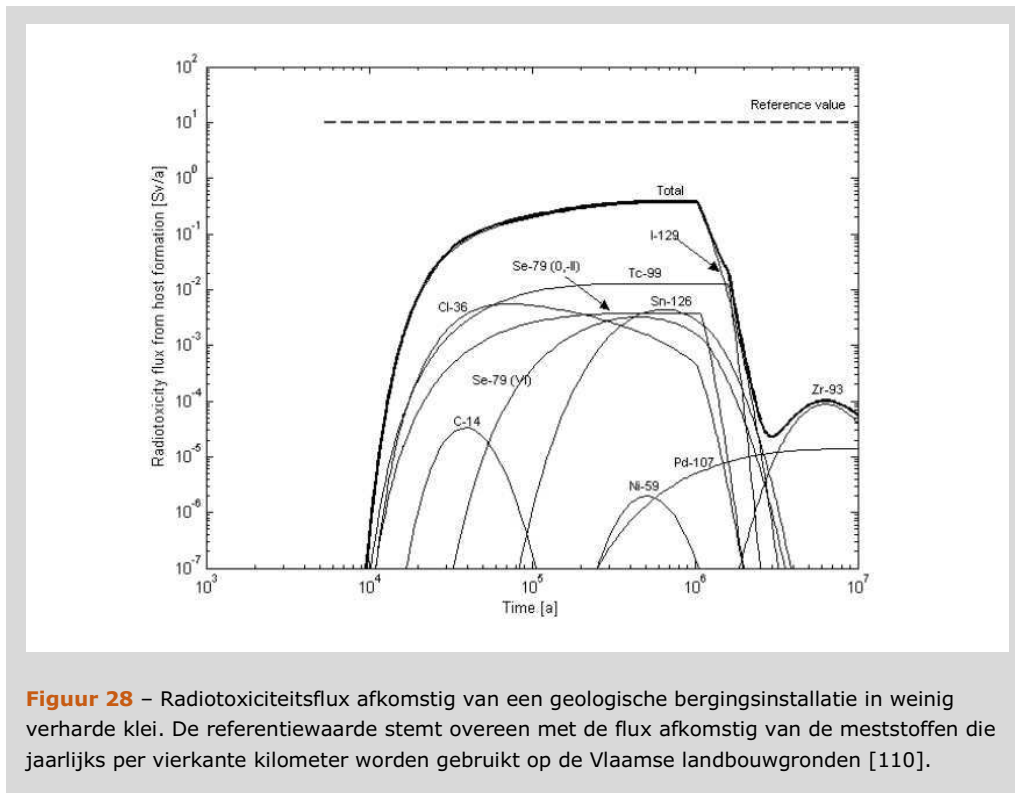
De kennis verworven in het kader van de veiligheidsevaluaties is gebaseerd op voorzichtige, soms zelfs pessimistische hypothesen, waarbij aanzienlijke veiligheids'reserves' worden ingebouwd in de verkregen resultaten. Deze hypothesen zijn van zeer verschillende aard, zoals hieronder geïllustreerd wordt [14].

- 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.
- Sommige processen die bijdragen tot het beperken van het vrijkomen van de radionucliden worden niet in rekening gebracht, zoals het feit dat
  - ▶ de corrosie van de primaire verpakking van het afval traag is (terwijl verondersteld wordt dat de verpakking ogenblikkelijk gecorrodeerd is);
  - ▶ de 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 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.

Zo zou bijvoorbeeld een individu dat nabij de bergingsite zou wonen en zijn drink- en irrigatiewater zou halen uit een diepe put net boven de Boomse kleilaag, daar waar, volgens de berekeningen, de hoogste concentraties van radionucliden aanwezig zouden zijn, aan de hoogste stralingsdoses blootgesteld worden tussen 100 000 jaar en 1 miljoen jaar na de sluiting van de bergingsinstallatie (Figuur 27). 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).



Gezien de grote onzekerheden omtrent de toekomstige levenswijzen in de buurt van een eventuele geologische bergingsite, 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 flux kan vergeleken worden met de natuurlijke radionucliden aanwezig in de kleilaag of met de radiotoxiciteitsflux afkomstig van andere activiteiten die vandaag uitgevoerd worden. 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 worden gebruikt op de landbouwgronden in Vlaanderen (ordegrootte van 10 Sv/km<sup>2</sup>/jaar — Figuur 28) [110].



**Figuur 28** – Radiotoxiciteitsflux afkomstig van een geologische bergingsinstallatie in weinig verharde klei. De referentiewaarde stemt overeen met de flux afkomstig van de meststoffen die jaarlijks per vierkante kilometer worden gebruikt op de Vlaamse landbouwgronden [110].

De veiligheidsevaluaties houden ook rekening met een reeks gewijzigde-evolutiescenario's (drastische stijging van het zeeniveau, aardbevingen, ijstijd, voortijdige breuk van de kunstmatige barrières,...). Ook voor deze gewijzigde scenario's blijven de bovenvermelde besluiten geldig.

#### 8.1.4 De Ieperiaanklei als gastformatie

De Ieperiaanklei is slechts weinig gekend in de diepte in België. Op initiatief van NIRAS werden verschillende studies en verkennende boringen uitgevoerd [90]. De resultaten worden momenteel geïnterpreteerd.

De Ieperiaanklei vertoont in het uiterste noordwesten van het land geologische kenmerken die vergelijkbaar zijn met die van de Boomse Klei (Kader 15). 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 (verwante geologieën, transportprocessen gecontroleerd door diffusie en gekenmerkt door een aanzienlijke vastzetting van de radionucliden, 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 liggen aan de basis van de vastzetting van de radionucliden en het afsluitingsvermogen van de formatie;
- ze is omgeven door weinig productieve en 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.

Ten slotte vertoont de Ieperiaanklei kenmerken die bijzondere aandacht zouden vereisen, zoals de aanwezigheid van structurele discontinuïteiten (breuken) en een vermogen om de warmte af te voeren, die geringer is dan die van de Boomse Klei. De waterstromen in de geologische omgeving van de Ieperiaanklei zou eveneens bijzondere aandacht vereisen.

#### **8.1.5 Toekomstige belangrijke RD&D-activiteiten met het oog op de ontwikkeling en de geleidelijke uitvoering van een geologische berging**

Aangezien de verdere ontwikkeling van een geologische berging en de geleidelijke uitvoering ervan passen in een perspectief van verscheidene tientallen jaren, moet het toekomstige RD&D-programma flexibel zijn en evolueren naargelang 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 na de principebeslissing in grote mate afwijken van de huidige aanzet van het besluitvormingsproces (sectie 9.5), als er voorwaarden worden opgelegd aan de uitvoering van de berging, of als het RD&D onverwachte resultaten oplevert die aanvullend onderzoek vereisen. Het RD&D zal ook rekening houden met de bekommernissen die tot uiting komen in het kader van de uitgevoerde maatschappelijke raadpleging en het participatief proces dat de verdere ontwikkeling van een geologische berging zal vergezellen.

Concreet zullen de huidige oriëntaties van het RD&D worden versterkt om het geheel van argumenten op te stellen ter ondersteuning van de beslissingen die richting zullen geven aan het besluitvormingsproces (sectie 9.5). Zo heeft het RD&D tot doel de verworven kennis te bevestigen en te integreren (om de resterende onzekerheden te beperken en de veiligheidsmarges te vergroten), 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. Aangezien de Boomse Klei de geologische referentieformatie voor het RD&D is, zullen de activiteiten met betrekking tot de Ieperiaanklei hoofdzakelijk beperkt zijn tot studies over de 'overdraagbaarheid' van de kennis.

De belangrijkste RD&D-assen en hun doelstellingen kunnen als volgt worden samengevat.

■ *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 door de productie van gassen na de sluiting van de bergingsinstallatie (en analyse van de impact op het ontwerp van de ondergrondse bouwwerken).
- ▶ 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 worden door tests in situ op kleine schaal, en verder vertrouwen 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.
- ▶ Begrip van de mechanismen van het vastzetten van de radionucliden en de chemische contaminanten door de Boomse Klei.

■ *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 UO<sub>2</sub>-matrices in een cementmidden.
- ▶ Verbetering van de bepaling 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 postconditionering 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 omkeerbaarheid).
  - ▶ Vaststelling van de operationele eisen inzake de aanwezigheid van gassen tijdens de berging en analyse van de impact op het ontwerp van de ondergrondse bouwwerken (bijvoorbeeld op de ventilatie van de installaties), inclusief de kunstmatige barrières.
  - ▶ Bepaling van een strategie en analyse van de praktische mogelijkheden voor de controle van de bergingsinstallatie tijdens de operationele fase, tijdens de geleidelijke sluiting en, eventueel, na sluiting van de installatie.
- *Voor de veiligheidsevaluaties:*
    - ▶ Evaluatie van de operationele veiligheid.
    - ▶ Verfijning van de methodologieën voor het beheer van de onzekerheden.
    - ▶ 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, in permanent overleg met het FANC (zie met name [49, 111, 112]).

Bij het integreren van het proces van de *keuze van een geschikte vestigingssite* in het optimaliseringsproces, zal in grote mate rekening moeten worden gehouden met de maatschappelijke factoren.

### **8.1.6 Kosten van het 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 MEUR<sub>2008</sub>, dit is ongeveer 9 MEUR per jaar.

Indien de oplossing van de geologische berging in de Ieperiaanklei het voorwerp dient te zijn van gedetailleerde studies, zal een aanzienlijke inspanning nodig zijn, die ongeveer vergelijkbaar is met de huidige inspanningen die jaarlijks geleverd worden op het vlak van RD&D voor de Boomse Klei. Daarbij komen op termijn nog de investeringen 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 dan in het geval van de Boomse Klei, gezien de mogelijke synergieën met de kennis verworven op het gebied van de Boomse Klei.

## 8.2 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; België staat daarmee op de vierde plaats van landen in de wereld die een beroep doen op kernenergie om een deel van hun elektriciteit op te wekken.)

Deze visie sluit aan bij de aanbevelingen die internationaal van kracht zijn en die de nationale verantwoordelijkheid van elk land voor het beheer van het eigen radioactieve afval vooropstellen. Ze werd trouwens 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 [26].

*"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;"*

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 [65] [officiële vertaling van NIRAS].

*"20. Meerdere verdragsluitende partijen met een beperkt nucleair programma of met een beperkt beheerprogramma voor radioactief afval hebben de vraag van regionale bergingsinstallaties geopperd. Geen enkele concrete vooruitgang werd hier echter tot nu toe verwezenlijkt. Men meent dat het versterken van de samenwerking tussen de verdragsluitende partijen*

*voortgang met betrekking tot deze belangrijke vraag zou gemakkelijk.*”

Hoewel de oplossing van een gedeelde bergingsinstallatie economisch voordelig is, doet ze ook verschillende vragen rijzen, waarvan de belangrijkste juridische vragen verband houden 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.

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. Uit het wederkerigheidsprincipe vloeit immers voort dat elk land dat partij is bij een multinationaal akkoord over de realisatie van een gedeelde bergingsinstallatie, mogelijk al het afval van de landen die bij dit akkoord betrokken zijn, op zijn grondgebied kan ontvangen.

Vanuit het oogpunt van de veiligheid, van de ethische principes, van de aanpak van realisatie en van de wetenschappelijke en technische basisprincipes, stelt de ontwikkeling van een gedeelde geologische bergingsinstallatie dezelfde eisen als een nationale bergingsinstallatie, of zelfs nog strengere eisen. Deze zijn bijvoorbeeld verbonden aan de verscheidenheid van het afval waarmee rekening moet worden gehouden of aan de moeilijkheden om een site te selecteren. Er dient opgemerkt dat talrijke landen die een principebeslissing hebben genomen ten gunste van een geologische berging op hun nationaal grondgebied, tegelijkertijd de berging van buitenlands afval op hun grondgebied hebben verboden. Een dergelijk verbod was namelijk een voorwaarde *sine qua non* voor de maatschappelijke aanvaardbaarheid van een nationale bergingsoplossing.

*NIRAS is bijgevolg van mening dat het Belgische radioactieve afval in België moet worden beheerd. Vermits NIRAS in staat is een oplossing voor het langetermijnbeheer voor te stellen dat ze veilig en uitvoerbaar acht, is er geen reden om het afval op te slaan in het vooruitzicht dat België zich zou richten op een gedeelde multinationale bergingsinstallatie.*

### **8.3 Van zodra mogelijk**

Rekening houdend met de vereisten inzake goed beheer en met de ethische principes inzake intra- en intergenerationele billijkheid, meent NIRAS dat een geologische berging in weinig verharde klei zo spoedig mogelijk moet worden uitgevoerd. 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 standpunt 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;

- ▶ elk uitstel in de uitvoering vertraagt het in passieve veiligheid brengen van het bestaande en geplande afval, dat nochtans *ultiem* afval is, met andere woorden afval waarvoor het niet redelijk is te denken dat het ooit het voorwerp zal zijn van een verdere behandeling;
- ▶ bij elk uitstel van de uitvoering wordt het in stand houden van nationale deskundigheid en kennis moeilijker; deze continuïteit is echter een factor die op fundamentele wijze bijdraagt tot de veiligheid van de ontwikkelde oplossing en tot de uitvoering ervan;
- vanuit het standpunt van de *intragenerationele billijkheid*:
  - ▶ bij elk uitstel verkeren de gemeenten op het grondgebied waarvan het afval momenteel tijdelijk, maar voor onbepaalde duur wordt opgeslagen, langer in onzekerheid;
  - ▶ bij elk uitstel van de uitvoering 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 standpunt van de *intergenerationele billijkheid*:
  - ▶ bij elk uitstel van de uitvoering gaat de beheerverantwoordelijkheid, met inbegrip van de technische en financiële lasten, op de schouders van de volgende generaties zwaarder wegen;
  - ▶ bij gebrek aan een effectief gebouwde en geëxploiteerde installatie kan de reële kostprijs van de geologische berging niet worden vastgesteld en doorberekend in de tarieven voor de overname van het afval 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 op wie eventuele verhogingen van de beheerkosten niet langer zullen kunnen worden doorberekend via tariefverhogingen.



## 9 Het geïntegreerde besluitvormingsproces toegepast op geologische berging

Met het besluitvormingsproces waarin alle fasen van de ontwikkeling en uitwerking van de aanbevolen oplossing zullen passen, wordt ernaar gestreefd dat deze oplossing de veiligheid garandeert en maatschappelijk ondersteund wordt, dat ze lokaal aanvaardbaar is, dat ze wetenschappelijk gefundeerd is en op economisch vlak uitvoerbaar is. Het vormt bijgevolg de hoeksteen van de totstandkoming en het behoud van het maatschappelijk draagvlak dat nodig is voor het goede verloop van het project.

Het Afvalplan luidt slechts het begin in van een lang, stapsgewijs, progressief, transparant en aanpasbaar besluitvormingsproces dat zorgvuldig moet voorbereid worden en dat moet gepaard gaan met een brede maatschappelijke dialoog. Het besluitvormingsproces moet een antwoord kunnen bieden zowel op technisch-wetenschappelijke ontwikkelingen, op wettelijke evoluties en te nemen beslissingen, als op maatschappelijke vragen. De vraag naar maatschappelijk draagvlak stelt zich niet alleen bij de keuze van de beheeroplossing voor het langetermijnbeheer, maar is evenzeer van belang bij de verschillende stappen in de verdere uitwerking van deze oplossing.

Het is belangrijk te herhalen dat de principebeslissing geen onmiddellijke uitvoering van een specifieke oplossing betreft, noch een keuze inhoudt voor een welbepaalde site. De principebeslissing zal de richting aangeven waarin verder gewerkt moet worden en zal in die zin de eerste mijlpaal vormen in het besluitvormingsproces. Deze beslissing zal het scharniermoment vormen van een impliciete besluitvormingscontext naar een expliciete.

De wijze waarop volgens NIRAS het besluitvormingsproces na de principebeslissing en in een verdere toekomst zou moeten uitgewerkt en georganiseerd worden, wordt in dit hoofdstuk toegelicht. Op basis van institutionele elementen van het Belgische programma (sectie 9.1) en de ervaringen en lessen vanuit (inter)nationale projecten en studies (sectie 9.2), worden een leidend principe en krachtlijnen (sectie 9.3.1) geformuleerd die NIRAS wil hanteren voor het kader en de structuur (sectie 9.3.2) van het besluitvormingsproces. Vervolgens wordt een benadering voorgesteld om het besluitvormingsproces te verfijnen en de technische en maatschappelijke dimensies te integreren (sectie 9.4). Daarna komt het besluitvormingsproces met het oog op de geleidelijke implementatie van geologische berging aan bod (sectie 9.5), waarna een laatste sectie stilstaat bij enkele overwegingen met betrekking tot de

terugneembaarheid van het afval en de omkeerbaarheid van de aanbevolen oplossing (sectie 9.6).

## 9.1 Institutionele elementen van het B&C-programma

Zoals in sectie 8.1.1.1 werd geschreven, heeft NIRAS in het contextueel document van het rapport SAFIR 2 [16] gepleit voor een evenwicht tussen het technische luik en het maatschappelijke luik van het Belgische programma inzake het beheer op lange termijn van B&C-afval. Deze stelling werd ook overgenomen in de conclusies van de NEA-audit van het rapport SAFIR 2. Het eindrapport van het NEA (2003) [6] bevestigde dat het maatschappelijk draagvlak voor de oplossing inderdaad baat zou hebben bij een dergelijk evenwicht. Het NEA heeft later haar algemene visie op het besluitvormingsproces verder ontwikkeld [113]:

*"In the new decision-making context it is clear that (a) any significant decisions regarding the long-term management of radioactive waste will be accompanied by a comprehensive public review with involvement of a diverse range of stakeholders; (b) the public, and especially the local public, are not willing to commit irreversibly to technical choices on which they have insufficient understanding and control; and (c) any management options will take decades to be developed and implemented, which will involve stakeholders who have not yet been born. Thus, a "decision" no longer means opting for, in one go and for all time, a complete package solution. Instead, a decision is one step in an overall, cautious process of examining and making choices that preserve the safety and well-being of the present generation and the coming ones while not needlessly depriving the latter of their right of choice." (p.7)*

In 2004 kreeg NIRAS de opdracht van haar voogdijminister om de verschillende alternatieven voor het langetermijnbeheer van B&C-afval af te wegen en om een maatschappelijke dialoog voor te bereiden en op te starten [7]. Deze opdracht was het startschot voor het uitwerken van een globaal besluitvormingsproces dat zich ingeschreven heeft in het wettelijke kader van 13 februari 2006 betreffende de beoordeling van de gevolgen voor het milieu van plannen en programma's. Een principebeslissing voorbereiden met betrekking tot de richting waarin men in de toekomst moet verder werken voor het langetermijnbeheer van B&C-afval is hiervan de allereerste fase.

Voor de uitvoering van de opdracht van de voogdijminister heeft NIRAS resoluut geopteerd voor een geïntegreerd besluitvormingsproces waarbij de maatschappelijke en ethische dimensies geïntegreerd worden met de technisch-wetenschappelijke en financieel-economische dimensies en met de dimensies milieu en veiligheid. Een duurzame langetermijnoplossing streeft immers naar een evenwichtige balans tussen deze vier dimensies die onderling afhankelijk zijn en mekaar wederzijds beïnvloeden.

Het besluitvormingsproces waarbinnen het Afvalplan van NIRAS kadert, zet in op de realisatie van een maatschappelijk gedragen langetermijnbeheeroplossing. Het vormt dus de hoeksteen voor het creëren en in stand houden van het maatschappelijk draagvlak dat nodig is voor het goede verloop van de ontwikkeling en de geleidelijke uitvoering van de geologische berging.



Gezien de maatschappelijke en sociaaleconomische implicaties en de bijzondere gevoeligheden die in dit dossier nadrukkelijk aanwezig zijn, acht NIRAS het absoluut noodzakelijk om *consultatie* en *participatie* doorheen het ganse besluitvormingsproces te voorzien.

Aangezien het besluitvormingsproces meer dan honderd jaar zal duren, omdat er beslissingen moeten worden genomen tot aan de sluiting van de bergingsinstallatie, en aangezien de precieze draagwijdte van de principebeslissing nog niet gekend is, is het onmogelijk het besluitvormingsproces a priori vast te leggen.

NIRAS kan desalniettemin de fundamenteën, op basis van een leidend principe en de geassocieerde krachtlijnen, identificeren die het besluitvormingsproces onderbouwen.

## **9.2 Ervaringen en lessen uit internationale en nationale projecten en studies**

Voor het bepalen van fundamenteën voor het verdere besluitvormingsproces, kan NIRAS zich beroepen op ervaringen en lessen die relevante internationale en nationale initiatieven en studies bieden, in het bijzonder het CARL-onderzoek en nationale en internationale ervaringen in verband met het opzetten van lokale partnerschappen.

### Relevante lessen uit het CARL-onderzoek

De relevante lessen uit het CARL-onderzoek — een sociaal-wetenschappelijk project dat effecten onderzoekt van het betrekken van belanghebbenden in een besluitvormingsproces voor radioactief afvalbeheer — zijn als volgt [114]:

- Voldoende aandacht besteden aan procesarchitectuur en het faciliteren van het proces.
- Ieder land wordt gekenmerkt door specifieke contextuele variabelen die invloed uitoefenen op het verloop van een participatief proces. Het kopiëren van 'geïmporteerde' modellen voor participatie is niet aangewezen.
- Voldoende capaciteit en tijd voorzien voor participatieve processen. Belangrijk is de mate en de periode waarin belanghebbenden betrokken worden duidelijk te definiëren.
- Het participatief proces afstemmen op de capaciteit van de relevante belanghebbenden en voldoende aandacht besteden aan de opbouw van kennis en competenties.
- Voldoende feedback en transparantie garanderen.
- Adequaet definiëren van belanghebbenden is essentieel om de representativiteit te garanderen. Er moet rekening gehouden worden met de verschillen tussen lokale en nationale processen en hun relevante belanghebbenden.
- Rekening houden met de vele verschillende perspectieven op het onderwerp.

### Belgische partnerschappen

In de Belgische context mag niet voorbijgegaan worden aan de lessen die getrokken werden uit het besluitvormingsproces rond het langetermijnbeheer van categorie A-afval. Zowel de voorontwerpfase, waarbij diverse lokale partnerschappen de mogelijkheid van een eventuele aanvaarding van een bergingsite op hun grondgebied en de eraan verbonden voorwaarden analyseerden, als de projectfase, waarin het geïntegreerde bergingsproject verder uitgewerkt wordt in nauwe samenwerking met de lokale gemeenschap, hebben verschillende belangrijke elementen in het licht gebracht:

- de strategische beleidskeuze als een eerste mijlpaal in het besluitvormingsproces dat de geleidelijke uitvoering van de langetermijnbeheeroplossing moet begeleiden;
- een geïntegreerde benadering en visie op de langetermijnbeheeroplossing als een 'meerwaardeproject' voor de regio waar de beheeroplossing wordt gerealiseerd;
- vrijwillige belangstelling en/of kandidaatstelling voor evaluatie en bestudering van de mogelijkheid tot aanvaarding van de gekozen beheeroplossing op het eigen grondgebied alsook de bepaling van de eraan verbonden randvoorwaarden;
- de representativiteit van de belanghebbenden (representatieve doorsnede van de lokale leefomgeving die de diverse maatschappelijke, politieke en economische actoren vertegenwoordigt) tijdens alle fasen van het besluitvormingsproces;
- duidelijkheid van rollen en verantwoordelijkheden van alle betrokken partijen van bij aanvang;
- toe-eigening van het project door lokale actoren door co-design, co-ontwikkeling en de uitwerking van een geïntegreerd project dat meerwaarde creëert voor de regio;
- een werkkader, -structuur en -organisatie die voldoende autonomie biedt aan de participatieve structuur om eigen accenten te leggen;
- duidelijkheid met betrekking tot de verschillende fasen in het besluitvormingsproces (informatieverwerving, oordeels- en besluitvorming, beslissing), de diverse rollen en beslissingniveaus doorheen het besluitvormingsproces;
- de aanpasbaarheid van de procesarchitectuur en werkkader doorheen het proces;
- het belang van de gevestigde investering in tijd en energie van alle betrokkenen in een participatief besluitvormingsproces;
- voldoende en tijdige betrokkenheid van omliggende gemeenten rond een gekozen site bij de verdere uitwerking van een geïntegreerd project;
- de noodzaak tot afstemming van de gebruikte werkmethode aan de specificiteit en de fase waarin het besluitvormingsproces zich bevindt;
- documentering en argumentering van besluiten en beslissingen.

Een recente studie van het NEA over de evolutie en de huidige praktijk van partnerschappen in dertien landen toont aan dat burgerparticipatie in het beheer van radioactief afval sterk geëvolueerd is in de laatste tien jaar. Dit kan als volgt worden samengevat [115]:

- Evolutie van informatie en consultatie naar partnerschap of anders gezegd van symbolische betrokkenheid naar werkelijke beïnvloeding door burgers.

- Evolutie van lokale leefgemeenschappen van een passieve naar een actieve rol.
- Er bestaat een brede waaier van participatieve methoden die kunnen worden toegepast.
- Erkenning van de noodzakelijkheid en de legitimiteit van maatregelen om de invloed van de samenleving en sociaaleconomische maatregelen te versterken.
- Ontwikkelen van nieuwe manieren van samenwerken waaronder wederzijds leren, totstandbrenging van meerwaarde voor de gastgemeente en/of -streek.

De deelnemers aan de initiatieven van NIRAS inzake maatschappelijke consultatie in 2009–2010 (Kader 1 in hoofdstuk 1) met betrekking tot het langetermijnbeheer van B&C-afval formuleerden onder meer aanbevelingen over de manier waarop de besluitvorming moet vorm krijgen. NIRAS onderschrijft de essentie van deze aanbevelingen met betrekking tot het besluitvormingsproces en integreert de output van deze maatschappelijke consultatie via een leidende principe en krachtlijnen in de vormgeving en uitwerking van het verdere besluitvormingsproces [13]. Ondertussen werden reeds enkele analyses [116, 117] gemaakt van de maatschappelijke consultatie van NIRAS rond het Afvalplan. De twee belangrijkste aandachtspunten zijn daarbij dat NIRAS het participatief proces wél kan initiëren maar dat zij dit bij voorkeur niet rechtstreeks controleert. Daarnaast stelt men dat participatie van het publiek niet mag worden beperkt tot de consultatiemomenten zoals voorzien in het kader van de procedure voor de milieueffectenbeoordeling.

### **9.3 Fundamenten en structuur van het verdere besluitvormingsproces**

#### **9.3.1 Leidend principe en krachtlijnen**

Uit de bundeling van voorgaande getrokken lessen en aanbevelingen van de (inter)nationale relevante projecten en studies, werd een leidend principe en de krachtlijnen geïdentificeerd op basis waarvan een context voor het verdere besluitvormingsproces werd uitgewerkt.

##### **9.3.1.1 Het leidend principe: duurzaamheid**

Het principe van duurzaam beheer (Kader 2 in hoofdstuk 1) wordt ondersteund door:

- een evenwichtige balans tussen de vier dimensies (technisch en wetenschappelijk, veiligheid en milieubescherming, financieel en economisch, ethisch en maatschappelijk) waarbij veiligheid een absolute voorwaarde is en primeert;
- het integreren van het voorzorgsbeginsel. Dit principe houdt in dat men onzekerheden erkent en onderwerpt aan evaluaties om risico's te objectiveren, zoals risicoanalyse. Het doel van de risicoanalyse is om een duidelijker beeld te krijgen van alle risico's die zich kunnen voordoen in het besluitvormingsproces dat loopt van planning tot en met de realisatie van de gekozen beheeroplossing (inventarisatie van risico's). Op basis van deze inzichten worden de risico's gerangschikt op basis van gedeelde prioriteit. Daarnaast zullen acties gedefinieerd worden om met de risico's om te gaan (beheersmaatregelen). Met het uitvoeren

van een risicoanalyse worden bijgevolg de mogelijkheden tot het minimaliseren van risico's in beeld gebracht.

### **9.3.1.2 Relevante krachtlijnen als basis voor de ontwikkeling van het besluitvormingsproces**

NIRAS wenst dat het besluitvormingsproces dat de ontwikkeling en de uitvoering van een geologische berging van B&C afval in België begeleidt, de hierna volgende krachtlijnen onderschrijft:

- Stapsgewijs en aanpasbaar
- Geïntegreerd
- Participatief
- Objectief
- Systematisch
- Herleidbaar en legitiem qua argumenten
- Transparant
- Continu
- Aangepast beheer en overdracht van informatie en kennis

#### **Stapsgewijs en aanpasbaar**

Net zoals vele andere agentschappen voor afvalbeheer, heeft NIRAS geopteerd voor een stapsgewijze ontwikkeling en uitvoering van geologische berging. Elke fase wordt gekenmerkt door een gefundeerde beslissing op basis van een argumentatiedossier en door een herbeoordeling van de genomen beslissing. De elementen die de overgang van een fase naar een volgende mogelijk maken, moeten duidelijk vastgesteld en gedocumenteerd zijn.

De aan het langetermijnbeheer van het B&C-afval verbonden tijdsschaal heeft tot gevolg dat het onmogelijk is om het technisch-wetenschappelijk debat als definitief gesloten of afgerond te beschouwen. Veranderingen in technische kennis, gewijzigde ethische, socio-politieke of economische omstandigheden of overwegingen met betrekking tot veiligheid of ecologie in de toekomst, kunnen leiden tot het heroverwegen van bepaalde randvoorwaarden binnen de gekozen beheeroplossing. Het proces moet dus een antwoord kunnen bieden op deze ontwikkelingen en op de precieze draagwijdte van elke te nemen beslissing.

Deze stapsgewijze en aanpasbare aanpak omvat in het bijzonder [118]:

- Het regelmatig en systematisch herbeoordelen van de verworvenheden, wat onafhankelijke audits en een vergelijking van de alternatieven veronderstelt voor elke latere fase en afhankelijk van de te nemen beslissing.
- De identificatie van de belanghebbenden die relevant zijn voor de fase waarin het proces zich bevindt.

Aanpasbaarheid resulteert tot de ontwikkeling van aangepaste werkkaders, organisatie, structuur, werkmethode en betrokken actoren volgens de fase waarin het proces zich bevindt.

### Geïntegreerde aanpak

De geïntegreerde aanpak wordt door NIRAS vertaald in het werken met de vier dimensies. De kern van deze benadering (Kader 2 in hoofdstuk 1) bestaat erin de technische, economische, ecologische en maatschappelijke aspecten op evenwichtige en onderling afhankelijke wijze te integreren in het hele besluitvormingsproces.

### Participatief

Bovenop de wettelijke procedures die onder haar verantwoordelijkheid vallen, wenst NIRAS de aanvullende maatschappelijke consultatie waartoe zij zich verbonden heeft in het kader van het Afvalplan, voort te zetten en te ondersteunen.

Hoewel NIRAS het initiatief hiertoe kan nemen, wenst zij echter niet de volledige organisatie en begeleiding ervan in handen te nemen [116, 117].

### Objectief

De objectiviteit van aanvullende consultaties dient institutioneel verankerd te worden, bijvoorbeeld door een onafhankelijke begeleiding zoals het geval was voor het publieksforum waarvan de organisatie volledig toevertrouwd werd aan de Koning Boudewijnstichting.

### Systematisch

Het ontwikkelen van een maatschappelijk draagvlak voor geologische berging kan niet enkel op basis van de initiatieven die NIRAS tot nu toe nam en diegene die voorzien zijn in de wet van 13 februari 2006. De link met de samenleving moet institutioneel verankerd en herhaald worden.

NIRAS wil de dialoog met belanghebbenden garanderen gedurende het volledige besluitvormingsproces.

### Herleidbaarheid en legitimiteit qua argumenten

Omwille van, enerzijds, het langetermijnperspectief waarin noodzakelijkerwijs gewerkt moet worden en met het oog op het behoud en de overdracht van informatie en kennis gedurende het hele besluitvormingsproces en, anderzijds, de noodzaak van transparantie, continuïteit en doeltreffendheid in de ontwikkeling van het geologisch bergingsproject, dient op systematische en gestructureerde manier aandacht besteed te worden aan:

- de documentering van de wijze waarop de beslissingen en de argumenten die deze ondersteunen, in elke fase van het besluitvormingsproces tot stand gekomen zijn;
- het aantonen van de legitimiteit, de kwaliteit en de geloofwaardigheid van de gebruikte argumenten, met name door onafhankelijke audits en het vergelijken van de alternatieven of varianten [13, 116, 118].

NIRAS wenst dat wordt voorzien in een onafhankelijke en recurrente opvolging van de maatschappelijke, technische en beslissingsbestanddelen van het bergingsprogramma teneinde de geloofwaardigheid en gegrondheid van de gebruikte argumenten te onderbouwen.

### Transparantie

Een dergelijk langdurig besluitvormingsproces kan maar succesvol zijn indien het transparant verloopt. Dit houdt onder meer in dat het proces doorheen alle fasen uitvoerig gedocumenteerd wordt. Transparantie van informatie heeft betrekking op de toegankelijkheid, de relevantie en de duidelijkheid ervan.

Tijdens het volledige proces zullen fundamentele data en inzichten worden voorgelegd aan de belanghebbenden, overheden, experts en publiek en uitvoerig besproken. Het is de overtuiging van NIRAS dat een dergelijke werkwijze zal toelaten dat de samenleving succesvol zal omgaan met het complexe verhaal van radioactief afvalbeheer. Dit kan het maatschappelijke draagvlak slechts ten goede komen.

### Continuïteit

Gezien de lange termijnhorizon is de continuïteit van het besluitvormingsproces cruciaal, zowel voor het verloop van het proces zelf als voor het behoud van het maatschappelijk draagvlak en de ontwikkeling van de geologische berging. NIRAS gaat het engagement aan om een gestructureerd, stabiel en continu besluitvormingsproces te faciliteren en te ondersteunen en zal hiervoor de nodige middelen voorzien.

### Aangepast beheer en overdracht van informatie en kennis

Een gedegen beleid rond informatie en kennisbeheer is een absolute voorwaarde om een effectieve en geloofwaardige toepassing van alle krachtlijnen te verzekeren en het besluitvormingsproces uit te voeren. Het betreft niet alleen de inhoudelijke discussie, maar ook het besluitvormingsproces zelf. Daarom is het belangrijk om het hele proces en de elementen die toelaten om van de ene fase naar de volgende over te gaan, goed te documenteren. Dit beleid en de resultaten ervan dienen regelmatig geëvalueerd te worden [13].

## 9.3.2 Kader en structuur van het besluitvormingsproces

De ontwikkeling van een solide kader (de context waarbinnen het besluitvormingsproces zich situeert) en procesarchitectuur (structuur) is essentieel voor succesvolle proces. NIRAS opteert voor een procesarchitectuur die rekening houdt met het hierboven beschreven leidende principe en de vooropgestelde krachtlijnen. Dit besluitvormingsproces zal uiteraard mettertijd evolueren, doch steeds in een welomlijnd werkkader en structuur.

Tijdens het verdere besluitvormingsproces na de principebeslissing wordt de gekozen beheeroplossing geleidelijk en progressief uitgewerkt van het generieke niveau naar het

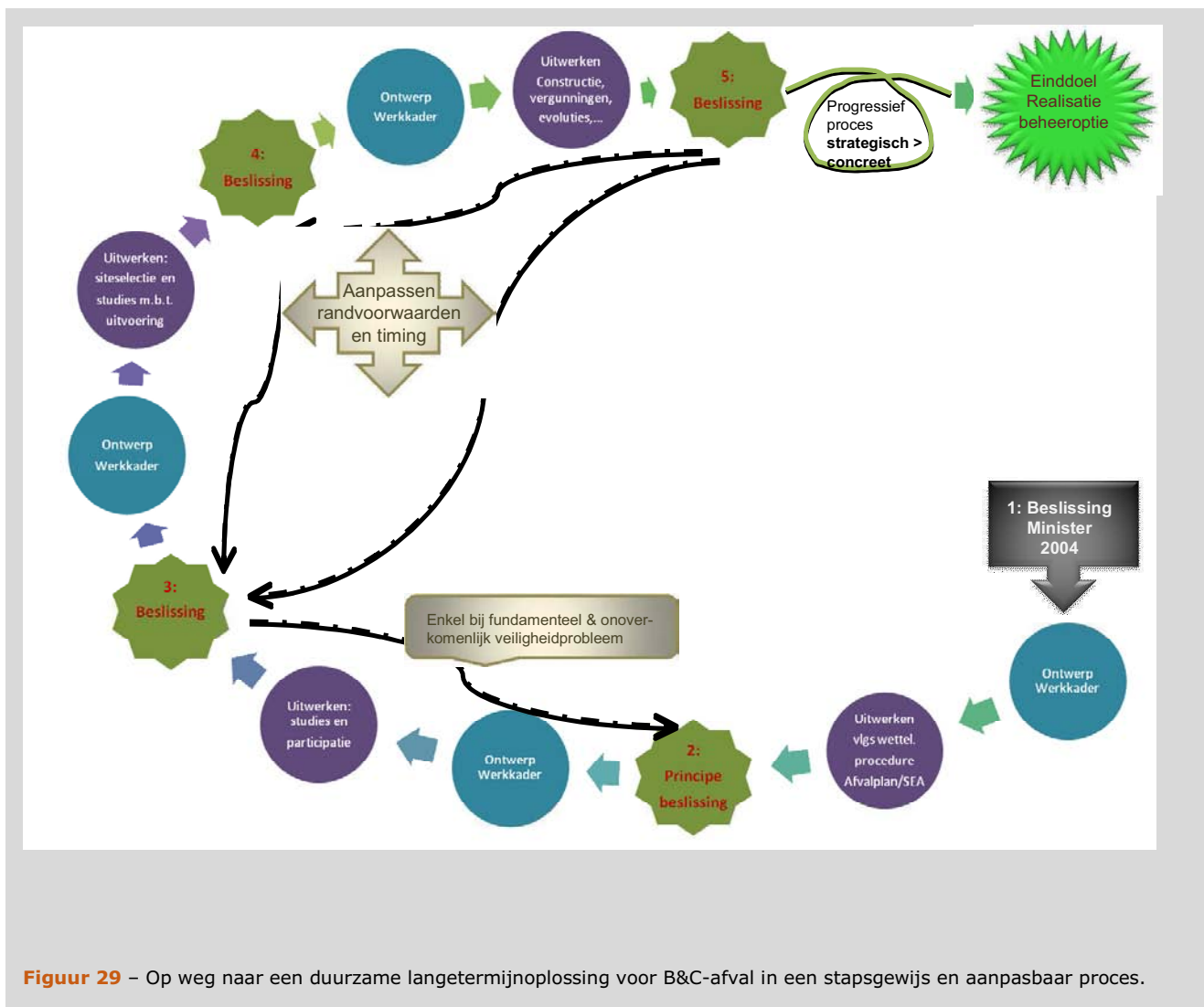
concrete niveau, verbonden aan een welbepaalde site, tot aan de realisatie van de oplossing. Dit gebeurt in een stapsgewijs en gefaseerd proces van opeenvolgende beslissingen, afgestemd op de technische en maatschappelijke stadia die de gekozen beheeroplossing op weg naar realisatie moet doorlopen. Het progressieve karakter van het proces biedt door de aangepaste werkkaders, per fase, mogelijkheden tot voortdurende verbetering en aanpassing.

Iedere fase in het verdere besluitvormingsproces doorloopt alle stadia van een besluitvormingsproces. Iedere fase vertrekt van een voorafgaande beslissing en start met een analyse en de bepaling van een werkkader dat aangepast is aan de volgende fase en beslissing (structuur, organisatie, relevante actoren, participatieve werkmethodeken, afbakening van rollen, enz.). Dan volgt de nodige informatieverwerving en -verwerking en de uitwerking van de oordeels- en besluitvorming die de basis vormt voor een volgende beslissing.

Het besluitvormingsproces zal geleidelijk evolueren naar een stadium waarin vrijwillige kandidaatstellingen van een of meer lokale leefgemeenschappen relevant worden. Het doel is de mogelijkheid tot aanvaarding van de realisatie van een bergingsinstallatie op hun grondgebied alsook de bijbehorende voorwaarden te analyseren en te bestuderen. NIRAS meent dat de bereidheid van een of meer leefgemeenschappen om daadwerkelijk in te stappen in een voorontwerp dat de diepe berging integreert op lokaal vlak, de échte concretisering van de langetermijnbeheeroplossing inluit. Het moment om over te gaan tot deze fase in het besluitvormingsproces moet goed overwogen worden. Een procesarchitectuur, toegepast op de door NIRAS aanbevolen beheeroplossing, wordt in Figuur 29 weergegeven. Het progressief pad van dit proces wordt weergegeven door middel van volle pijlen. Iedere fase in het geschetste proces wordt gekenmerkt door systematische en dynamische interactie, met aangepaste vormen van consultatie en participatie die deel uitmaken van het ontwerp van een aangepast werkkader. Op ieder beslissingspunt worden de opties gevisualiseerd: de mogelijkheid om vooruit te gaan zoals gepland (volle lijnen) of om de randvoorwaarden of de timing van voorgaande beslissingen bij te sturen of aan te passen (stippellijn).

Bovendien lopen de opeenvolgende beslissingsmomenten parallel met de getrapte aanpak van de milieueffectenbeoordeling op de gepaste fase (Figuur 32 in sectie 9.5).

De belangrijkste reden waarom de procesarchitectuur op deze manier wordt voorgesteld is om te verzekeren dat de randvoorwaarden, de timing en de beslissing zelf kunnen worden aangepast maar dat deze aanpassingen niet leiden tot het verlaten van het voorgaande proces en het uiteindelijk realiseren van de gekozen beheeroplossing. De principebeslissing zelf is enkel aanpasbaar indien er een fundamenteel en onoverkomelijk probleem inzake veiligheid zou optreden. Indien het wettelijk of reglementair kader ingrijpend zou veranderen, kunnen alle beslissingen evenwel herzien worden.



**Figuur 29** – Op weg naar een duurzame langetermijnoplossing voor B&C-afval in een stapsgewijs en aanpasbaar proces.

## 9.4 Na de principebeslissing: convergentiefase

Door het werken met geïnteresseerde burgers (NIRAS-dialogen), vakdeskundigen van diverse disciplines (interdisciplinaire conferentie) en een divers samengestelde groep burgers (publieksforum Koning Boudewijnstichting) is een aanzet gegeven tot de concretisering van een participatief besluitvormingsproces (Figuur 30).





**Figuur 30** – Raadpleging van de burgers op initiatief van NIRAS. Links, werkgroep tijdens de interdisciplinaire conferentie (bron: DLC); rechts, overhanding aan de directeur-generaal van NIRAS van het eindrapport door de deelnemers aan het burgerforum georganiseerd door de Koning Boudewijnstichting. (bron: Koning Boudewijnstichting)

Met het oog op de concrete toepassing van hetgeen voorafgaat, vindt NIRAS het belangrijk om de interactie met belanghebbenden verder uit te werken en te verfijnen na de principebeslissing. Daarom voorziet NIRAS na de principebeslissing een convergentiefase. Het einde van deze fase, momenteel door NIRAS geraamd na enkele jaren, loopt parallel met de publicatie van de volgende veiligheids- en uitvoerbaarheidsstudie (sectie 9.5.3).

#### 9.4.1.1 Finaliteit van de convergentiefase

Tijdens de convergentiefase wil NIRAS de balans tussen de vier dimensies laten convergeren. Daarbij zal bijzondere aandacht worden gegeven aan de maatschappelijke dimensie door in te zetten op participatieve werkmethodes. Deze convergentiefase laat ruimte om nog bestaande maatschappelijke vragen en bekommernissen te behandelen en te vertalen in concrete randvoorwaarden bij de geologische berging.

Tegelijkertijd zal het onderzoek en de ontwikkeling voortgezet worden om de veiligheid en de uitvoerbaarheid van de gekozen beheeroplossing te bevestigen en de mogelijkheid tot naleving van de opgelegde voorwaarden te evalueren.

Het gepaste werkkader voor deze convergentiefase en de daaraan verbonden consultatie (bijvoorbeeld met het middenveld) wordt tijdens de zomer van 2010 in hoofdlijnen uitgewerkt door een gespecialiseerd academisch onderzoeksteam. Na de principebeslissing zal dit verder worden ontwikkeld op basis van een ruime actorenbevraging.

Met de convergentiefase wil NIRAS het volgende bereiken:

- het toetsen van de gekozen beheeroplossing aan de vier dimensies op een evenwichtige manier en het verwerken van de maatschappelijke dimensie in onderzoek en ontwikkeling (sectie 9.4.2);
- het verdiepen en verbreden van het besluitvormingsproces om zo een 'realiteitstoets' met betrekking tot het draagvlak voor de gekozen beheeroplossing te maken (sectie 9.4.3);

- De integratie van technische en maatschappelijke mijlpalen;
- het uittekenen van de verdere stappen van het besluitvormingsproces in functie van de geleidelijke implementatie van geologische berging; (sectie 9.5);
- Structurering van het proces dat moet leiden tot de keuze van een site voor de bergingsinstallatie;
- Bekrachtiging door de bevoegde overheid van het geïntegreerde werkprogramma (zowel technisch als maatschappelijk);
- Afhankelijk van de draagwijdte van de eerder genomen principebeslissing, een volgende beslissing inzake de vooruitgang naar geleidelijke uitvoering van de langetermijnbeheeroplossing. Eventueel zou deze beslissing de overgang naar het siteselectieproces kunnen inluiden.

#### **9.4.2 De gekozen beheeroplossing getoetst aan de vier dimensies**

De technisch-wetenschappelijke, economisch-financiële dimensies en de dimensie veiligheid en milieubescherming namen tot nu toe, vergeleken met de ethische en maatschappelijke dimensie, een dominante positie in binnen de werkzaamheden van NIRAS en de besprekingen daarover. Dit betekent echter niet dat de ethische en maatschappelijke dimensie niet in beschouwing werd genomen. Toch was de focus vooral gericht op argumenten met een technische inslag, aangedragen door inzichten uit dertig jaar RD&D in het kader van geologische berging in weinig verharde klei.

Sinds 2004 en tijdens de voorbereidingen van het Afvalplan werd ervoor gekozen om meer aandacht te besteden aan de maatschappelijke aspecten. Dat was een eerste aanzet tot een geïntegreerde benadering waarbij de vier dimensies van een duurzame oplossing in aanmerking worden genomen. Deze aanpak dient verder en diepgaander te worden uitgewerkt met het oog op het wegwerken van het maatschappelijk deficit. NIRAS wenst de convergentiefase dan ook aan te wenden om te trachten elk van de vier duurzaamheidsdimensies ten volle aan bod te laten komen.

Ter ondersteuning van het streven naar een duurzame oplossing op het snijvlak van de vier dimensies, wil NIRAS daarom in de convergentiefase tijd maken om de relevante actoren binnen de samenleving meer vertrouwd te maken met de verschillende aspecten van het langetermijnbeheer van het B&C-afval.

Bijkomende onzekerheden, vragen en bekommernissen dienen in deze periode geïdentificeerd en bespreekbaar gemaakt. Omdat niet alle vraagtekens zullen kunnen worden weggenomen, is het belangrijk te streven naar een welomschreven visie over hoe met resterende onzekerheden en openstaande vragen moet worden omgegaan.

Daarnaast is het van belang dat maatschappelijke vragen en bekommernissen vertaald kunnen worden in concrete randvoorwaarden met betrekking tot het uitvoeren van geologische berging. Om dit mogelijk te maken dienen maatschappelijke vragen en bekommernissen op hun beurt getoetst op hun haalbaarheid (technisch, economisch, milieu, veiligheid, besluitvormingproces).

Aangezien het besluitvormingsproces mogelijk wordt gehinderd wanneer de verschillende actoren niet met voldoende nauwkeurigheid weten om welke hoeveelheden

en types afval het gaat, dienen te gepasten tijde (hoofdstukken 10 en 11) verschillende beslissingen te worden genomen, die echter niet onder de bevoegdheid van NIRAS vallen. Wanneer mogelijk zal gedurende de convergentiefase ook rekening gehouden met de gevolgen van deze beslissingen.

### 9.4.3 Participatieve besluitvorming

Tijdens de convergentiefase moet een aangepast werkkader worden ontworpen dat overeenstemt met het niveau van technisch-inhoudelijke discussie.

Participatieve besluitvorming is een koepelterm, algemeen gebruikt voor elke vorm van beleidsvorming waarbij meerdere organisaties, actoren en/of besturen op de één of andere manier betrokken worden bij de besluitvorming.

Door Pröpper en Steenbeeck [119] wordt participatieve besluitvorming strikter omschreven 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."*

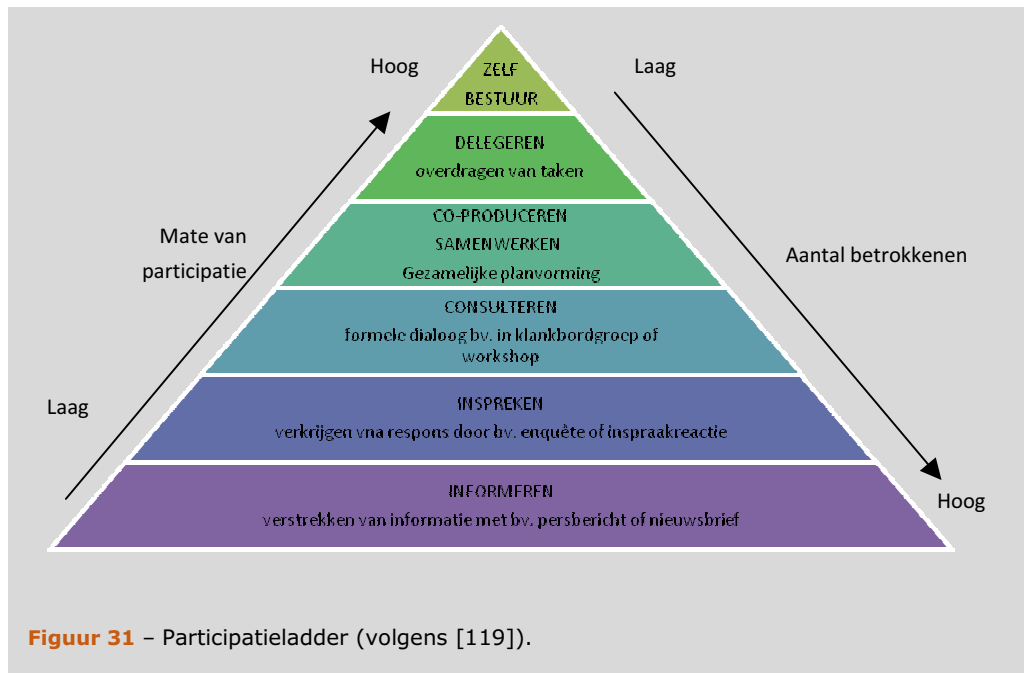
Cruciale term in deze omschrijving is 'open wisselwerking en/of samenwerking'. Binnen participatieve besluitvorming volgens deze definitie wordt daadwerkelijk ruimte gelaten aan de betrokkenen voor het ontwikkelen van een eigen probleemdefinitie en eigen oplossingsrichtingen. In het geval van NIRAS betekent het dat haar rol verschuift van sturend naar opdrachtgever en initiatiefnemer met externe facilitators voor het participatief proces waarbij een duidelijk afgebakende ruimte wordt voorzien voor de inbreng van betrokkenen.

Op de zogenaamde participatieladder of -piramide komt de benadering van participatieve besluitvorming door Pröpper en Steenbeeck overeen met de hoogste treden (Figuur 31).

De participatieladder structureert de verschillende vormen van participatie van laag naar hoog. Onderaan bevindt zich het 'informereren' waarbij in strikte zin van het woord geen sprake is van enige deelneming van burgers in het beleid. De volgende twee treden worden symbolische, reactieve participatie genoemd en verwijzen naar traditionele inspraak. Het is pas op de drie hoogste treden van de ladder, namelijk 'coproduceren/samenwerken', 'delegeren' en 'zelfbestuur', dat er sprake is van echte participatie.

Afhankelijk van de richting die de principebeslissing aangeeft en de fase waarin het besluitvormingsproces zich bevindt, zal in het werkkader worden omschreven wat de aangewezen vorm van participatie is. Immers, de mate van gevraagde en gewenste betrokkenheid is niet voor alle actoren even groot en het tijdstip waarop of de fase waarin hun inbreng nodig of nuttig is, kan verschillen.

Daarom wil NIRAS steeds per fase de relevante belanghebbenden in kaart brengen. De term 'belanghebbenden' kan algemeen omschreven worden als: *"alle personen met een belang in het project of proces of diegenen die een rol spelen in het proces"*.



De verschillen in benadering tussen de diverse belanghebbenden onderling zijn voornamelijk gebaseerd op de risicoperceptie. Het verschil in risicoperceptie heeft als gevolg dat er verschillende gezichtspunten bestaan waarmee belanghebbenden kunnen deelnemen aan het besluitvormingsproces [120]:

- De visie van 'geïnteresseerde' of 'bezorgde' actoren. Deze visie veronderstelt dat het belang van onzekerheden door institutionele en andere betrokken actoren afgezwakt wordt door het gebruik van rationele argumenten en risicomodellen.
- De visie van institutionele en andere betrokken actoren. Dit gezichtsveld vertrekt meestal vanuit een normatieve en empirische besluitvormingslogica. Deze visie sluit nauw aan bij het idee dat complexe besluitvormingsprocessen maar tot een goed einde kunnen worden gebracht als er voldoende voorwaarden vervuld zijn die tegemoet komen aan die complexiteit.

Aangezien na de principebeslissing de kern van diegenen die de beslissingen moeten sturen en nemen versterkt en geprofessionaliseerd zal zijn, worden steeds meer relevante argumenten geponeerd in een goed geïnformeerd discours. Bovendien opteert NIRAS voor een transparant proces met herleidbare argumenten door middel van dynamische en systematische interactie, een andere sleutelement voor de veiligheid en haar perceptie. Een daaruit volgende bekrachtiging zal daarom een groter draagvlak krijgen als het de relevante delen integreert van zowel de probleemstelling als de oplossingen die voorgesteld worden door deze twee belanghebbende groepen.

Tijdens het ontwerpen van het aangepast werkkader moeten — aan de hand van specifieke methodieken — eerst belanghebbenden geïdentificeerd worden. De meest gehanteerde methode is de voorstelling via een participatiematrix. Hierin worden de resultaten van de actorenanalyse gekoppeld aan het besluitvormingsproces.

De participatiematrix toont op welke manier de verschillende actoren tijdens die verschillende fasen in het proces kunnen (vanuit het gezichtspunt van de betrokken of institutionele actor) of willen (vanuit het gezichtspunt van de 'geïnteresseerde' of 'bezorgde' actor) betrokken worden. Afhankelijk van de concrete invulling van het proces wordt de mate waarin de participatie van de specifieke groep van belanghebbenden nodig is, bekeken.

De betrokkenen en geïnteresseerden tijdens de concretisering van het besluitvormingsproces verschillen bijvoorbeeld van de belanghebbenden van het strategisch niveau van de principebeslissing. Zo is er bijvoorbeeld een specifieke rol weggelegd voor gastgemeenschappen tijdens een site-specifieke fasen. Bovendien kunnen de belanghebbenden gezien de tijdsschaal van het volledige besluitvormingsproces, niet dezelfde blijven. Aangezien het weinig realistisch is om een individuele investering te verwachten over meerdere decennia, kunnen participatieve trajecten of partnerschappen slechts per fase gerealiseerd worden.

Daarnaast kan een betrokkenheidsanalyse worden gemaakt. Deze verkenning van de relevante belanghebbenden voor elke fase in het proces, brengt in kaart hoe zij zich tot elkaar verhouden. De nadruk ligt dus op het relationele en niet de inhoud. Vanuit het relationele wordt gekeken hoe de inhoud moet worden ingevuld of aangepast. Deze vorm van belanghebbendenanalyse zet in op de diversiteit van de belanghebbenden. Op die manier gaat men niet uit van exclusieve belanghebbenden en wordt het multidisciplinaire karakter van de studies gewaarborgd.

## **9.5      Ontwerp van besluitvormingsproces ter begeleiding van een geleidelijke uitvoering**

Aangezien het besluitvormingsproces voor de uitvoering van een geologische berging in weinig verharde klei in België verscheidene tientallen jaren zal omvatten en betrekking heeft op een kwestie van langetermijnbeheer, dient dit proces geleidelijk, participatief en voldoende flexibel en aanpasbaar te zijn om op evenwichtige wijze de vier dimensies van een duurzame oplossing te integreren. Op die manier moet het rekening kunnen houden met de wetenschappelijke en technische ontwikkelingen, de resultaten van de veiligheidsevaluaties en de beoordeling van de milieueffecten, de vereisten inzake kostenbeheersing en de maatschappelijke, wettelijke en reglementaire evoluties, en tegelijkertijd zijn dynamiek behouden.

Overeenkomstig de wens van haar voorgedijverheid, heeft NIRAS een eerste ontwerp van besluitvormingsproces ontwikkeld dat de richting aangeeft voor de ontwikkeling en uitvoering van de oplossing die ze aanbeveelt, inclusief de keuze van een site en de indiening van de verschillende vergunningsaanvragen die nodig zijn voor de oprichting, de exploitatie en de sluiting van een geologische bergingsinstallatie [121].

Wegens de onzekerheid omtrent de exacte inhoud en draagwijdte van de principebeslissing die de overheid uiteindelijk zal nemen en de wens van NIRAS om de dialoog met alle belanghebbenden te intensifiëren om het besluitvormingsproces tijdens de convergentiefase te verfijnen, te verduidelijken en te versterken (sectie 9.4), kan het hieronder voorgestelde ontwerp aanzienlijk evolueren in de komende jaren. Bovendien zal het besluitvormingsproces, omwille van de aard zelf van het proces, moeten worden herzien en, desgevallend, bijgestuurd tijdens elke beslissingsfase, naargelang van de

beslissing zelf die zal worden genomen (sectie 9.3.2). Daarom heeft NIRAS ervoor geopteerd om dit eerste ontwerp van besluitvormingsproces voornamelijk te baseren op de behoeften met betrekking tot de technische en wetenschappelijke dimensies, enerzijds, en de milieu- en veiligheidsbehoeften, anderzijds, en, in het bijzonder, op de beslissingsbehoeften inzake

- het voortzetten en focussen van het RD&D;
- de geleidelijke selectie van een of meer mogelijke sites voor de uitvoering van de oplossing;
- de evaluatie van de radiologische veiligheid en de gevolgen voor het milieu;
- de voorbereiding van de verschillende vergunningsaanvragen die moeten worden voorgelegd aan de bevoegde overheid;
- de fasering van de bergingsoperaties.

Elke beslissingsmijlpaal zal ook de gelegenheid bieden om de kostenraming van de berging en de tarieven voor de overname van het afval door NIRAS verder te verfijnen en aldus het principe 'de vervuiler betaalt' toe te passen.

Aan elke beslissing zijn een of meer gedocumenteerde argumentatiedossiers (argumentatie van veiligheid en doenbaarheid) en een indicatieve datum gekoppeld. De algemene indicatieve planning houdt in het bijzonder rekening met

- de scharnierrol die de *in situ*-verwarmingstest PRACLAY speelt (sectie 8.1.5) en de verschillende momenten waarop deze test resultaten zou moeten opleveren;
- de wens van NIRAS om ongeveer om de tien jaar verslag uit te brengen bij de overheid (rapporten SAFIR en SAFIR 2 – zie sectie 8.1);
- de noodzaak om het warmteafgevend afval (afval van categorie C) gedurende 60 jaar aan de oppervlakte te laten afkoelen om onaanvaardbare verstoringen van de gastformatie te vermijden;
- een eerste raming van de duur van de verschillende uitvoeringsfasen.

Aangezien het besluitvormingsproces mogelijk zal worden bemoeilijkt wanneer de verschillende belanghebbenden niet met voldoende nauwkeurigheid weten om welke hoeveelheden en soorten afval het gaat, dienen te gelegener tijd verschillende beslissingen genomen te worden die deze hoeveelheden zullen beïnvloeden maar die niet enkel tot de bevoegdheid van NIRAS behoren (sectie 10.2).

### **9.5.1 Proces voor de keuze en bevestiging van een vestigingssite voor een geologische bergingsinstallatie**

Het proces dat uiteindelijk moet leiden tot de keuze en de bevestiging van een vestigingssite voor een geologische bergingsinstallatie (of *siting*proces) is noodzakelijkerwijs een stapsgewijs proces dat begint met de keuze van een bepaalde geologie (in dit geval weinig verharde klei) en eindigt met het verkrijgen van een oprichtings- en exploitatievergunning.

Er zijn verschillende *siting*benaderingen mogelijk voor oppervlakte- en diepe bergingsinstallaties. Uit de analyse ervan kunnen enkele algemene lessen worden getrokken.

- 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 permanent op de kruising tussen 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 site aan te duiden op basis van een reeks strikt wetenschappelijke of technische selectiecriteria leidt vaak tot een blokkering, zoals NIRAS door schade en schande heeft vastgesteld in het begin van de jaren negentig, bij de preselectie van sites voor de oppervlakteberging van afval van categorie A [122]. De zoektocht naar een geschikte site, zowel in termen van veiligheid en uitvoerbaarheid als in termen van maatschappelijke aanvaardbaarheid, primeert dus op de zoektocht naar de 'optimale' site.
- Een benadering op basis van een vrijwillige demarche van een of meer lokale gemeenschappen moet noodzakelijkerwijs — in geval van geologische berging — gekoppeld zijn aan een preselectie van een of meer geologische formaties en zones van regionale omvang, waarvan men a priori redelijkerwijs kan aannemen dat de uitvoerbaarheid en de veiligheid van een bergingsinstallatie er verzekerd zullen kunnen worden.
- Een benadering die in een specifiek kader wordt toegepast, bijvoorbeeld in een bepaald cultureel, maatschappelijk, technisch of wettelijk kader, kan niet als dusdanig worden toegepast in een ander kader.
- Een benadering waarbij de maatschappelijke en technische aspecten in de ruime zin van het woord parallel evolueren, is onontbeerlijk. Ongeacht het gekozen maatschappelijke proces, zullen immers altijd een reeks wetenschappelijke en technische stappen nodig zijn om de kwaliteit van de overwogen site(s), alsook de overeenstemming van het ontwerp van de bergingsinstallaties met de bestudeerde site(s), geleidelijk te bevestigen en om de veiligheid van het bergingssysteem te evalueren [123].
- De gemeenschappen die al vertrouwd zijn met de aanwezigheid van nucleaire activiteiten (in ruime zin) op hun grondgebied, zijn vaak meer geneigd om de vestiging van een bergingsinstallatie positief en pragmatisch te bekijken [114].
- De maatschappelijke betrokkenheid geschiedt voornamelijk op lokaal of supralokaal vlak; een dynamiek van betrokkenheid op intermediair niveau is moeilijker tot stand te brengen en in stand te houden.
- De wens om de lokale gemeenschappen te betrekken vereist ook dat een structuur en middelen worden geleverd die deze gemeenschappen in staat stellen op onafhankelijke, passende en kritische wijze mee te werken aan het besluitvormingsproces en aan de technische ontwikkelingen.
- Tevens moet van bij de aanvang van het *siting*proces een duidelijk beslissingskader worden vastgesteld. Het toekennen van een vetorecht aan de lokale gemeenschappen wordt vaak beschouwd als één van de voorwaarden *sine qua non* van dit kader.
- De bergingsprojecten worden vaak geïntegreerd in een ruimer kader dat economische en maatschappelijke toegevoegde waarde op lokaal vlak biedt (in ruime zin).

- Ongeacht de resultaten van het *siting*proces, blijven deze ondergeschikt aan de beoordeling van de aanvaardbaarheid van de oplossing die de veiligheids- en milieubeschermingsautoriteiten voorstellen.

Het *siting*proces, zoals het zal worden bepaald tijdens de convergentiefase, zal dus de algemene principes volgen die geformuleerd werden voor het besluitvormingsproces in zijn geheel (sectie 9.4).

### **9.5.2 Belangrijkste beslissingen (na een principebeslissing ten gunste van geologische berging in België)**

De *belangrijkste beslissingen* die moeten worden gevraagd aan de bevoegde overheid (na een principebeslissing) met het oog op de uitvoering van een geologische berging voor B&C-afval in weinig verharde klei in België, zouden a priori de volgende zijn:

- Goedkeuring voor het opstarten van het proces dat op termijn moet leiden tot de keuze van een bergingssite, waarbij dit proces (het zogenaamde *siting*proces) met name, maar niet beperkend, het volgende omvat (sectie 9.5.1),
  - ▶ de identificatie, voor elke mogelijke gastformatie in de weinig verharde klei die in België aanwezig is (Boomse Klei en Ieperiaanklei), van zones met regionale omvang waar men redelijkerwijs, rekening houdend met de kennis van het ogenblik, kan aannemen dat de uitvoerbaarheid en de veiligheid van een bergingsinstallatie zullen kunnen worden verzekerd;
  - ▶ de identificatie van de eventueel toepasbare aanvullende voorwaarden of beperkingen (bijvoorbeeld beperking in de keuze van de sites);
  - ▶ de eventuele keuze van een geologische referentieformatie voor de *siting*;
  - ▶ de oproep tot kandidatuurstelling van de lokale gemeenschappen die mogelijk interesse hebben voor de realisatie van een geologische bergingsinstallatie op hun grondgebied;
- de goedkeuring voor het ontwikkelen van een of meer geïntegreerde voorontwerpen van berging met een of meer betrokken gemeenten, waarbij het begrip 'geïntegreerd' verwijst naar de integratie van het bergingsproject in een ruimer project met een duidelijke economische en maatschappelijke meerwaarde op lokaal niveau;
- de keuze van de toekomstige bergingssite en goedkeuring om over te gaan tot de projectfase, dit wil zeggen de toestemming om de nodige detailstudies te starten om, enerzijds, de relevantie van de keuze te bevestigen en, anderzijds, de vergunningsaanvraagdossiers, die vereist zijn om de bouwfase te starten, op te stellen en vervolgens in te dienen;
- het bekomen van de vereiste (nucleaire en niet-nucleaire) vergunningen nodig voor het starten van de uitvoering en, in het bijzonder, de verlening door het FANC van de oprichtings- en exploitatievergunning voor een bergingsinstallatie;
- het verlenen van de verschillende processen-verbaal van oplevering en van de nodige vergunningen voor de operationele periode en de periode na sluiting van de bergingsinstallatie, volgens het schema dat het FANC heeft opgesteld [121]. De operationele periode omvat de bouw-, exploitatie- en sluitingsfasen en zal een honderdtal jaren duren. De periode na sluiting omvat de controlefase en de fase na het opheffen van deze controle. Ze kan verscheidene honderden jaren in beslag nemen;



- de aanvaarding van de periodieke herzieningen van het veiligheidsdossier gedurende de hele levensduur van de bergingsinstallatie.

Deze opeenvolging zal moeten worden verfijnd en gepreciseerd tijdens de convergentiefase en naargelang van de evolutie van het besluitvormingsproces en het toepasbaar reglementair kader. Een gedeeltelijke hergroepering of een fijnere opsplitsing van deze beslissingen is niet uit te sluiten.

### 9.5.3 Documentatie voor de gevraagde beslissingen

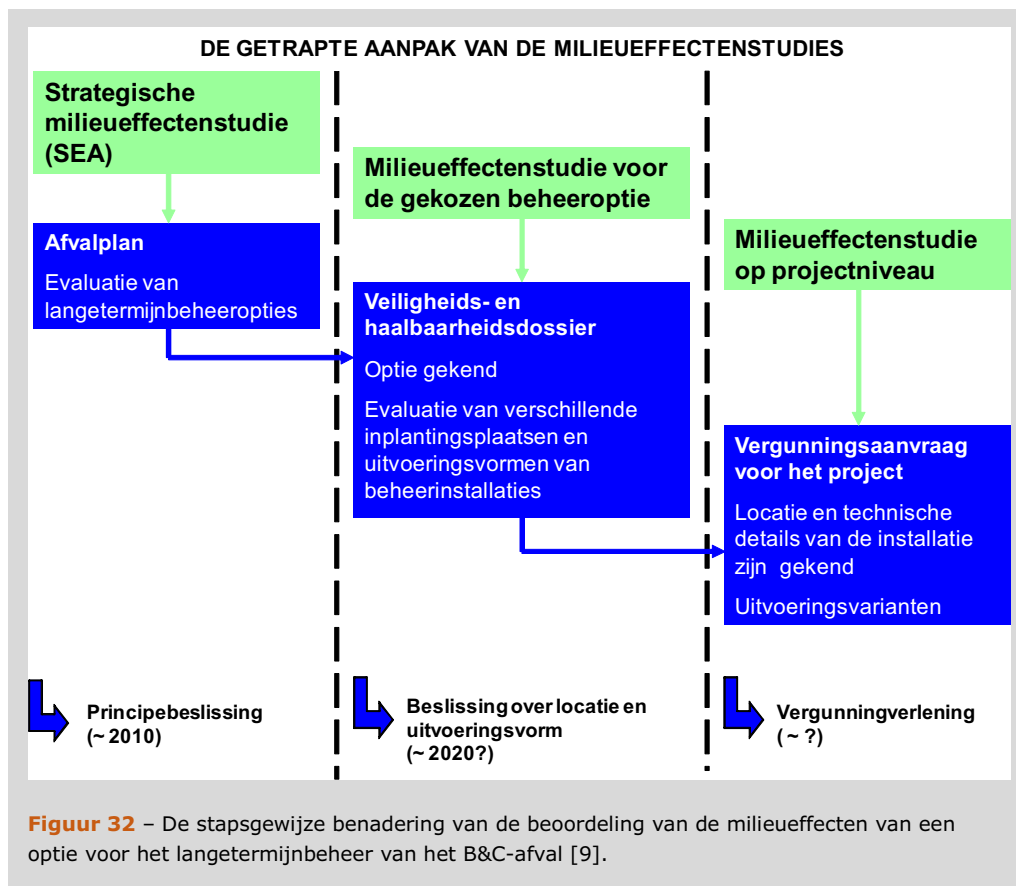
Elke beslissing die gevraagd wordt in het kader van het besluitvormingsproces zal moeten worden ondersteund door een of meer documenten die formeel aan de overheid worden voorgelegd. Deze documenten zullen tevens een belangrijke rol spelen bij de overdracht van de verworven kennis en de verantwoording van de genomen beslissingen. Op die manier zal de continuïteit worden verzekerd van de kennis die nodig is voor een doeltreffende ontwikkeling van een bergingsproject en voor het in stand houden van een veiligheidscultuur.

Wat de technische en wetenschappelijke dimensies, enerzijds, en de milieu- en veiligheidsdimensies, anderzijds, betreft, zullen geïntegreerde argumentatiedossiers van het type "safety case" en opeenvolgende beoordelingen van de milieueffecten een belangrijke rol spelen, overeenkomstig de internationale praktijken en aanbevelingen [113, 124]. De aard en het detailniveau van deze documenten zullen bij elke stap van het besluitvormingsproces moeten worden aangepast aan de gevraagde beslissing; in de loop van het proces zullen ze meer en meer focussen op een welbepaalde site. Terwijl in het kader van het SEA de opties inzake langetermijnbeheer worden geëvalueerd, zullen de analyses in de volgende fasen betrekking hebben op de gastformaties, en vervolgens op de site(s) en de locatie- of uitvoeringsvarianten (Figuur 32).

De integratie van de maatschappelijke aspecten in de hieronder vermelde documenten zal nader bepaald worden tijdens de convergentiefase.

Volgens het opgestelde ontwerp van besluitvormingsproces zullen de goedkeuring voor het opstarten van het proces van sitekeuze, evenals de keuze van de site zelf en de goedkeuring om over te gaan tot de projectfase, worden gevraagd op basis van argumentatiedossiers die *safety and feasibility cases* (SFCs) worden genoemd.

Het aantal SFCs dat moet worden opgesteld en hun respectievelijke doelstellingen hangen af van de wetenschappelijke, technische en maatschappelijke evolutie van het werkprogramma, evenals van de opeenvolgende beslissingen van de bevoegde overheden. De inhoud van de eerste SFC zal meer bepaald afhankelijk zijn van de exacte inhoud van de principebeslissing zelf.



NIRAS plant twee SFCs met de volgende draagwijdte en doelstellingen:

- In het verlengde van SAFIR en SAFIR 2 zal SFC1 gericht zijn op de evaluatie van de veiligheid en uitvoerbaarheid van een bergingsinstallatie, enerzijds, in een of meer afgebakende zones in de Boomse Klei en, anderzijds, in een of meer afgebakende zones in de Ieperiaanklei. *Het gedeelte over de Ieperiaanklei zal echter veel minder gedetailleerd zijn dan dat over de Boomse Klei.* Het deel over de Ieperiaanklei zal steunen op een studie naar de mogelijkheid om de verworven kennis en ervaring met betrekking tot de geologische berging in de Boomse Klei over te brengen op de Ieperiaanklei. Deze studie zal worden aangevuld met een verkennende veiligheidsevaluatie. Bovendien zal een analyse van de milieueffecten worden verricht op het niveau van de gastformaties.

SFC1 moet de bevoegde overheid in staat stellen het licht op groen te zetten voor het opstarten van het *siting*proces.

SFC1 is momenteel gepland voor 2013–2014. Dergelijke planning zou immers de mogelijkheid bieden

- ▶ globaal rekening te houden met het verzoek van de overheid om de problematiek van het langetermijnbeheer van B&C-afval om de tien jaar te evalueren;
- ▶ de eerste resultaten van de *in situ*-verwarmingstest PRACLAY op te nemen (sectie 8.1.5);
- ▶ rekening te houden met de resultaten van de convergentiefase, die zouden moeten aangeven of er een draagvlak en gunstige maatschappelijke

voorwaarden zijn om over te gaan tot de fase van de keuze van een of meer mogelijke bergingssites en welke aanvullende voorwaarden er aan deze keuze gekoppeld zouden moeten worden.

- Indien SFC1 uitmondt in de goedkeuring voor het opstarten van het keuzeproces van een of meer mogelijke bergingssites, zal NIRAS een SFC2 voorbereiden; deze zal, overeenkomstig de stapsgewijze benadering die gekozen werd voor de beoordeling van de milieueffecten, de gevolgen van verschillende vestigingen (sites) analyseren en de uitvoeringsvarianten vergelijken.

SFC2 heeft tot doel de bevoegde overheden alle nodige wetenschappelijke en technische elementen aan te reiken om met kennis van zaken de vestigingsplaats voor de bergingsinstallatie te kiezen, alsook een geïntegreerd voorontwerp van berging afgestemd op de gekozen site. Deze beslissing zou dan het licht op groen zetten voor het opstellen van de vergunningsaanvraagdossiers en betekent meteen de start van de projectfase.

Welk type document de goedkeuringsaanvraag moet ondersteunen voor het uittekenen van een of meer geïntegreerde voorontwerpen van berging moet nog worden bepaald.

Volgens het schema dat het FANC heeft opgesteld [121], zal het indienen van de vergunningsaanvraag voor de oprichting en de exploitatie van een bergingsinstallatie worden ondersteund door een *Veiligheidsdossier*, dat een Veiligheidsrapport en een Milieueffectenrapport bevat, vergezeld van een Fysiek Beschermingsplan en een Analyse van de Garanties (*safeguards*). Elke volgende vergunning zal ten minste een herziening van het *Veiligheidsdossier* omvatten.

#### **9.5.4 Voluntaristisch tijdschema voor de ontwikkeling en uitvoering van een geologische berging in weinig verharde klei**

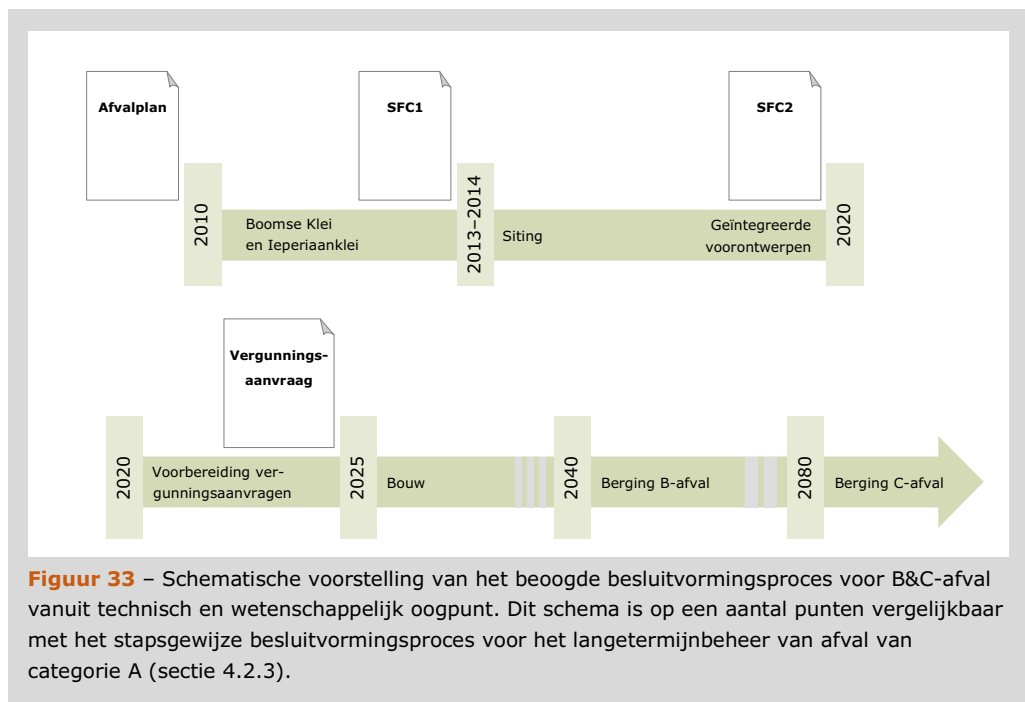
Het tijdschema voor de ontwikkeling en uitvoering van een geologische berging werd opgesteld uitgaande van de hypothese dat de berging wordt uitgevoerd in de geologische formatie waarmee NIRAS het beste vertrouwd is, namelijk de Boomse Klei. Het gaat er voorts van uit dat het werkprogramma, dat de vier dimensies van een duurzame oplossing integreert, zonder bijzondere moeilijkheden zal uitmonden in een maatschappelijk aanvaardbare uitvoering (Figuur 33). Het is ook afhankelijk van een opeenvolging van voluntaristische hypothesen omtrent de beslissingen die worden genomen en het moment waarop die worden genomen.

- Indien we uitgaan van de veronderstelling dat de overheid in 2011 de voor NIRAS aanbevolen oplossing bevestigt als zijnde het institutionele beleid voor het langetermijnbeheer van B&C-afval, dan zou NIRAS in staat moeten zijn om in 2013–2014, op basis van het SFC1, de goedkeuring van de bevoegde overheden te vragen om vervolgens het *siting*proces op te starten.
- Indien dan het groene licht voor het opstarten van het *siting*proces wordt gegeven en dit proces enkel betrekking heeft op Boomse Klei, zal NIRAS haar RD&D-activiteiten voortzetten, waar nodig, en zal ze ten vroegste vanaf 2020 goedkeuring kunnen vragen voor het opstellen van de formele vergunningsaanvragen.

- Nadat de goedkeuring voor het opstellen van de formele vergunningsaanvragen werd gegeven, kan ten vroegste in 2025 met de bouw van de bergingsinstallatie worden gestart. Er wordt immers verwacht dat het opstellen van de vereiste vergunningsaanvragen en hun effectieve goedkeuring minstens 5 jaar in beslag zal nemen. De bouw van de bergingsinstallatie zou ongeveer 15 jaar duren. Het afval zou in drie fasen worden geborgen:
  - ▶ het afval van categorie B uit de sanering van de bestaande nucleaire passiva zou (ten vroegste) vanaf 2040 worden geborgen;
  - ▶ het andere afval van categorie B zou (ten vroegste) vanaf 2050 worden geborgen;
  - ▶ het afval van categorie C, dat gedurende 60 jaar in een bovengrondse opslaginstallatie moet afkoelen, zou dan (ten vroegste) vanaf 2080 worden geborgen.

De goedkeuring met het oog op het ontwikkelen van een of meer geïntegreerde voorontwerpen van berging, in samenwerking met de lokale belanghebbenden, zou enkele jaren vóór de geplande beslissing voor het opstarten van de wettelijke vergunningsaanvragen verkregen moeten worden.

Naar alle waarschijnlijkheid zal er minstens een honderdtal jaren verstrijken tussen het begin van de bouw van de bergingsinstallatie en de volledige sluiting ervan.



Het tijdschema voor de uitvoering van een berging in Boomse Klei moet worden verlengd indien de studie met betrekking tot Ieperiaanklei wordt behouden na de indiening van SFC1.

Indien de principebeslissing of een latere beslissing bepaalt dat enkel de Ieperiaanklei moet worden bestudeerd, zal het tijdschema worden verlengd, ten minste tot wanneer

de voorbereiding van de wettelijke vergunningsaanvragen wordt gestart. De kennis van de Ieperiaanklei is immers kleiner dan de kennis van de Boomse Klei en dit verschil kan niet volledig worden weggewerkt door het vergroten, hoe substantieel ook, van de onderzoeksmiddelen (Tabel 7).

**Tabel 7** – Vergelijking van de voorlopige tijdschema's (voluntaristisch, dat is 'ten vroegste') voor de ontwikkeling en uitvoering van een berging in Boomse Klei, of in Ieperiaanklei, in de veronderstelling dat er slechts één gastformatie tegelijkertijd moet worden bestudeerd en dat de studies geen onoverkomelijke obstakels aan het licht brengen. Vooral het tijdschema voor Ieperiaanklei is onzeker.

<b>Beslissing (basisdossier voor de beslissing)</b>	<b>Enkel Boomse Klei</b>	<b>Enkel Ieperiaanklei</b>
Principebeslissing (Afvalplan)	2011	2011
Afsluiting van de convergentiefase	2013–2014	2013–2014
Goedkeuring voor start sitingproces (SCF1)	2013–2014	?
Goedkeuring voor voorbereiding van de wettelijke vergunningsaanvragen (SFC2)	2020	> 2030
Toekenning wettelijke vergunningen	2025	> 2035
– Berging van afval van categorie B van passiva	2040	> 2050
– Berging van ander afval van categorie B	2050	> 2060
– Berging van afval van categorie C	2080	> 2080 ?

## **9.6 De omkeerbaarheid van het besluitvormingsproces en van de aanbevolen oplossing**

De door NIRAS opgezette maatschappelijke consultatie heeft duidelijk het belang aangetoond dat de burgers hechten aan de aspecten in verband met de omkeerbaarheid, of zelfs de terugneembaarheid van het afval. In dit kader werden diverse meningen geuit. Deze sectie geeft enkele elementen van reflectie weer.

Berging van radioactief afval wordt wettelijk gedefinieerd als het plaatsen van afval in een geschikte installatie zonder de bedoeling het terug te halen [26, 1]. Berging is dus bedoeld als definitieve eindbestemming van het afval. De terugneembaarheid van het afval is bijgevolg niet nodig om de langetermijnveiligheid van een geologische bergingsinstallatie te verzekeren.

Vooraleer een bergingsinstallatie in haar definitieve vorm gebracht wordt, na het inbrengen van al het afval en het afsluiten van alle bergingsgalerijen, toegangsgalerijen en toegangsschachten, moeten echter een hele reeks stappen doorlopen worden en beslissingen genomen worden, rekening houdend met het uiteindelijke doel van een veilige eindbestemming.

Gezien de lange duur van het hele bergingsproces (grootteorde van honderd jaar), gedurende dewelke bijkomende kennis opgedaan zal worden en wetenschap en technologie verder zullen evolueren, dient de nodige flexibiliteit in dit stapsgewijze proces voorzien te worden. Elk beslissingsmoment, bijvoorbeeld de beslissing tot sluiting van de bergingsinstallatie, moet worden voorafgegaan door een grondige evaluatie, in overleg met alle belanghebbenden, van de veiligheid en de performantie van de installatie vooraleer een formele beslissing kan worden genomen. Een dergelijke beslissing zal uiteindelijk op veel beslissingsmomenten de vorm aannemen van een

vergunning, verleend door de bevoegde veiligheidsoverheid, om de volgende fase aan te vatten (bouwfase, exploitatiefase, sluitingsfase) (sectie 9.5.2).

In een flexibel besluitvormingsproces kunnen vorige beslissingen bijgesteld worden (sectie 9.6). In bepaalde gevallen kan ook teruggekomen worden op reeds genomen beslissingen: dit is de *omkeerbaarheid* van het besluitvormingsproces. Een specifiek aspect van omkeerbaarheid betreft de mogelijkheid om de beslissing van het inbrengen van het radioactieve afval in de bergingsinstallatie om te keren: dit is de *terugneembaarheid* van het afval.

Meer en meer aandacht wordt besteed aan de flexibiliteit van het stapsgewijs besluitvormingsproces, met de verbonden elementen van omkeerbaarheid en terugneembaarheid als vereisten bij het ontwerpen van de bergingsinstallatie en het plannen van de opeenvolgende bergingsstappen. De redenen voor het stellen van dergelijke vereisten zijn zowel technisch als maatschappelijk van aard, zoals onder andere de volgende (zie bijvoorbeeld [125, 126, 127]).

- Het voorzien van flexibiliteit doorheen het beslissingsproces leidt ertoe dat behoedzaam vooruitgegaan wordt in de richting van een definitieve oplossing voor het radioactieve afval, door het vermijden van onomkeerbare stappen. In geval van onverwachte problemen kan worden bijgesteld en desnoods kan radioactief afval terug uit de bergingsinstallatie gehaald worden.
- Tijdens de exploitatiefase van de berging (inbrengen van het afval in de installatie) moeten alle handelingen met de afvalcontainers omgekeerd kunnen worden, zodat bij een mogelijk incident of accident een onomkeerbare situatie vermeden wordt.
- De technische en technologische evoluties die zich de volgende tientallen jaren zullen voordoen, kunnen niet te voorziene oplossingen aan het licht brengen die toekomstige generaties in staat stellen het radioactieve afval op een andere manier te beheren.
- In geval van berging van bestraalde splijtstoffen is het mogelijk dat toekomstige generaties opnieuw gebruik wensen te maken van de splijtbare elementen die erin nog aanwezig zijn.

Bovenstaande redenen wijzen er ook op dat in geval van berging van bestraalde splijtstof, de kwestie van omkeerbaarheid en terugneembaarheid een verschillende implicatie kan hebben dan voor het radioactieve afval waarvan men redelijkerwijs mag aannemen dat het ook voor toekomstige generaties ultiem afval is.

NIRAS is in haar bergingsprogramma voor het B&C-afval meer en meer belang gaan hechten aan de elementen van flexibiliteit in het technische ontwerp van de bergingsinstallatie, zonder dat terugneembaarheid van afval evenwel een sturend element bij het ontwerpen van de installatie wordt.

De maatschappelijke consultaties die NIRAS bij de voorbereiding van haar Afvalplan georganiseerd heeft (Kader 1 in hoofdstuk 1), hebben de maatschappelijke bekommernissen omtrent de omkeerbaarheid van berging en de terugneembaarheid van het afval duidelijk aan het licht gebracht, met verwijzing naar een redelijke tijdspanne voor omkeerbaarheid en terugneembaarheid, zijnde ongeveer 100 jaar [13].

De mate van terugneembaarheid van het afval wordt grotendeels bepaald door twee factoren:

- het intact zijn van de container die de eerste barrière rond het afval vormt;
- de toegankelijkheid van het geborgen afval.

Voor het hoogradioactieve afval is NIRAS in de eerste plaats uitgegaan van de veiligheidsvereiste om het afval gedurende de thermische fase (grootteorde van 1 000 jaar) volledig ingesloten te houden in de supercontainer (sectie 8.1.2). Dit brengt met zich mee dat de intacte oververpakking gedurende lange tijd in principe relatief eenvoudig kan worden teruggenomen. Het ontwerpen voor veiligheid en het ontwerpen voor terugneembaarheid gaan hier hand in hand. Indien de mantel in cementmateriaal rondom de intacte oververpakking zou degraderen, zullen bijkomende maatregelen voor het veilig terugnemen van de containers nodig zijn.

Daarnaast kan de stapsgewijze sluiting van de bergingsinstallatie (afsluiten van achtereenvolgens de bergingsgalerijen, de toegangsgalerijen en de toegangschachten) op zeer flexibele wijze uitgevoerd worden. Zo kan men, vooraleer over te gaan tot de sluiting van een deel of de gehele installatie, een observatieperiode inlassen, gedurende dewelke de bergingsinstallatie geheel of gedeeltelijk openblijft en het afval aldus relatief toegankelijk blijft. Daarbij dient de mogelijke verstorning van de klei (bijvoorbeeld oxidatie door de aanwezige zuurstof) nauwgezet opgevolgd te worden.

Terwijl de twee bovenvermelde factoren de mate van terugneembaarheid grotendeels zullen bepalen, zal aan de basis van elke mogelijke toekomstige beslissing tot het effectief terugnemen van afval uit de bergingsinstallatie een volledige en doorgedreven kosten-batenanalyse nodig zijn. Hierbij zullen alle kosten, ook in termen van mogelijke (stralings)risico's tijdens het terugnemen, afgewogen moeten worden ten opzichte van de winst qua veiligheid of qua hergebruik van bepaalde materialen. Verschillende gevallen kunnen onderscheiden worden:

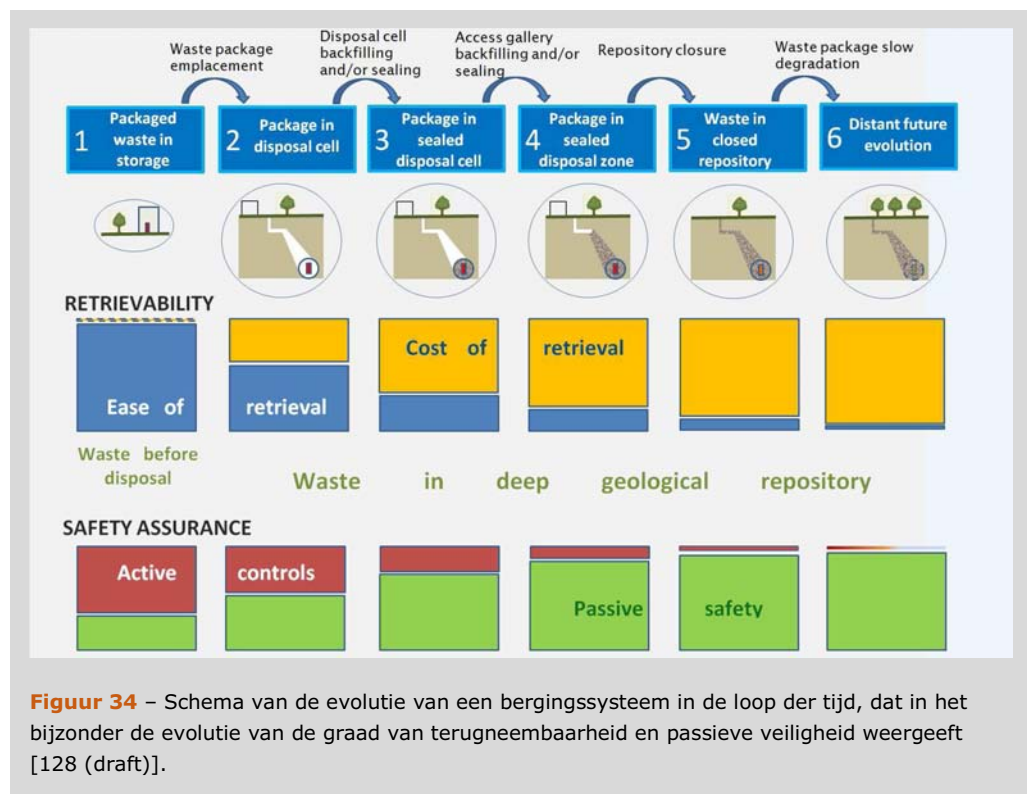
- de beslissing tot terugnemen kan gebaseerd zijn op economische redenen, bijvoorbeeld het hergebruik van de splijtbare elementen aanwezig in de geborgen bestraalde splijtstof; in dat geval neemt een toekomstige generatie de beslissing omwille van het economische voordeel dat significant opweegt tegen de kost van het terugnemen;
- de beslissing kan gebaseerd zijn op een ernstige tekortkoming die vastgesteld wordt, en die leidt of kan leiden tot ernstige veiligheidsproblemen; dit is dan een noodsituatie die een actie noodzaakt om het afval terug te nemen en op een andere plaats veilig te beheren; een beslissing tot berging van radioactief afval kan enkel en alleen genomen worden indien men een dergelijke noodsituatie onmogelijk acht; bijgevolg is een dergelijke situatie zo goed als onmogelijk te voorspellen, ook wat de kostprijs ervan betreft;
- de beslissing kan gebaseerd zijn op bijkomende kennis die een toekomstige generatie in staat stelt de bergingsoplossing significant te verbeteren; het betreft dus een beslissing van optimalisering van de bergingsoplossing, waarbij de kosten-batenanalyse haar volle belang zal hebben.

Uiteindelijk zullen de toekomstige generaties de afweging moeten maken hoe snel zij de bergingsinstallatie volledig wensen af te sluiten om ze aldus in een volledig passieve toestand te brengen. Het voor zich uit blijven schuiven van de volledige sluiting brengt immers het risico met zich mee dat de bergingsinstallatie niet afgesloten wordt en

onafgesloten achtergelaten wordt, bijvoorbeeld wanneer in geval van onvoorziene maatschappelijke veranderingen het beheer afgebroken wordt.

Meer algemeen moeten bij alle overwegingen en afwegingen met betrekking tot omkeerbaarheid en terugneembaarheid de vereisten van veiligheid en beveiliging/safeguards (sectie 7.2.2) primeren. Het voorzien of het versterken van de terugneembaarheid, bijvoorbeeld in het ontwerp van de installatie of in de organisatie van de opeenvolgende fasen van de berging, mag niet leiden tot een vermindering van de veiligheid op korte en/of lange termijn voor de werknemers of de bevolking.

Dit betekent ook dat omkeerbaarheid en terugneembaarheid niet kunnen gezien worden als voorwaarden zonder beperkingen (qua tijd, kosten, afval type, veiligheid, beveiliging,...). Door het stapsgewijs realiseren van de bergingsinstallatie, en met de stapsgewijze sluiting ervan, zal de terugneembaarheid stap voor stap bemoeilijkt worden en zullen de kosten (direct en indirect, dit wil zeggen verbonden met stralingsrisico's voor de arbeiders) om het afval veilig terug te nemen, groter worden. Met elke opeenvolgende stap zal het geborgen afval meer en meer in een passief veilige toestand gebracht worden en kunnen de controles in principe stelselmatig afgebouwd worden. Het is evenwel de bedoeling dat ook na sluiting en zo lang mogelijk een zeker niveau van controle behouden blijft, zodat de kennis over de ondergrondse bergingsinstallatie van generatie op generatie kan worden doorgegeven. Een en ander wordt schematisch weergegeven in Figuur 34.



**Figuur 34** – Schema van de evolutie van een bergingssysteem in de loop der tijd, dat in het bijzonder de evolutie van de graad van terugneembaarheid en passieve veiligheid weergeeft [128 (draft)].

Tot slot is het voor NIRAS van belang duidelijkheid te verwerven inzake eventuele maatschappelijke voorwaarden van omkeerbaarheid en terugneembaarheid die men



wenst opgenomen te zien in het bergingsprogramma, onder andere omwille van de financiële implicaties. Het versterken van terugneembaarheid in het ontwerp en door de uitvoeringswijze van het bergingssysteem kan mogelijk leiden tot een hogere kostprijs, die bijgevolg dient ingecalculeerd te worden in de tarieven voor het langetermijnbeheer. Het zal nodig zijn om in de volgende fase van het programma maatschappelijk na te gaan op welke wijze deze vraag verdere invulling dient te krijgen.



# 3

## **Deel 3**

**Verwante vragen die een beslissing  
door een derde vereisen**





## **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 inventaris zelf 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 oplossing die NIRAS aanbeveelt voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval niet opnieuw ter discussie.

Deze vragen zijn belangrijk voor het ontwikkelen van de oplossing die gekozen zal worden via de 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 de oplossing die zal worden gekozen via de te nemen principebeslissing over het langetermijnbeheer van het B&C-afval, te ontwikkelen, te optimaliseren en vervolgens met kennis van zaken uit te voeren, dient NIRAS over een voldoende duidelijk en volledig wettelijk en reglementair kader te beschikken.

Het specifiek wettelijk kader voor het langetermijnbeheer zou met name de volgende elementen moeten preciseren:

- de vergunningsaanvraagprocedure voor een installatie voor het langetermijnbeheer van radioactief afval, 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 in verband met een installatie voor het langetermijnbeheer van B&C-afval; in het geval van geologische berging gaat het bijvoorbeeld, niet limitatief, om 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 de veiligheidsrol van de controles die zullen worden verricht na het sluiten van de bergingsinstallatie;
- de toepassing van de internationale vereisten inzake non-proliferatie in het specifieke geval van berging voor de fase volgend op 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 non-proliferatie van splijtstoffen op een geologische berging. Deze voorwaarden hebben tot doel te voorkomen dat deze stoffen 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 inventaris van geconditioneerd afval**

De verwante vragen die, volgens NIRAS, de inventaris van het geconditioneerde radioactieve afval (sectie 4.3) kunnen beïnvloeden, hebben geen grote impact op het categorie A-dossier en stellen de oplossing van de geologische berging, die NIRAS aanbeveelt voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval (secties 10.2.1 tot 10.2.5), niet opnieuw 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, de federale regering, de Gewestregeringen, de gemeentelijke overheden, enz.) te

bevorderen, door duidelijk te maken 'om welk afval het precies gaat'; dit is vooral belangrijk om het proces van de keuze van een site voor de uitvoering van de gekozen oplossing later tot een goed einde te brengen, in overleg met de lokale en/of regionale autoriteiten en actoren (bevolking);

- om de RD&D-activiteiten te richten op het specifieke karakter van het eventuele bijkomende afval;
- om het ontwerp van de toekomstige installatie(s) voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval, inclusief de afmetingen ervan, te preciseren en te optimaliseren;
- om zo snel mogelijk eventuele aanpassingen mogelijk te maken van de tarieven voor overname van het radioactieve afval door NIRAS, aangezien deze aanpassingen geen terugwerkende kracht hebben.

De verwante vragen die de inventaris van het geconditioneerde afval van de categorieën A, B en C kunnen beïnvloeden, kunnen in vijf groepen onderverdeeld worden:

- het statuut van de bestraalde splijtstoffen en 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;
- een eventuele overdracht van afval uit de UMTRAP-installatie naar categorie B.

### **10.2.1 Statuut van de bestraalde splijtstoffen en opwerking**

NIRAS weet niet welke vorm het afval vanuit het 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 [33], die geleid heeft tot het feitelijk moratorium op de opwerking van bestraalde splijtstoffen van kerncentrales, dat 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 inventaris van het radioactieve afval (voor een inleiding inzake opwerking en niet-opwerking, zie Kader 4 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 die het feitelijk moratorium op de opwerking bevestigt, 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 [officiële vertaling van NIRAS]:

*"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;”*

In 2001 heeft NIRAS hierop elementen van antwoord verstrekt in het rapport SAFIR 2 [14, 15]. Ze zal deze aspecten uitgebreid behandelen in de *Safety and Feasibility Case 1* (SFC1), waarvan de publicatie momenteel gepland is in 2013–2014 (sectie 9.5.4).

#### 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.

Er kunnen zich drie gevallen voordoen voor NIRAS:

- NIRAS wordt gevraagd opwerkingsafval over te nemen. Synatom beslist en krijgt toestemming om al zijn bestraalde splijtstoffen te laten opwerken. De geleidelijke vermindering van het aandeel van het splijtbare plutonium in de splijtstoffen kan een hinderpaal zijn voor het gebruik ervan in de reactoren van de huidige generatie. Hoewel de huidige ophalingscontracten tussen NIRAS en Synatom gebaseerd zijn op de hypothese van de opwerking van alle bestraalde splijtstoffen, met inbegrip dus van de MOX-splijtstoffen, is het momenteel echter niet mogelijk deze laatste splijtstoffen in grote hoeveelheden op te werken op industriële schaal.
- NIRAS wordt gevraagd niet-opgewerkte bestraalde splijtstoffen over te nemen. Dit is de situatie waarin Synatom al zijn bestraalde splijtstoffen als afval aangeeft bij NIRAS.
- NIRAS wordt gevraagd zowel opwerkingsafval als niet-opgewerkte bestraalde splijtstoffen over te nemen. Dit is de situatie waarin Synatom aangifte doet van zijn (bestaande) opwerkingsafval dat nog niet teruggekeerd is naar België, van het afval afkomstig van de eventuele toekomstige opwerking van sommige van zijn bestraalde splijtstoffen, maar ook van bestraalde splijtstoffen die Synatom, om technische of economische redenen, zou beslissen om niet op te werken.

NIRAS meent dat het niet redelijk is te denken dat Synatom zijn bestraalde splijtstoffen in het buitenland zal verkopen zonder dat het opwerkingsafval terugkeert naar België. Een dergelijk scenario zou met name strijdig zijn met de bepalingen van het Gezamenlijk Verdrag [26].

Naast het feit dat ze moeten worden verduidelijkt ter wille van de transparantie ten overstaan van alle belanghebbenden, is het bestaan zelf van deze drie gevallen om diverse redenen essentieel voor NIRAS. Het betekent immers 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 (UO<sub>2</sub>- en MOX-splijtstoffen, splijtstoffen met verschillende versplijtingsgraad, splijtstoffen die min of meer gedegradeerd zijn naargelang hun leeftijd, splijstofelementen 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. Een zeer hoge versplijtingsgraad brengt immers wijzigingen met zich mee in de radiologische samenstelling van de splijtstoffen, waaraan een hogere thermische impact verbonden is. Dit punt is het voorwerp van onderzoek op internationaal niveau.

Het tarief voor de overname van het afval van categorie C hangt evenwel af van het type afval dat effectief moet worden overgenomen. Dit tarief, dat momenteel berekend wordt op basis van de hypothese dat alle bestraalde splijtstoffen van de kerncentrales zullen worden opgewerkt (inclusief de MOX-splijtstoffen), zal moeten worden herberekend indien blijkt dat NIRAS niet-opgewerkte bestraalde splijtstoffen moet overnemen die zeer verschillende kenmerken ten opzichte van elkaar kunnen hebben. Deze hypothese van integrale opwerking is conservatief vanuit het oogpunt van het aanleggen van provisies door Synatom, omdat het duurder is om de bestraalde splijtstoffen op te werken en het opwerkingsafval geologisch te bergen dan de niet-opgewerkte bestraalde splijtstoffen te conditioneren met het oog op hun geologische berging.

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:

- 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. Aangezien de tarieven voor de overname van het afval van categorie C veel hoger zijn dan die voor het afval van de categorieën A en B, kan een vertraging in de levering van het afval van categorie C ten opzichte van de planning grote impact hebben op de evolutie van de geldmiddelen van het fonds.

*De vraag van het statuut van de bestraalde splijtstoffen is dus erg complex. De implicaties ervan zijn multidisciplinair en sterk met elkaar verbonden. De gevolgen voor het beheer van het opwerkingsafval en/of de niet-opgewerkte bestraalde splijtstoffen die als afval worden aangegeven, zijn mogelijk zeer divers, inclusief wat de kosten betreft. De moeilijkheden die NIRAS ondervindt door het gebrek aan duidelijkheid over het statuut van de bestraalde splijtstoffen werden reeds onderstreept in 2001, in het contextueel document van het rapport SAFIR 2 [16].*

*Door het gebrek aan duidelijkheid over het statuut van de bestraalde splijtstoffen, is NIRAS verplicht twee RD&D-programma's voor de berging van het C-afval naast elkaar uit te voeren. Bovendien bemoeilijkt dit de stappen van een bergingsprogramma die na een principebeslissing komen (met name de keuze van (een) geschikte vestigingsplaats(en) en de optimalisering van het bergingssysteem).*

## 10.2.2 Toekomstig energiebeleid van België inzake elektriciteitsproductie

Met de wet van 31 januari 2003 [61], 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 veertig jaar exploitatie, heeft België de weg van een geleidelijke uitstap uit kernenergie gekozen.

Omwille van de mogelijkheid om de sluiting van een of meer centrales uit te stellen, zoals overwogen in de studie van de groep GEMIX [59] en de federale studie over de perspectieven inzake elektriciteitsbevoorrading [95], kunnen de geraamde volumes geconditioneerd afval evenwel toenemen. Op verzoek van de groep GEMIX heeft NIRAS, louter ter informatie, de impact op deze volumes van een verlenging van de exploitatieduur van de zeven centrales van het Belgische nucleaire park met respectievelijk tien en twintig jaar berekend (Tabel 8). Deze voorbereidende berekeningen werden gemaakt op basis van dezelfde hypothesen als deze gebruikt om de impact qua afvalvolumes van de verlenging van de exploitatieduur van de drie oudste centrales van het Belgische nucleaire park met tien jaar in te schatten (sectie 4.3.1).

**Tabel 8** – 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, en indicatieve raming van de impact van de verlenging met 10 jaar van de exploitatieduur van de drie oudste centrales van het Belgisch nucleair park [59, 62].

	Indicatieve raming (7 × 40 jaar) [m <sup>3</sup> ]	Indicatieve raming (4 × 40 jaar + 3 × 50 jaar) [m <sup>3</sup> ]	Indicatieve raming (7 × 50 jaar) [m <sup>3</sup> ]	Indicatieve raming (7 × 60 jaar) [m <sup>3</sup> ]
<b>Afval van categorie A</b>				
Totaal	69 900	70 900 + renovatie	73 200 + renovatie	76 500 + renovatie
	Oorzaak van de stijging: afval van de courante productie en renovatieafval			
<b>Afval van categorieën B&amp;C</b>				
	<i>bij hervatting van opwerking (voor alle splijtstoffen)</i>			
Categorie B	11 100	11 220	11 500	11 900
Categorie C	600	650	750	900
Totaal	11 700	11 870 + renovatie	12 250 + renovatie	12 800 + renovatie
	Oorzaak van de stijging: – categorie B : afval van de courante productie van de centrales en renovatieafval – categorie C : opwerkingsafval			
<b>Afval van categorieën B&amp;C</b>				
	<i>bij stopzetting van opwerking</i>			
Categorie B	10 430	10 490	10 630	10 830
Categorie C	4 500	4 900	5 800	7 000
Totaal	14 930	15 390 + renovatie	16 430 + renovatie	17 830 + renovatie
	Oorzaak van de stijging: – categorie B : afval van de courante productie van de centrales en renovatieafval – categorie C : niet-opgewerkte bestraalde splijtstoffen			

Het B&C-afval dat voortkomt uit een bijkomende verlenging van de exploitatieduur van de centrales zou geologisch geborgen kunnen worden. Het is immers zo dat:

- de radiologische kenmerken van dit afval op technisch en wetenschappelijk vlak immers geen nieuwe moeilijkheden opleveren, vermits ze in grote mate vergelijkbaar zijn met de kenmerken van het bestaande afval (bijvoorbeeld b2-7 in Tabel B1 van 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, zoals die door NIRAS wordt aanbevolen, zou op flexibele wijze 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 te vergroten. 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 afkomstig van een bijkomende 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 met name 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.

Het afval dat aan de oppervlakte kan worden geborgen, zal pas definitief kunnen worden vastgelegd als de kenmerken van de bergingsinstallatie (ontwerp, site,...) voor het afval van categorie A en de bepalingen van de nucleaire vergunning van de bergingsinstallatie, de zogenaamde 'oprichtings- en exploitatievergunning' in het algemeen reglement op de bescherming tegen het gevaar van de ioniserende stralingen, bepaald zullen zijn. De radioactieve inhoud van een oppervlaktebergingsinstallatie moet immers zodanig zijn dat haar radiologische impact na de institutionele controlofase niet groter is dan de maximale waarde die wordt opgelegd door de reglementering met betrekking tot bergingsinstallaties, die momenteel wordt uitgewerkt. Het is waarschijnlijk dat bepaalde afvalstoffen waarvan NIRAS momenteel veronderstelt dat ze aan de oppervlakte geborgen kunnen worden, zullen moeten worden overgedragen naar categorie B. Een eventuele overdracht van afval in 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, 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 m<sup>3</sup>, 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 (en omgekeerd).

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. Volgens de huidige planning [55] zou de nucleaire oprichtings- en exploitatievergunning van de bergingsinstallatie afgeleverd kunnen worden in 2013.

#### **10.2.4 Statuut van de verrijkte splijtstoffen en de plutoniumhoudende stoffen**

Verscheidene nucleaire exploitanten bezitten verrijkte splijtstoffen en/of plutoniumhoudende stoffen 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 non-proliferatie die tot doel hebben te voorkomen dat deze stoffen ontvreemd kunnen worden en aangewend voor niet-vreedzame doeleinden. Deze voorwaarden met betrekking tot het langetermijnbeheer worden momenteel ontwikkeld op internationaal vlak.

#### **10.2.5 Eventuele overdracht van afval uit de UMTRAP-installatie naar categorie B**

De UMTRAP-installatie, die in de jaren tachtig door het vroegere Union Minière (sinds 2001 Umicore) werd gebouwd op zijn exploitatiesite in Olen, en die in 1991 door de

toenmalige veiligheidsautoriteiten werd vergund als installatie voor tijdelijke opslag van klasse II, 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 [129, 54] en van de Europese Commissie [130] op het vlak van oppervlakteberging.

Het radioactieve afval dat is opgeslagen in de UMTRAP-installatie (Figuur 35), is afkomstig van de activiteiten van de vroegere radium- en uraniumfabriek, die plaatsvonden tussen 1922 en 1977. Het gaat om langlevend laag- en middelactief afval, inclusief radiumbronnen. Het is als volgt verdeeld:

- radiumbronnen (ongeveer 200 g radium-226 in totaal), residu's van uraniumontginning (2 000 ton, waarvan ongeveer 700 g radium-226) en radiumrijke residu's (500 ton, waarvan ongeveer 60 g radium-226), die zijn opgeslagen in betonnen bunkers overdekt met een koperen insluiting;
- radiumarme residu's (ongeveer 8 000 ton, waarvan ongeveer 30 g radium-226), die zijn 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 m<sup>3</sup> (op basis van een gemiddelde soortelijke massa van 1 400 kg·m<sup>-3</sup>). Het geheel is overdekt met klei, zand en grind.

Overeenkomstig de bepalingen van het koninklijk besluit N0315 van 20 juni 1995, dient Umicore een evaluatie te maken van de beheermaatregelen die in de toekomst noodzakelijk zullen zijn met betrekking tot de UMTRAP-installatie: *"De exploitant dient een studie uit te voeren over de in de toekomst noodzakelijke beheersmaatregelen met betrekking tot dit afval. De exploitant zal NIRAS regelmatig informeren over het verloop en de resultaten van deze studie. Het eindrapport moet, vergezeld van het advies van de NIRAS, aan de bevoegde overheid ter goedkeuring voorgelegd worden."*

Een optie voor het langetermijnbeheer van de UMTRAP-installatie, waarbij het niet nodig zou zijn de installatie langer actief te beheren dan de periode die normaal wordt beschouwd voor het actieve beheer van een oppervlaktebergingsinstallatie voor afval van categorie A, namelijk 200 tot 300 jaar, zou erin bestaan het afval dat niet aan de oppervlakte kan worden geborgen, te scheiden van het andere afval [131]. Het eerste afval — afval dat na verwerking en conditionering tot categorie B zou behoren — zou aan dezelfde regels van het langetermijnbeheer onderworpen zijn als het andere afval van categorie B. Het andere afval zou ofwel in de UMTRAP-installatie blijven, die op gepaste wijze zou worden afgesloten en vervolgens gelijkgesteld zou kunnen worden met een oppervlaktebergingsinstallatie en als dusdanig beheerd worden, hetzij ter plaatse in een nieuwe oppervlaktebergingsinstallatie geplaatst worden. De gesloten UMTRAP-installatie of de nieuwe installatie zou moeten worden geïntegreerd in het globale langetermijnbeheersysteem dat moet worden ontwikkeld in Olen (sectie 11.1.1.2).

De uitvoering van een optie die ertoe leidt dat sommige afvalstoffen van de UMTRAP-installatie buiten de site van Olen worden beheerd, vereist evenwel dat er een operationele oplossing is voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval. Indien de keuze erin bestaat al het afval van de UMTRAP-installatie verder in Olen te beheren, zou

de enige denkbare oplossing een actief beheer van de site op lange termijn zijn. Dit zou echter een element van broosheid vormen in de langetermijnveiligheid.

Volgens het koninklijk besluit van 20 juni 1995 moet NIRAS advies verlenen over de studie die Umicore moet uitvoeren over de te nemen maatregelen voor het langetermijnbeheer van de UMTRAP-installatie. NIRAS heeft onlangs aan Umicore en aan het FANC haar visie uiteengezet over de te bestuderen opties voor het langetermijnbeheer, opdat Umicore zijn studie zou afronden en zijn dossier voor advies voorleggen aan NIRAS [132]. De studie en het advies moeten vervolgens worden voorgelegd aan de bevoegde overheid — het FANC — zodat zij een beslissing kan nemen over de te nemen maatregelen. Indien er op termijn afval moet worden verwijderd uit de UMTRAP-installatie, is het eveneens het FANC dat de kenmerken zal moeten bepalen van het afval dat moet worden verwijderd, en dus de hoeveelheid radioactief afval die elders moet worden beheerd als afval van categorie B.

Het afval dat eventueel uit de UMTRAP-installatie zou worden verwijderd en overgedragen naar categorie B, zou geologisch geborgen kunnen worden. Het is immers zo dat:

- de radiologische kenmerken van dit afval geen nieuwe moeilijkheden zouden opleveren op technisch en wetenschappelijk vlak. Het afval dat uit de UMTRAP-installatie zou worden verwijderd, namelijk het afval met de hoogste activiteit, is inderdaad vergelijkbaar met bepaald afval van categorie B (met name radiumhoudend afval) waarmee al rekening wordt gehouden in de studies (d-2 in Tabel B1 van bijlage B1).
- de geologische bergingsinstallatie in weinig verharde klei, 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 betrokken volume zou enkele duizenden kubieke meters tot 10 000 m<sup>3</sup> (niet-geconditioneerd) kunnen bedragen [132], hetgeen het geraamde volume van het afval van categorie B, dat momenteel op ongeveer 11 000 m<sup>3</sup> (geconditioneerd) wordt geschat, aanzienlijk zou doen toenemen (zie Tabel 3 in sectie 4.3.1).

Umicore heeft provisies aangelegd om de kosten van een eventueel actief beheer van de UMTRAP-installatie op lange termijn te dekken. Deze zouden echter niet volstaan om de totale kostprijs, bestaande uit de kostprijs van de overdracht, naar categorie B, van een deel van het afval dat zich in de UMTRAP-installatie bevindt en de kostprijs van het passief langetermijnbeheer aan de oppervlakte van de rest van het UMTRAP-afval, te dekken [132].



**Figuur 35** – 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)







## 11 Verwante vragen betreffende de ontwikkeling van een aanvullend beheersysteem voor het interventieafval

Met uitzondering van radiologische noodsituaties in geval van een ongeval al dan niet op Belgisch grondgebied, kunnen bepaalde situaties een risico op langdurige radiologische blootstelling inhouden voor de mens en het milieu en kunnen er zich dus beschermingsmaatregelen opdringen. Hoewel dergelijke situaties opgenomen werden in het algemeen reglement voor de bescherming tegen de ioniserende stralingen, in toepassing van de Europese richtlijn 96/29/Euratom over datzelfde onderwerp [34], bepaalt dat reglement noch de procedure, noch de nodige criteria voor de evaluatie van die situaties en voor de definitie van de te nemen beschermingsmaatregelen, *interventies* genoemd.

Het wettelijk en reglementair kader voor 'interventies' wordt momenteel opgesteld door het FANC, in overleg met NIRAS en de Gewesten, die optreden als bevoegde overheden inzake leefmilieu, aangezien deze problematiek zowel radiologische als chemische aspecten omvat (sectie 11.2). Dit kader, dat 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.

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

- De uitvoering van een *risicobeheerplan*, dit is een geheel van administratieve maatregelen die mogelijk aangevuld worden met controle- en toezichtsmaatregelen, om in te grijpen op de mogelijke *blootstellingswegen*. Een risicobeheerplan kan bijvoorbeeld verplichten om de bestemming van verontreinigde terreinen voor welbepaalde doeleinden te beperken of om ze af te bakenen met een omheining zodat onbevoegde 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 *sanering*, dit is een geheel van acties en maatregelen om in te grijpen aan de *blootstellingsbron*. Een sanering kan onder meer bedoeld zijn om de blootstellingsbron af te zonderen van de mens en het milieu, bijvoorbeeld via kunstmatige barrières (zoals afschermlagen), of om die blootstellingsbron geheel

of gedeeltelijk te verwijderen. Sanering die noodzakelijk wordt gemaakt door de aanwezigheid van radioactieve verontreiniging, brengt per definitie radioactief afval met zich mee, dat een specifiek langetermijnbeheer vereist, ter plaatse of elders, in een gecentraliseerde installatie voor langetermijnbeheer. Volgens de bepalingen van het huidig wettelijk en reglementair kader behoort dit beheer tot de bevoegdheden van NIRAS.

Zolang de reglementering met betrekking tot interventies niet aangevuld wordt, 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 momenteel de 'productie' van radioactief afval verbonden met die maatregelen dus niet voorspellen. Aangezien de beschouwde volumes potentieel aanzienlijk zijn en hoofdzakelijk betrekking hebben op zeer laagactief of laagactief afval met lange levensduur, en aangezien ze op talrijke sites verspreid zijn (sectie 11.1), zullen ze waarschijnlijk beheerd moeten worden in het kader van een gedecentraliseerd beheersysteem. Dit systeem kan naast het bestaande gecentraliseerde beheersysteem van NIRAS worden ontwikkeld. De vragen die daarbij rijzen, veranderen dus 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 Vragen in verband met het beheer van interventieafval**

Het radioactieve afval dat beheerd zou kunnen worden in het kader van een gedecentraliseerd beheersysteem is, enerzijds, afval afkomstig van de saneringsoperaties die mogelijk nodig zullen worden geacht door het FANC (sectie 11.1.1) en, anderzijds, radioactief afval dat aanwezig is in de vergunde installaties voor tijdelijke opslag UMTRAP en Bankloop van Umicore (sectie 11.1.2).

### **11.1.1 Radioactief afval van interventies**

Behalve radiologische noodsituaties in geval van een ongeval al dan niet op nationaal grondgebied, zijn er twee types van situaties die een risico van langdurige stralingsblootstelling kunnen vormen voor mens en leefmilieu en dus een interventie kunnen vereisen: beroepsactiviteiten (sectie 11.1.1.1) en terreinen die radioactieve verontreiniging vertonen als gevolg van vroegere activiteiten (sectie 11.1.1.2).

Vermits het wettelijk en reglementair kader voor de interventies momenteel onvolledig is (sectie 11.2), kan NIRAS onmogelijk vooruitlopen op de types radioactief afval van interventies die zij mogelijk zou moeten beheren, maar vooral ook op de volumes ervan, die mogelijk aanzienlijk zullen zijn (verscheidene tientallen miljoenen kubieke meters). (Deze afvaltypes stemmen overeen met de volumes vermeld in de rechterkolom in Tabel 4 in sectie 5.1.) Het zou bijgevolg aangewezen kunnen zijn dit afval te beheren op of in de onmiddellijke nabijheid van de productiesites of de te saneren stortplaatsen, in plaats van ze te verplaatsen naar gecentraliseerde installaties van NIRAS.

Het type van beheeroplossing dat moet worden uitgevoerd, zal geval per geval moeten worden gedefinieerd, op basis van de omvang van de uit te voeren sanering, de hoeveelheid en de kenmerken van het geproduceerde radioactief afval en de kenmerken van de te saneren site, rekening houdend met de economische en sociale aspecten.

Aangezien het radioactieve afval van interventies grotendeels zeer laag- en laagactief afval met lange levensduur is, zou het worden geplaatst in oppervlaktebergingsites en/of -installaties die ontworpen zijn om de veiligheid op een zo passief mogelijke wijze te garanderen. Deze sites en/of installaties zouden specifieke maatregelen kunnen vereisen om de bestemming van de betreffende terreinen te beperken of om de installaties langdurig onder toezicht en controle te houden.

Elke gedecentraliseerde oplossing voor het langetermijnbeheer, waarvan de bepaling deel zal uitmaken van het beschouwde interventieproject (sectie 11.2), zal een beoordeling van de milieueffecten vereisen, niet op strategisch vlak (type SEA), maar op het vlak van het beschouwde beheerproject.

#### **11.1.1.1 Beroepsactiviteiten**

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 [27, 34], kunnen bijvoorbeeld betrekking hebben op productieprocedures die de natuurlijke radioactiviteit concentreren in de residu's van de toegepaste procedures. 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 de procedures 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*).

De NORM- en TENORM-problematiek werd in het reglementaire stralingsbeschermingskader geïntroduceerd door de Europese richtlijn 96/29 [34]. Zowel op internationaal als op Belgisch vlak wordt er meer en meer aandacht aan besteed. Op Belgisch vlak dient het risico te worden geëvalueerd dat verbonden is aan de verschillende mogelijk problematische situaties die momenteel onder toezicht staan van de bevoegde overheden inzake leefmilieu. Het FANC kan dan vervolgens beslissen of specifieke beschermingsmaatregelen nodig zijn vanuit het oogpunt van de stralingsbescherming. Deze maatregelen kunnen de vorm aannemen van een interventie die, volgens artikel 20.2.2.a van het algemeen reglement op de bescherming tegen het gevaar van de ioniserende stralingen, enkel kan worden ondernomen indien de vermindering van de schade van radiologische oorsprong voldoende is om de nadelige gevolgen en de kosten van de interventie te rechtvaardigen. Het gaat hierbij niet enkel om de financiële interventiekosten en de kosten van het langetermijnbeheer, maar ook om de sociale kosten.

Vooruitlopend op de gevolgen van het algemeen reglement op de bescherming tegen het gevaar van de ioniserende stralingen, die 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, de eerste studie in België om een overzicht en een eerste evaluatie te maken van de beroepsactiviteiten die maatregelen inzake stralingsbescherming zouden kunnen vereisen, uitbesteed aan het

SCK•CEN [133]. De belangrijkste niet-nucleaire industriesectoren die natuurlijke stralingsbronnen gebruiken of hebben gebruikt, zijn volgens deze studie de volgende:

- 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/TENORM-problematiek zich het duidelijkst voordoet, zijn de fosfaatnijverheid (fosfaatmeststoffen), de verwerking van zirkoniumzand en de cementnijverheid. Voor de fosfaatnijverheid bij voorbeeld, werd het totale volume residu's (gips en slib) dat mogelijk niet mag worden verwaarloosd om redenen van stralingsbescherming en dus beschermingsmaatregelen kan vereisen, in de vorm van een risicobeheerplan of een sanering (sectie 3.2.2.4), geschat op 35 miljoen kubieke meter.

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 en zijn dus geen ultiem afval. Daarenboven worden momenteel nieuwe recyclingcircuits in overweging genomen. Dergelijke recycling kan ertoe bijdragen de volumes radioactieve residu's te beperken die *in fine* moeten worden beschouwd als radioactief afval.

#### **11.1.1.2 Radioactieve verontreiniging als gevolg van vroegere activiteiten**

Sommige terreinen vertonen een radioactieve verontreiniging als gevolg van vroegere activiteiten. Zo werden terreinen in Olen besmet ten gevolge van de activiteiten van de radium- en uraniumontginningsfabriek die tussen 1922 en 1977 geëxploiteerd werd door het vroegere Union Minière (thans Umicore). De Molse Nete vertoont een historische besmetting, te wijten aan verschillende nucleaire exploitanten van de streek van Mol-Dessel. De Grote laak en de Winterbeek, in de streek van Tessenderlo, werden in het verleden verontreinigd door lozingen van de fosfaatnijverheid.

In Olen in het bijzonder rijst nu, na de sanering van de Bankloop in 2007-2008 (sectie 11.1.2), de vraag welke interventies nodig zijn op andere verontreinigde terreinen, in en rondom de exploitatiesite van Umicore, en welke vorm deze interventies zouden aannemen. Umicore, het FANC, NIRAS en OVAM wensen een globale aanpak te volgen om tot een definitieve, geïntegreerde oplossing te komen voor het beheer van de radioactieve verontreinigingen in Olen, die ook het radioactieve afval van de 'Bankloop'- en de UMTRAP-installaties zou omvatten. Deze globale oplossing zou de langetermijnveiligheid op een zo passief mogelijke wijze moeten garanderen, en tegelijkertijd moeten beantwoorden aan de bekommernissen van alle betrokken partijen, inclusief die van de bevolking. Ze moet het mogelijk maken het afval zoveel als mogelijk ter plaatse te beheren. Het is echter niet uitgesloten dat de optimale oplossing erin

bestaat een fractie van het radioactieve afval (het afval met een te grote activiteit) over te brengen naar de gecentraliseerde installatie voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval (wanneer deze operationeel zal zijn) en het andere afval ter plaatse te beheren. Zoals voor het NORM/TENORM-afval, kan elk van de overwogen interventies slechts worden ondernomen indien de vermindering van de schade van radiologische oorsprong voldoende is om de nadelige gevolgen en de daaraan verbonden financiële en sociale kosten van de interventie te rechtvaardigen.

### **11.1.2 Radioactief afval van de installaties UMTRAP en Bankloop**

Het langetermijnbeheer van het radioactieve afval van de vergunde installaties voor tijdelijke opslag UMTRAP en Bankloop dient te passen in de globale aanpak die moet worden bepaald om tot een definitieve geïntegreerde oplossing voor het beheer van de radioactieve verontreinigingen in Olen te komen (sectie 11.1.1.2).

- De UMTRAP-installatie bevat ongeveer 55 000 m<sup>3</sup> radioactief afval, waarvan een fractie mogelijk zou moeten worden overgebracht naar de toekomstige installatie voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval (sectie 10.2.5).
- De Bankloopinstallatie bevat ongeveer 30 000 m<sup>3</sup> zeer laagactief en laagactief afval met lange levensduur afkomstig van de sanering, in 2007–2008, van een beekje, de Bankloop. Deze sanering werd uitgevoerd als gevolg van een beslissing tot interventie die in 2000 werd genomen door de toenmalige veiligheidsoverheid en als gevolg van een gemeenschappelijke beslissing van OVAM (*Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij* – Vlaamse instelling belast met het beheer van niet-radioactief afval), de Vlaamse regering en Umicore in 2004. De installatie voor tijdelijke opslag werd in 2006 door het FANC vergund als inrichting van klasse II. Ze is gebouwd op de site van Umicore, die er verantwoordelijk voor is. Aangezien het FANC formeel het radioactieve karakter van dit afval heeft bevestigd, zal het langetermijnbeheer ervan vroeg of laat moeten worden toevertrouwd aan NIRAS, volgens nog te bepalen modaliteiten.

## **11.2 Toevoeging aan het bestaande wettelijk en reglementair kader**

Het FANC ontwikkelt momenteel, in overleg met de Gewesten en met NIRAS, de reglementaire instrumenten om de situaties te beoordelen die een interventie kunnen vereisen en, desgevallend, de beslissingen tot interventie te kunnen nemen. Deze beslissingen 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). Door de gewestelijke overheden bij de procedure te betrekken, is de beoordeling en het beheer mogelijk van deze gemengde problematiek, die zowel radiologische als chemische aspecten omvat.

De procedure in ontwikkeling bepaalt

- de rol van de verschillende betrokken actoren, met name van NIRAS voor de aspecten in verband met het langetermijnbeheer van het radioactieve afval dat voortkomt uit een sanering;

- 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, het langetermijnbeheer van dit afval integraal deel moet uitmaken van het gekozen saneringsscenario. De overdracht van dit afval aan NIRAS, met het oog op zijn langetermijnbeheer, dient te geschieden volgens een nog vast te stellen mechanisme. De kosten van dit beheer dienen te worden gedekt door een gepast financieringsmechanisme.

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

### 12.1 Nu beslissen voor een definitieve oplossing

Om haar opdracht tot een goed einde te brengen, dient NIRAS de beschikking te hebben over een definitieve bestemming voor het langetermijnbeheer van al het radioactieve afval dat ze overneemt.

Voor het laag- en middelactieve afval met korte levensduur (afval van categorie A) heeft de ministerraad op 16 januari 1998 geopteerd voor een definitieve oplossing of een oplossing die definitief kan worden, en die geleidelijk, flexibel en omkeerbaar is. In concreto gaat het om de oppervlakteberging of de diepe berging van dit afval. Op 23 juni 2006 heeft de ministerraad geopteerd voor de oppervlakteberging op het grondgebied van de gemeente Dessel, in het kader van een geïntegreerd project dat een meerwaarde biedt voor de streek.

In België is er daarentegen geen institutioneel beleid voor het langetermijnbeheer van het laag- en middelactieve afval met lange levensduur (afval van categorie B) en het hoogactieve afval (afval van categorie C, met inbegrip van de bestraalde splijtstof wanneer deze als afval wordt aangegeven). Het behoort evenwel tot de verantwoordelijkheid van de landen die het Gezamenlijk Verdrag inzake de veiligheid van het beheer van bestraalde splijtstof en inzake de veiligheid van het beheer van radioactief afval van 1997 hebben ondertekend, een beleid van langetermijnbeheer te hebben. Na bekrachtiging van het Gezamenlijk Verdrag heeft België het in 2002 opgenomen in zijn wettelijk kader. Deze nationale verantwoordelijkheid werd in herinnering gebracht in een recente resolutie van de Raad van de Europese Unie.

Een institutioneel beleid voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval is onontbeerlijk, niet alleen om de eindbestemming van het afval te bepalen, maar ook om zich te kunnen toespitsen op het nog vereiste onderzoekswerk (*Research, Development & Demonstration* of RD&D) en alle fasen van het beheer van dit afval te optimaliseren, zoals de verwerking en conditionering of de bepaling van de acceptatiecriteria. Een dergelijk beleid is eveneens onontbeerlijk om de globale kostprijs van het beheer op lange termijn en, bijgevolg, de tarieven voor de overname van het afval door NIRAS te bepalen.

Het Afvalplan en het bijbehorende milieueffectenrapport (*Strategic Environmental Assessment* of SEA) hebben als doel de regering in staat te stellen het institutioneel

beleid voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval te bepalen. Deze documenten tonen aan dat alle elementen die nodig zijn voor de bepaling van een dergelijk beleid (of principebeslissing) *beschikbaar* zijn.

De principebeslissing bestaat erin te kiezen voor hetzij de ontwikkeling en geleidelijke uitwerking van een oplossing die definitief kan worden, hetzij de verlenging van de huidige wachtttoestand (verlengde opslag). Deze laatste keuze komt er op neer dat de beslissing voor een oplossing die definitief kan worden, uitgesteld wordt, een beslissing die vroeg of laat moet genomen worden. Deze keuze impliceert ook dat de beheerverantwoordelijkheid voor het B&C-afval doorgeschoven wordt naar toekomstige generaties.

Op grond van de multidisciplinaire analyse van de opties die kunnen worden overwogen, beveelt NIRAS voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval een oplossing aan die definitief kan worden, te weten de berging in een geschikte geologische formatie. De andere beschouwde definitieve oplossingen komen niet overeen met het nationaal of internationaal reglementair kader, bieden niet de gewenste graad van langetermijnveiligheid (dit is inzonderheid het geval voor de eeuwigdurende opslag, waarvan de veiligheid afhangt van de bestendigheid van de onderhoudsacties 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 de berging in diepe boorgaten).

Het uitstellen van de beslissing ten voordele van de aanbevolen oplossing die definitief kan worden, is niet verantwoord omdat:

- de oplossing voldoende rijp is vanuit wetenschappelijk en technisch oogpunt; de nog weg te werken onzekerheden worden niet beschouwd als onoverkomelijk;
- aangezien de ontwikkeling en realisatie van de oplossing verschillende decennia vergen, het vanuit ethisch oogpunt getuigt van verantwoordelijkheid dat er nu reeds werk van wordt gemaakt teneinde te vermijden dat de last van het beheer wordt overgedragen op de toekomstige generaties;
- het vooruitzicht van een bergingsinstallatie die door meerdere landen wordt gedeeld, die ook een oplossing zou kunnen bieden die definitief kan worden, geenszins de contracterende landen van het Gezamenlijk verdrag van 1997 ontlast van hun verantwoordelijkheid om te beschikken over een beleid van langetermijnbeheer. De gedeelde berging vereist bovendien internationale akkoorden waarvan de bases niet bestaan en sluit, uit hoofde van het wederkerigheidsprincipe, de mogelijkheid van een dergelijke berging op Belgisch grondgebied niet uit;
- de geavanceerde splijtstofcycli, die thans worden ontwikkeld, zijn niet toepasbaar op het bestaande afval en het afval dat thans gepland is en sluiten de noodzaak van een definitieve oplossing voor het langetermijnbeheer niet uit, vermits ze zelf eveneens hoogactief en langlevend afval zullen voortbrengen.

## **12.2 De door NIRAS aanbevolen langetermijnbeheeroplossing**

Niet alleen op basis van de Belgische verworvenheden, maar ook als gevolg van de belangrijke kennis die is vergaard in de buitenlandse programma's en van de

internationale aanbevelingen ter zake, bevindt NIRAS zich in de mogelijkheid *de geologische berging in weinig verharde klei op Belgisch grondgebied van zodra mogelijk* aan te bevelen als een oplossing die definitief kan worden en uitvoerbaar is voor het langetermijnbeheer van het B&C-afval. Volgens NIRAS dient deze oplossing een gecentraliseerde oplossing te zijn, dit wil zeggen dat ze gemeenschappelijk moet zijn voor al het B&C-afval en moet worden uitgevoerd op een enkele site. De impact ervan op mens en milieu werd herhaaldelijk geëvalueerd en is minimaal. Ze steunt op stevige technische en wetenschappelijke bases, is het voorwerp van een ruime consensus op internationaal vlak, voldoet aan de principes van intra- en intergenerationele billijkheid en de kosten ervan kunnen worden geëvalueerd en gedekt. NIRAS beveelt bovendien aan de ontwikkeling en uitwerking van deze oplossing te ondersteunen door een *geleidelijk, aanpasbaar en participatief besluitvormingsproces dat de maatschappelijke en technische aspecten omvat*. Deze oplossing is in overeenstemming met de resultaten van de maatschappelijke raadpleging die werd uitgevoerd op initiatief van NIRAS.

Er zal nog meer dan tien jaar nodig zijn om de aanbevolen oplossing te preciseren, te bevestigen en te optimaliseren door middel van RD&D-werkzaamheden en het maatschappelijk draagvlak ervan te verstevigen, onder meer via het proces van de keuze van een vestigingssite (een dergelijke keuze is niet het voorwerp van de gevraagde principebeslissing), en om vervolgens de aanvraag van de bouw- en exploitatievergunning voor te bereiden, in te dienen en tenslotte de nodige vergunning te bekomen. De eigenlijke berging van het B-afval wordt pas na meerdere decennia overwogen (ten vroegste 2035–2040).

#### De geologische berging

- past in de wettelijke opdracht van NIRAS, in die zin dat ze het B&C-afval een bestemming geeft die definitief kan worden;
- kan worden toegepast voor al het bestaande en geplande B&C-afval;
- wordt internationaal erkend als een oplossing die toelaat de veiligheid van mens en milieu gedurende honderdduizenden jaren te verzekeren op een intrinsiek passieve wijze (dit wil zeggen zonder dat de tussenkomst van de mens noodzakelijk is); de passieve veiligheid wordt gegarandeerd door een oordeelkundige keuze van de geologische gastformatie en een gepast ontwerp van de kunstmatige barrières;
- beperkt de lasten die worden overgedragen op de toekomstige generaties, zowel wat betreft de stralingsrisico's, de impact op het milieu, de verantwoordelijkheid om de veiligheid te garanderen en de verantwoordelijkheid om de financiering te verzekeren;
- werd reeds door talrijke landen gekozen voor het langetermijnbeheer van al of een gedeelte van het radioactieve afval en de realisatie ervan wordt reeds door een aantal van deze landen aangevat.

#### In weinig verharde klei

- Weinig verharde klei, inzonderheid de Boomse Klei en de Ieperiaanklei, behoort tot de in België aanwezige geologische formaties die het best de rol van natuurlijke

barrière lijken te kunnen vervullen om de radionucliden af te zonderen, in te sluiten en op lange termijn vast te houden. Schiever is duidelijk minder belovend en de studie van een berging in dit type gesteente zou een volledig nieuw toegepast onderzoeksprogramma vergen zonder garantie van succes.

- De wetenschappelijke bases van de berging in weinig verharde klei, en meer bepaald dertig jaar RD&D in het ondergrondse laboratorium, werden herhaaldelijk voldoende vergevorderd en stevig bevonden om zich over de veiligheid en uitvoerbaarheid van deze oplossing te kunnen uitspreken. De studies in andere landen bevestigen het potentieel van de kleiformaties wat de insluiting van het geborgen afval en het vasthouden van de radionucliden betreft.
- Voor alle deskundigen die zich dienden uit te spreken over de kwaliteit van de verworvenheden van het Belgisch programma, zijn de overblijvende onzekerheden niet van die aard dat de veiligheid en/of de uitvoerbaarheid van de aanbevolen oplossing in vraag worden gesteld; zodra een principebeslissing genomen is, zal de voortzetting van het RD&D het mogelijk maken deze verworvenheden geleidelijk te bevestigen, de installaties te optimaliseren en aldus de veiligheidsmarges te verhogen.
- De gegrondheid van de werkzaamheden inzake de berging in weinig verharde klei, die het SCK-CEN meer dan dertig jaar geleden heeft geïnitieerd, werd herhaaldelijk *impliciet* bevestigd door verschillende commissies en werkgroepen op nationaal en internationaal vlak, die officieel als opdracht hadden zich uit te spreken over de problematiek van het beheer van het radioactieve afval.

#### Op Belgisch grondgebied

- Overeenkomstig het Gezamenlijk Verdrag van 1997 zou het radioactieve afval moeten worden geborgen in de staten waar het wordt voortgebracht, voor zover dit verenigbaar is met de veiligheid van het beheer ervan.
- Aangezien België zich, sinds het einde van de tweede wereldoorlog, geëngageerd heeft in het RD&D verbonden aan de ontwikkeling van kernenergie, deelgenomen heeft aan verschillende proefprojecten die heel wat afval hebben voortgebracht dat door het land dient te worden beheerd, en in de jaren zestig heeft gekozen voor kernenergie voor de productie van een belangrijk gedeelte van zijn elektriciteit, en vermits de kernbrandstofcyclus in zijn geheel aan de basis ligt van de productie van het overgrote deel van het Belgische radioactieve afval, meent NIRAS dat het B&C-afval moet worden beheerd in een nationaal kader en bijgevolg op Belgisch grondgebied.
- De berging in een installatie die wordt gedeeld door meerdere landen, vereist internationale akkoorden waarvan het kader niet bepaald is en maakt het, door het wederkerigheidsprincipe, niet mogelijk een berging op Belgisch grondgebied uit te sluiten. Multinationale berging brengt trouwens heel wat vragen met zich mee, waarvan de meest cruciale van juridische aard zijn en verband houden met de maatschappelijke aanvaarding van buitenlands afval.

### Van zodra mogelijk

- Het ontbreken van een geologische bergingsinstallatie voor het B&C-afval laat niet NIRAS niet toe haar opdracht integraal uit te voeren en aldus te beschikken over een sluitende beheersysteem dat optimaal kan worden georganiseerd.
- Elk uitstel brengt met zich mee dat vertraging opgelopen wordt bij het in passieve veiligheid brengen van het bestaande en geplande afval, dat uitiem afval is (dit wil zeggen radioactief afval waarvan redelijkerwijs niet kan worden verwacht — vanuit technisch, financieel of stralingsbeschermingsoogpunt — dat het ooit het voorwerp zal zijn van een latere verwerking door extractie van het valoriseerbaar gedeelte ervan of door het verminderen van de verontreinigende of gevaarlijke aard ervan).
- Elk uitstel maakt het behoud van de expertise en de kennis op nationaal vlak moeilijker; dit zijn factoren die essentieel bijdragen tot de veiligheid.
- De ethische principes van intra- en intergenerationele billijkheid versterken het idee van een verwezenlijking binnen een redelijke termijn. Elk uitstel zou leiden tot een toename van de verantwoordelijkheid voor het beheer, met inbegrip van de technische en financiële lasten, die wordt overgedragen op de toekomstige generaties en zou leiden tot een verlenging van de toestand van onzekerheid waarin zich de gemeenten bevinden op wier grondgebied het afval momenteel voorlopig, maar voor onbepaalde duur, is opgeslagen.

### Ondersteund door een geleidelijk, aanpasbaar en participatief besluitvormingsproces dat de maatschappelijke en technische aspecten omvat

Met het besluitvormingsproces waarin alle fasen van de ontwikkeling en uitwerking van de aanbevolen oplossing zullen passen, wordt ernaar gestreefd dat deze oplossing de veiligheid garandeert en maatschappelijk ondersteund wordt, dat ze lokaal aanvaardbaar is, dat ze wetenschappelijk gefundeerd is en op economisch vlak uitvoerbaar is. Het vormt bijgevolg de hoeksteen van de totstandkoming en het behoud van het maatschappelijk draagvlak dat nodig is voor het goede verloop van het project.

Vermits het besluitvormingsproces zich over meer dan honderd jaar zal uitspreiden, daar er beslissingen moeten worden genomen tot het moment van de sluiting van de bergingsinstallatie, en aangezien de juiste draagwijdte van de principebeslissing nog niet gekend is, is het niet mogelijk het besluitvormingsproces a priori en eens en voor altijd vast te leggen. NIRAS wenst evenwel dat het gekenmerkt wordt door de volgende krachtlijnen:

- *geleidelijkheid*: elke fase wordt onderbouwd door een beslissing die gebaseerd is op een argumentatie en een herevaluatie van de gevolgde richting; de elementen die het mogelijk maken van de ene naar de volgende fase over te stappen, dienen duidelijk bepaald en gedocumenteerd te zijn;
- *aanpasbaarheid*: het proces en de actoren ervan dienen te kunnen inspelen op zowel de technisch/wetenschappelijke ontwikkelingen als de reglementaire evoluties, alsook op de gevraagde beslissingen of de maatschappelijke verzuchtingen; de actoren van het proces zullen ook evolueren naarmate het proces vordert;

- *participatief karakter*: naast de wettelijke procedures die tot haar verantwoordelijkheid blijven behoren, wenst NIRAS de aanvullende maatschappelijke raadpleging, die werd gestart in het kader van het Afvalplan, voort te zetten. De objectiviteit van deze raadpleging dient institutioneel te worden gegarandeerd.

### 12.3 Aanbevelingen

Voor de goede verwezenlijking van haar opdracht acht NIRAS het onontbeerlijk dat:

1. Op korte termijn een principebeslissing wordt genomen die de geologische berging in weinig verharde klei op Belgisch grondgebied van zodra mogelijk als beleid voor het langetermijnbeheer van al het bestaande en voorziene hoogactieve en/of langlevende afval (B&C-afval) vastlegt. Deze oplossing moet worden uitgewerkt in het kader van een geleidelijk, aanpasbaar en participatief besluitvormingsproces dat alle maatschappelijke en technische aspecten omvat.
2. Het RD&D inzake de berging in weinig verharde klei wordt voortgezet om de wetenschappelijke en technische bases van deze oplossing te bevestigen en te verfijnen, het proces van de keuze van een gastformatie en van een site te begeleiden en het bergingssysteem voor de gekozen site te optimaliseren.
3. Zodra een principebeslissing genomen is, het beslissingsproces verfijnd en verrijkt wordt door middel van een gestructureerde interactie met alle belanghebbende partijen teneinde de maatschappelijke en technische mijlpalen te integreren en het proces van de keuze van de vestigingssite van de bergingsinstallatie te structureren; de resultaten van deze fase, convergentiefase genoemd, zouden beschikbaar moeten zijn op het moment van de publicatie van het volgende veiligheids- en uitvoerbaarheidsdossier van NIRAS.
4. De maatschappelijke raadpleging, die door NIRAS werd gestart ter aanvulling van de wettelijke procedures, voortgezet wordt en de objectiviteit ervan institutioneel gegarandeerd wordt.
5. Wordt voorzien in een onafhankelijke en regelmatige opvolging van de maatschappelijke, technische en beslissingselementen van het bergingsprogramma teneinde de geloofwaardigheid en gegrondheid van de argumenten van NIRAS te beoordelen en onderbouwen.
6. Een institutioneel kader wordt ontwikkeld om de financiering van het beslissingsproces te garanderen, conform het principe 'de vervuiler betaalt', alsook van de maatregelen voor het integreren van het geologisch bergingsproject op lokaal vlak.
7. NIRAS een multidisciplinaire denkoefening en studie start over de omkeerbaarheid van de geologische berging gedurende een redelijke periode.
8. NIRAS een multidisciplinaire denkoefening en studie start over, enerzijds, het behoud van de kennis gedurende de tijd die nodig is voor de ontwikkeling en realisatie van een geologische berging en, anderzijds, de wijze waarop de kennis

van het bestaan van een dergelijke installatie doorheen de tijd kan behouden kan blijven.

9. NIRAS, rekening houdend met de zeer lange periodes die nodig zijn voor de ontwikkeling en realisatie van een nationale geologische bergingsinstallatie, zorgt voor een technologische waakzaamheid op het vlak van de ontwikkeling van bergingsinstallaties die worden gedeeld door meerdere landen van de Europese Unie en van de ontwikkeling van geavanceerde splijtstofcycli, teneinde te gelegener tijd de eventuele gevolgen voor het nationaal bergingsprogramma te kunnen evalueren.
10. Het statuut (hulpbron of afval) van de bestraalde splijtstof van de commerciële reactoren wordt uitgeklaard.
11. Het Belgisch reglementair kader dat specifiek geldt voor de geologische berging zo snel mogelijk wordt aangevuld.
12. Het begrip ultiem radioactief afval (dit wil zeggen radioactief afval waarvan redelijkerwijs niet kan worden verwacht — vanuit technisch, financieel of stralingsbeschermingsoogpunt — dat het ooit het voorwerp zal zijn van een latere verwerking door extractie van het valoriseerbaar gedeelte ervan of door het verminderen van de verontreinigende of gevaarlijke aard ervan) wordt opgenomen in de reglementering.
13. Te gelegener tijd het advies van NIRAS wordt gevraagd in elk dossier op grond waarvan beslissingen moeten worden genomen die een belangrijke impact kunnen hebben op het beheer van het radioactieve afval (bijvoorbeeld de opwerking van bestraalde splijtstof, de verhoging van de versplijtingsgraad van de splijtstof, het ontwerp van een nieuwe belangrijke nucleaire installatie, de interventie op een besmette site, de ontwikkeling en realisatie van een nieuwe splijtstofcyclus).
14. Het toekomstig statuut van de UMTRAP-opslaginstallatie van Umicore uitgeklaard wordt door de veiligheidsoverheid (op basis van de door Umicore uit te voeren studie en het advies van NIRAS); indien beslist wordt uit deze installatie het afval te halen dat niet verenigbaar is met een oppervlakteberging, dient de eindbestemming van dat afval bepaald te worden.
15. Een wetgeving met betrekking tot de interventies op besmette sites beschikbaar is; NIRAS kan in dat geval, desgevallend, een beheersysteem ontwikkelen en implementeren, in overleg met alle betrokken instanties, dat specifiek is voor dit type afval, met name hoofdzakelijk afval met een zeer lage activiteit in zeer grote volumes.





## **Bijlagen**



## **B1 Oorsprong en beschrijving van het B&C-afval**

Zie verso en [28]

Productie en vooruitzichten eind 2008

Table 1 - Oorsprong en beschrijving van het afval van de categorieën B en C

Oorsprong	Categorie	Klasse (3)	Beschrijving	Matrix	Collis Aantal	Collis Type (*)
a - Fabricage van brandstof	B	LAGAL	Vast laagactief afval	Cement	1090	staal, 400 liter
b - Elektriciteitsproductie	B	MAGAL	Tihange, thermogeen opgewekte stroom	Cement	440	staal, 400 liter
	B	M / L AGAL	Doel/Tihange, divers vast laagactief afval	Cement	40	staal, 400 liter
	B	LAGAL	Doel/Tihange, divers vast laagactief afval	Cement	47	gewapend beton, 1000 liter
	B	LAGAL	Doel/Tihange, divers vast laagactief afval	Cement	24	gewapend beton, 1600 liter
	B	MAGAL	Doel/Tihange, vaste componenten van de reactoren	--	690	glasvezel, MO.SA.K.
	C	ZAGALC	Doel/2 en Tihange 1, opwerking brandstof, opslagsvoelstoffen	Glas	337	staal, CSD-V
	B	HAGALC2	Doel/2 en Tihange 1, opwerking brandstof, structuur- en technologisch afval	--	528	staal, CSD-C
	B	MAGALC	Doel/2 en Tihange 1, opwerking brandstof, structuur- en technologisch afval	Glas	62	staal, CSD-B
	B	HAGALC	Alle reactoren, opslagsvoelstoffen, technologisch afval	Glas	2838	staal, CSD-V
	C	ZAGALS	Bestraalde MOX-elementen (allemaal ontladen)	--	3760	staal, CSD-C
	C	ZAGALS	Bestraalde UOX-elementen	--	144	Doos staal
	C	ZAGALS	Bestraalde UOX-elementen	--	10250	Doos staal
c - Onderzoek, ontwikkeling en nucleaire pilotprojecten - Beheer van het afval	B	ZAGALS	Bestraalde splijtstoffen BR3 en VENUS (UOX en MOX)	NB	85	NB
	B	LAGALS	Bestraalde splijtstoffen THETIS (UOX) en niet bestraald UOX-poeder	Cement	7	staal, 400 liter
	B	LAGALS	Bestraalde splijtstoffen BR1 - uranium metaal	NB	70	NB
	C	ZAGALC	Bestraalde splijtstoffen BR2, opwerking in La Hague, opslagsvoelstoffen	Glas	5	staal, CSD-V
	B	HAGALC2	Bestraalde splijtstoffen BR2, opwerking in La Hague, structuur- en technologisch afval	--	6	staal, CSD-C
	B	MAGALD	Bestraalde splijtstoffen BR2, opwerking in Dourgas, opslagsvoelstoffen	Cement	44	staal, 500 liter
	B	HAGALP1	Bestraalde splijtstoffen hoogverrijkt, opwerking Eurochemic, opslagsvoelstoffen	Glas	467	staal, 60 liter
	B	HAGALP1	Bestraalde splijtstoffen laagverrijkt, opwerking Eurochemic, opslagsvoelstoffen	Glas / Loosd	300	staal, 60 liter
	B	HAGALP2	Bestraalde splijtstoffen laagverrijkt, opwerking Eurochemic, opslagsvoelstoffen - VITROMET	Glas	702	staal, 150 liter
	B	HAGALP3	Onoplosbare residu's Eurochemic brandstof, huizen, structuren	Cement	115	staal, 150 liter
	B	MAGALE	Middelactieve effluënten Eurochemic, conditionering Euroblum	Blumen	11487	staal, 220 liter
	B	MAGALE	Vast middelactief afval Eurochemic, conditionering Euroblum	Blumen	82	staal, 220 liter
	B	MAGALE	Afval Eurochemic, vast reactief, middelactief, conditionering Euroblum	Blumen	17	staal, 220 liter
	B	MAGALE	Effluënten Eurochemic, middelactief, conditionering Euroblum	Blumen	9	staal, 300 liter
	C4-1	HAGALBE	Berylliumelementen metaal en staal, BR2-reactor	Zand / Cement	41	staal, 400 liter
	C4-2	MAGALE	Middelactieve effluënten, diverse oorsprong (2)	Blumen	1950	staal, 220 liter
	C4-3	MAGALE	Middelactieve effluënten, diverse oorsprong (2), conditionering Euroblum	Cement	400	staal, 400 liter
	C4-4	MAGAL	Laag- en middelactieve effluënten, diverse oorsprong (2), conditionering Pamela en HRA Solarium	Blumen	140	staal, 400 liter
	C4-5	M / L AGAL	Explosie- en ontmantelingsafval van de verglazingsseenheid Pamela, middelactief	Cement	277	staal, 240 liter
	C4-6	MAGAL	Vast middelactief afval, ontmanteling BR3 en exploitatie BR2	Cement	877	staal, 400 liter
	C4-7	MAGAL	Middelactieve effluënten, verwerking en conditionering te bevestigen	NB	1350 - NB	staal, 400 liter
	C4-8	MAGAL	Vast middelactief afval, verwerking en conditionering te bevestigen	NB	100 - NB	staal, 400 liter
	C4-9	MAGAL	Vast afval Eurochemic, laagactief	Cement	52	staal / beton, 2200 liter
	C4-10	MAGAL	Vast afval Eurochemic en SCK-CEN, laagactief	Cement	167	staal, 400 liter
	C4-11	MAGAL	Vast afval laagactief, diverse oorsprong (2)	Cement	120	staal, 400 liter
	C4-12	LAGAL	Vast afval laagactief, diverse oorsprong (2), oorsprong (2)	Cement	1650	staal / beton, 2500 en 3300 liter
	C4-13	LAGAL	Vast afval laagactief, diverse oorsprong (2), oorsprong (2)	Blumen	109	staal, 220 liter, oververpakt
	C4-14	LAGAL	Vast afval laagactief, diverse oorsprong (2), oorsprong (2)	Blumen	109	staal, 220 liter, oververpakt
	C4-15	LAGAL	Vast afval en gecompacteerd asbest, laagactief, diverse oorsprong (2)	Blumen	600 - NB	staal, 400 liter, oververpakt
	C4-16	LAGAL	Vast afval en gecompacteerd asbest, laagactief, diverse oorsprong (2)	NB	32	staal, 400 liter
	C4-17	LAGAL	Laagactief afval, verwerking en conditionering te bevestigen	NB	72	staal, 400 liter, oververpakt
	C4-18	LAGAL	Ontmantelingsafval van het programma "Actinium" van het SCK	Cement	160	staal, 400 liter
	C4-19	RAGAL	Gecompacteerd radiumhoudend afval (conditionering HRA-Solarium)	Cement	120	staal, 430 en 1400 liter
	C4-20	RAGAL	Oververpakt gecompacteerd radiumhoudend afval (conditionering HRA-Solarium)	Cement	638	staal, 400 liter
	C4-21	RAGAL	Gecompacteerd radiumhoudend afval (conditionering CILVA)	Blumen	135	staal, 400 liter
	C4-22	RAGAL	Radiumhoudend afval (gecomponeerd in cement (conditionering Mummie))	NB	200 - NB	staal, 400 liter
	C4-23	RAGAL	Radiumhoudend afval, verwerking en conditionering te bevestigen	NB	150 - NB	staal, 400 liter
	C4-24	RAGAL	Radiumhoudend afval, verwerking en conditionering te bevestigen	NB	800	staal, 400 liter
	d-1	MAGAL	Middelactieve effluënten hoofdzaaklijk (IRE), verwerking en conditionering te bevestigen	Cement	222	staal, 400 liter
	d-2	M / L R AGAL	Bronnen, bliksemaladers, radiumnaalden, rookdetectoren...	Cement	35	staal, 400 liter, oververpakt
	d-3	RAGAL	Ontmanteling van de radium productie-eenheid, site van Olen	Zand / Cement	35	staal, 400 liter
	d-4	RAGAL	Radiumhoudend afval van het Belgisch leger	Cement	35	staal, 400 liter

(1) Het verwijderde uranium en plutonium wordt gevaloniseerd  
 (2) Bevat hoofdzaaklijk van de oorsprong, bevat een fractie afval van andere oorsprong  
 (3) Note ON ref. 2010-0988, mei 2010  
 NB = niet bevestigd  
 Productie te bevestigd

## B2 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)

**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)

## B3 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> (Nationaal Agentschap voor het beheer van radioactief afval) (Frankrijk)
CEA	<i>Commissariat à l'énergie atomique</i> (Commissariaat voor kernenergie) (Frankrijk)
COGEMA	Compagnie générale des matières nucléaires (Algemene maatschappij voor kernmaterialen) (Frankrijk)
FANC/AFCN	Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle / <i>Agence fédérale de Contrôle nucléaire</i>
FSC	<i>Forum on Stakeholder Confidence</i> (NEA)
HADES	<i>High-activity disposal experimental site</i> (ondergronds laboratorium)
IAEA	<i>International Atomic Energy Agency</i> (Internationaal Agentschap voor Atoomenergie)
ICRP	<i>International Commission on Radiological Protection</i> (Internationale Commissie voor Stralingsbescherming)
IRE	<i>Institut national des radioéléments</i> (Nationaal Instituut voor Radio-elementen)
IRMM	<i>Institute for Reference Materials and Measurements</i> (Instituut voor referentiematerialen en -metingen)
JAERI	<i>Japan Atomic Energy Research Institute</i> (Japans onderzoeksinstituut voor kernenergie)
KB	koninklijk besluit
LONDO	Leuvens Onderzoeksnetwerk Duurzame Ontwikkeling
MER	milieueffectenrapport
MONA	Mols Overleg Nucleair Afval
MOX	<i>mixed-oxide fuel</i> (brandstofelement bestaande uit een mengsel van uranium- en plutoniumoxide)
Nagra	<i>Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle</i> (Nationale coöperatieve vereniging voor de berging van radioactief afval) (Zwitserland)
NEA	<i>Nuclear Energy Agency of the OECD</i> (Agentschap voor Kernenergie van de OESO)

NIRAS/ONDRAF	Nationale instelling voor radioactief afval en verrijkte splijtstoffen / <i>Organisme national des déchets radioactifs et des matières fissiles enrichies</i>
NORM	<i>naturally occurring radioactive materials</i> (natuurlijke radioactieve stoffen)
OESO/OECD	Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling / <i>Organisation for Economic Cooperation and Development</i>
OVAM	Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij
RD&D	<i>research, development and demonstration</i> (onderzoek, ontwikkeling en demonstratie)
SAFIR	<i>safety assessment and feasibility interim report</i> (tussentijdsrapport over de beoordeling van veiligheid en uitvoerbaarheid)
SCK•CEN	Studiecentrum voor Kernenergie / <i>Centre d'Etudes de l'Energie Nucléaire</i>
SEA	<i>strategic environmental assessment</i> (strategische milieubeoordeling)
SFC	<i>safety and feasibility case</i> (veiligheids- en uitvoerbaarheidsdossier)
STORA	Studie- en Overleggroep Radioactief Afval Dessel
TENORM	<i>technologically enhanced, naturally occurring radioactive materials</i> (natuurlijke radioactieve stoffen met verhoogde inhoud aan radionucliden)
tHM	<i>ton Heavy Metal</i> (ton zwaar metaal)
UKAEA	United Kingdom Atomic Energy Authority



## 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] 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
- [6] 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
- [7] 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
- [8] 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
- [9] Resource Analysis, Strategic Environmental Assessment (SEA) over het Afvalplan van NIRAS, Hoofdrapport, 2010
- [10] ONDRAF/NIRAS, Vergelijking van de verschillende opties voor het beheer op lange termijn van laagactief en kortlevend afval — Aspecten veiligheid en kostprijsverschillen, rapport ONDRAF/NIRAS NIROND 97-04, 1997
- [11] 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](http://www.niras-afvalplan.be))
- [12] 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](http://www.niras-afvalplan.be))
- [13] Publieksforum "Hoe beslissen over het langetermijnbeheer van hoogradioactief en langlevend afval?", eindrapport, Uitgever Koning Boudewijnstichting, 2010
- [14] ONDRAF/NIRAS, SAFIR 2: Safety Assessment and Feasibility Interim Report 2, ONDRAF/NIRAS report NIROND 2001-06 E, 2001

- [15] ONDRAF/NIRAS, Technisch overzicht van het SAFIR 2-rapport — Safety Assessment and Feasibility Interim Report 2, rapport ONDRAF/NIRAS NIROND 2001-05 N, 2001
- [16] ONDRAF/NIRAS, Naar een duurzaam beheer van radioactief afval — Context van het rapport SAFIR 2, rapport ONDRAF/NIRAS NIROND 01-07 N, ONDRAF/NIRAS, 2001
- [17] 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
- [18] 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)
- [19] LONDO, Duurzame ontwikkeling — Een multidisciplinaire visie, Acco, 2009
- [20] Wet van 5 mei 1997 betreffende de coördinatie van het federale beleid inzake duurzame ontwikkeling, Belgisch Staatsblad van 18 juni 1997
- [21] United Nations, Report of the World Summit on Sustainable Development, Johannesburg (South Africa), 26 August - 4 September 2002, A/CONF.199/20
- [22] 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
- [23] ICRP, Annals of the ICRP, Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 103, Pergamon Press, 2008
- [24] Kourilsky, Ph., Du bon usage du principe de précaution, Ed. O. Jacob, 2002
- [25] Mededeling van de Commissie over het voorzorgsbeginsel, COM(2000)1, 2000
- [26] 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
- [27] 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
- [28] ONDRAF/NIRAS, The wastes of categories B&C — General overview, note 2010-0998 (rev. 0), 2010
- [29] Richtlijn 2006/12/EG van het Europees Parlement en de Raad van 5 april 2006 betreffende afvalstoffen, Publicatieblad nr. L 114, 27 april 2006
- [30] 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 Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle, Belgisch Staatsblad van 29 juli 1994

- [31] 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
- [32] Vlaamse Milieumaatschappij, MIRA-T 2007 Focusrapport, 2007
- [33] Belgische 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
- [34] Richtlijn 96/29/Euratom van de Raad van 13 mei 1996 tot vaststelling van de basishouders 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
- [35] 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 april 1994
- [36] ONDRAF/NIRAS, Beheerrapport — Huidige toestand van het beheer van radioactief afval in België, rapport ONDRAF/NIRAS NIROND 2008-02 N, 2008
- [37] IAEA, Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management, INFCIRC/546, IAEA, 1997
- [38] 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
- [39] 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
- [40] 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
- [41] 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
- [42] 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
- [43] 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
- [44] 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

- [45] Wet van 5 augustus 2006 betreffende de toegang van het publiek tot milieu-informatie, Belgisch Staatsblad van 5 augustus 2006
- [46] IAEA, The Principles of Radioactive Waste Management, Safety Series No. 111-F, Vienna, 1995
- [47] IAEA, Fundamental Safety Principles, Safety Fundamentals No. SF-1, Vienna, 2006
- [48] IAEA, International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, Safety Series No. 115, Vienna, 1996
- [49] IAEA, Geological Disposal of Radioactive Waste, Safety Requirements No. WS-R-4, Vienna, 2006
- [50] IAEA, Disposal of Radioactive Waste, Draft Safety Requirements DS 354 Draft 4, 2006
- [51] ICRP, Annals of the ICRP, 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 60, Pergamon Press, 1990
- [52] ICRP, Annals of the ICRP, Radiological Protection Policy for the Disposal of Radioactive Waste, ICRP Publication 77, Pergamon Press, 1998
- [53] 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
- [54] IAEA, Classification of Radioactive Waste, General Safety Guide No. GSG-1, Vienna, 2009
- [55] ONDRAF/NIRAS, Het cAt-project in Dessel — Een langetermijnoplossing voor het Belgische categorie A-afval, rapport ONDRAF/NIRAS NIROND 2010-02 N, 2010
- [56] ONDRAF/NIRAS, Inventaris van het radioactief afval: berekening van het referentievolume geconditioneerd afval, nota 2003-1100 (herz. 0), 2003
- [57] ONDRAF/NIRAS, Inventaris van het radioactief afval: radiologische spectra van het referentievolume geconditioneerd afval, nota 2004-0196 (herz. 0), 2004
- [58] ONDRAF/NIRAS, Inventaris van het radioactief afval: chemische samenstelling van het referentievolume geconditioneerd afval, nota 2004-0975 (herz. 0), 2004
- [59] Groep GEMIX, Welke is de ideale energiemix voor België tegen 2020 en 2030?, Eindverslag, 2009
- [60] Koninklijk besluit van 28 november 2008 tot aanstelling van een groep van experts betreffende de energiemix van België, Belgisch Staatsblad van 2 december 2008

- [61] Wet van 31 januari 2003 houdende de geleidelijke uitstap uit kernenergie voor industriële elektriciteitsproductie, Belgisch Staatsblad van 28 februari 2003
- [62] 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
- [63] Lettre de l’AFCN à son ministre de tutelle, 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 juin 2009
- [64] ONDRAF/NIRAS, Synthese: Inventaris van de nucleaire passiva door NIRAS opgemaakt tijdens de periode 2003–2007 — Synthese van het rapport aan de voogdijministers 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 ONDRAF/NIRAS NIROND 2007-03 N, 2007
- [65] 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
- [66] 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
- [67] IAEA, Policies and Strategies for Radioactive Waste Management, Nuclear Energy Series No. NW-G-1.1, Vienna, 2009
- [68] European Nuclear Energy Forum, 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
- [69] 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](http://www.edram.info))
- [70] European Commission, Special Eurobarometer 297 / Wave 69.1, Attitudes towards radioactive waste, June 2008
- [71] National Research Council, Committee on Waste Disposal, The Disposal of Radioactive Waste on Land, pub. National Academy Press – National Research Council, Washington DC, US, 1957
- [72] Posiva Oy, The final disposal facility for spent nuclear fuel — Environmental impact assessment report, 1999
- [73] NIREX, Description of Long-term Management Options for Radioactive Waste Investigated Internationally, NIREX Report No. N/050, 2002
- [74] 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
- [75] 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
- [76] ONDRAF/NIRAS, Plan Déchets — Etude de trois options d'entreposage, Note 2010-0014 FR (rév. 1), 2010
- [77] ONDRAF/NIRAS, Conditioes voor implementatie van een geologische berging, Note 2010-0116 (herz. 0), 2010
- [78] ONDRAF/NIRAS, Conditions de mise en œuvre : forages profonds, note 2010-1095 (rev. 0), 2010
- [79] 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
- [80] Résolution 1588 « Déchets radioactifs et protection de l'environnement » de l'Assemblée parlementaire du Conseil de l'Europe (PACE), adoptée le 23 novembre 2007 au nom de l'Assemblée par la Commission permanente
- [81] 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
- [82] 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
- [83] IAEA, The long-term storage of radioactive waste: safety and sustainability — A position paper of international experts, IAEA, Vienna, 2003
- [84] République française, CNE 2, Commission Nationale d'Evaluation des recherches et études relatives à la gestion des matières et déchets radioactifs, Rapport d'Evaluation No. 2, 2008
- [85] D. 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
- [86] IAEA, Site Selection Factors for Repositories of Solid High-level and Alpha-bearing Wastes in Geological Formations, Technical Reports Series No. 177, 1977
- [87] 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
- [88] 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
- [89] Wouters, L., Vandenberghe, N., Geologie van de Kempen — Een synthese, ONDRAF/NIRAS, NIROND 94-11, 1994
- [90] 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
- [91] ONDRAF/NIRAS, Description of the crystalline rocks occurring in Belgium, Note 2007-1405, 2007
- [92] ONDRAF/NIRAS, Description of the evaporitic rocks of Belgium, Note 2007-1403, 2007
- [93] 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
- [94] AFCN/FANC, Guide technique dépôt géologique (déchets de type B&C), version préliminaire, 2009
- [95] FOD Economie, KMO, Middenstand en Energie en Federaal Planbureau, Studie over de perspectieven van elektriciteitsvoorziening 2008-2017, 2009
- [96] ONDRAF/NIRAS, Safety Assessment and Feasibility Interim Report (SAFIR), ONDRAF/NIRAS, 1989
- [97] Evaluatiecommissie inzake kernenergie, Eindrapport, Ministerie van Economische Zaken, 1976
- [98] Evaluatiecommissie SAFIR, Eindrapport, Staatsecretariaat voor Energie, 1990
- [99] Raadgevend wetenschappelijk leescomité SAFIR 2, Eindadvies, Bijlage 5 van het Technisch overzicht van het SAFIR 2-rapport (NIROND 2001-05 N), 2001
- [100] ONDRAF/NIRAS, The Long-Term Safety Strategy for the Geological Disposal of Radioactive Waste — SFC1 level 4 report: second full draft, ONDRAF/NIRAS report NIROND-TR 2009-12 E, 2009
- [101] ONDRAF/NIRAS, The Long-Term Safety Assessment Methodology for the Geological Disposal of Radioactive Waste — SFC1 level 4 report: second full draft, ONDRAF/NIRAS report NIROND-TR 2009-14 E, 2009
- [102] Commission d'évaluation en matière d'énergie nucléaire, Rapport final, Ministère des Affaires économiques, 1976
- [103] Livre blanc en matière de politique énergétique, 1978
- [104] Commission d'évaluation en matière d'énergie nucléaire, Rapport final, éléments d'actualisation, Ministère des Affaires économiques, 1982
- [105] Commission d'information et d'enquête en matière de sécurité nucléaire, Rapport au Sénat sur la problématique des déchets radioactifs, 1990
- [106] 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
- [107] ONDRAF/NIRAS, Cost Evaluation of Geological Disposal of Category B&C Waste for the Long Term Fund (Revision of 2009), ONDRAF/NIRAS report NIROND-TR 2009-15 E, 2009
- [108] De Putter, Th., Charlet J.-M., Natuurlijke analogieën in klei — Een bibliografische synthese, ONDRAF/NIRAS, NIROND 94-14, 1994
- [109] ONDRAF/NIRAS, Evolution of the Near-Field of the ONDRAF/NIRAS Repository Concept for Category C Wastes — first full draft report, ONDRAF/NIRAS report NIROND-TR 2007-07 E, 2008
- [110] 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
- [111] IAEA, The Safety Case and Safety Assessment for Radioactive Waste Disposal, Draft Safety Guide No. DS 355, Vienna, 2008
- [112] NEA, Optimisation of Geological Disposal of Radioactive Waste, National and International Guidance and Questions for Further Discussion, OECD/NEA No. 6836, 2010
- [113] NEA/AEN, Stepwise Approach to Decision Making for Long-Term Radioactive Waste Management: Experience, Issues and Guiding Principles, OECD/NEA No. 4429, 2004
- [114] 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
- [115] NEA/AEN, Partenariats pour la gestion à long terme des déchets radioactifs — Evolution et pratique actuelle dans treize pays, OECD/NEA No. 6824, 2010
- [116] Laes, E., Eggermont, G., and 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
- [117] Bombaerts, G., Eggermont, G., Afval beheren en controle loslaten. Over participatie bij berging van nucleair afval, Oikos 48, 1/2009
- [118] National Research Council, One step at a time — The staged development of geologic repositories for high-level radioactive waste, 2003
- [119] Pröpper, I, Steenbeek, D., De aanpak van interactief beleid: elke situatie is anders, Bussum : Coutinho, 1999
- [120] Flüeler, T., Decision making for complex socio-technical systems – Robustness from lessons learned in long-term radioactive waste governance, Springer, 2006
- [121] AFCN/FANC, Dépôts définitifs de déchets radioactifs — Note stratégique et politique d'instruction des demandes d'autorisation, Note 007-020-F, 2007 (en opeenvolgende herzieningen van het schema)



- [122] 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, ONDRAF/NIRAS rapport NIROND 2006–02 N, 2006
- [123] IAEA, Siting of Geological Disposal Facilities — A Safety Guide, Safety Series No. 111-G-4 1, Vienna, 1994
- [124] NEA, Post-closure Safety Case for Geological Repositories: Nature and Purpose, OECD/NEA No. 3679, 2004
- [125] NEA, Reversibility and Retrievability in Geologic Disposal of Radioactive Waste — Reflections at the International Level, 2001
- [126] European Commission, Concerted Action on the Retrievability of Long-lived Radioactive Waste in Deep Underground Repositories, Final Report, European Commission, EUR 19145 EN, 2000
- [127] IAEA, Geological disposal of radioactive waste: Technological implications for retrievability, IAEA Technical Report No. NW-T-1-19, Vienna, 2009
- [128] NEA, International understanding of reversibility of decisions and retrievability of waste in geological disposal, Draft leaflet, 2010
- [129] IAEA, Classification of Radioactive Waste — A Safety Guide, Safety Series No. 111-G-1.1, Vienna, 1994
- [130] 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
- [131] Sanering van de radioactieve verontreiniging op de terreinen Umicore te Olen en in de omgeving — Gemeenschappelijk standpunt van FANC en NIRAS met betrekking tot de radiologische aspecten, november 2001
- [132] 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)
- [133] SCK•CEN, Overzicht van de NORM-problematiek in de Belgische industrie, SCK•CEN rapport R-3775, 2003







**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-afvalplan.be](http://www.niras-afvalplan.be)**