



Nationale instelling voor radioactief afval
en verrijkte splijtstoffen

Werkprogramma van NIRAS met betrekking tot de berging van laagactief en kortlevend afval

Informatiedossier

Samenvatting

Elke menselijke activiteit produceert afval. De nucleaire activiteiten, ongeacht of ze een industrieel, wetenschappelijk of medisch karakter hebben, ontsnappen niet aan de regel, en sommige van hun afvalproducten zijn radioactief, dat wil zeggen bevatten stoffen waarvan ioniserende stralingen uitgaan. Met hun hoge energiewaarde kunnen deze stralingen de structuur van de materie waar ze doorheen gaan, wijzigen en bijgevolg kunnen ze levende weefsels beschadigen. Radioactief afval vormt dus een potentieel risico voor de mens en het leefmilieu en moet bijgevolg op strikte en veilige wijze worden beheerd om te beletten dat het schade berokkent zolang zijn radioactiviteit niet voldoende is verminderd.

Tot aan de beslissing van de ministerraad van 16 januari 1998 beoogde NIRAS — de instelling die verantwoordelijk is voor het beheer van het radioactief afval in België — de toekomstige bergingssite van laagactief en kortlevend afval, ook afval van categorie A genoemd, te selecteren volgens een puur technische methodologie die a priori weinig rekening hield met de lokale context en het standpunt van de bevolkingsgroepen. De soms zeer felle reacties van de publieke opinie en de aanbevelingen van onafhankelijke experts hadden haar echter langzamerhand ertoe gebracht haar werkmethode kritisch te herzien.

In de genoemde beslissing verwierp de ministerraad elke voorlopige oplossing voor het beheer op lange termijn van afval van categorie A en vertrouwde NIRAS nieuwe opdrachten toe, met tegelijk een inperking van het kader van haar onderzoek. De ministerraad vroeg NIRAS met name de methodes te ontwikkelen om een bergingsproject — oppervlakteberging of diepe berging — te integreren op lokaal niveau, waarbij ze zich voortaan moest beperken tot twee types zones: de gemeenten waarvan de autoriteiten interesse zouden tonen voor voorbereidende bodem- en terreinonderzoeken op hun grondgebied, en de vier bestaande nucleaire zones: Doel en Tihange (waar de Belgische kerncentrales zijn gevestigd), de zone Fleurus-Farciennes (waar het Nationaal Instituut voor Radio-elementen is gevestigd) en de zone Mol-Dessel-Geel (met diverse nucleaire vestigingen). Deze evolutie heeft NIRAS ertoe gebracht haar programma en werkmethode te herzien.

In het duidelijke besef dat vroegtijdig overleg en onderhandeling met de betrokken lokale gemeenschappen onontbeerlijk zijn bij de concretisering van een bergingsproject, heeft NIRAS haar werkprogramma aangepast en

haar methodologie verrijkt, in samenwerking met de Universitaire Instelling Antwerpen en de *Fondation universitaire luxembourgeoise*. Haar nieuwe methodologie, die de burger een centrale plaats toebedeelt, moet haar in de gelegenheid stellen haar nieuwe opdrachten te vervullen en bijgevolg de regering in staat stellen zo snel mogelijk de vereiste technische en economische keuze te maken tussen oppervlakteberging en diepe berging.

Concreet heeft NIRAS eind 1998 alle belangstellende gemeenten voorgesteld samen rond de tafel te gaan zitten en lokale partnerschappen op te zetten met die gemeenten waarvan de kandidatuur mogelijk in aanmerking zal komen. Momenteel is geen enkele "niet-nucleaire" gemeente kandidaat voor de voorbereidende werken. De gemeenten van de vier bestaande nucleaire zones, waarvan het onderzoek expliciet was gevraagd door de ministerraad en die door NIRAS zijn gepolst, hebben niettemin, net als de andere Belgische gemeenten, het recht hun medewerking aan eender welke vorm van partnerschap te weigeren.

Conform haar nieuwe werkprogramma heeft NIRAS, met instemming van de betrokken gemeentelijke autoriteiten, de voorbereidende bodem- en terreinonderzoeken uitgevoerd in de zones Mol-Dessel-Geel en Fleurus-Farciennes; zij zal dit eveneens doen in de zones Doel en Tihange, voor zover de lokale autoriteiten ermee instemmen. Deze bodem- en terreinonderzoeken moeten enerzijds de resultaten verifiëren van de bibliografische studies die zijn verricht om zoveel mogelijk pertinente gegevens over de beschouwde zones te verzamelen, en anderzijds uitmaken of deze zones beantwoorden aan de veiligheidscriteria die zijn vastgesteld voor de eventuele inplanting van een berging voor afval van categorie A. Waar de vier zones a priori potentiële kandidaten zijn voor de eventuele inplanting van een oppervlakteberging, zijn alleen Doel en Mol-Dessel-Geel a priori potentieel kandidaat voor een diepe berging.

NIRAS zal met elke gemeente waarvan de verkenningscampagne op haar grondgebied afdoende resultaten zal opleveren een lokaal partnerschap oprichten, voor zover de betrokken gemeente daartoe tenminste bereid is. Dit partnerschap zal alle geïnteresseerde representatieve lokale actoren verzamelen alsook een vertegenwoordiger van NIRAS. Het zal instaan voor het voorstellen en ontwikkelen van een voorontwerp van berging, dat geïntegreerd moet zijn in een globaal project dat een toegevoegde waarde biedt voor de betrokken regio, zonder daarom echter toegevingen te doen op het vlak van de veiligheid. NIRAS alleen zal verantwoordelijk zijn voor de veiligheid van de uitgewerkte voorontwerpen.

Conform de eigenlijke partnerschapsgedachte zullen de partnerschappen de voorbereidende algemene conceptstudies van NIRAS voor de berging van het afval van categorie A moeten evalueren, aanpassen, aanvullen en verrijken. De algemene studie inzake oppervlakteberging hanteert het concept postconditionering van de afvalvaten in betonnen containers, terwijl de studies inzake diepe berging een beroep doen op rechtstreekse berging van de afvalvaten in bergingsgalerijen ofwel op postconditionering van de vaten vóór hun berging.

De door de partnerschappen uitgewerkte voorontwerpen van berging zullen zo moeten zijn ontworpen dat ze de mens en het leefmilieu beschermen tegen de potentiële hinder van radioactief afval, zowel op korte als op lange termijn. Elke berging moet immers intrinsiek veilig zijn: haar veiligheid op lange termijn mag niet afhangen van actieve maatregelen zoals onderhoud, controles of toezicht. Deze intrinsieke veiligheid is het resultaat van een correcte toepassing van het principe van de meervoudige barrières, die elk op hun manier tot de intrinsieke veiligheid bijdragen. In België moet elke berging overigens stapsgewijs en flexibel ten uitvoer kunnen worden gelegd, wat betekent dat het tijdens de bouw of exploitatie mogelijk moet zijn het concept te laten evolueren of op een beslissing terug te komen. De berging moet bovendien omkeerbaar zijn: het moet mogelijk zijn het afval tijdens de exploitatie en zelfs na sluiting van de bergingsinstallatie terug te nemen.

Kortom, het ligt niet in de bedoeling van NIRAS welke gemeente dan ook een berging op te leggen, evenmin als het haar bedoeling is een bepaalde oplossing op te leggen aan een partnerschap. De oprichting van een lokaal partnerschap zal zowel afhangen van het resultaat van de voorbereidende bodem- en terreinonderzoeken als van de belangstelling of desinteresse van de plaatselijke autoriteiten. Bovendien zal de medewerking van de lokale autoriteiten aan een partnerschap op geen enkel ogenblik kunnen worden beschouwd als een vast engagement van de betrokken gemeente om er een berging te laten vestigen. Haar vertegenwoordigers zullen zich immers te allen tijde uit het partnerschap kunnen terugtrekken, hetgeen de onmiddellijke ontbinding van het partnerschap tot gevolg zal hebben. En zelfs in de hypothese dat een partnerschap de uitwerking van een geïntegreerd voorontwerp van berging zou voltooiën, zal de gemeente waarvan het partnerschap uitgaat desgewenst uiteindelijk kunnen beslissen dit voorontwerp niet aan de regering voor te leggen.

Willens nillens wordt België momenteel geconfronteerd met de noodzaak veilige, verantwoordelijke en voorzichtige oplossingen te vinden voor het beheer op lange termijn van zijn radioactief afval en het is de taak van NIRAS

de middelen ten uitvoer te leggen en te coördineren om daartoe te komen. Waar NIRAS zich al altijd heeft ingespannen om op een verantwoordelijke en transparante manier te werken, wil zij voortaan ook beter rekening houden met de aspiraties en ongerustheid van het publiek. De methodologie van de partnerschappen vormt een essentiële stap in deze richting. De vereisten van veiligheid, stapsgewijze verwezenlijking, flexibiliteit en omkeerbaarheid van de berging liggen eveneens in de lijn van een betere bewustwording van de reële en subjectieve risico's die verbonden zijn aan de aanwezigheid van een bergingssite van radioactief afval.

Dit informatiedossier brengt de nodige basisinformatie bijeen voor het begrip van het nieuwe werkprogramma van NIRAS over de berging van afval van categorie A. Het eerste deel situeert de nodige elementen om de belangrijkste aspecten van het beheer van radioactief afval te belichten en gaat vervolgens nader in op dit beheer zelf. Het tweede deel verduidelijkt het nieuwe werkprogramma van NIRAS alsook de werking van de lokale partnerschappen die zij voorstelt op te richten. Daarna licht het de notie veiligheid toe, om vervolgens de aard van de voorbereidende bodem- en terreinonderzoeken en de bestaande algemene bergingsconcepten in detail te behandelen. Welke concepten de partnerschappen ook uitwerken, deze zullen uiteraard het leefmilieu moeten eerbiedigen en de kosten ervan zullen moeten kunnen worden geraamd.

Werkprogramma van NIRAS met betrekking tot de berging van laagactief en kortlevend afval

Informatiedossier

Samenvatting	i
Inhoudsopgave	v
Eerste deel Het beheer van radioactief afval in België	1
1 NIRAS	3
2 Het radioactieve afval	6
2.1 Opmerkelijk uiteenlopende bronnen	6
2.2 Activiteit en halveringstijd: twee parameters, drie categorieën	7
3 Het beheer van radioactief afval	10
3.1 Het beheer op korte termijn: een goed beheerste routine	10
3.2 Het beheer op lange termijn: een uitdaging binnen ons bereik	16
3.3 Vooruitzichten inzake de productie van afval zijn onontbeerlijk	20
Tweede deel De berging van afval van categorie A en de oprichting van lokale partnerschappen	23
4 De historische context	26
4.1 De 98 mogelijk gunstige zones	26
4.2 De methodologie voor de selectie van sites	28
4.3 Het onderzoek naar alternatieven voor oppervlakteberging	28
4.4 De beslissing van de ministerraad	29
4.5 De militaire sites	30
5 De lokale partnerschappen	31
5.1 Een nieuw werkprogramma, een nieuwe methodologie	31
5.2 De partnerschappen zijn representatief en hebben het initiatief	32
5.3 De partnerschappen worden op vier niveaus georganiseerd	34

6 De veiligheid	38
6.1 Radioactiviteit is overal rondom ons	39
6.2 De veiligheidsfuncties: een kader voor de argumentatie	40
6.3 De veiligheidsdemonstratie: meer dan een wiskundige oefening	43
6.4 De berging zal stapsgewijs, flexibel en omkeerbaar zijn	45
6.5 Het nieuwe werkprogramma geeft voorrang aan de veiligheid	46
7 Het bodemonderzoek	48
7.1 Oppervlakteberging: het onderzoek is begonnen	48
7.2 Diepe berging: er bestaan reeds veel gegevens	53
8 De conceptstudies	54
8.1 Oppervlakteberging: concept met monolieten	55
8.2 Diepe berging: directe berging of concept met monolieten	58
8.3 Het type van gebouwen hangt weinig af van de oplossing	60
9 Het leefmilieu	62
10 De kosten	64
10.1 Een volledig parametrizeerbare evaluatiemethode	64
10.2 De meest recente resultaten: de beste referentie	65
Eindbeschouwingen	68
Bijlage 1: Lijst met tabellen en figuren	69
Bijlage 2: Referenties	70
Bijlage 3: Werken van algemeen belang	72
Bijlage 4: Letterwoorden en acroniemen	73
Bijlage 5: Glossarium	74
Bijlage 6: Index	78
Contactpersoon	81

Eerste deel

Het beheer van radioactief afval in België

België was een van de eerste landen ter wereld dat betrokken was bij kernactiviteiten voor vreedzame doeleinden. Deze activiteiten begonnen reeds lang vóór de tweede wereldoorlog met de productie van radium voor medisch gebruik door de fabriek Métallurgie Hoboken–Overpelt, gevestigd te Olen. Zodra de oorlog voorbij was, begon ons land met een belangrijk programma gericht op de ontwikkeling van de burgerlijke toepassingen van kernenergie. Dit programma startte in de jaren vijftig met de exploitatie van onderzoekslaboratoria en pilootinstallaties voor de kernbrandstofcyclus in de regio Mol–Dessel–Geel (het SCK·CEN, de experimentele opwerkingsfabriek Eurochemic, het vroegere Centraal Bureau voor Nucleaire Metingen of CBNM), gevolgd door die van het Nationaal Instituut voor Radio-elementen (IRE) te Fleurus. Tussen 1975 en 1985 ten slotte bouwden de elektriciteitsproducenten een kernreactorpark, verdeeld tussen Doel en Tihange, dat in 1998 voor iets meer dan de helft van de elektriciteitsbevoorrading van het land zorgde.

Maar ondanks de aanzienlijke uitdagingen verbonden aan het ontstaan van zijn radioactieve afval, beschikte België tot in 1980 niet over een structuur die een doeltreffend beheer op lange termijn kon garanderen. Dertig jaar lang ontwikkelde de kernindustrie zich in een versneld tempo in ons land, terwijl vele vragen onbeantwoord bleven. Hoe kon een veilig en uiterst strikt beheer — een beheer dat mens en milieu vandaag én morgen tegen de mogelijke hinder van het radioactieve afval kon beschermen — worden gegarandeerd voor al het in België geproduceerde radioactieve afval, van de gebruikte brandstof van kerncentrales tot het besmette materieel van onderzoekslaboratoria en het afval van ziekenhuizen? Was het eigenlijk wel mogelijk het radioactieve afval op een veilige plaats op te slaan tot het onschadelijk was? Wat ging er met de kerninstallaties gebeuren op het einde van hun exploitatie? Ging men zich tevreden stellen met het sluiten en het definitief isoleren van deze installaties achter een veiligheidsperimeter? Tot dan waren deze essentiële vragen onbeantwoord gebleven.

Om antwoorden op al deze vragen te geven, richtte de wetgever in 1980 NIRAS, de Nationale Instelling voor Radioactief Afval en Verrijkte Splijtstoffen, op. Naar het voorbeeld van de andere instellingen die overal ter wereld

voor het beheer van radioactief afval verantwoordelijk zijn, onderzoekt deze openbare instelling zonder winstoogmerk definitieve oplossingen om het afval veilig van de biosfeer te isoleren tot zijn radioactiviteit voldoende vervallen is, met andere woorden, tot het geen radiologisch gevaar meer vormt voor mens en milieu.

Dit eerste deel geeft een overzicht van het beheer van het radioactieve afval in België. Na een korte voorstelling van NIRAS worden enkele begrippen in verband met het radioactieve afval geïntroduceerd; daarna worden de verschillende aspecten van het beheer van dit afval uitvoerig beschreven.

1 NIRAS	3
2 Het radioactieve afval	6
2.1 Opmerkelijk uiteenlopende bronnen	6
2.2 Activiteit en halveringstijd: twee parameters, drie categorieën	7
3 Het beheer van radioactief afval	10
3.1 Het beheer op korte termijn: een goed beheerste routine	10
3.2 Het beheer op lange termijn: een uitdaging binnen ons bereik	16
3.3 Vooruitzichten inzake de productie van afval zijn onontbeerlijk	20

1 NIRAS

Door de oprichting van NIRAS op 8 augustus 1980 wou de wetgever het beheer op lange termijn van radioactief afval in handen geven van één enkele instelling onder overheidstoezicht. Op die manier kon worden gegarandeerd dat het algemene belang — zowel nu als in de toekomst — de doorslag zou geven bij het nemen van beslissingen. Een dergelijke instelling is immers niet onderhevig aan de invloed van het economische klimaat of van de rendabiliteitsverplichtingen waaraan andere ondernemingen onderworpen zijn.

De bevoegdheden en opdrachten van NIRAS werden vastgelegd door het koninklijk besluit van 30 maart 1981 en aangevuld door het koninklijk besluit van 16 oktober 1991, dat op zijn beurt aan de nieuwe bepalingen van de wet van 12 december 1997 moet worden aangepast. De bevoegdheden van NIRAS betreffen drie hoofddomeinen en kunnen als volgt worden samengevat:

- *het beheer van al het radioactieve afval dat zich op Belgisch grondgebied bevindt. Dit beheer omvat*
 - de inventarisatie van alle kerninstallaties en van alle sites waar radioactieve stoffen aanwezig zijn;
 - de ophaling van radioactief afval bij de producenten;
 - het transport, de verwerking, de conditionering en de tijdelijke opslag van dit afval;
 - de berging van het geconditioneerde afval na afloop van de tijdelijke-opslagperiode;
- *het beheer van de overtollige hoeveelheden verrijkte splijtstoffen, plutoniumhoudende stoffen en nieuwe en gebruikte brandstof;*
- *de ontmanteling van buiten gebruik gestelde kerninstallaties.*

NIRAS is belast met alle verrichtingen die uit deze drie domeinen voortvloeien. Ze bestaan in hoofdzaak uit het beheren en coördineren van industriële en wetenschappelijke activiteiten die door derden worden uitgevoerd. Ze hebben tot doel de huidige bevolking en de toekomstige generaties te beschermen tegen de potentiële gevaren verbonden aan de residuen van alle activiteiten waarbij radioactieve stoffen worden gebruikt en die in België worden uitgevoerd. NIRAS werkt zowel op korte als op lange termijn: zij heeft namelijk eveneens tot taak de overheid ethische en veilige oplossingen voor te stellen voor het probleem van radioactief afval en moet erop toezien dat de geselecteerde oplossingen vervolgens in de praktijk worden omgezet.

In een meer algemeen kader moet NIRAS een informatie- en communicatieprogramma dat al haar activiteiten omvat, uitwerken en uitvoeren, bestemd voor het grote publiek en de overheidsinstanties. Samen met de exploitanten van kerninstallaties moet zij tevens onderzoeks- en ontwikkelingsprogramma's opstellen, die nodig zijn voor het vervullen van haar opdrachten, en deze programma's beheren.

Sinds zij in 1982 operationeel werd, heeft NIRAS een systeem ontwikkeld voor het gecentraliseerde beheer van al het radioactieve afval dat zich op Belgisch grondgebied bevindt. Dit systeem, dat voortdurend wordt verbeterd en dat voor elke fase van het beheer gepaard gaat met een kwaliteitszorgprogramma, is er in de eerste plaats op gericht de veiligheid te garanderen. Hiervoor steunt het in hoofdzaak op twee principes, die op alle fasen van het beheer worden toegepast. Het eerste principe is de concentratie en de insluiting van de radioactieve stoffen zodat deze zich niet in het milieu kunnen verspreiden; het tweede is de afscherming tegen ioniserende stralingen.

NIRAS beschikt over eigen middelen om haar opdrachten uit te voeren. Zij kan echter ook een beroep doen op andere deskundigen en bepaalde taken geheel of gedeeltelijk aan hen uitbesteden in het kader van overeenkomsten die de te volgen regels duidelijk vastleggen. Zo besteedt zij het transport van radioactief afval uit aan gespecialiseerde transportfirma's en het overgrote deel van de verwerking van dit afval en zijn tijdelijke opslag aan haar dochteronderneming Belgoprocess, gevestigd te Dessel. Voor studies en onderzoeksprojecten schakelt NIRAS zowel binnen- als buitenlandse studie bureaus zoals Belgatom en onderzoekscentra zoals het SCK•CEN in.

Hoewel NIRAS in België een monopolie heeft voor het beheer van radioactief afval, is zij een instelling zonder winstoogmerk. Zij voert haar opdrachten uit overeenkomstig de code van goede industriële, financiële en commerciële praktijk, tegen kostprijs, en laat de producenten van radioactief afval de prijs betalen die nodig is om de veiligheid van de bevolking nu en in de toekomst te garanderen. Hierbij wordt het principe "de vervuiler betaalt" toegepast. NIRAS ziet er ook op toe dat zowel haar eigen medewerkers als de organisaties waaraan opdrachten worden toevertrouwd hun taken zo efficiënt mogelijk en tegen een redelijke prijs uitvoeren. Zij kan echter ook andere financieringsbronnen aanboren. Zo worden verscheidene van haar onderzoeks- en ontwikkelingsprogramma's gesteund door de Europese Commissie. Voor de financiering van de sanering van de nucleaire passiva, waarvoor NIRAS verantwoordelijk is, bestaan er speciale overeenkomsten met de Belgische Staat en de elektriciteitsproducenten. Ten slotte beschikt NIRAS sinds begin 1999 over de middelen en de goedkeuring om een financieringsfonds te beheren

dat gestijfd wordt door de producenten en bestemd is om de kosten van het beheer van radioactief afval op lange termijn te dekken.

NIRAS houdt toezicht op de uitvoering van de opdrachten die zij aan derden toevertrouwt en neemt daarvoor de verantwoordelijkheid op zich; zelf wordt zij permanent gecontroleerd door een voogdijoverheid, dit wil zeggen de minister die verantwoordelijk is voor het energiebeleid. Aan deze laatste brengt zij regelmatig verslag uit over haar activiteiten; tevens legt zij jaarlijks een activiteitenverslag voor aan het Parlement. Omdat zij betrokken is bij het beheer van radioactieve stoffen is NIRAS eveneens onderworpen aan het toezicht van de minister van Justitie, dienst Nucleaire Veiligheid, en het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle (FANC), dat officieel werd opgericht in mei 1997.

NIRAS leeft de geldende reglementering na. Inzake kernenergie in het algemeen en het beheer van radioactief afval in het bijzonder is deze reglementering in hoofdzaak gebaseerd op internationale aanbevelingen en richtlijnen uitgevaardigd door organisaties zoals de ICRP (*International Commission on Radiological Protection*) of Internationale Commissie voor Stralingsbescherming), het IAEA (*International Atomic Energy Agency* of Internationaal Agentschap voor Atoomenergie), de Europese Unie en het NEA (*Nuclear Energy Agency* of Agentschap voor Kernenergie) bij de OESO (Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling). Steunend op deze internationale aanbevelingen hebben de Belgische overheden een bijzonder strikt wetgevend kader uitgewerkt, dat alle activiteiten regelt die met radioactiviteit te maken hebben. Dit kader wordt regelmatig aangepast aan de evolutie van wetenschap en techniek alsook aan de aanbevelingen van de internationale organisaties.

NIRAS, die noch rechter noch partij is, maar dikwijls op de voorgrond treedt, orkestreert de inspanningen van haar talrijke partners, die vaak uiteenlopende achtergronden hebben. Alle leden, zo'n zestigtal personen in het totaal, spannen zich in om onafhankelijk en transparant te werken, in een geest van respect voor de mens van vandaag en morgen.

2 Het radioactieve afval

Hoewel het radioactieve afval afkomstig is van zeer diverse bronnen, kan het worden gekenmerkt door twee parameters die de omvang aangeven van het risico dat eraan verbonden is: zijn activiteit en zijn halveringstijd. De combinatie van deze twee parameters bepaalt tot welke radiologische categorie het afval behoort.

2.1 Opmerkelijk uiteenlopende bronnen

De herkomst van radioactief afval kan sterk variëren. Momenteel gaat het merendeels om afval dat courant geproduceerd wordt, dit wil zeggen afval afkomstig van industriële, wetenschappelijke of medische routineactiviteiten. In de toekomst zal een toenemend deel ervan echter worden gegenereerd door de ontmanteling van buiten gebruik gestelde kerninstallaties.

In België komt het courant geproduceerde radioactieve afval voor zo'n 80% van de elektronucleaire sector, en wordt het vooral gegenereerd door de dagelijkse exploitatie van de zeven commerciële reactoren verdeeld over de centrales van Doel en Tihange. In 1998 leverde het elektronucleaire park, met een totaal vermogen van 5,7 GWe, 55% van de nationale elektriciteitsproductie. Drie andere takken van de elektronucleaire sector genereren eveneens afval: de productie van kernbrandstof (door Belgonucléaire en FBFC International), de opwerking van gebruikte kernbrandstof (door het Franse bedrijf COGEMA voor rekening van Synatom) en het onderzoekswerk op het gebied van kernenergie (door het SCK•CEN, het Instituut voor Referentiematerialen en -metingen of IRMM, en de universiteiten). Ook de niet-nucleaire industrie, de landbouw, het wetenschappelijke onderzoek in het algemeen en de medische wereld gebruiken radioactieve stoffen en produceren dus eveneens radioactief afval.

Radioactief ontmantelingsafval is afval dat gegenereerd wordt door de ontsmetting en ontmanteling van kerninstallaties die definitief buiten gebruik zijn gesteld. Tot dusver is dit afval bijna uitsluitend afkomstig van ontmantelingsactiviteiten uitgevoerd op de sites van de vroegere experimentele opwerkingsfabriek Eurochemic en van de BR3-reactor van het SCK•CEN; de hoeveelheden zijn dus nog beperkt.

2.2 Activiteit en halveringstijd: twee parameters, drie categorieën

Radioactief afval onderscheidt zich van andere types gevaarlijk afval door het feit dat het, tenminste vanuit radiologisch standpunt, spontaan naar een onschadelijke toestand evolueert. Het volstaat dus te wachten. Het probleem schuilt echter in het feit dat deze wachttijd erg lang kan zijn voor radioactief afval: voor bepaalde radio-elementen zijn soms miljoenen jaren nodig.

Radioactief afval kan worden gerangschikt op basis van twee hoofdparameters: het activiteitsniveau (dit wil zeggen het aantal nucleaire desintegraties per seconde, uitgedrukt in becquerel of Bq), gecombineerd met de aard van de stralingen die het afval uitzendt, en de halveringstijd (dit wil zeggen de tijd waarna de activiteit van het afval gehalveerd is). De halveringstijd is voor elk radioactieve stof verschillend en kan van enkele seconden tot enkele miljoenen jaren gaan. Zo heeft technetium 99m, dat gebruikt wordt in de geneeskunde, een halveringstijd van amper zes uur, terwijl de halveringstijd van americium 241, dat gebruikt wordt in bepaalde rookdetectoren, 430 jaar bedraagt. Een ziekenhuis of een onderzoekslaboratorium kan afval met een voldoende korte halveringstijd dus zelf beheren indien het over gepaste gebouwen beschikt. Na een opslagperiode van 60 uur kan met technetium 99m besmet afval, mits een laatste controle uit te voeren, beschouwd worden als niet-radioactief afval aangezien zijn activiteitsniveau met een factor 1000 is verminderd.

Activiteit en halveringstijd bepalen de maatregelen die bij het beheer van het radioactieve afval vereist zijn. Het activiteitsniveau (laag, gemiddeld of hoog) van het afval en de aard van de uitgezonden stralingen bepalen samen de insluitings- en beschermingsmaatregelen die bij elke fase van het beheer op korte termijn noodzakelijk zijn. Het is vooral de (korte of lange) halveringstijd van dit afval die bepaalt welke oplossing voor het beheer ervan op lange termijn gekozen dient te worden. De bedoeling is immers definitief te verhinderen dat mens en leefmilieu worden geschaad. Dit betekent dat het afval geïsoleerd moet worden van de biosfeer tot zijn radioactiviteitsniveau aanvaardbaar is voor de volksgezondheid. Voor het afval met korte halveringstijd, dit wil zeggen afval dat een meerderheid aan radio-elementen met een halveringstijd van hoogstens 30 jaar bevat, wordt aangenomen dat deze periode zo'n 300 jaar bedraagt: dit is de tijd die nodig is opdat zijn activiteitsniveau ten minste met een factor 1000 zou afnemen. Voor afval met een lange halveringstijd kan deze periode enkele miljoenen jaren bedragen.

Op internationaal niveau wordt geconditioneerd radioactief afval meestal onderverdeeld in twee grote groepen [1].

- *De eerste groep* bestaat uit afval waarvan de radiologische kenmerken, in dit geval de activiteitsconcentraties van de radio-elementen die het bevat en de halveringstijd daarvan, zodanig zijn dat een permanente isolering van de biosfeer absoluut noodzakelijk is en de enige definitieve oplossing vormt. Deze permanente isolering wordt momenteel als uitvoerbaar beschouwd door het bergen van het afval in een diepe en stabiele geologische laag.

Volgens de Belgische classificatie stemt dit afval overeen met het afval van categorieën B en C (tabel 2.1). Het afval van categorie B groepeerd het laag- en middelactieve afval, dat besmet is door alfastralers met lange halveringstijd in te grote hoeveelheden om in categorie A ondergebracht te kunnen worden. Dit afval bevat eveneens variabele hoeveelheden bèta- en gammastralers. Het gaat in hoofdzaak om afval afkomstig van de productie van nieuwe brandstof en van de opwerking van gebruikte brandstof; in de toekomst zal bijna een kwart van dit afval afkomstig zijn van ontmantelingsactiviteiten. Het afval van categorie C is hoogactief afval, dat grote hoeveelheden alfastralers met lange halveringstijd bevat. Het grootste deel daarvan geeft aanzienlijke hoeveelheden warmte af. Het gaat om afval afkomstig van de opwerking van gebruikte brandstof of om de gebruikte brandstof zelf wanneer deze niet wordt opgewerkt.

- *De tweede groep* bestaat uit afval waarvoor, op basis van zijn radiologische kenmerken (minder hoge waarden), alternatieve oplossingen overwogen kunnen worden dan het isoleren van het afval in een diepe geologische laag. Door het radioactief verval kan dit afval immers, binnen een periode waarin het afval controleerbaar is, een niveau bereiken dat uit radiologisch standpunt als te verwaarlozen wordt beschouwd.

Volgens de Belgische classificatie stemt dit afval overeen met het afval van categorie A (tabel 2.1). Het gaat om laag- en middelactief afval met korte halveringstijd. Dit type afval kan eveneens geringe hoeveelheden alfastralers met lange halveringstijd bevatten. Het bestaat gewoonlijk uit interventiekledij, filters, uitrustingsstukken, verbruiksproducten zoals verpakkingen, papier, plastic en injectienaalden, residuen van afvalwater-verwerking in kerncentrales en bepaalde types ontmantelingsafval.

Tabel 2.1 De drie categorieën radioactief afval volgens de Belgische classificatie. De radiologische categorie waartoe een partij radioactief afval behoort, en die door de activiteit en de halveringstijd wordt bepaald, beïnvloedt de modaliteiten voor het beheer ervan op korte en lange termijn.

	Lage activiteit	Middelhoge activiteit	Hoge activiteit
Korte halveringstijd (30 jaar of minder)	A	A	C
Lange halveringstijd (meer dan 30 jaar)	B	B	C

In de praktijk worden de activiteitsniveaus en de radiologische categorieën vaak door elkaar gebruikt, soms zelfs verkeerd. Zo is de benaming “laagactief en kortlevend afval”, die vaak geassocieerd wordt met het afval van categorie A — waarover dit dossier handelt — een vereenvoudiging die niet alleen handig maar tegelijkertijd ook belangrijk is. Ten eerste bevat het overgrote deel van het afval van categorie A verscheidene types radio-elementen met verschillende halveringstijd en activiteit. Ten tweede kan het afval van categorie A radio-elementen met middelhoge activiteit bevatten indien ze een voldoende korte halveringstijd hebben, alsook radio-elementen met lange halveringstijd indien hun activiteit zeer laag is. De benaming “hoogactief afval of langlevend afval” verwijst dan weer naar afval van de categorieën B en C.

Radioactief afval vormt slechts een klein deel van alle afvalstoffen — radioactieve en niet-radioactieve — die in België worden geproduceerd. Het vertegenwoordigt immers minder dan een halve kilo per inwoner per jaar, dit wil zeggen minder dan 0,02% van al het geproduceerde industriële en huishoudelijke afval, en bestaat in hoofdzaak uit afval van categorie A. Het afval van categorie C vertegenwoordigt slechts een tiende van al het radioactieve afval.

Ondanks de kleine volumes (secties 3.1 en 3.3) vormt radioactief afval een potentieel gevaar voor mens en leefmilieu. Het vereist dan ook een speciaal beheer, gericht op het voorkomen van elke vorm van schade.

3 Het beheer van radioactief afval

Het beheer van radioactief afval wordt verschillend georganiseerd naargelang het land. Bepaalde landen zijn van mening dat het de Staat is die verantwoordelijk is voor het beheer van dit afval: dit is bijvoorbeeld het geval in België, Duitsland, Frankrijk en Spanje. Andere menen dat het de producenten van het afval — in de praktijk dus de industrie — zijn die voor het beheer moeten zorgen: dit is met name het geval in Finland, Italië, het Verenigd Koninkrijk en Zweden.

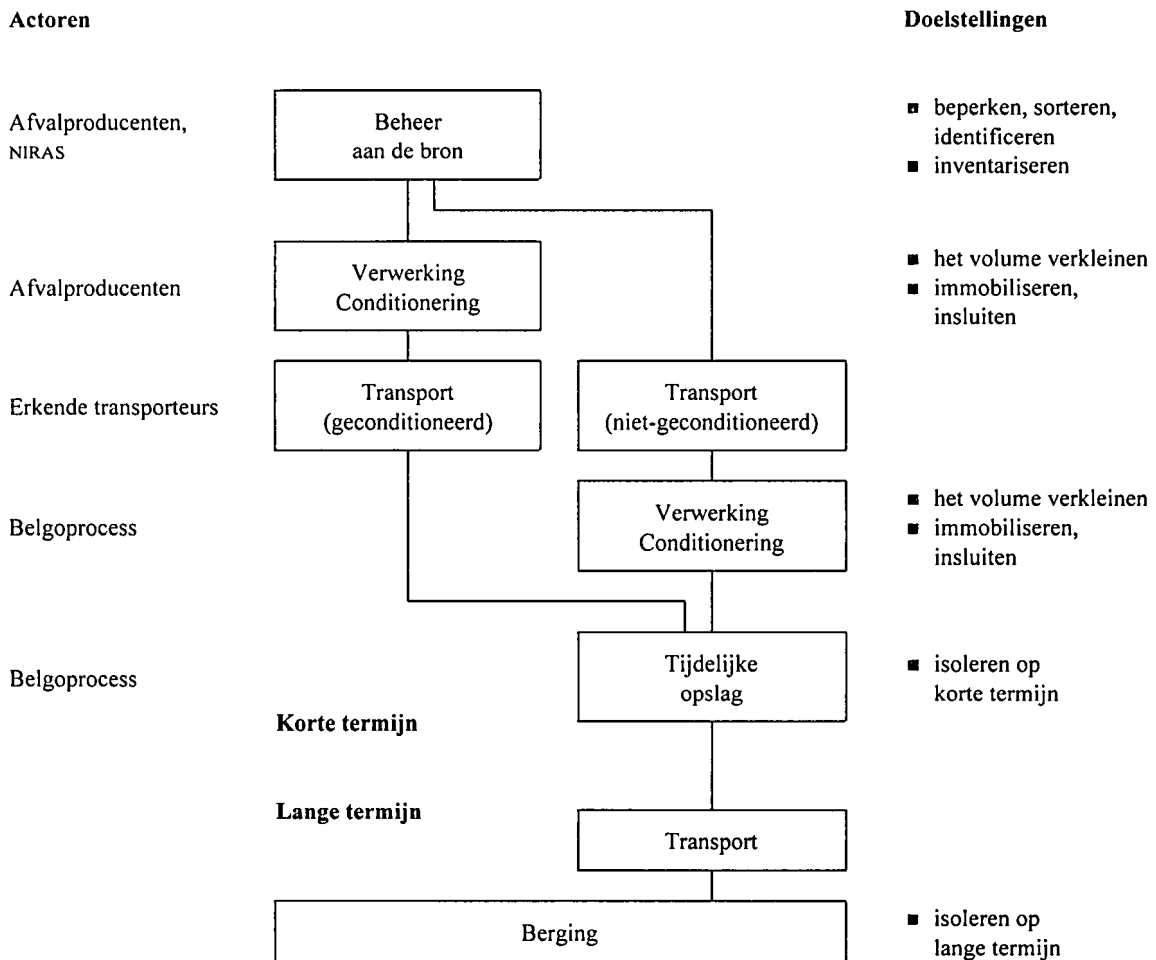
In België is het NIRAS dat, voor rekening van de Staat, voor een coherent en veilig beheer van het radioactieve afval zorgt. De principes waarop dit beheer steunt, maken deel uit van het voorzorgsbeginsel, dat een voorzichtige en verantwoordelijke houding aanbeveelt in geval van onzekerheid over de gevolgen van een bepaalde praktijk.

Het beheer van radioactief afval begint bij de productie van dit afval in de installaties die radioactieve stoffen gebruiken en eindigt bij de berging van het afval. Net zoals het beheer van conventioneel industrieel en huishoudelijk afval impliceert het beheer van radioactief afval het sorteren van dit afval aan de bron, het beperken van het afvalvolume en het eventueel recycleren en recupereren van het afval. De veiligheidsvoorschriften en -regels zijn echter aangepast aan de specifieke aard van de te beheren stoffen en garanderen, mits adequate infrastructuren en uitrustingen worden gebruikt, een doeltreffende bescherming tegen straling en besmetting door radioactieve stoffen. Deze voorschriften steunen op het ALARA-principe (*As Low As Reasonably Achievable*), dat zegt dat elke blootstelling aan straling verantwoord moet zijn en dat de stralingsdosis zo klein als redelijkerwijs mogelijk moet zijn, rekening houdend met de economische en sociale factoren.

3.1 Het beheer op korte termijn: een goed beheerste routine

De activiteiten in verband met het beheer op korte termijn van radioactief afval, die normaal enkele tientallen jaren bedragen, tellen vijf fasen, waarvan de volgorde varieert naargelang de producenten hun afval al of niet zelf verwerken en conditioneren. Ze beginnen met het beheer van het afval aan de bron — we kunnen zelfs zeggen door aan preventie te doen — en eindigen met de tijdelijke opslag ervan (figuur 3.1). Tegenwoordig zijn het goed beheerste industriële activiteiten, die routinematig door het gespecialiseerde personeel van Belgoprocess worden uitgevoerd. Bepaalde producenten, zoals de kerncentrales van Doel en Tihange, zorgen zelf voor de verwerking en

conditionering van een deel van hun afval. Het Belgische leger doet dit eveneens met het afval dat met radium besmet is, met name wijzerplaten van vliegtuigen en bepaalde geschilderde voorwerpen. Het IRE zorgt voor de verwerking van bepaald afval afkomstig van de niet-nucleaire sector, zoals rookdetectoren, bliksemafleiders en gebruikte radioactieve bronnen uit meet-systemen.



Figuur 3.1 Het beheer van het radioactieve afval in België. Onder de verantwoordelijkheid van NIRAS voert Belgoproces het grootste deel van de vereiste verwerkings- en conditioneringsactiviteiten uit en zorgt het bedrijf voor de tijdelijke opslag van het afval.

Beheer aan de bron Het beheer van radioactief afval aan de bron gebeurt op twee niveaus: het individuele en lokale niveau — dat van de producenten — en het algemene en federale niveau — dat van NIRAS. De producenten moeten de productie van afval zoveel mogelijk beperken aan de bron, wat van jaar tot jaar tot een vermindering van de hoeveelheid radioactief afval afkomstig van de gewone productie leidt. Bovendien moeten ze hun afval sorteren en zijn radioactieve en niet-radioactieve inhoud identificeren op basis van de door NIRAS voorgeschreven normen, met het oog op een veilig en doeltreffend verloop van de latere fasen van het beheer. Van haar kant moet NIRAS permanent en zo nauwkeurig als mogelijk een kwalitatieve en kwantitatieve inventaris bijhouden van al het huidige en toekomstige radioactieve afval: dit is een essentiële voorwaarde voor het optimale beheer van dit afval in alle veiligheid, zowel op korte als op lange termijn; daarom ook is al wie radioactief afval bezit in België wettelijk verplicht dit aan NIRAS te melden (sectie 3.3).

Transport Het transport van radioactieve stoffen is onderworpen aan een zeer strikte internationale reglementering. De transporteurs moeten overigens aan aangepaste voorwaarden voldoen, zodanig dat de insluiting van de radio-elementen tijdens het transport gegarandeerd is en dat voldoende afscherming tegen de straling geboden is. Deze stralingsbeschermingsmaatregelen beogen dat elk transport van radioactieve stoffen, of het nu om laag-, middel- of hoogactieve stoffen gaat, steeds hetzelfde beschermingsniveau garandeert. Zo vereist het transport van laagactief afval geen bijzondere maatregelen, terwijl ander radioactief afval specifieke transportmiddelen vereist. Alle transporteurs moeten overigens elk transport van radioactieve stoffen laten controleren bij het vertrek en bij de aankomst, zowel wat de externe besmetting als wat de straling betreft.

NIRAS, die sinds 1986 verantwoordelijk is voor de organisatie van alle transport van radioactief afval in België, superviseert het ophalen van afval bij de producenten, zodat het naar de gecentraliseerde verwerkings-, conditionerings- en opslaginstallaties van Belgoprocess wordt gebracht; een kleine minderheid van dat afval wordt naar het IRE gebracht. Voor dit transport doet NIRAS een beroep op gespecialiseerde bedrijven, Transnubel en Transrad, die over het vereiste materieel beschikken alsook over de juiste vergunningen uitgereikt door de bevoegde overheid, de minister van Volksgezondheid. Het SCK·CEN en verscheidene kleine producenten, in hoofdzaak de universiteiten, zorgen echter zelf voor het transport van hun afval naar Belgoprocess, mits controle en toestemming van de bevoegde overheden.

Verwerking De verwerking van ruw en heterogeen radioactief afval, afhankelijk van zijn fysische en chemische kenmerken, beoogt het afval in een fysische en chemische toestand te brengen die compatibel is met de parameters van het conditioneringsprocédé. Het volume dient zo goed mogelijk verkleind te worden om een goede insluiting te vergemakkelijken en de kosten verbonden aan de opslag en het beheer op lange termijn te beperken. Zo wordt het vaste afval verbrand of gecompacteerd, terwijl het vloeibare afval fysico-chemische of chemische verwerkingen ondergaat. Deze verschillende verrichtingen maken het mogelijk de radio-elementen afkomstig van de verwerking maximaal in slib, as of metaalafval te concentreren. De vloeibare en gasvormige effluenten die eruit voortkomen, kunnen in het milieu worden geloosd mits het nemen van strenge voorzorgsmaatregelen om ze van hun niet-radioactieve verontreiniging te zuiveren en hun radioactiviteitsniveaus onder de wettelijke limieten te brengen.

Terwijl de fysico-chemische kenmerken van het radioactieve afval de toe te passen verwerkingsprocédés bepalen, schrijft hun activiteitsniveau de te gebruiken beschermingsmiddelen voor, zowel in termen van afscherming van de straling en insluiting van de besmetting als van individuele beschermkledij.

- *De verwerking van laagactief afval* vereist over het algemeen geen zware afscherming. De operatoren dragen echter beschermkledij (meestal een geplastificeerde overall), handschoenen en een masker met filter wanneer het risico bestaat dat ze rechtstreeks in contact komen met de radioactieve stoffen.
- *De verwerking van middelactief afval* moet plaatsvinden in een gesloten en afgeschermd ruimte. De operatoren, die worden beschermd door betonnen muren en ruiten uit afgeschermd glas, voeren alle manipulaties uit met behulp van toestellen die van op afstand worden bediend.
- *De verwerking van hoogactief afval* vereist hetzelfde type voorzorgen als de verwerking van middelactief afval. Hier zijn echter zwaardere afschermingen vereist.

Dankzij de aanzienlijke investeringen die NIRAS vanaf haar oprichting deed, beschikt Belgoprocess, als nucleaire exploitant, vandaag over een zeer volledige infrastructuur voor de verwerking en de conditionering van radioactief afval. NIRAS heeft immers bepaalde installaties op de site van Belgoprocess laten renoveren en moderniseren en heeft er nieuwe laten bouwen. De verschillende installaties van Belgoprocess kunnen momenteel dus het grootste deel van het in België geproduceerde radioactieve afval verwerken en conditioneren, of het nu om vast of vloeibaar, laag-, middel- of hoogactief afval

gaat. (Het afval afkomstig van de opwerking door het Franse bedrijf COGEMA van de gebruikte kernbrandstoffen uit kerncentrales wordt ter plaatse door COGEMA verwerkt en geconditioneerd).

Conditionering Door de conditionering in vaste vorm van het verwerkte radioactieve afval wordt een vast, compact, chemisch stabiel en niet-verspreidbaar materiaal bekomen, dat aan precieze specificaties voldoet en de latere behandeling vergemakkelijkt. Deze conditionering omvat meestal het immobiliseren in een conditioneringsmatrix en het in een corrosiebestendige cilindervormige metalen verpakking plaatsen van het afval, zodat colli worden bekomen die de rol van barrière op zich kunnen nemen bij de berging. Na het sluiten ervan krijgt elke verpakking een eigen identificatiefiche, die de herkomst, de radioactieve inhoud en de fysische en chemische kenmerken van het ingesloten afval aangeeft.

Het activiteitsniveau van het afval bepaalt niet alleen de te nemen beschermingsmaatregelen maar beïnvloedt ook zijn wijze van conditionering.

- *Het hoogactieve afval dat een aanzienlijke hoeveelheid warmte uitstraalt*, wordt verglaasd, dat wil zeggen dat het homogeen vermengd wordt in glas, dat op zijn beurt in cilindervormige verpakkingen uit roestvrij staal — containers genoemd — wordt gegoten. De containers bestemd voor het afval van de opwerking van Belgische gebruikte brandstof door het Franse bedrijf COGEMA hebben een inhoud van 120 liter en wegen na vulling gemiddeld 450 kg.
- *Het laag- en middelactieve afval en het andere hoogactieve afval* wordt gecementeerd, gebetonneerd of gebitumineerd naargelang zijn fysico-chemische kenmerken. Het wordt verpakt in standaardvaten van stalen. Deze hebben een inhoud van 400 liter en wegen na vulling meestal tussen 900 en 1000 kg. Er bestaan echter ook vaten van 200 liter.

Twee installaties onderscheiden zich onder de conditioneringsinstallaties van Belgoprocess. De installatie PAMELA, die in 1985 in gebruik werd genomen, maakte de verglazing van hoogactief vast en vloeibaar afval mogelijk, alsook de cementering van middel- en hoogactief vast afval. De installatie CILVA is de nieuwe ultramoderne infrastructuur voor de verwerking en conditionering van laagactief vast en vloeibaar afval, die sinds 1994–1995 diverse verouderde installaties vervangt.

Tijdelijke opslag De colli geconditioneerd radioactief afval worden tijdelijk op de site van Belgoprocess opgeslagen in vijf speciaal hiervoor ontworpen gebouwen. Deze zijn voorzien van gepaste afschermingen en, indien nodig, van systemen voor bediening van op afstand.

- *Het laagactieve afval* wordt opgeslagen in twee gebouwen met muren uit gewapend beton van 25 cm dik.
- *Het middelactieve afval* wordt opgeslagen in een gebouw met muren uit gewapend beton van 80 cm dik. Dit gebouw is uitgerust met hetzelfde type afstandsbedieningssystemen als de gebouwen die bestemd zijn voor de opslag van laagactief afval.
- *Het hoogactieve afval* wordt opgeslagen in twee gebouwen met muren uit gewapend beton van 1,2 tot 1,7 m dik. Deze gebouwen zijn ontworpen om te weerstaan aan extreme omgevingsfactoren zoals aardbevingen, explosies of het neerstorten van militaire vliegtuigen, en hun verwachte levensduur bedraagt 75 tot 100 jaar. Binnen in deze gebouwen worden de containers gemanipuleerd door afgeschermdde laadmachines die van op afstand worden bediend; de warmte die de containers uitstralen, wordt afgevoerd door een krachtig ventilatiesysteem. Het afval zal er minstens 50 jaar lang worden bewaard, dat wil zeggen tot het voldoende is afgekoeld om definitief te worden geborgen.

De hoeveelheden radioactief afval die door Belgoprocess worden opgeslagen, nemen gestaag toe; het tempo zal versnellen door de opvoering van de ontmantelingsactiviteiten in de 21^e eeuw. Eind 1998 herbergde Belgoprocess 10845 m³ (25910 colli) geconditioneerd afval van categorie A, 3715 m³ (15313 colli) geconditioneerd afval van categorie B en 215 m³ (2335 colli) geconditioneerd afval van categorie C (tabel 3.1).

Tabel 3.1 Vergelijking van de volumes geconditioneerd radioactief afval die eind 1998 op de site van Belgoprocess waren opgeslagen met de volumes die worden verwacht tegen 2060, dat wil zeggen tegen het einde van de ontmanteling van de bestaande kerninstallaties (sectie 3.3). Het handhaven of opgeven van de optie bestaande uit de opwerking van de gebruikte brandstof beïnvloedt duidelijk het verwachte volume afval van categorie C.

	Bestaande volumes	Verwachte volumes (totaal)		Percentages	
		met opwerk.	zonder opwerk.	met opwerk.	zonder opwerk.
Categorie A	10 845 m ³	60 000 m ³	60 000 m ³	18 %	18 %
Categorie B	3 715 m ³	8 800 m ³	7 800 m ³	42 %	48 %
Categorie C	215 m ³	900 m ³	6 700 m ³	24 %	3 %

