

Science 11 connection



Een nieuw schrijn voor de verzameling
van romaanse en Maaslandse kunst

Bevorderen van industriële biotechnologieën
via overleg

inhoud

geschiedenis

p.2 *De Belgische diamantsector tijdens het nazibewind*

meteorologie

p.7 *Families van storingen onder de loep: in Europa kan achter een storm een andere storm schuilgaan*

geologie

p.10 *Oceanische boringen: ruimtevaart op onze planeet*

kunst

p.14 *Een nieuw schrijn voor de verzameling van romaanse en Maaslandse kunst*

zuidpool

p.18 *Nieuwe Belgische onderzoeksbasis in Antarctica een duurzaam en milieuvriendelijk concept*

seismologie

p.23 *Aardbevingen in "stabiele" gebieden van Europa: Een tijdbom?*

schilderkunst

p.28 *Restauratie en mecenaat*

passie voor wetenschap

p.30 *"Mijn reizen? Mijn boeken en televisie..."*

elders

p.32 *Musea van heinde en ver: Kyoto*

biotechnologie

p.34 *Bevorderen van industriële biotechnologieën via overleg*

archeologie

p.35 *De mens van Spy in 3D*

kernenergie

p.40 *De kern van de zaak*
p.42 *De BR2-reactor*
p.44 *SCK•CEN*
p.46 *Radioactief afval*

web

p.48 *Focus op sites*

news en agenda

p.50



De Belgische diamantsector tijdens het nazibewind

2



Oceanische boringen: ruimtevaart op onze planeet

10



Een duurzaam en milieuvriendelijk concept

18



Restauratie en mecenaat

28

Space Connection



Dossier: De meteorologische satellieten

Erfgenamen van kunstverzamelaars kunnen successierechten ontwijken door kunstwerken te schenken. Zo zijn de grote Franse musea bijvoorbeeld in het bezit gekomen van heel veel kunstschatten.

Theoretisch gezien is daar ook in voorzien in de Belgische wetgeving. Zo wensen twee families van kunstverzamelaars, de familie Janssen (die een prachtige verzameling van precolumbiaanse kunst bezit die door Dora Janssen, de weduwe van Paul Janssen, werd samengesteld) en de familie Gillion-Crowet (die een ruime verzameling van art-nouveauschilderijen en -voorwerpen bezit) hun waardevolle kunstschatten respectievelijk aan de Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis en de Koninklijke Musea voor Schone Kunsten van België te schenken.

Deze schenkingen bieden heel wat kansen, wetende dat die collecties elk bijna 30 miljoen euro waard zijn en dat beide voornoemde musea jaarlijks slechts over zowat 200 000 euro beschikken om kunstwerken aan te kopen (bij dat bedrag kan eventueel de winst uit de kaartenverkoop bij grote tentoonstellingen worden geteld).

Ons land blinkt wel uit door de goede smaak van zijn privéverzamelaars, maar niet door zijn ingewikkelde institutionele structuur. De musea die in aanmerking komen voor die schenkingen zijn federale instellingen, terwijl successierechten een gewestelijke materie zijn. Voor de schenking Janssen zijn ze verschuldigd aan het Vlaams Gewest, voor de schenking Gillion-Crowet aan het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Elke schenking aan de federale overheid betekent dus minder inkomsten voor de gewesten. De wetgeving is thans zó gewijzigd dat nu per gewest een vertegenwoordiger zitting heeft in de Commissie die de minister

van Financiën adviseert over de ontvankelijkheid en de waarde van de schenkingen. Het Vlaams Gewest, dat beroep heeft aangekend bij het Arbitragehof tegen twee wetsartikelen, heeft zijn vertegenwoordiger nog niet aangewezen. De zaak zit dus muurvast.

De minister van Financiën heeft onlangs een voorstel gedaan om er weer beweging in te brengen: de Commissie zou zonder probleem kunnen functioneren voor Waalse en Brusselse dossiers. Daar de minister-president van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest bereid is af te zien van de verschuldigde successierechten, kan de schenking Gillion-Crowet worden afgerond. De pistes die geopperd zijn voor de schenking Janssen lijken echter in minder goede aarde te zijn gevallen.

Ik zou ervoor pleiten dat alle actoren terzake hetzelfde pragmatisme tentoonspreiden als de heren Reynders en Picqué, zodat onze medeburgers de uitzonderlijke stukken die onze grote verzamelaars hebben bijeengebracht in België kunnen blijven bewonderen.

In dit nieuwe nummer van *Science Connection* kunt u ontdekken hoe kostbaar de collecties van onze musea wel zijn. Omwille van institutionele redenen mogen wij evenwel niet de kans laten voorbijgaan ze aan te vullen.

Veel leesplezier!



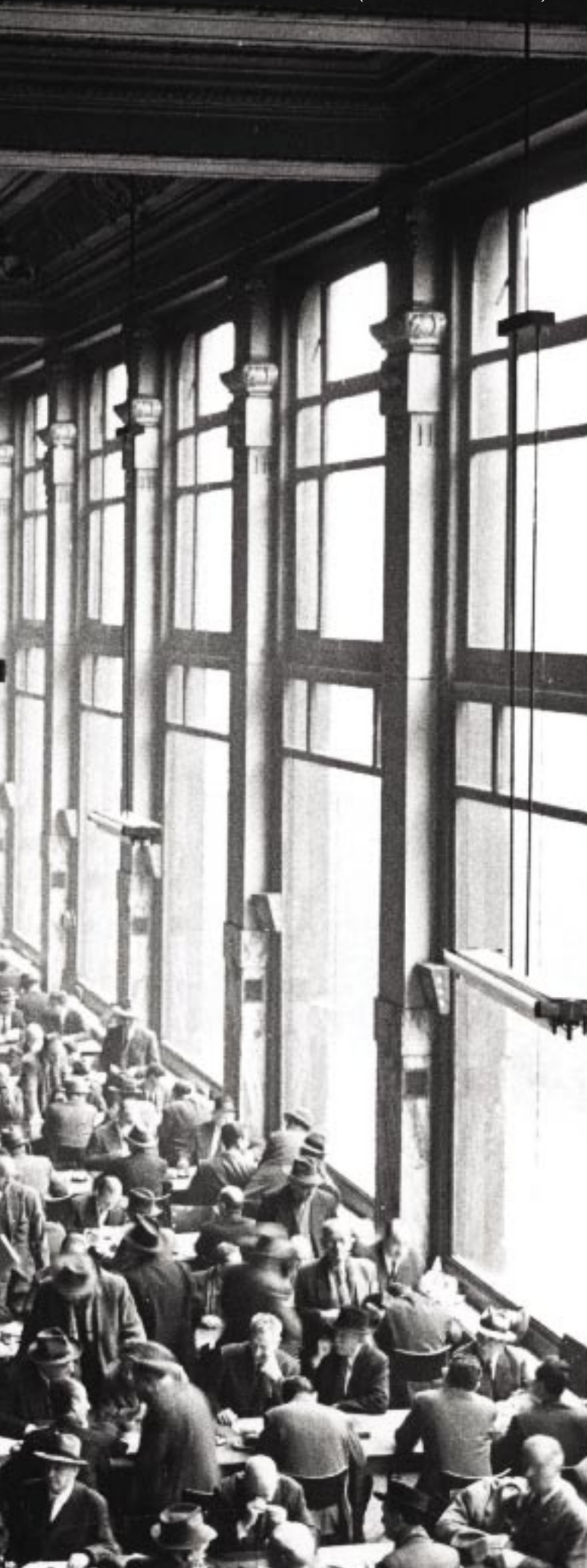
Philippe METTENS
Voorzitter van het Directiecomité



De Belgische diamantsector tijdens het nazibewind

België, meer bepaald de Antwerpse diamantwijk of de zgn. *square mile*, is al ruim een eeuw het wereldcentrum van de diamanthandel en -bewerking. Rond de eeuwwisseling werden in ons land de grote diamantbeurzen opgericht die vandaag nog steeds 7% van de Belgische export genereren. De laatste maanden is de berichtgeving over deze sector echter bijzonder somber. Concurrentie uit lagelonenlanden en internationalisering van de handel lijken de vooraanstaande positie van Antwerpen als diamantcentrum in toenemende mate aan te tasten. Of de alarmkreten die daarmee gepaard gaan gerechtvaardigd zijn, zal de toekomst uitwijzen. In het verleden hebben zich alvast op verschillende ogenblikken even alarmerende toestanden voorgedaan. De Belgische diamantsector beschikte echter steeds over de nodige veerkracht om zijn belangen met succes te behartigen.

De grote zaal van de Beurs voor Diamanthatel
(© Beurs voor Diamanthatel)



Dat bleek onder meer uit een studie die historicus en vorser Eric Laureys van 2000 tot 2004 op het Studie- en Documentatiecentrum Oorlog en Hedendaagse Maatschappij (SOMA) uitvoerde. Daarin onderzocht hij waarom de Belgische diamantnijverheid de Tweede Wereldoorlog overleefde nadat de dragers van de toenmalige diamanthandel en -nijverheid - joodse immigranten - uitgesloten, vervolgd en gedeporteerd waren; nadat diegenen die naar het buitenland gevlucht waren, nieuwe diamantcentra oprichtten die in concurrentie traden met Antwerpen; nadat de Duitse bezetter de Belgische diamantsector grondig reorganiseerde; en vooral nadat de Duitse en Amerikaanse diamantcentra Antwerpen uit strategisch-economische overwegingen naar de kroon hadden gestoken. Deze factoren ontworpen de vooroorlogse orde in de sector. Na de bevrijding moesten buitengewone maatregelen genomen worden om de sector opnieuw te doen draaien. Het werd snel duidelijk dat deze vooral politieke en economische geschiedenis van de diamantsector onlosmakelijk verbonden was met zijn sociale en culturele context. Dit is dus een studie over joodse immigranten, Vlaamse diamantslijpers, de Belgische haute finance, koloniale concerns, collaboratie, verzet, antisemitisme en Duitse geheime agenten.

*Diamantairs
in de beurszaal
(© Provinciaal Diamant-
museum Antwerpen)*

De diamanthandel, joden en Antwerpen

Hoe belangrijk was diamant in 1933, aan de vooravond van de opkomst van het naziregime? Om de evolutie van de diamantsector te vatten moet eerst een onderscheid gemaakt worden tussen drie categorieën diamant. De meest bekende is natuurlijk het sierdiamant dat bestemd is voor de juwelenindustrie. Een belangrijk kenmerk van het sierdiamant is zijn waardebestendigheid, waardoor het in oorlogstijd als beleggingsmiddel en internationaal ruilmiddel begeerd werd. Daarnaast is er het industriediamant dat door zijn hardheid als superieur boor-, schuur-, en snijmiddel aangewend kon worden. Dankzij industriediamant kon de industrie op het einde van de jaren dertig evolueren naar gestandaardiseerde massaproductie van staalproducten. Uiteindelijk is er uiteraard ook ruw diamant. Dat is de grondstof die

In de Antwerpse diamantnijverheid mag men spreken van een joods-socialistische as.

dient voor de vervaardiging van de twee andere. Als ruw diamant van uitstekende kwaliteit is, komt het in aanmerking om tot sierdiamant geslepen te worden. Dergelijk diamant werd vooral in Zuid-Afrika ontgonnen. Als ruw diamant van mindere kwaliteit is, eindigt het als industriediamant. 80% van die minderwaardige stenen kwam uit Belgisch Congo. Alle ruw diamant werd traditioneel verhandeld in Londen dat de basis was van een internationaal kartel van Zuid-Afrikaanse diamantmijnen en Londense ruw distributeurs onder leiding van Ernest Oppenheimer, een Brit van joodse afkomst. 80% van dit ruw diamant werd door Antwerpse, meestal joodse, handelaars of zgn. *sightholders* in Londen opgekocht en in Antwerpen bewerkt en verhandeld. Het grootste deel van de overige 20% was voor Amsterdam bestemd. Dat betekent dat Londense, Antwerpse en in mindere mate Amsterdamse joden nagenoeg de hele werelddiamanthatel in handen hadden. Deze feitelijke situatie was niet het resultaat van een bewuste strategie van de ene of andere joodse belangengroep maar wel van de grote onderlinge verbondenheid in de joodse wereldgemeenschap.

Voorgevel van de
Diamantclub van
Antwerpen
in de Pelikaanstraat
(© KMMA)

Wat de diamantsector aan België bond

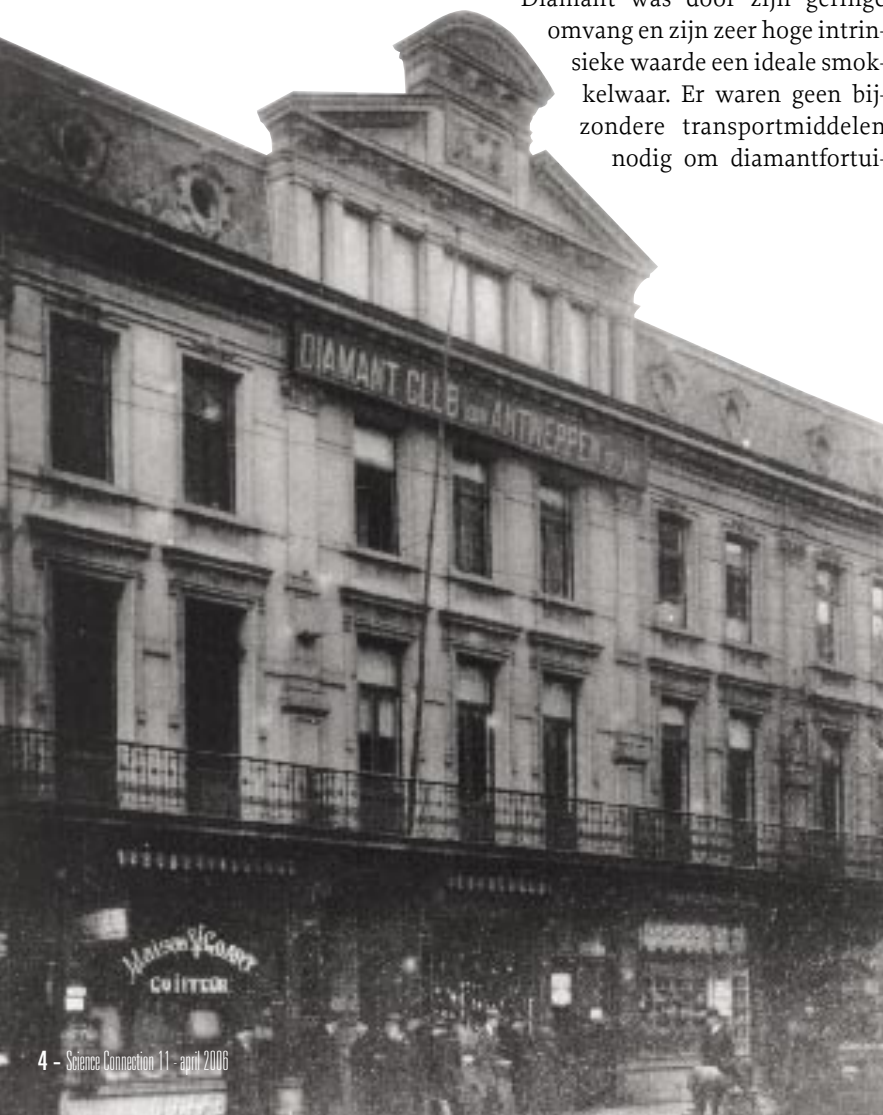
Diamant was door zijn geringe omvang en zijn zeer hoge intrinsieke waarde een ideale smokkelwaar. Er waren geen bijzondere transportmiddelen nodig om diamantfortui-

Collaborateur
en Duitse officier
(© Strijd)



nen snel en ongemerkt te verplaatsen. De diamantsector was met andere woorden een 'vluchtige' sector. Dat wordt overigens nog benadrukt door de verwevenheid met de uitgesproken kosmopolitische joodse gemeenschap waarvan de gehechtheid aan Londen of aan België niet gewaarborgd was. Het hoeft dus geen betoog dat de bezorgdheid om het verlies ervan gerechtvaardigd was. Dat was gebleken na de Eerste Wereldoorlog toen uitzonderlijke maatregelen genomen moesten worden om gevluchte joodse diamantairs terug naar Antwerpen te lokken.

Gelukkig had Antwerpen belangrijke troeven die deze joodse diamantairs konden bekoren. Ten eerste konden de diamantairs er beschikken over hooggespecialiseerde niet-joodse diamantbewerkers, die meestal lid waren van de ADB (Algemene Diamantbewerkerbond), een vakbond van socialistische strekking. Zij konden ook rekenen op minder gespecialiseerde, maar goedkope arbeidskrachten die vooral over het Kempische platteland verspreid waren. Die waren doorgaans katholiek. Met de ADB hadden de joodse diamantairs een geprivilegieerde band. ADB-leden werden door de joodse handelaars steeds prioritair met ruw diamant bevoorrad. Als wederdienst garandeerde de ADB sociale rust. Deze vroege vorm van sociaal overleg werd actief gesteund door de toenmalige socialistische burgemeester van Antwerpen Camille Huysmans. In de Antwerpse diamantnijverheid mag men daarom spreken van een joods-socialistische as die ook kon rekenen op de steun van het Londense ruwmonopolie van Oppenheimer, dat liever onderhandelde met vertrouwde, joodse *sightholders* dan met talloze minder vertrouwde en minder professionele kopers. Dat was de tweede grote troef van Antwerpen. De laatste troef heeft betrekking op de Congolese diamantproductie. Die productie was zo belangrijk dat zij een bedreiging vormde voor het monopolie van Oppenheimer. Om de Congolese extractiefirma, de *Forminière*, onder kartelcontrole te krijgen, moest Oppenheimer als tegenprestatie aan de Belgen beloven dat hij het Antwerpse diamantcentrum steeds prioritair zou bevoorraden. Na een akkoord hierover in 1926, ontstond zo een tweede as, de internationale as Congo-Londen-Antwerpen.





Diamantslijpers
aan het werk (© SBD)

Aanslagen op de gevestigde orde

Het vooroorlogse evenwicht, dat steunde op de joods-socialistische as enerzijds en de as Congo-Londen-Antwerpen anderzijds, kwam tussen 1933 en 1944 ten gevolge van de nazidreiging in het gedrang.

Door de stijgende vraag naar industriediamant – een gevolg van de bewapeningswedloop – nam de macht van de leveranciers van ruw diamant zoals Oppenheimer en de Forminière toe. Deze macht manifesteerde zich bijvoorbeeld in 1939 toen Oppenheimer en de Forminière een officieel mandaat kregen om toe te zien op het Britse embargo van het door Hitler bedreigde continent. Na de Duitse inval slaagde de Forminière erin de joodse diamantairs, tegen hun wil in, naar Frankrijk (Cognac) te doen vluchten in plaats van naar Londen. In het Franse vluchtoord waren echter niet de nodige voorbereidingen getroffen. Als gevolg hiervan verlieten de joodse diamantairs Frankrijk en ontstond, net als tijdens de Eerste Wereldoorlog, een diamantdiaspora. De Antwerpse verankering van de diamantnijverheid en -handel kwam in het gedrang. De gevluchte diamantairs droegen tijdens de oorlog bovendien bij tot de ontwikkeling van andere diamantcentra, die Antwerpen naar de kroon staken. De as Congo-Londen-Antwerpen was verbroken.

Nog een belangrijke aanval op de vooroorlogse orde in het Antwerpse diamantcentrum was natuurlijk de Duitse bezetting. De Duitsers wilden het Britse ruw distributiemonopolie van Oppenheimer vervangen door een continentale versie onder Duitse controle. Zij wilden daarbij de Forminière betrekken in de hoop ooit ruwe diamant uit Congo te kunnen invoeren. De Forminière ging, conform de Belgische politiek van het minste kwaad, in op het Duitse aanbod, maar deed vervolgens verwoede pogingen om de door de Duitsers ontdekte diamantvoorraden ter beschikking te stellen van de Antwerpse diamantbewerker. Die politiek werd getolereerd door het Duitse militair bestuur dat de Forminière voor zijn toekomstplannen nodig had. Sommige Duitsers hadden zelfs door dat joodse diamantairs onontbeerlijk waren om een leefbaar diamantcen-

trum uit te bouwen. Zij poogden, tegen de druk van sommige nazi-instellingen in, een joods- en Belgisch-vriendelijke politiek te voeren. Deze politiek was vanaf december 1941 evenwel niet langer houdbaar en de overgebleven joodse diamantairs werden toch buitenspel gezet, beroofd, vervolgd en gedeporteerd. Het waren vooral kleine Vlaamse diamantairs, waaronder talrijke Kempenaars, die hun plaats innamen. Vóór de oorlog hadden de joodse handelaars hen in de kou laten staan en gekozen voor de socialistische, stedelijke diamantbewerker. Nu grepen de Kempense diamantbewerker, die gegroepeerd waren in de Vereniging der Belgische Diamantnijverheid (VBD), hun kans om de plaats van de gehate joden in te nemen, hetgeen gepaard ging met een ongelukkig samengaan van collaboratie, economisch opportunisme, Vlaams-nationalisme en antisemitisme. De joods-socialistische as werd vervangen door een nieuwe as, Forminière-Kempen.

De diamantbank Comptoir
Diamantaire Anversois
(© Onze diamantnijverheid)





Romi Goldmuntz
(© Beurs voor Diamanthatel)

Het behartigen van de belangen van de sector

De reactie op al deze aanslagen liet niet op zich wachten. Pogingen om de joods-socialistische as en de as Congo-Londen-Antwerpen van de ondergang te redden, werden vooral ondernomen door het naar Londen gevluchte trio Huysmans (Antwerpse burgemeester), Goldmuntz en Shamisso (twee vooraanstaande joodse diamantairs). Samen richtten zij het *Correspondence Office for Diamond Industry* (COFDI) op. COFDI zou de hele oorlog lang bij de Belgische en geallieerde overheden in Londen lobbyen om ze ertoe te bewegen de belangen van de Belgische diamantsector te behartigen. Volgens COFDI zouden de joodse diamantairs, die een sleutelrol zouden spelen in de heropbouw van Antwerpen, na de oorlog slechts terugkeren als aan een aantal voorwaarden voldaan werd.

Dankzij steun van de Britten, van wie de belangen strengeld waren met die van Oppenheimer, slaagde COFDI grotendeels in zijn opzet. Er werd contact gelegd met de diamantdiaspora; de belofte van Oppenheimer om Antwerpen prioritair te bevoorraden werd ook na de oorlog nagekomen; een bijzondere ruwvoorraad werd aangelegd om de Antwerpse diamantarbeiders na de bevrijding onmiddellijk aan het werk te kunnen zetten; en vooral ook werd de bevoorrading van de nieuwe oorlogsdiamantcentra gestaakt. Na de bevrijding werd de as Congo-Londen-Antwerpen snel gerestaureerd. De grootste uitdaging echter, was het herstel van de joods-socialistische as. De diamantdiaspora moest overtuigd worden om naar huis terug te keren. Dit kon door het antisemitisme door de epuratie uit te roeien; verbeurdverklaarde woningen en beurslokalen moesten weer beschikbaar gemaakt worden; ontvreemde diamanten dienden gerestitueerd te worden; en er was nood aan fiscale uitzonderingsmaatregelen. Er moest evenwel nog tot 1950 gewacht worden alvorens de diamantdiaspora definitief zou terugkeren. Pas met de Korea-oorlog, toen de Verenigde Staten grote hoeveelheden Belgische industriediamant bestelden, was de toestand in Antwerpen weer zó gunstig dat de terugkeer van de joodse diamantairs voltooid kon worden.

Samenvattend kan gesteld worden dat tussen 1944 en 1950 aan de meeste voorwaarden voldaan werd om de heropstanding van het Belgische diamantcentrum mogelijk te maken. Dat was slechts mogelijk omdat COFDI erin slaagde de regering te doen inzien dat de diamantnijverheid en -handel van ongewoon groot belang was voor het land. Een andere fundamentele factor was de angst van Oppenheimer dat de Forminière zijn monopolie zou breken als hij de vooraanstaande positie van het Belgische diamantcentrum in het gedrang bracht. Ook de Duitsers hielden verhoudingsgewijs niet té lelijk huis in de diamantsector. De centrale factor was het strategische belang van de Congoese diamantproductie: dé hefboom voor de

restauratie van zowel de as Congo-Londen-Antwerpen als van de joods-socialistische as. De joodse diamantairs hadden partij gekozen voor de Belgische regering in ballingschap. De Kempense diamantlieden daarentegen, hadden de behartiging van hun belangen toevertrouwd aan anti-semitische, Vlaams-nationale structuren zoals de Vereniging der Belgische Diamantnijverheid. Dat had natuurlijk een belangrijke weerslag op hun respectievelijke naoorlogse machtsposities. Niet verwonderlijk dus dat de traditionele joodse elites hun vooroorlogse positie weer konden innemen.

Eric Laureys

Meer

Eric Laureys, Meesters van het Diamant. De Belgische diamantsector tijdens het nazibewind, Tielt, Uitgeverij Lannoo, 2005.

Eric Laureys werkt momenteel aan een nieuw SOMA-onderzoek over de Belgische oud-kolonialen.

Loopbaan

1995-1996 *Docent aan de Faculteit voor Vergelijkende Godsdienstwetenschappen te Wilrijk-Antwerpen*

1996-2006 *Projectvorser bij het SOMA*

1998-1999 *Gedetacheerd vorser bij de Studiecommissie betreffende het lot van de bezittingen van de leden van de joodse gemeenschap van België, geplunderd of achtergelaten tijdens de oorlog 1940-1945*

2004 *Doctoraatsthesis in hedendaagse geschiedenis (Vrije Universiteit Brussel)*

Pas met de Korea-oorlog, toen de Verenigde Staten grote hoeveelheden Belgische industriediamant bestelden, was de toestand in Antwerpen weer zó gunstig dat de terugkeer van de joodse diamantairs voltooid kon worden.



Onderhandelende diamantairs
(© SBD)



Families van storingen onder de loep: in Europa kan achter een storm een andere storm schuilgaan

Door zijn geografische ligging krijgt Europa niet te kampen met verwoestende orkanen zoals Katrina of Wilma. Maar op onze breedtegraden kunnen snel opeenvolgende stormen een even grote economische schade als gevolg hebben als vernietigende tropische cyclonen. De verzekeraars moeten de gebroken potten betalen en maken zich zorgen over recente trends. Zo liet een reeks catastrofale stormen in december 1999 in zijn zog een factuur van zowat 18,5 miljard euro en minstens 160 doden na. Twee van deze stormen – Lothar en Martin – zorgden voor meer dan 80% van de schade in minder dan twee dagen! Tien jaar eerder, gedurende de winter 1989-1990, hadden acht opeenvolgende stormen in Europa gelijkaardige verliezen als gevolg. Deze twee gevallen waren eerder extreem, maar het is niet zo moeilijk andere gelijkaardige voorbeelden te vinden. Zo deed een reeks stormen Britse verzekeraars in oktober 2000 en 2002 het zweet uitbreken. Schade is zowel het gevolg van krachtige windstoten als van overstromingen, veroorzaakt door herhaalde perioden van intensieve regen. Deze stormen kunnen veel schade

veroorzaken. Maar het valt op dat de wetenschap er tot nu toe slechts beperkt interesse voor had.

Reeksen van stormen werden voor de eerste keer als dusdanig erkend na de Eerste Wereldoorlog door Jakob Bjerknes en een team van Scandinavische meteorologen van de befaamde *School van Bergen* in Noorwegen. Ze ontdekten dat depressies op gematigde breedtegraden in het algemeen ontstaan langs een uitgestrekte zone over de Noord-Atlantische Oceaan waar koude en warme luchtmassa's permanent met mekaar botsen. In het militair jargon van die tijd noemden ze deze zone het *polaire front* (veel meteorologen spreken nu liever over spoor der depressies). Ze stelden ook voor dat deze depressies niet alleen voorkomen, maar zich langsheen het polaire front verplaatsen in groepen van storingen. Door jarenlang intensief onderzoek is onze kennis over storingen op gematigde breedten er goed op vooruitgegaan. Maar families van storingen kregen slechts weinig aandacht... tot ze opdoken in de statistieken van de verzekeraars.



© Belpress

Zullen stormen meer of minder intens zijn? Zullen ze frequenter of minder frequent voorkomen? En tenslotte, zullen ze meer of minder gegroepeerd voorkomen?

“De eerste doelstelling van mijn onderzoek was op objectieve wijze na te gaan of de door verzekeraars zo gevreesde opeenvolgende stormen precieze oorzaken hebben of dat ze zich eenvoudigweg eerder toevallig voordoen. Als ze niet echt kunnen worden verklaard door toeval, dan is het zeer waarschijnlijk dat heel wat modellen de risico’s in verband met dergelijke stormen onderschatten”. Ter illustratie, indien er zich gemiddeld twee stormen per maand voordoen, kan men er eerder een vijftal tellen als ze in groep voorkomen dan wanneer ze zich elk afzonderlijk manifesteren. Voor de catastrofe van Lothar en Martin (26 en 27 december 1999) beschouwden de verzekeraars de schade binnen een tijdspanne van 72 uur als één enkele gebeurtenis. De in Duitsland berokkende schade door de stormen Vivian (25-27 februari 1990) en Wiebke (28 februari-1 maart 1990) en in het Verenigd Koninkrijk door de stormen van 24 en 25 december 1997, werden telkens door de verzekeraars beschouwd als één stormgeval. Dergelijke “tweelingstormen” zijn nochtans helemaal niet uitzonderlijk en volgen vaak een parallel parcours waardoor het geteisterde gebied verbreedt. Bovendien heeft het snel opeenvolgen van stormweer vaak geen gelijklopende schadetoename tot gevolg. Bij elke storm worden de beschuttingsaangetast, zodat het gevaar van ernstige schade groter wordt bij de volgende storm. Zo zal hevige regenval veel meer schade aanrichten als twee dagen voordien een storm veel dakpannen deed wegwaaien. Achtereenvolgende perioden met regen hebben ernstigere gevolgen op het hydrologisch vlak als die in snel tempo gebeuren. De catastrofale overstromingen die we soms in Europa ondergaan zijn dikwijls het resultaat van langere, herhaalde perioden met hevige regenval.

“Eerst stelde ik een gegevensbank op met cycloonbanen boven het noordelijk halfrond gedurende meer dan een halve eeuw. Met het woord “cycloon” bedoel ik hier de grote luchtkolken die gewoonlijk met lagedrukgebieden worden geassocieerd.” In het algemeen worden stormen door meteorologen beschouwd als grote luchtgolven die zich horizontaal in de lagere lagen van de atmosfeer verplaatsen. Maar men kan ook stormen aanschouwen als gigantische draaikolken. Hun snelle werveling verschaft enorm veel energie met soms verwoestende effecten als die stormen het land bereiken. Een gelijksoortige ‘golf-deeltje’ dualiteit is bijzonder nuttig en ook beter bekend in een ander vak van de natuurkunde. De eigenschappen van het licht kunnen inderdaad worden verklaard door dit verschijnsel als elektromagnetische oscillaties ofwel als een stroom van fotonen te bekijken. De diameter van een stormkolk varieert van honderd tot meer dan 2000 kilometer. Tropische cyclonen (orkanen, tyfoons), frontale depressies van de gematigde breedtegraden en polaire depressies zijn allemaal inbegrepen in deze algemene definitie. Cyclonen stemmen meestal overeen met luchtdrukminima’s, maar het is efficiënter en meer betrouwbaar om ze op te sporen door wentelbewegingen van de lucht te lokaliseren. De opsporing van cyclonen en de berekening van hun banen is een objectieve en volledig automatische procedure.

“Daarna richtte ik mijn aandacht op de twee belangrijkste sporen der depressies van de gematigde breedtegraden: die van het noorden van de Atlantische Oceaan en die van het noorden van de Stille Oceaan”. Men kan ze vergelijken met “autowegen” met eenrichtingsverkeer waarop de depressies van de gematigde breedtegraden (maar niet de tropische cyclonen!) zich voortbewegen wanneer ze de oceaan van west naar oost oversteken. *“Vervolgens onderzocht ik het “verkeer” van stormen op een manier die in principe te vergelijken is met metingen van de intensiteit van het wegverkeer. Maar in plaats van kabels over de weg te spannen, gebruikte ik voor dit werk een computer en wiskunde”.* De analyse van de aldus verzamelde gegevens onthult verschillende kenmerken wat de frequentie van de stormen betreft. Ten westen van het Noord-Atlantisch bekken, langs de Noord-Amerikaanse kust, is het “verkeer” van depressies bijzonder dicht maar regelmatig. Op echte snelwegen is iets analoogs te merken bij intensief verkeer: de voertuigen rijden steeds dicht op elkaar, laten een minimale remafstand en passeren in steeds regelmatigere tijdsintervallen. In dit Noord-Atlantisch gebied ontstaan depressies letterlijk aan de lopende band. In de winter beleeft het noordoosten van het Noord-Amerikaanse continent zijn koudste tijden, terwijl het relatief warme water van de Golfstroom langs de kust warmte en vochtigheid aanvoert. Dit permanente en uitgesproken contrast levert de energie die nodig is voor de bijna ononderbroken productie van depressies. De zaken lopen heel anders aan de andere zijde: langs de Europese kant zijn de depressies duidelijk gegroepeerd. In Europa ervaren we dat als perioden van slecht weer die van enkele dagen tot langer dan een maand

kunnen duren. Deze lange perioden van slecht weer, waarbij stormen elkaar snel opvolgen, werden sinds lange tijd geassocieerd met een verschijnsel op grote schaal dat de Noord-Atlantische Oscillatie (NAO) wordt genoemd. Dit verschijnsel moduleert de intensiteit en de plaats van de Noord-Atlantische depressies. “De resultaten van mijn onderzoek wijzen echter erop dat de NAO slechts een deel van het verhaal is en dat de groepering van stormen het resultaat kan zijn van duidelijk onderscheiden en onafhankelijke mechanismen. Zo kan een reeks depressies die zich heel snel verplaatsen aanleiding geven tot stormen die elkaar in de tijd snel opvolgen, zelfs als die depressies ruimtelijk ver van elkaar verwijderd zijn en niet tot eenzelfde familie behoren.” Dat was in het bijzonder het geval met Lothar en Martin in december 1999. Dit soort opeenvolging is nauw verbonden met de NAO. Seriële stormen kunnen ook op gang worden gebracht tijdens plotse verslappingen van de atmosferische stroming binnen het spoor der depressies. Enorme hoeveelheden potentiële energie worden dan snel omgezet in kinetische energie door de vorming van kleine opeenvolgende “secundaire” depressies. Deze vorm van serialiteit is analoog aan de familie van storingen van de Noorse School. Bovendien variëren de omstandigheden van de circulatie langs het spoor der depressies in de tijd. Zo kunnen zich anticyclonen ontwikkelen op de route van de depressies, ze doen vertragen en ze van hun “normale” pad doen afwijken. Deze afwijkingen leiden tot perioden van rustig weer, daar waar anticyclonen ontstaan, en kunnen de frequentie van slecht weer elders doen toenemen.

“Nadat ik mijn analyse had uitgebreid tot het hele noordelijk halfrond, leek het duidelijk dat Europa de kroon spant wat het “kuddegedrag” van stormen betreft”. Onder gekwantificeerde vorm kan men met deze kostbare informatie een meer realistische schatting maken van het mogelijke economisch verlies als gevolg van stormweer. Maar dat is niet voldoende. Om een betrouwbare evaluatie te kunnen maken van de risico’s op lange termijn moet men bovendien ook rekening houden met de waarschijnlijke verandering van het klimaat gedurende de volgende decennia. Met dit doel voor ogen is het noodzakelijk een antwoord te kunnen geven op drie fundamentele vragen: Zullen stormen meer of minder intens zijn? Zullen ze frequenter of minder frequent voorkomen? En tenslotte, zullen ze meer of minder gegroepeerd voorkomen? “De tweede fase van mijn onderzoek heeft als doel te bestuderen hoe deze laatste eigenschap van stormen in gematigde streken in de loop van de 21ste eeuw zal veranderen. Daarvoor bestudeer ik momenteel verschillende scenario’s voor de mogelijke verandering van het klimaat, afkomstig van verschillende numerieke simulatiemodellen. Hopen maar dat ik daarbij niets verontrustends vind...”

Pascal Mailier

Loopbaan

Pascal Mailier is lid van het Koninklijk Meteorologisch Instituut van België en heeft zijn loopbaan momenteel onderbroken. Van 1993 tot 2001 werkte hij in het Europees centrum voor weersvoorspellingen op middellange termijn in Reading (Verenigd Koninkrijk), de wereldleider op het vlak van de numerieke voorspelling van het weer. Sinds 2002 verwierf hij een internationale reputatie als meteorologisch consultant voor de energie- en verzekeringssector. Pascal Mailier heeft een mastertitel in meteorologie (specialisatie in modellering van het weer en het klimaat) en legt de laatste hand aan een doctoraatsthesis over de serialiteit van stormen aan het departement meteorologie van de Universiteit van Reading, een wereldwijd gerenommeerd centrum voor meteorologisch en klimatologisch onderzoek.

Dit project wordt gefinancierd door de NERC (Natural Environment Research Council, Verenigd Koninkrijk), het CGAM (Centre for Global Atmospheric Modelling, Verenigd Koninkrijk) en het RIP-consortium (Risk Prediction Initiative, Bermuda’s).

Meer

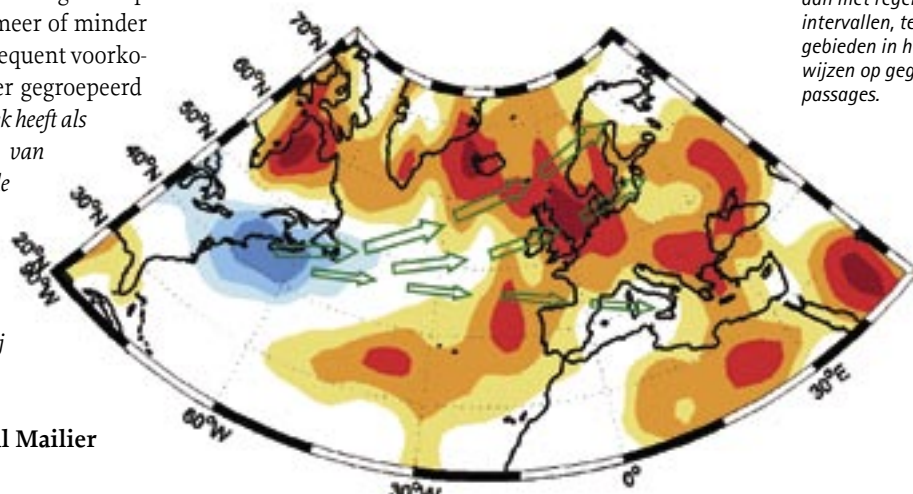
Europees centrum voor weersvoorspellingen op middellange termijn:
www.ecmwf.int

Het meteorologisch departement van de Universiteit van Reading:
www.met.rdg.ac.uk

Lectuur

Het middenkatern Space Connection in dit nummer.

De route van Noord-Atlantische depressies. De groene pijlen duiden de typische route aan, gevolgd door depressies van de gematigde breedtegraden wanneer die het noorden van de Atlantische Oceaan oversteken. De blauwe gebieden duiden passages aan met regelmatige intervallen, terwijl de gebieden in het rood wijzen op gegroepeerde passages.



De Chikyu ("aarde"),
nieuw vlaggenschip van
het Integrated Ocean
Drilling Programme.
© IODP

Oceanische boringen: ruimtevaart

Dublin harbour, Alexandra basin, 28 april 2005, 19.42 uur. Een grijze hemel, windkracht 6. De laatste meertouwen zijn gevierd, en gestadig verwijderd de *Joides Resolution* zich van de kade. De sleepboten tuffen bedrijvig om de oceanareus die ze veilig uit het dok loodsen naar *River Liffey*. Geestdriftig wuiven de wetenschappers vanop de brug van het legendarisch boorschip de walblijvers na: voor Anneleen, Ben en Veerle begint het grote avontuur. Het keihard afgemeten Europees contingent van negen deelnemers bevat niet minder dan één derde jonge Belgen: nooit eerder gezien! Ben, als postdoctoraal onderzoeker uitgeweken naar Barcelona, had zich in de Spaanse selectiestrijd aan de

top geknokt. Veerle, postdoctoraal onderzoeker bij het FWO, had het tactisch gespeeld en was met een Marie Curie-beurs tijdig uitgeweken naar Southampton om zich als Britse *first lady* aan boord te hijsen. En Anneleen, in volle doctorale actie op 'haar' *Challenger Mound*-objectief van deze boorcampagne – was erin geslaagd, met een blitzsteun van het FWO, een *berth* van het Franse contingent te kapen – *la courtoisie française* kent geen grenzen. Samen met zes andere Europeanen, acht Amerikanen en zeven Japanners zouden zij de geheimen pogen te onthullen van de *Belgica Mounds*. Met de ontdekking van deze diepzeekoraalriffen, op 900 meter diepte in *Porcupine Seabight* ten westen van Ierland, had het *Renard Centre of Marine Geology* (RCMG) aan de Universiteit Gent 7 jaar eerder *Nature*-nieuws gehaald. Expeditie 307 van het *Integrated Ocean Drilling Program* (IODP) bekroont jaren van Europese en nationale projectinspanningen, waarin Belgische ploegen het voortouw namen.

Van Mohole tot IODP

Het grote avontuur van de oceanische boringen is mede met de bemande ruimtevaart van wal gestoken. Toen 45 jaar geleden – exact op 1 april 1961 – voor de kusten van Californië op het boorplatform *Cuss I* de eerste diepzeekern aan de oppervlakte verscheen, verwoordde Willard Bascom, directeur van het Moholeproject, de strategische uitdaging heel gevat: “*Mohole, dat is de wedstrijd met de Russen naar de ruimte, maar omgekeerd*”. Objectief: onder de aardkorst – dwars door de discontinuïteit van



Mound – is niet helemaal onschuldig. Na DSDP en de *Glomar Challenger* mochten alle tekstboeken van geologische herschreven worden, en werd de basis gelegd van een nieuwe discipline: mariene geologie.

DSDP evolueerde in 1985 naar een internationaal programma: het *Ocean Drilling Program* (ODP). Hiertoe kwam een nieuw boorschip in de vaart: de *Joides Resolution*. Een drijvende universiteit met hele verdiepingen aan laboratoria die de modernste analytische instrumenten huisvestten. De kleinere Europese landen, waaronder België, groepeerden zich onder de auspiciën van de *European Science Foundation* in één consortium: het *European Consortium for Ocean Drilling* (ECOD). De platentektoniek bleef nazinderen als wetenschappelijke drijfveer, maar werd weldra bijgebeend door de paleoceanografisch- en paleoklimatologisch gedreven onderzoekingen, met toenemende aandacht voor *Global Change*. Europese onderzoekers kregen een kans in ODP, maar hadden het – op enkele uitzonderingen na – vaak moeilijk te midden van de Amerikaanse tenoren.

Briefing vóór de afvaart: de aandacht staat op scherp.
© J.P. Henriët, Renard Centre of Marine Geology, Universiteit Gent

op onze planeet

Mohorovicic (kortweg Moho) – de geheimen van de aardmantel aanboren. Heel diep geraakte deze poging niet.

Toen in de late jaren 60 de theorie van de platentektoniek vorm kreeg, drong zich een verificatie op: enkel diepzeeboringen konden de dynamica van spreidingsassen en subductiezones toetsen. In het *Deep Sea Drilling Program* (DSDP, 1968 - 1983) gingen enkele Amerikaanse instituten samenwerken om jaar in jaar uit de wereld-oceanen aan te boren, met een eerste schip dat de legende zou ingaan: de *Glomar Challenger*. De naamgeving van het diepzeerif in *Porcupine Seabight* – *Challenger*

Binnen de Europese Unie zou het marien onderzoek echter in de negentiger jaren een bijzondere impuls krijgen, vooral onder invloed van de opeenvolgende *Marine Science and Technology* (MAST) programma's van de Europese Commissie. Deze leidden niet enkel tot een wetenschappelijke ontsluiting van de Europese oceanische randen maar ze brachten vooral een omwenteling teweeg in de Europese oceanografische cultuur. Waar voorheen Britse oceanografische schepen bijna uitsluitend door Britse wetenschappers bemand werden, Franse door Franse, Duitse door Duitse, werden deze grendels door MAST opengebrouwen en kwam eenieder spoedig tot de vaststelling dat multinationale ploegen

Localisatie van de Belgica Mounds ten westen van Ierland, doel van Expeditie 307.
© J.P. Henriët, Renard Centre of Marine Geology, Universiteit Gent



zoveel meer bijbrachten. De Europese oceanografie, mariene biologie en mariene geologie kenden meteen een ongekende bloei en ontwikkelden een indrukwekkende *force de proposition* in internationale programma's. Nieuwe ontdekkingen riepen om verificatie door oceanische boringen. Europese geconcerteerde acties zoals CORSAIRES en JEODI effenden het pad naar de inzet van geotechnische boorschepen of andere *mission-specific platforms*, naast de klassieke boorcapaciteiten van de Joides Resolution.

BELCORD: Belgian Consortium for Ocean Research Drilling

Het Europees initiatief kreeg gestalte in het nieuwe *Integrated Ocean Drilling Program* (IODP, start 2002), waarin niet enkel Europa een specifieke taak toebedeeld krijgt met uitdagende operaties met *mission-specific platforms*, maar waar ook Japan een vooraanstaande rol inneemt, niet het minst door heel recent een nieuwe oceaaneerus voor wetenschappelijke boringen in de vaart te brengen, de *Chikyū* (of "aarde"). Deze bevat tal van technologisch geavanceerde systemen, die het bijvoorbeeld in staat moeten stellen diep in de grote subductiezones voor Japan te boren en deze te instrumenteren

met het oog op het mogelijk voorspellen van verwoestende aardbevingen.

Voor de bundeling van Europese middelen in IODP werd een nieuw Europees consortium in het leven geroepen: het *European Consortium for Ocean Research Drilling* (ECORD). In 2004 haalde Europa heel sterk uit, toen in het raam van het project ACEX (*Arctic Coring Expedition*) drie krachtige ijsbrekers naar de Noordpool trokken om er de eerste oceanische boorkernen boven te halen. In België mobiliseren zich heden in beide gemeenschappen een schare onderzoeksploegen, vooral in het domein van de paleoceanografie, om een grotere nationale slagkracht te bieden naar IODP toe: het BELCORD-netwerk (*Belgian Consortium for Ocean Research Drilling*).

Geosphere-Biosphere Coupling Processes: op naar astrobiologie

De ontdekking van grote provincies van *carbonate mounds*, wolkenkrabbers van de diepzee die qua hoogte met de Eiffeltoren kunnen wedijveren en die rijke koudwaterkoraalecosystemen huisvesten, doet vragen rijzen omtrent de energiefluxen, verantwoordelijk voor deze abyssale architectonische uitspattingen. Zijn het zuiver de oceanische nutriëntenfluxen die verantwoordelijk zijn voor het ontstaan en de groei van deze bouwsels? Of wijst het systematisch voorkomen van de reuzeprovincies op de rand van koolwaterstofrijke bekkens op een relatie met methaanfluxen, een energiebron uit de ondergrond? Waar carbonate mounds verschijnen, zijn pockmarkvelden – toegeschreven aan ontgassingsverschijnselen aan de zeebodem – of zelfs moddervulkanen doorgaans nooit ver weg.

Carbonate mounds zijn ook een oeroude strategie van het Leven. Een strategie ontwikkeld in de vroegste precambrië tijden, toen de primitiefste fotosynthetische bacteriën letterlijk de duimen moesten leggen voor de

Opdracht volbracht: de Joides Resolution vaart na voltooiing van Expeditie 307 uit de haven van Ponta Delgada op de Azoren.
© A. Foubert, Renard Centre of Marine Geology, Universiteit Gent





Diepzeekoraalriffen zijn even rijke ecosystemen als tropische riffen. Challenger Mound, om een mysterieuze reden, lijkt echter afgestorven. © IFREMER

komst van vervaarlijke nieuwkomers, de blauwwieren, die hun rivalen in de verdediging drongen met het aanmaken van het eerste toxisch gas uit de wereldgeschiedenis: zuurstof. Alle zuurstof die we vandaag inademen stamt uit deze primitieve chemische oorlogsvoering. Als stille getuigen vinden we in verschillende oeroude geologische afzettingen enorme pakketten gelaagde carbonaatheuveltjes: stromatolieten. Zelfs onze Devoonriffen, die weelderig ontsluiten tussen Chimay en Rochefort en die de Belgische “rode marmers” geleverd hebben, gegeerd in paleizen van Rusland tot Italië, vinden hun oorsprong in de competitie en/of samenwerking van diverse en variërende consortia van metazoa en microbiële populaties. Doorheen de geologische tijden lijkt het scenario gelijklopend, alleen zijn het de acteurs die elkaar aflossen, acte na acte.

Net zoals Amerikaanse astronauten vóór hun vertrek naar de maan zich in Europa in de Rieskrater in Zuid-Duitsland vertrouwd kwamen maken met gesteenten resulterend van meteorietimpacten, zakten de Amerikaanse en Japanse “oceanauten” van expeditie 307 in april 2005, kort voor de inscheping, gretig af naar de streek van Philippeville en Couvin, om er zich vertrouwd te maken met diverse facies van fossiele diepzee-riffen en *mud mounds*.

De ontdekking van een diepe oceanische microbiële biosfeer, tot honderden meter onder de zeebodem, waar methaanfronten verstijven in gashydraten, vestigt meer en meer de aandacht op de fundamentele koppelingsprocessen tussen de geosfeer en de biosfeer, misschien de meest beloftevolle piste in de studie van het ontstaan en van de prilste evolutie van het leven.

Op initiatief van Belgische onderzoekers startte de *Intergovernmental Oceanographic Commission* (IOC) van UNESCO in 2004 een nieuw groot onderzoeksprogramma op: *Geosphere-Biosphere Coupling Processes* (GBCP). De Vlaamse Gemeenschap beet de spits af met de financiering van een eerste *capacity building*-project met Afrika rond dit thema. Dit moet verzekeren dat de lokale gemeenschappen mede de vruchten kunnen plukken van de wetenschappelijke bedrijvigheid, die zich nu toespitst op de oceanische randen van het Afrikaanse continent, van Marokko tot Congo. Wetenschap is geen

Parijs-Dakar. Na een nieuwe ontdekking van diepzee-riffen en gigantische moddervulkanen door het oceanografisch schip Belgica voor de Atlantische Marokkaanse kust in 2002, gonst het nu aldaar ook van internationale wetenschappelijke bedrijvigheid.

Nog steeds onder Belgische impuls staan nu ook nieuwe voorstellen op stapel: project 673 voor het boren van enigmatische diepzee-riffen, genesteld tussen moddervulkanen op de Renard Ridge voor de Marokkaanse kust, kreeg van IODP begin 2006 het licht op groen voor de stap naar een *full proposal*. Een nieuw project, dat zich rechtstreeks toespitst op een reusachtige moddervulkaan – Mercator – is zopas neergelegd. Partners uit de grootste oceanografische en mariene microbiologische instituten in Europa, Amerika en Japan, tot en met onderzoekscentra voor planetaire geologie en astrobiologie, scharen zich achter deze voorstellen. Een extra motivatie voor de Belgische ploegen om vaart te houden in dit boeiend domein.

Jean-Pierre Henriët



Het Renard Centre of Marine Geology van de Universiteit Gent:
<http://www.rcmg.ugent.be/>

Mei 2005: rendez-vous van het Belgisch oceanografisch schip Belgica en de Pelagia (Koninklijk Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee) op de Marokkaanse continentale rand. © Belgische Zeemacht



Een nieuw schrijn voor de verzameling van romaanse en Maaslandse kunst

De Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis, gelegen in het Jubelpark in Brussel, huisvesten merkwaardige collecties. Naast overblijfselen van culturen en beschavingen van over heel de wereld, koesteren zij ook de buitengewone getuigen van de artistieke rijkdom uit onze streken. Vlaamse en Brabantse retabels uit de 15de en de 16de eeuw en kleurrijke wandtapijten zijn de neerslag van de grote artistieke bedrijvigheid in steden als Antwerpen, Brussel, Mechelen en Oudenaarde. Deze topwerken worden in een vijftiental zalen tentoongesteld. De bezoekers krijgen er een chronologisch overzicht van de gotiek over de renaissance tot de barok. In 2001 werden deze zalen grondig gerenoveerd met hulp van de Regie der Gebouwen. Als vervolg daarop en met de bedoeling de modernisering van de presentatie van de kunstwerken uit te breiden, werd recent een van de meest prestigieuze collecties van ons museum aangepakt. Omdat zij in meerdere opzichten uitzonderlijk is kunnen we zelfs spreken van een van onze topcollecties. De voorwerpen zijn het werk van edelsmeden en emailleerders, die met verblijvende vaardigheid de intense geloofsovertuiging van de middeleeuwen tot uitdrukking brachten. Zij zijn kenmerkend voor het



Hoofd-reliekhouder van paus Alexander, Maaslands atelier, ca. 1145, hoofd: gedreven, geciseleerd en verguld zilver; sokkel: houten kern, groeven-email, gegoten, geciseleerd en verguld messing, cabochons en zilveren parels; voetjes in gegoten en verguld messing (de twee voetjes achteraan werden vervangen), herkomst: Sint-Remaclusabdij van Stavelot, inv. 1031. © KMKKG

Maasbekken en dus voor onze contreien. Sedert 1998 wordt de verzameling tentoongesteld in een zaal die nu, door een reeks ingrepen, beter de pracht en de culturele context tot hun recht laat komen. Wij brachten bijvoorbeeld meer samenhang in de tentoongestelde werken en dat zowel op thematisch als op chronologisch vlak.

De romaanse kunst en meer in het bijzonder de kunst die in het Maasbekken werd gemaakt in de 12de en de 13de eeuw bevindt zich in het midden van de zaal. De majestueuze loop van de Maas was een belangrijke handelsader die steden als Dinant, Namen, Luik en Maastricht met elkaar verbond. Onthouden we vooral de welgestelde en invloedrijke stad Luik, centrum van een kerkelijk prinsdom en afhankelijk van het Heilig Duitse Rijk. De voortdurende uitwisseling met de aangrenzende gebieden verzekert de welvaart in de havensteden waar ambachten en handel bloeien. De Maasstreek is eveneens een cultureel brandpunt. Haar abdijen zijn centra van kennis en staan onder het gezag van bekwame geestelijken die studie en intellect hoog in het vaandel voeren. De namen van vele abdijen en priorijen zijn bekend gebleven in de religieuze en de artistieke geschiedenis van het bisdom: Sint-Truiden, Stavelot, Malmédy, Celles, Fosses, Lobbes, Aulne, Brogne, Gembloux, Waulsort, Florennes, Oignies, ... Geestelijken vanuit alle hoeken van Europa stroomden er samen om onderwezen te worden door de Maaslandse meesters en Luik werd in de 11de eeuw het Athene van het Noorden genoemd. Al deze factoren droegen bij tot de hoge vlucht van de Maaslandse kunst in de periode tussen ca. 1000 en 1300.

Deze kunstwerken zijn de erfgenamen van de Karolingische traditie (8ste-9de eeuw) met invloeden van de Byzantijnse en de antieke beschaving. Mooie voorbeelden daarvan zijn het prachtige ivoor met de voorstelling van de heilige Petrus en het diptiek van Genoelselderen. Ivoor is het materiaal bij uitstek, naar het voorbeeld van de antieke en Byzantijnse wereld. De Maaslandse kunst gaat zich nochtans losmaken van die oosterse invloed en zal zich toeleggen op het detail en de momentopname, zoals in het ivoor 'met de kleine figuurtjes'. De levendigheid van deze personages staat in fel contrast tot de strengheid van de houten sculpturen uit dezelfde periode, zoals de *Sedes Sapientiae* van Hermalle-sous-Huy. De oosterse invloeden zijn ook te bespeuren op de geborduurde weefsels die dienden om de voorzijde van het altaar te bekleden (antependium), zoals dat van Ruperstberg. In het midden ervan ziet men Christus in grote heerlijkheid omringd door planeten en de letters alfa en omega. Dit prachtige borduursel van goud-, zilver- en zijdedraad dateert uit de jaren 20 van de 13de eeuw. Van een heel andere stijl is de altaartooi in witte en crèmekleurige tinten, voorstellend de intrede van Christus in Jeruzalem met daaromheen fabeldieren, zo kenmerkend voor de middeleeuwse beeldentaal.



De nieuwe zaal.
© KMKG

Maar vooral in de edelsmeedkunst blinken de Maaslandse kunstenaars uit. Hun werken zijn zelden met zekerheid te dateren, wat maakt dat hun chronologie vrij moeilijk is te bepalen. Enkele zeldzame stukken uit de eerste decennia van de 12de eeuw zijn de kleine Christusbeeldjes in messing, die in dezelfde stijl zijn als de doopvont uit de Sint-Bartholomeuskerk.

De reliekhouders en de liturgische voorwerpen, gemaakt voor de abdij van Stavelot onder het abtschap van Wibald (1130-1158), zijn ongetwijfeld de oudst bewaarde Maaslandse werken. De hoofd-reliëhouder van paus Alexander is een goed voorbeeld van de typisch Maaslandse productie: *email champlevé* en drijfwerk vertalen het complexe theologische programma en de theologische aandachtspunten die daaraan ten grondslag liggen. Het draagaltaar van Stavelot, dat van iets recentere datum is, is een ander meesterwerk waarin de ernst van het goed overdachte iconografische programma mooi wordt verenigd met de aandoenlijkheid van de vier evangelisten die het altaartje ondersteunen.

De triptiek van Florennes is een goed voorbeeld van de evolutie van de Maaslandse kunst naar groter anatomisch realisme; de draperingen zijn zwaar door vele kleine plooitjes. Dat is kunst van rond 1200. De laatste periode van de Maaslandse bloeitijd wordt gekenmerkt door de werken die omstreeks 1220-1230 door de monnik Hugo van Walcourt worden gemaakt voor de priorij van Oignies. Het kruis met de dubbele dwarsbalk en de amulet-reliëhouder van Maria van Oignies hebben een decor van filigraan en ranken bevolkt door kleine personages, dat alles niet te evenaren. De Maaslandse edelsmeedkunst speelde als het ware haar laatste troeven uit in deze haast barokke overdaad.

Email, bruine vernis, niëlo en filigraan zijn de basistechnieken die nog worden versterkt door cabochons van bergkristal, sierglas en halfedelstenen. De hoofdbedoeling was al deze kunstwerken zo rijkelijk en schitterend mogelijk te maken, zodat het plechtige karakter van hun functie en de sacraliteit van hun inhoud werden benadrukt. Talrijke werken waren namelijk reliekhouders.

Vooral in de edelsmeedkunst blinken de Maaslandse kunstenaars uit.



Ingang van de zaal.
© KMKG

Maar wat is eigenlijk een reliekhouders? De nieuwe presentatie zorgt voor de nodige uitleg in het inleidende parcours gewijd aan de liturgie en de reliekencultus. Daarbij willen wij de aandacht vestigen op een nieuw merkwaardig stuk dat wij heel recent verwierven dankzij het steunfonds *Per Musea*: een gemonteerd struisvogelei dat dienst deed als reliekhouders.

Voor de middeleeuwse gelovigen hadden de relieken een bovennatuurlijke kracht. Ze aanraken en aanbidden, was een redding brengende geloofsdaad, net zoals een pelgrimstocht ondernemen. De edelsmeedkunst, schitterend en fonkelend, was het symbool van het eeuwige licht dat de geesten verlicht. Dat gaf aan een werk van edelsmeedkunst een mystieke, bovenzintuiglijke dimensie. Zo schreef Godfried van Hoes, een van de beroemde edelsmeden, rond 1150: *“Ik weet dat mijn kunst het Geloof aanbeveelt, dat mijn werk de Waarheid nastreeft.”* Deze edelsmeden, waarvan sommige bij naam bekend zijn, zoals Reinier van Hoes, Godfried van Hoes, Nicolaas van Verdun, waren veelzijdige kunstenaars. Zij produceerden religieus vaatwerk en reliekhouders en hanteerden zowel de loodstift, de burijn als de hamer. Het reliekschrijn in de vorm van een kerk met daarin de resten van het lichaam van een heilige, was het edelsmeedwerk bij uitstek. Allerlei reliekhouders werden vervaardigd: bustes, armrelikhouders, triptieken... De edelsmeden beoefenden het gieten, het ciseleren en het drijven van het metaal. De assemblage gebeurde door het solderen of vastnagelen op een houten kern. Voor de decors en de details gebruikten zij de technieken van *email champlevé*, filigraanwerk en niello. De liturgie werd niet alleen verduidelijkt aan de hand van edelsmeedwerk, maar ook via weefsels zoals altaarvoorhangen en kazuifels, soms rijkelijk geborduurd.

Draagaltaar, Maaslands atelier, ca. 1150-1170, houten kern, gegoten en verguld messing, groeven-email, bruinverniss, bergkristal, herkomst: Sint-Remaclusabdij van Stavelot, inv. 1590.
© KMKG



Men kan zich afvragen hoe het komt dat zo een aanzienlijk aantal belangrijke religieuze kunstwerken in de Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis zijn terechtgekomen.

De sluiting van de cultusplaatsen aan het einde van het Ancien Régime bracht de verspreiding van het Maaslandse patrimonium met zich. Enkele werken werden vernietigd, andere werden verstopt of meegenomen door de vluchtende clerus. Bij de herinvoering van de cultus kon slechts een klein aantal werken naar hun oorspronkelijke plaats van bewaring terugkeren. Het merendeel van de Maaslandse kunstwerken viel ten prooi aan antiekhandelaars en kunstliefhebbers en kwam vaak terecht in privéverzamelingen in binnen- en buitenland. Ondergewaardeerd in de 19de eeuw, kwamen de middeleeuwen stilaan weer in de smaak en dat onder invloed van de romantiek. De nieuwe Europese naties gingen op zoek naar hun nationale verleden en vonden, in de middeleeuwse beschaving, een onuitputtelijk aantal legenden. Overal werden lokale en nationale musea opgericht, gelijklopend met de verdere uitbouw van de historische studies. In die context werden de eerste middeleeuwse en Maaslandse kunstvoorwerpen opgenomen in de verzamelingen van het toenmalige Koninklijk Museum voor Wapenrustingen, Oudheden en Etnografie, dat was ondergebracht in de Hallepoort, gerestaureerd door Henri Beyaert, een volgeling van Viollet-le-Duc. Wij geven hier als voorbeeld het kleine ivoren reliekschrijn uit de abdij van Sayn. Het werd aangekocht in 1836 op de verkoping van de collectie van graaf Renesse-Breidbach en werd ingeschreven in het aanwinstenregister onder het veelbetekenende inventarisnummer 1.

Hoewel enkele voorwerpen rechtstreeks werden gekocht van de kerkfabrieken, zoals de ivoren van Genoelselderen en het hoofd-relikschrijn van paus Alexander (dat laatste meegenomen aan het einde van het Ancien Régime door een monnik uit Stavelot die op de vlucht was; zijn erfgenamen droegen het later over aan de kerk van Xhendelesse; de relieken die dit schrijn bevatte, werden onlangs teruggevonden in Herve), toch schijnt het toe dat de meeste objecten via privéverzamelaars werden verworven. Dat is zo voor de vier puntgevels en de lijst van de staurotheek van Maastricht, gekocht in 1861 op de verkoping van de prestigieuze verzameling van prins Soltikoff, een van de beroemdste en meest excentrieke verzamelaars van Maaslandse kunst. Vele stukken werden ook gekocht op de verkoping-Spitzer in 1893. Andere stukken werden geschonken of gelegateerd, zoals de talrijke Limogesvoorwerpen van het legaat-Vermeersch uit 1911.

Gedurende bijna twee eeuwen van verwerving zijn de Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis erin geslaagd een unieke verzameling bijeen te brengen van Maaslandse en romaanse kunstvoorwerpen, die een ware schat vertegenwoordigen. Er moest een nieuw schrijn worden gemaakt om ze in haar volle glorie te tonen.



Altaardoek of -voorhang, Duitsland (Nedersaksen of Lübeck), 1300-1310 voor de intocht van Christus, ca. 1340 voor de overige figuratie en einde 14de eeuw voor de ornamentale boord rondom, borduurwerk in witte en polychrome zijde, wol en linnen op wit linnen, inv. Tx. 1318. © KMKG

Twee hoofdlijnen hebben de nieuwe opstelling bepaald: de chronologische samenhang en de didactische omkadering. Dat moet de bezoekers toelaten de fascinerende voorwerpen beter te waarderen en te begrijpen, de ontwikkeling en de rijke religieuze iconografie ervan te ontdekken, alsook de technieken waarmee de objecten werden vervaardigd. De geschreven informatie werd geactualiseerd en verduidelijkt door tekeningen, foto's en kaarten. Een "scriptorium" of studiekabinet biedt didactische fiches en een interactieve kiosk aan. Deze kiosk bestaat uit twee spelletjes voor kinderen en een korte film over de schatten van de Maaslandse kunst. Die laatste dateert uit de jaren 50 en werd gemaakt door de Belgische cineast Pierre Levie; de kleuren werden hersteld in de cinemateek van de Franse gemeenschap. Een luistergids is beschikbaar in vier talen.

De tentoongestelde kunstwerken komen voor het merendeel uit de periode tussen de 7de en de 13de eeuw. De zaal waarin ze werden ondergebracht is het chronologische vervolg op de Merovingische verzameling en vormt de schitterende inleiding op de zalen gotiek-renaissance-barok.

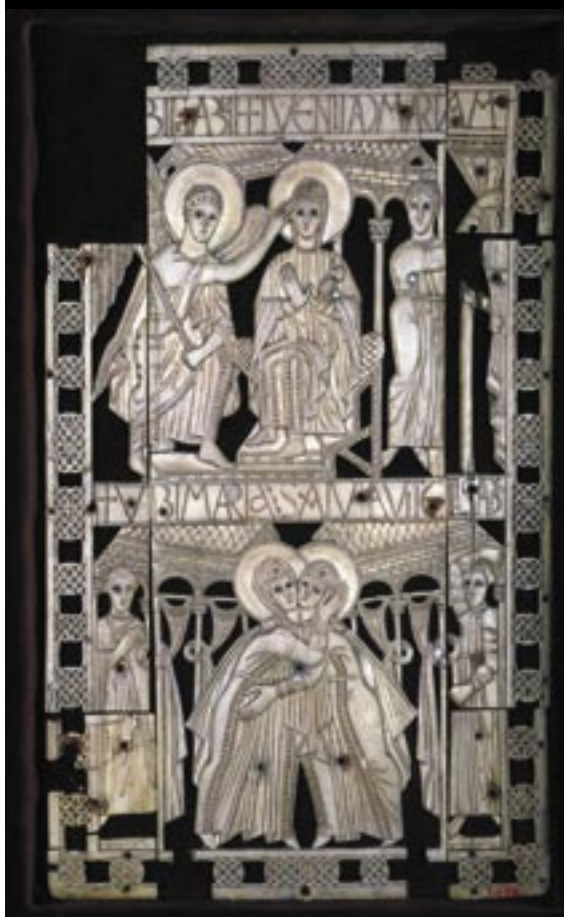
Deze herinrichting is de vrucht van de interne samenwerking tussen wetenschappelijk personeel, didactici, grafische vormgevers en technici. De verlichting werd volledig heraangebracht door het bedrijf Sylvania en gefinancierd door de Nationale Loterij.

Claudine Deltour-Levie



Meesterwerken van de romaanse en Maaslandse kunst, KMKG, Brepols, 1999.

De zaal romaanse en Maaslandse kunst is, zoals de andere verzamelingen van het Jubelparkmuseum, toegankelijk elke weekdag behalve op maandag, van 9.30 uur tot 17 uur; in het weekend en op feestdagen van 10 tot 17 uur.



Ivoor van Genoelselderen, Rijn-Maasland?, insulaire invloed, einde VIIIe eeuw, ivoor, blauw glas, herkomst: Sint-Martinuskerk van Genoelselderen, inv. 1474. © KMKG

Ivoor Heilige Petrus, Gallisch of Italiaans atelier, 6de-7de eeuw, ivoor, het linker deel werd geres-taureerd, herkomst: O.-L.-V.-basiliek van Tongeren, inv. 3148. © KMKG

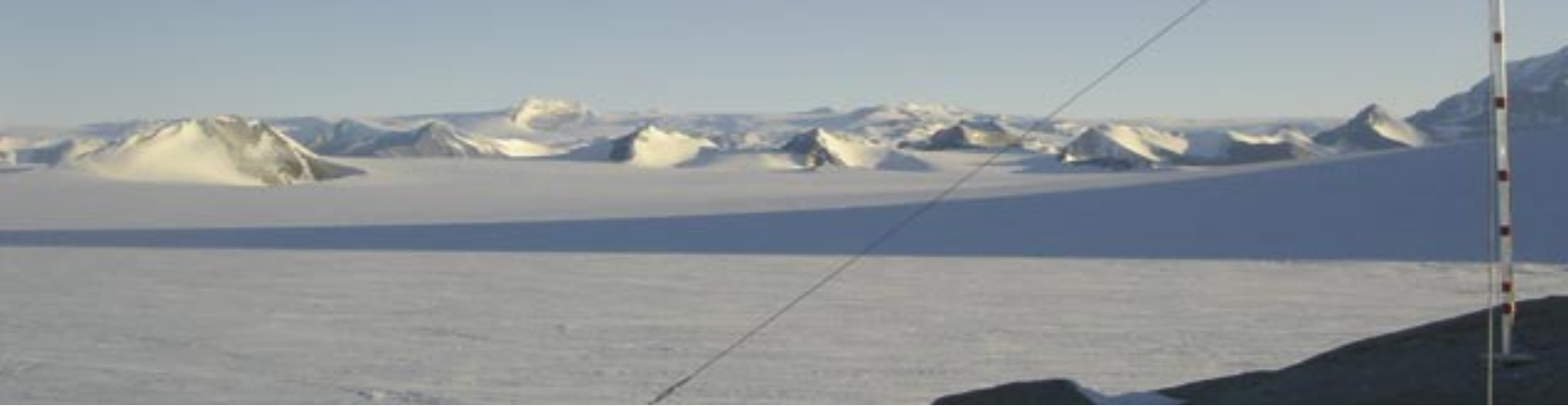




De Ministerraad gaf in 2004 zijn akkoord voor de bouw van een nieuw Belgisch onderzoeksstation in Antarctica. Het betreft een zomerbasis die vier maanden per jaar open is (van november tot februari, zie *Science Connection* 2 en 5). De bouw en inhuldiging van de nieuwe wetenschappelijke basis is voorzien in het Antarcticazomerseizoen 2007-2008, ter gelegenheid van het grote internationale programma “het 4de *International Polar Year* (IPY)”. Dit valt eveneens samen met de 50ste verjaardag van de oprichting van de voormalige Koning Boudewijnbasis (1957-1959).

Nieuwe Belgische onderzoeksbasis in Antarctica

een duurzaam en milieuvriendelijk concept



Na een jaar van vooronderzoeken, zes maanden van ontwerp-validatie en twee verkenningsexpedities naar Antarctica zijn de krijtlijnen voor het ontwerp uitgezet. Zonder afbreuk te doen aan de eerste doelstelling, namelijk het bouwen van een efficiënte en veilige uitvalsbasis voor wetenschappelijk onderzoek, zal dit het eerste station zijn dat voor zijn energievoorziening volledig op duurzame energiebronnen terugvalt. Hierdoor is het project toonaangevend op mondiaal niveau en meteen ook een unieke technische uitdaging waarbinnen (Belgische) bedrijven hun kennis in diverse domeinen kunnen demonstreren.

Innovatie betekent methode en organisatie

In de eerste plaats is het ontwerpproces zelf de sleutel tot deze innovatie. De analyse en conceptvorming gebeuren binnen de projectkerngroep. Rond deze kerngroep bevinden zich een – nog steeds groeiend – aantal technologiepartners, die elk hun bijdrage in het totaalproces leveren. Verder is er een adviesverlenend comité bestaande uit deskundigen met relevante ervaring in de wetenschapswereld en de industrie.

Er wordt gewerkt volgens een geïntegreerde ontwerp-methode waarin alle ontwerpparameters worden meegenomen van bij de aanvang van het ontwerpproces. Het ogenschijnlijke nadeel van deze methode, zijnde de veelheid van parallel te verwerken informatie in de startfase, wordt ruimschoots gecompenseerd wanneer later in het project een compromis tussen de vaak tegenstrijdige vereisten moet gevonden worden. Deze methode garandeert een homogeen en performant eindresultaat. Het is geen toeval dat in deze werkwijze een aantal mechanismen worden gebruikt zoals men die kan terugvinden in O&O-projecten voor de ruimtevaart en *applied technologies*. Er is dan ook meer dan één overeenkomst: energievoorziening, veiligheid, onbereikbaarheid, omgevingsfactoren zoals hoge straling, enz... Omdat Antarctica niet de plaats is om te experimenteren voor de mens maar door de mens, kan men enkel werken met een innovatieve combinatie van *proven solutions*.

Vorstudiefase

Een eerste hindernis die moest overwonnen worden was de versnippering van bestaande informatie en het ontbreken van concrete ervaring. In de voorstudiefase is er daarom heel wat uitwisseling gebeurd met verschillende polaire instituten maar ook met Belgische en buiten-

landse wetenschappers en andere experts. Er werden werkbezoeken georganiseerd maar uiteraard was de terreinervaring door het projectteam zelf, essentieel. Deze werd voor een groot stuk opgedaan met de verkenningsexpedities. Tijdens de expeditie van 2004 (*Belare 2004 Site Survey Expedition*) werd een geschikte bouwplaats gevonden en de expeditie van 2005 (*Belare 2005 Logistic Survey Expedition*) richtte zich op de verkenning van de logistieke aanvoerroutes naar de kust. Deze expedities leverden de voor het ontwerpproces noodzakelijke meetgegevens (topografie, glaciologie, geologie, meteodata, enz.). Tenslotte was er in november 2005 een bezoek aan de Noorse Antarcticabasis Troll. Hiermee werd de voorstudiefase afgerond. Alle input, feedback en *lessons learned* werden vertaald in een definitief eisenpakket.

Het station-programma

Het uit het eisenpakket gedistilleerde station-programma voorziet in een functionele en aangename woonwerk-omgeving. Flexibiliteit is hierbij een sleutelgegeven. Het station is ontworpen om gemakkelijk mee te evolueren met nieuwe technologieën, met wisselende eisen van de wetenschap en met een grote variabiliteit in het aantal bezoekers. Door het extreem energievriendelijke karakter zal het slechts een kleine ingreep vragen om het station, indien gewenst, om te vormen van een zomer- naar een winterstation.

Voor wetenschappelijke doeleinden zijn er voorzieningen zoals labs, geconditioneerde opslagruimten en aparte observatiehutten. Deze laatste zijn nodig voor experimenten waarbij de activiteiten in het gebouw zelf de metingen kunnen verstoren (bijvoorbeeld seismologische en magnetische metingen). Voor onderzoek verder weg van het station (tot max. 200 km) zijn mobiele units ontworpen die een groep van wetenschappers tot meerdere weken autonoom kunnen laten opereren. Gedurende de lange winterperiode (maart-oktober) zal een permanente satellietlink met België instaan voor datacommunicatie van continue automatische metingen.

Het station is bewust compact gehouden; het gebouw is qua ruimte en systeemontwerp geoptimaliseerd voor 12 personen maar het heeft voldoende buffercapaciteit voor het kortstondig huisvesten van 20 tot 30 personen. In het ontwerp is veel aandacht gegaan naar het geluidcomfort, een functionele indeling en praktische organisatie. Het programma beperkt zich niet enkel tot de gebouwen maar omvat ook installaties zoals brandstof-



depots, een landingszone voor kleine vliegtuigen en alle andere elementen die een basis nodig heeft.

Gebruik van het terrein

De basis wordt ingeplant op een rotsrichel, 200 km van de rand van de *ice-shelf* (kust) naast een *outlet-gletsjer* van het Antarctisch hoogplateau en net voor het *Sør Rondane*-gebergte (Oost-Antarctica), een gebied dat voor wetenschappelijk onderzoek interessante en relatief goed te bereiken opportuniteiten biedt.

De keuze van de bouwsite was een oefening in het samenbrengen van soms tegenstrijdige vereisten. Het surveyteam van 2004 was concreet op zoek naar heel specifieke terreincondities waarin parameters zoals toegankelijkheid, verankering, energie en wind centraal stonden. Vooral de windcondities geven de nodige hoofdbreken omdat enerzijds wind nodig is voor windenergie en anderzijds er voldoende natuurlijke bescherming moet zijn tegen de destructieve katabatische winden (krachtige winden die vanaf het hoger gelegen centrum van het continent komen gewaaid als gevolg van de zwaartekracht) die typisch zijn voor Antarctica. De weersgegevens verzameld gedurende een jaar tonen in ieder geval aan dat de site voorlopig aan de verwachtingen voldoet. Dit vertaalt zich in verrassend “milde” temperaturen (-36°C minimaal) en een gunstig windregime met een gemiddelde van 6 m/s en relatief lage pieken (40 m/s).

Het geselecteerde ontwerp is van een hybride type. Enerzijds is er een leefmodule op palen boven de granieten richel (een beproefde oplossing gebruikt voor op rotsgebouwde stations). Anderzijds is er de opslag/werkplaatsmodule die grotendeels in het terrein verzonken is (een oplossing die men kan terugvinden bij op het ijs gebouwde stations). Beide modules zijn door een tunnel verbonden. Dit concept, waarin de voordelen van twee beproefde bouwtypologieën optimaal verenigd zijn zonder de nadelen ervan, was enkel mogelijk door een unieke combinatie van terreincondities. Die bestaat erin dat het relatief kleine en sneeuwvrije rotsoppervlak van de rotsrichel geflankeerd wordt door diepe geaccumuleerde en gecompacteerd sneeuw op een plek die tegelijk een open karakter heeft maar ook natuurlijke bescherming biedt.

Verrassend hoog energieaanbod

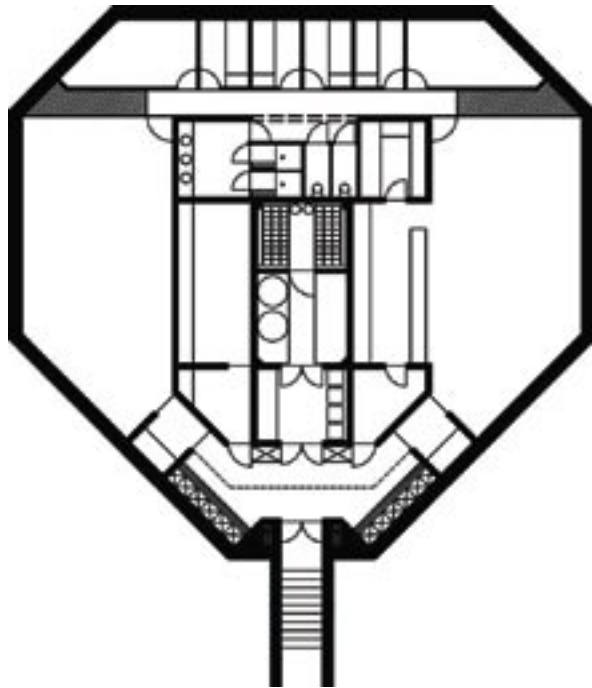
Voor de energiestudies zijn gebruikersprofielen gecreëerd die in detail de energiebehoeften tijdens het zomerseizoen en het onbemande winterseizoen in kaart brengen. Het systeemontwerp van de basis biedt een combinatie van bouwfysische en actieve systemen om aan deze vraag te voldoen en om zo efficiënt mogelijk met de energie om te gaan. Het energieaanbod is in de

zomer voor een groot deel ingevuld door de zon. Deze is 24 uur per dag aanwezig en ondanks de lage positie aan de horizon is het energiepotentieel mede door het hoge albedo aanzienlijk. Door middel van een combinatie van fotovoltaïsche panelen, thermische panelen en passieve zonnearmte worden gedurende het zomerseizoen de behoeften aan verwarming, warm water en ook het smelten van sneeuw (waterproductie) ingevuld. De rest van het energiebudget wordt geproduceerd door vier relatief kleine windturbines (15kW) die over een afstand van 600 m over de richel verspreid staan. Een energie-managementsysteem staat in voor het zo efficiënt mogelijk sturen van de verschillende actieve systemen zodat optimaal gebruik kan gemaakt worden van energieverliezen (cogeneratie) en de buffercapaciteit in batterijen kan beperkt worden. Voor noodgevallen worden 2 conventionele generatoren voorzien.

Onbemand overwinteren maakt de zaak moeilijker

Het is op het eerste gezicht contradictoerisch dat het ontwerpen van een zomerbasis – open van november tot en met februari – een zwaardere opdracht blijkt te zijn dan een basis die het hele jaar open is. In het laatste geval is de continue aanwezigheid van mensen een groot voordeel omdat men te allen tijde kan ingrijpen en men niet te kampen heeft met het probleem van extreme afkoeling. Apparatuur binnenin het gebouw en het gebouw zelf lopen in de winter – als de temperatuur kan dalen tot -60°C – namelijk een reëel risico op beschadiging. Een aantal subsystemen zoals het waterzuiveringssysteem en de apparatuur voor remote sensing en gebouwmonitoring zal gedurende de winter actief blijven (zij het in een lagere graad). Zij zullen van energie worden voorzien door batterijen en door een robuuste kleine windturbine die in tegenstelling tot de “zomerturbines” het hele jaar door zal werken.

Er is gezocht naar een oplossing waarin de functionele eisen naadloos samengaan met de beperkingen opgelegd door het afsluiten van de basis in de winter en het streven naar maximale energie-efficiëntie. Daarom is het gebouw samengesteld uit een aantal concentrische lagen die rondom een “warme” technische kern liggen. In deze kern zijn de basisfuncties en de meest kwetsbare systemen gegroepeerd. Een tweede laag omvat alle actieve systemen zoals toepassingen die water nodig hebben. Een derde laag zijn “passieve” ruimten waarin zich enkel meubilair bevindt. Tenslotte is er de “huid” van het gebouw die optimaal geïsoleerd is. In de winter worden de verschillende lagen hermetisch van elkaar afgesloten. Binnen elke geïsoleerde buffer die zo ontstaat wordt gedurende de hele winter de temperatuur gecontroleerd. Het controlesysteem van het station (SCS) waakt erover dat de temperatuur binnen vastgelegde limieten blijft.

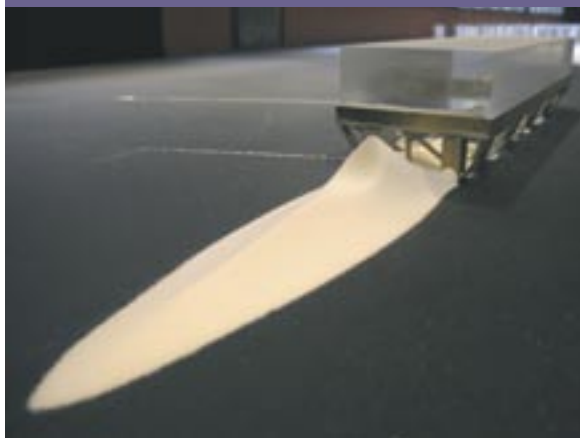
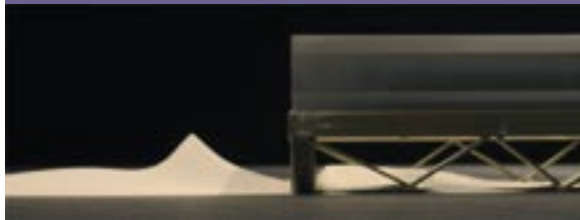


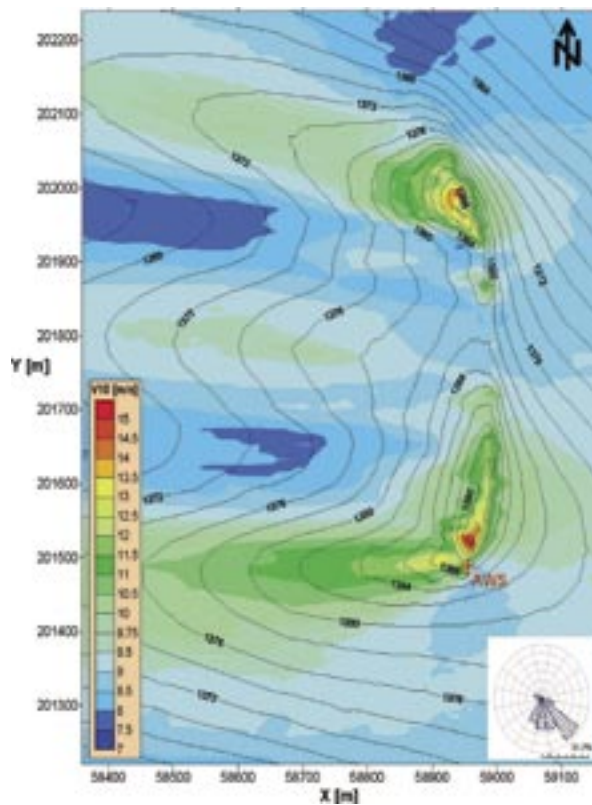
Deze opbouw biedt een aantal belangrijke voordelen. Er kunnen temperatuursgevoelige systemen en toestellen gekozen worden die in normaal gebruik, tijdens de zomer, performant en energiezuinig zijn. Alle energieverbruikers bevinden zich in de kern van het gebouw waardoor energieverliezen optimaal benut worden. Alle actieve systemen zijn met een compact netwerk met elkaar verbonden. Hierdoor wordt het risico op defecten verkleind (minder onderdelen) en kritische handelingen zoals het laten leeglopen van buizen voor de winter wordt heel eenvoudig. Er is bovendien minder energie nodig voor het verpompen van vloeistoffen, waarbij de graviteit maximaal wordt benut.

De technische kern van het gebouw, die in principe *stand-alone* kan functioneren, is via satelliet verbonden met België. Zo kan in oktober het systeem vanop afstand opgestart worden, het gebouw gradueel op temperatuur worden gebracht (een thermische shock vermijdend) en de bioreactoren van het afvalwatersysteem stap voor stap opgestart worden (dit vraagt meerdere weken). Het station zal dan ook klaar zijn voor gebruik bij de aankomst van de eerste bezoekers, waardoor de opstarttijd drastisch beperkt wordt en men sneller aan de slag kan voor de voorbereiding van de wetenschappelijke activiteiten. Dit is slechts één van de vele maatregelen die de operationele kosten binnen het vooropgestelde werkbudget moeten houden.

Aerodynamica als design

Een snelle opstart is ook mogelijk door de onderhoudswerkzaamheden op het terrein rond de basis te beperken. In het project wordt veel aandacht besteed aan de aerodynamica van het gebouw. Dit heeft een aantal redenen. Het gebouw staat in de wind en de geometrie van het gebouw garandeert dat het sneeuwvrij blijft. De sneeuwaccumulatie die onvermijdelijk gecreëerd wordt achter het gebouw is gecontroleerd qua hoeveelheid en afzettingspatroon. Hierin spelen beide bouwmodules (hybride type) op elkaar in. Het leefgedeelte kanaliseert de windstromen en het dak van de ingegraven module werkt als een geleider die de sneeuwdrift afleidt naar een zone weg van het gebouw. De doelstelling is het tijdrovende sneeuwruimen te vermijden en het gebouw optimaal te laten functioneren. Verder zijn de windtunneltesten (uitgevoerd in het von Karman Institute for Fluid Dynamics – zie ook Science Connection 9) noodzakelijk om het windgeruis (turbulenties) te beperken, de locatie van in- en uitgangen te bepalen en vooral de mechanische belasting op de structuur in te schatten.





Veiligheid voor mens en milieu staat centraal

Het werken volgens de bepalingen van het Antarctica-verdrag houdt in dat er heel wat procedures en maatregelen zijn die emissies, vervuiling en het verwerken van afval regelen. Het project gaat hier nog een stap verder door de manier waarop de constructie en de operationele fase werden bedacht.

Voor de watervoorziening zal zoals elders in Antarctica sneeuw worden gesmolten. Voor de Belgische basis echter zal dit vooral gebeuren met behulp van thermische zonnecollectoren. De hoeveelheid te smelten water zal beperkt zijn omdat het gebruikte water wordt gerecycled voor secundaire functies zoals het wassen van kleren en de toiletten. In een latere fase kan er, indien gewenst, worden uitgebreid naar een 90% recyclage. Het overschot aan gebruikt water wordt volledig volgens de geldende normen opgeslagen in een diepe opening achter de rotsrichel. Veel aandacht ging ook naar de beperking van emissies, dit zowel door actieve systemen als door materiaalgebruik (bijvoorbeeld geen gebruik van toxische lijmen). Vast afval zal op de basis zoveel mogelijk beperkt worden en gescheiden worden opgeslagen om later verwijderd te worden van het continent.

Naast de extreme klimatologische omstandigheden is brand, door de extreme droogte, één van de grootste risico's in Antarctica. Het spreekt voor zich dat hiervoor alle mogelijke veiligheidsmaatregelen moeten worden genomen. In geval van extreme brandschade, waarbij het station niet meer bewoonbaar zou zijn, is er een autonome noodmodule voorzien ten westen van de basis – windopwaarts van het station. Daar zal voldoende brandstof en voedsel aanwezig zijn om een groep mensen gedurende meerdere maanden in leven te houden.

Verdere planning

Tot nader order is het project in lijn met de vooropgestelde planning. Eind februari 2006 werd de design validatiefase afgesloten met een *design freeze* waarna de gedetailleerde designfase zal starten. De assemblage in België zal van start gaan begin 2007, met materiaaltransport naar Antarctica in oktober 2007. De bouw in Antarctica zal plaats vinden in het zomerseizoen van 2007-2008. Van zodra het station functioneel is zal het overgedragen worden aan het Federaal Wetenschapsbeleid dat zal instaan voor de werking en het onderhoud van de basis, inclusief de financiering van onderzoeksprojecten op de basis. Maar dat is een verhaal op zich...

Johan Berte





Aardbevingen
in “stabiele” gebieden van Europa:

een tijdbom?

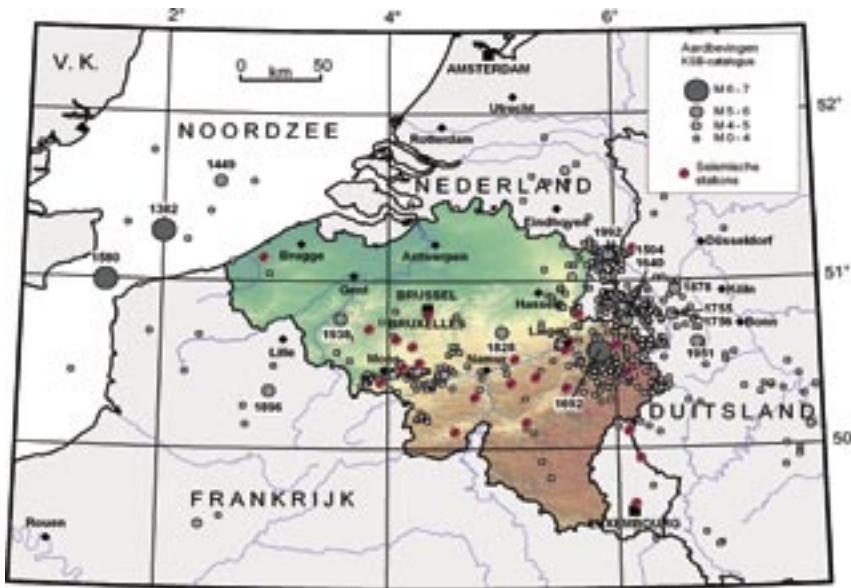
Meer dan 90% van de seismische activiteit in de wereld gebeurt aan de rand van grote lithosferische platen die de aarde bedekken. Toch is er ook een niet te verwaarlozen seismische activiteit in bepaalde gebieden op relatief grote afstand van deze plaatranden. Deze streken worden vanuit tektonisch standpunt vaak als “stabiel” beschouwd en er bestaan in het algemeen geen preventieve maatregelen tegen mogelijke grote aardbevingen die er zich zouden kunnen voordoen. Dat heeft dramatische gevolgen wanneer er werkelijk een dergelijke grote beving plaatsvindt. Onderzoekers staan voor een grote uitdaging om de grootte van deze “zeldzame” aardbevingen in te schatten en na te gaan

waar en met welke frequentie ze zich kunnen voordoen. De afgelopen jaren hebben onderzoekers van de afdeling seismologie van de Koninklijke Sterrenwacht van België methoden ontwikkeld die dit soort vragen moeten helpen beantwoorden voor het noordwesten van Europa en voor andere zogenaamde *intraplaatzones* in de wereld.

© J.Wouters, Le Soir, 1983

De huidige seismische activiteit: het Belgisch seismisch netwerk

Het noordwesten van Europa, van de Rijnvallei tot het zuiden van de Noordzee, wordt gekenmerkt door een zwakke seismische activiteit in vergelijking met de glo-



Seismische activiteit in België en grensgebieden sinds het jaar 1300 (catalogus van de Koninklijke Sterrenwacht van België). Bij aardbevingen met een gemeten of geraamde magnitude groter dan 5.0 is het jaartal aangegeven.

bale seismische activiteit. Nochtans krijgt de bevolking er bijna jaarlijks met aardbevingen te maken. Niet zelden hebben die aanzienlijke schade als gevolg. Dat was het geval in de streek van Luik op 8 november 1983 en rond Roermond in Nederland op 13 april 1992.

In Luik werden meer dan 16 000 huizen getroffen in een straal van drie kilometer rond het epicentrum. Meer dan 700 families moesten elders een onderkomen zoeken. Dat een dergelijke, eerder zwakke aardbeving (magnitude $M = 4.7$) toch zoveel schade kon berokkenen, had te maken met het feit dat ze zich vrij dicht bij het aardoppervlak voerde in een dichtbevolkte regio. Bovendien zijn bakstenen constructies, typisch voor oude industriegebieden in het noordwesten van Europa, redelijk kwetsbaar. De meest zichtbare schade was dan ook het gevolg van vallende schoorstenen (zie foto p. 23). Ook andere delen van gebouwen zoals natuurstenen frontons of schoorsteenkappen vielen naar beneden. Talrijke daken en voor de huizen

geparkeerde voertuigen werden op die manier beschadigd. Indien de aardbeving zich overdag had voorgedaan waren er wellicht veel dodelijke slachtoffers geweest.

De aardbeving in Luik deed de autoriteiten inzien dat het belangrijk was de seismische activiteit in onze streken goed in de gaten te houden. Het seismisch waarnemingsnetwerk dat de Koninklijke Sterrenwacht geleidelijk aan ontwikkelde, bestaat momenteel uit 40 seismische stations (zie illustratie) die continu trillingen in de bodem meten. Het doel van dit netwerk is om permanent de seismische activiteit in onze streken te registreren. Meestal gaat het om talloze zwakke bevingen, die niet worden gevoeld, maar wel gedetecteerd en precies gelokaliseerd moeten worden. Deze waarnemingen vormen een belangrijke basis voor wetenschappelijk onderzoek van aardbevingen in onze regio. Door analyse van de seismische signalen kan men nagaan welke trillingen door aardbevingen worden veroorzaakt. Daaruit kan snel alle mogelijke informatie worden gehaald over de seismische gebeurtenissen die in België worden gevoeld. Zo kan men vlug en doeltreffend hulp sturen indien er zich in de toekomst vernietigende aardbevingen zouden voordoen. De instrumenten registreren overigens niet alleen aardbevingen, maar bijvoorbeeld ook de val van meteorieten of micro-seismische trillingen van meteorologische oorsprong. En ze meten ook menselijke activiteit zoals explosies in steengroeven of bij het graven van een kanaal of "geïnduceerde" aardbevingen.

Sporen van grote aardbevingen van het verleden in de topografie en de geologie

De meeste aardbevingen met een magnitude van meer dan 5.0 in onze streken gebeurden over het algemeen op verschillende plaatsen (zie illustratie). Er is een grote kans dat de volgende belangrijke schok zich zal voordoen op een plaats die tot nu toe vanuit seismisch standpunt als weinig actief wordt beschouwd. Deze opmerking

Aardbevingen in het verleden

De moderne seismische netwerken zijn relatief recent. Het grootste deel van de informatie in verband met seismische activiteit moet dus uit historische archieven worden gehaald. Maar spijtig genoeg bestonden de meeste Europese catalogi van vóór 1980 uit weinig kritische compilaties van historische bronnen. De betrokkenheid van professionele historici bij dit soort onderzoek heeft geleid tot meer kwalitatieve en betrouwbare kennis van de seismische activiteit in bepaalde regio's van Europa. Dankzij onderzoek van de Koninklijke Sterrenwacht van België heeft men nu een beter idee van de seismische activiteit in onze streken. De illustratie hierboven toont de epicentra van aardbevingen in onze streken sinds de 14de eeuw. Voor de belangrijkste aardbevingen werd bovendien specifiek onderzoek verricht om hun magnitude en impact

beter in te schatten. Zo wijzen bijvoorbeeld talrijke historische documenten over de aardbeving van 18 september 1692 erop dat het om een uitzonderlijk grote aardschok ging (zie illustratie hiernaast). Ze lieten ook toe het epicentrum te lokaliseren in het noorden van de Belgische Ardennen, waar grote ravage werd aangericht. De kaart toont dat er ook schade was over een uitgestrekt gebied van Kent in Engeland tot het Rijnland en tot het centrum van de Champagnestreek. Hoewel Engeland aan de rand van de zone ligt waarin de aardbeving werd waargenomen, is de aardbeving van 1692 één van de grootste die er ooit is gevoeld. De magnitude van de beving wordt geschat tussen 6.0 en 6.5, door de omvang van de zone waar de schok werd gevoeld en van het gebied met schade te vergelijken met deze bij recente aardbevingen. Onderzoek samen

illustreert dat de gekende seismische activiteit niet representatief is voor de seismische activiteit op lange termijn en niet volstaat om ons volledige informatie te leveren over de mogelijke plaatsen waar grote aardbevingen zich in de toekomst zullen voordoen. Voor onderzoek van de seismische activiteit in een bepaalde regio op langere termijn hebben we een zo lang mogelijk tijdsperspectief nodig. Een aardbeving is in feite een plotse en catastrofale gebeurtenis die zich voordoet langs een breuklijn of in een bepaald gebied en die het resultaat is van een lang geologisch proces. Omdat de breuk als gevolg van een grote aardbeving tot aan het aardoppervlak kan reiken laat ze in het algemeen – maar niet altijd – sporen na in de geologie en de morfologie van het landschap. Daarnaast kunnen de amplitude en de duur van sterke bodemtrillingen tijdens een aardbeving vervormingen van losse bodemlagen tot gevolg hebben (liquefactie, aardverschuivingen...). Op die manier kunnen geologen er sporen van terugvinden en ze interpreteren. Dit is de doelstelling van wetenschappelijke onderzoeksdomeinen zoals aardbevingsgeologie en paleoseismologie.

De meeste kwantitatieve waarnemingen in verband met actieve breuken en hun relatie met seismische activiteit zijn afkomstig uit gebieden van de aarde met een belangrijke seismische activiteit. In deze gebieden gebeuren grote aardbevingen langs actieve breuklijnen met gemiddelde tussenperiodes van enkele tientallen tot enkele honderden jaren, en bewegen de breuken met een gemiddelde snelheid van enkele millimeters tot enkele centimeters per jaar. Op die manier veranderen ze de morfologie van het landschap en doen ze, gezien op geologische tijdschalen, grote structuren ontstaan. In intraplaatzones zoals het noordwesten van Europa, zijn grote aardbevingen veel zeldzamer. We vinden opeenvolgende bevingen niet noodzakelijk in het landschap terug. Verschijnselen als erosie en afzetting doen kleine breukverplaatsingen immers weer teniet. Toch scheidt in de streek van Bree in Belgisch Limburg de *Feldbiss*-breuklijn van het noordwes-

ten naar het zuidoosten het Kempens Plateau van de Roerdalslenk (pagina 26). Deze vrij rechtlijnige steilrand is 10 kilometer lang en heeft een hoogteverschil van 15 tot 20 meter. Sinds een honderdtal jaar beschouwen Belgische geologen dit als de morfologische uitdrukking van een breukzone met een relatief recente activiteit. De 350 000 tot 700 000 jaar geleden afgezette sedimenten van de Maas en de Rijn hebben er immers een verticale verplaatsing van 35 tot 40 meter ondergaan. De breuk maakt deel uit van een groot netwerk van breuken die de Roerdalslenk begrenzen met een totale lengte van ongeveer 300 kilometer. Hoewel de seismische activiteit in de Roerdalslenk in verband werd gebracht met deze breuken, werden de steilranden in de morfologie van het landschap tot voor kort beschouwd als het resultaat van ofwel continue, "a-seismische" (niet gepaard met aardbevingen) bewegingen, ofwel eenvoudigweg als het gevolg van differentiële erosie aan weerskanten van de breuk. Men beschouwde grote aardbevingen en de permanente coseismische verplaatsingen aan het oppervlak die er het gevolg van zijn, als zeer onwaarschijnlijk.

In 1996 startte de Koninklijke Sterrenwacht van België gedetailleerd onderzoek van de breuk van Bree. De KSB wilde op zoek gaan naar aanwijzingen van eventuele grote aardbevingen in een geologisch recent verleden. Het onderzoek werd gefinancierd door de Europese projecten *PALEOSIS* (1998-2000) en *SAFE* (2001-2004) en door de acties ter aanmoediging van wetenschappelijk onderzoek in de federale wetenschappelijke instellingen van het Federaal Wetenschapsbeleid. Het gaat om een combinatie van nauwkeurig morfologisch onderzoek op het terrein, gebaseerd op topografische gegevens (digitale hoogtemodellen) en luchtfoto's, met geofysische prospectie van de ondergrond (seismische reflectie, elektrische tomografie, grondradar...). Zo kan men de plaats van de meest recente tektonische vervorming bepalen in relatie met de morfologie. Wanneer die correct is bepaald, worden er ook sleuven gegraven dwars over de breukzone. De paleoseismolo-

Vergelijking van de verbreiding van de schade veroorzaakt door de aardbevingen van 18 september 1692 en 13 april 1992. De kaart toont de grenzen van de zones met intensiteit groter dan V (sterke schok met enkele lichte schadegevalen), VI (algemene lichte schade tot zware schade) voor beide aardbevingen. Elk punt op de kaart stemt overeen met een lokaliteit waarvoor we over getuigenissen beschikken uit de tijd van de aardbeving van 1692. Op basis van de geografische uitbreiding van deze zones kunnen we de magnitude van deze aardbeving ramen op 6 1/4. Het gebied waarin schade werd veroorzaakt is duidelijk veel groter dan bij de aardbeving van Roermond in 1992 die een magnitude van 5.4 had.

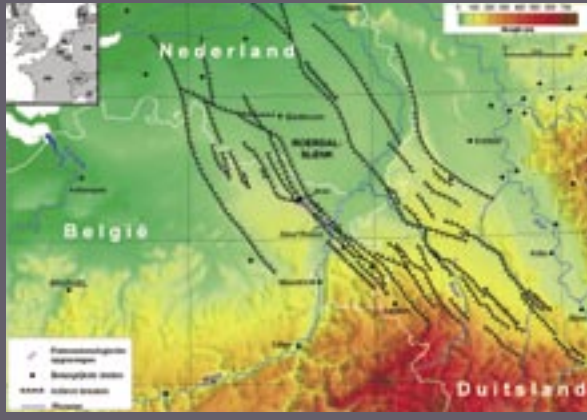
met onze Engelse en Franse collega's toont aan dat er nog twee andere even belangrijke aardschokken zijn geweest op 21 mei 1382 in het zuiden van de Noordzee en op 6 april 1580 in het Nauw van Calais.

Deze drie aardbevingen waren veel belangrijker dan de bescheiden bevingen met slechts plaatselijke schade die we tijdens de 20ste eeuw hebben meegemaakt. Terwijl de aardbevingen van Luik in 1983 en van Roermond in 1992 in totaal voor ongeveer 200 miljoen euro schade zorgden, schatten Europese verzekeraars de financiële gevolgen van een aardbeving van magnitude 6.0 tot 6.5 in een stad als Keulen tussen 15 en 100 miljard euro.



Studie van actieve breuken in Belgisch Limburg.

(a) Ligging van Kwartaire breuken omheen de Roerdalslenk in het grensgebied België – Duitsland – Nederland, en van de opgravingen in het kader van het paleoseismologisch onderzoek van de Koninklijke Sterrenwacht van België;



(b) De steilrand van Bree ten zuidoosten van de stad Bree. Deze is geleidelijk ontstaan door opeenvolgende grote aardbevingen tijdens de voorbije 350 000 jaar;



(c) Wand van een sleuf gegraven over de Geleenbreuk te Rotem. De verplaatsing (inzakking) van de geologische lagen is het resultaat van de laatste grote aardbeving die zich hier ongeveer 3000 jaar geleden heeft voorgedaan.



Wat is de magnitude van deze grote aardbevingen? De magnitude is een getal waarmee seismische gebeurtenissen kunnen gerangschikt worden volgens de energie uitgestraald onder de vorm van seismische golven binnenin en aan het oppervlak van de aarde. De laatste veertig jaar hebben seismologen aangetoond dat er hierbij een verband is met de afmetingen van het breukvlak dat in beweging komt bij de beving, en met de gemiddelde verplaatsing langs dit breukvlak. Normaal gezien bepaalt men de magnitude op basis van seismogrammen, geregistreerd door een aantal seismische stations. Omdat bij grote aardbevingen de breuk waarneembaar is aan het aardoppervlak, kan men de magnitude ervan ook bepalen vanuit geologische waarnemingen op het terrein (of) vanuit geodetische metingen van de vervormingen van het aardoppervlak, waarmee men de lengte van de breuk en de bijhorende verplaatsing kan evalueren.

gische analyse van een sleuf is gebaseerd op de waarneming en meting van eventuele breukverplaatsingen en (of) vervorming van sedimentaire lagen, die verband houden met een grote aardbeving. Uit de datering van de opeenvolgende geologische afzettingen kan men bovendien een onder- en bovengrens afleiden voor het tijdstip waarop de verschillende schokken zich hebben voorgedaan. Dat gebeurt door het meest recent vervormde en het oudste onveranderde niveau te dateren.

Onderzoek van vijf sleuven langs de breuk van Bree wijst erop dat zich de afgelopen 100 000 jaar minstens vijf grote aardbevingen hebben voorgedaan. De meest recente gebeurde waarschijnlijk iets meer dan 3000 jaar geleden en daarbij was er een verticale breukverplaatsing van ongeveer 55 centimeter. Op verschillende plaatsen langs de breuklijn van Bree is als gevolg hiervan nog een kleine breuktrede te zien in het landschap. Het hoogteverschil in de topografie komt perfect overeen met de meest recente verplaatsing die in de verschillende sleuven is teruggevonden. De voorlaatste grote aardbeving bracht breukverplaatsingen teweeg die te vergelijken zijn met de meest recente beving en gebeurde 9600 tot 13 600 jaar geleden. De op twee na laatste beving lijkt groter te zijn geweest met een gemiddelde verticale breukverplaatsing van naar schatting 1,2 meter tussen het Kempens Plateau en de Roerdalslenk. Wanneer die zich voordeed is minder nauwkeurig te bepalen. Het moet tussen 20 000 en 46 000 jaar geleden zijn geweest.

In het geval van de paleo-aardbevingen langs de breuk van Bree suggereert de relatieve verticale verplaatsing tussen het Kempens Plateau en de Roerdalslenk, gemeten in de sleuven, een magnitude van 6.5 ± 0.3 voor de twee meest recente aardbevingen en van 6.7 ± 0.3 voor de beving daarvoor. Indien we ons baseren op de lengte van de breuklijn die bij deze aardbevingen was betrokken – 10 km volgens de lengte van de steilrand zichtbaar in het landschap – wordt de magnitude op 6.3 ± 0.3 geschat. Deze waarde is minimaal. Het is immers niet zeker dat de breukverplaatsing beperkt bleef tot dit deel van de breuklijn tussen het Kempens Plateau en de Roerdalslenk. Met ons huidige onderzoek willen we de breuksegmenten onderzoeken die grenzen aan de breuk van Bree, om hun onderlinge mechanische relaties te bepalen en aldus beter de lengte van de breuken te kunnen evalueren.

Onderzoek van breuken die verantwoordelijk zijn voor de grote aardbevingen van 1928 in het zuiden van Bulgarije

We hebben een krachtige techniek ontwikkeld, waarmee we op unieke wijze de seismische activiteit op lange termijn in minder actieve gebieden kunnen onderzoeken. In het noordwesten van Europa kon tot nog toe geen enkele aan het oppervlak zichtbare breuk in verband worden

gebracht met een gekende historische aardbeving. Alleen in het geval van de aardbeving van 18 september 1692 lijkt een dergelijke relatie waarschijnlijk. Het complex reliëf van het gebied waar het epicentrum van deze beving lag, het noorden van de Belgische Ardennen, bemoeilijkt dit onderzoek. Een fundamenteel probleem is het vinden van valabele wetenschappelijke argumenten, die aantonen dat de aan het oppervlak waargenomen vervormingen in de Roerdalslenk wel degelijk een seismische oorsprong hebben.

Vanuit methodologisch standpunt was het dus belangrijk deze methoden ook te kunnen toepassen in gebieden met een “zwakke activiteit”, waar zich wel recent grote aardbevingen hebben voorgedaan. Daarom hebben we sinds 2000 in samenwerking met de Bulgaarse Academie van Wetenschappen onderzoek uitgevoerd naar de breuken waarlangs twee grote aardbevingen op 14 en 18 april 1928 (respectievelijk $M=6.8$ en $M=7.0$) hebben plaatsgevonden in het zuiden van Bulgarije. Deze bevingen hebben breuktrekken aan het aardoppervlak veroorzaakt over een totale lengte van ongeveer 80 kilometer, met maximale verticale verplaatsingen van ongeveer een halve meter voor de eerste en drie meter voor de tweede. Deze regio is in volle economische ontwikkeling en het is dan ook heel belangrijk dat we kunnen inschatten wanneer hier terug aardbevingen zullen gebeuren. Dit vruchtbaar onderzoek wordt financieel ondersteund via een bilaterale overeenkomst tussen België en Bulgarije.

Voorzorgen tegen aardbevingen in onze streken

Natuurverschijnselen als aardbevingen zijn in het algemeen meer catastrofaal, naarmate ze zeldzamer zijn en zich meer onverwacht voordoen. Precies omdat ze zeldzaam zijn, bestaan er in het algemeen totaal geen voorzorgsmaatregelen tegen de gevolgen van een dergelijke gebeurtenis. De mega-aardschok van Sumatra-Andaman op 26 december 2004 had onder meer een tsunami als gevolg die alle kuststreken rond de Indische Oceaan dramatisch trof. Het is een typisch voorbeeld van deze onvoorbereidheid. Andere natuurverschijnselen zijn wel voorspelbaar op kortere termijn, maar draaien eveneens uit op rampen door een gebrek aan voorzienigheid, en dat niet alleen in de armste regio's van de wereld. De gevolgen van de orkaan Katrina in september 2005 langs de kust van Louisiana zijn in dit opzicht exemplarisch. Wetenschappers hadden in beide gevallen voorspeld dat deze catastrofes zich de komende jaren of decennia zouden voordoen. Maar ze werden spijtig genoeg niet gehoord.

In België worden de risico's van een aardbeving over het algemeen onderschat. Onderzoek toont aan dat een gebouw in België evenveel kans loopt op schade door een aardbeving als door een brand. Dat deze twee risico's ver-

schillend worden ingeschat komt omdat ze zich op een totaal verschillende manier manifesteren. Branden doen zich regelmatig voor, maand na maand en over het hele grondgebied. Een aardbeving treft in één klap heel veel gebouwen in een welbepaalde streek. Maar globaal gezien is per gebouw (voor normale burgerlijke bouwwerken) het risico even groot. Er is dus geen enkele reden om zich wel zorgen te maken over een eventuele brand, en overstroming of een storm en helemaal geen rekening te houden met de mogelijkheid op een aardbeving. De Europese Commissie heeft een code uitgevaardigd voor “constructies bestand tegen aardbevingen” (de zogenaamde *Eurocode 8*), waarvoor elk land een toepassingsrichtlijn moet bepalen. In België is een dergelijke richtlijn al opgesteld onder leiding van de Universiteit van Luik en ons land beschikt dus over een preventiemiddel voor nieuwe bouwwerken. Maar dat is niet het geval voor bestaande constructies.

Ons onderzoek toont ook aan dat zich in het gebied tussen de Rijnvallei en het zuiden van de Noordzee in het verleden grote aardbevingen hebben voorgedaan, die mogelijk een magnitude tot 7.0 konden bereiken. Ze zijn zeldzaam, gemiddeld één schok met een magnitude van meer dan 6.0 elke 230 jaar, maar ze zullen zeker opnieuw gebeuren. En ze zullen ernstige gevolgen hebben: verlies van mensenlevens en economische schade. Herstellingen en wederopbouw zullen veel geld kosten, er zal werkloosheid zijn in bedrijven die schade hebben opgelopen en productielijnen zullen stilvallen. We moeten deze problematiek beslist ernstig nemen. Weliswaar moeten we niet meteen aan het ergste denken, maar het zou goed zijn na te gaan wat de reële gevolgen zouden kunnen zijn van een dergelijke ramp en welke noodplannen en preventiemaatregelen we kunnen voorzien. De afdeling seismologie van de Koninklijke Sterrenwacht van België is zich van deze problematiek goed bewust en voert op dit vlak onderzoek uit in samenwerking met de Universiteit van Luik, de Polytechnische Faculteit van Bergen en het Hoger Instituut voor de Noodplanning van de Federale Overheidsdienst “Binnenlandse Zaken”.

Thierry Camelbeeck en Kris Vanneste



De seismologische dienst van de Koninklijke Sterrenwacht van België:

www.astro.oma.be/SEISMO/index.html

Hier vindt u de realtime registraties van de seismische stations van Ukkel en Membach, de online database over de seismische activiteit in onze streken, en de individuele vragenlijst die door iedereen beantwoord kan worden wanneer een aardbeving wordt gevoeld in België.

In 1996 startte de Koninklijke Sterrenwacht van België gedetailleerd onderzoek van de breuk van Bree. De KSB wilde op zoek gaan naar aanwijzingen van eventuele grote aardbevingen in een geologisch recent verleden.



Restauratie

In 2004 wordt het Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium door de organisator van de kunst- en antiekbeurzen ARTEXIS benaderd om de restauratie van een werk van Pieter Paul Rubens (1577-1640) te sponsoren als een project van artistiek mecenaat. De keuze viel op een schilderij uit de Sint-Antonius van Paduakerk in Antwerpen dat toegeschreven wordt aan deze kunstenaar. Het werk werd eerst tentoongesteld op de 24ste Euranticabeurs op de Heizel tussen 18 en 28 maart 2004 om ook het brede publiek bij deze actie te betrekken en tot een bijdrage aan te zetten.

Het schilderij illustreert een episode uit het leven van de heilige Franciscus van Assisi. Tijdens een meditatie in een grot ziet hij plots Onze-Lieve-Vrouw verschijnen op een wolk in een schijnsel van licht. Zij draagt het kind Jezus in haar armen terwijl cherubijntjes uit de hemel het wonderde gebeuren aanschouwen. Onderaan links knielt een verschrikte medebroeder van Franciscus en houdt de hand voor de ogen tegen het verblindend licht dat van Maria en het kind uitgaat. Boven de grot rijst het silhouet van een kale boom tegen de avondlijke hemel.

Franciscus heeft zijn sandalen uitgedaan wat kan verwijzen naar het tafereel van Mozes en het brandende braambos in het Oude Testament.

De adhesie tussen de verschillende lagen (drager, grond- en verflaag) was redelijk goed. Hier en daar waren er opstuwingen en enkele retouches. Het schilderij was vroeger gereinigd maar onder het vernis zat nog vuil en de vernislaag was geel geworden en vertoonde zones met chancis. Samengevat kan worden gesteld dat het natuurlijke verouderingsproces geen dramatische gevolgen heeft gehad en dat de drager redelijk goed bewaard bleef.

De behandeling startte op 29 maart 2004 met het in beeld brengen van de materiële toestand door middel van wetenschappelijke onderzoekstechnieken (infrarood licht, ultraviolet licht, röntgen en infraroodreflectografie). Nadien begon restaurateur Victor Gamiro Lopes met de voorzichtige reiniging door het afdunnen van het vergeelde en verdonkerde vernis. Dan was het de beurt aan de oude retouches die werden verwijderd

waarna de lacunes werd gevuld en geretoucheerd. Een Damarverniss werd tenslotte als bescherming aangebracht over heel de oppervlakte. Dankzij de behandeling werd de penseelvoering van de kunstenaar terug herkenbaar met afwisselend een dikkere structuur en een dun glacijs.

Het schilderij sierde mogelijk een zijaltaar – als tegenhanger van een altaar met de voorstelling van *Franciscus ontvangt de stigmata* – in de kerk van de Paters Kapucijnen in Antwerpen die werd ingewijd in 1614. Zoals zovele andere werken van Rubens werd het vaak gekopieerd en werd de compositie via gravures verder verspreid. Een vergelijking met de gravure van Michel Lasne (1590-1667) toont aan dat het doek aan de linkerzijde werd ingekort. In 1794 werd het door de Fransen aangeslagen en naar Parijs gevoerd om in 1815 terug te keren en in depot gegeven te worden aan de voormalige Kapucijnenkerk. Deze werd in 1908 gesloopt en in 1910 vervangen door een neogotische kerk gewijd aan Sint-Antonius van Padua. Of Rubens eigenhandig instond voor de uitvoering van het hele werk wordt betwijfeld.

De wat zwakkere indruk van sommige partijen kan wijzen op medewerking van het atelier. Dankzij de restauratie heeft het schilderij zeker gewonnen aan luminositeit en komen de kwaliteiten van de kunstenaar onder meer in het schitterende *changeant*-effect van Maria's mantel opnieuw helemaal tot hun recht. Het schilderij *Franciscus ontvangt de stigmata* wacht nog op een vrijgevige sponsor om opnieuw te kunnen wedijveren met zijn tegenhanger in de Antwerpse Sint-Antoniuskerk. Liefhebbers zijn welkom.

Christina Ceulemans en Nathalie Laquière



Werken van Rubens:
www.rubensonline.be

H. Vlieghe, Saints (Corpus Rubenianum Ludwig Burchard, VIII), Brussel, 1972, I, nr. 94, p. 145-147; fig. 166 toont de gravure van Lasne.

en mecenaat



Pieter Paul Rubens en atelier, *H. Franciscus van Assisi ontvangt het Jezuskind van O.-L.-Vrouw*, ca. 1614–1617, olie op doek, 230 x 173 cm, Antwerpen, Kerk Sint-Antonius van Padua, vóór en na behandeling.



“Mijn reizen? Mijn boeken en televisie...”

« Ik heb indertijd een hele reeks ambtenarenexamens afgelegd, minstens dertig», blikte Robert Van den Haute terug. Hij werd in 1910 geboren in Aalst. Zijn vader was spoorwegbeambte, zijn moeder een “bescheiden arbeidster in de schoennijverheid”. Hij studeert af aan de normaalschool, maar komt in 1929 “toevallig” op de burgerlijke stand terecht van het gemeentebestuur van Schaarbeek. Iets verderop, op de archiefdienst, werkte “een wat rare vogel, met z’n lavallière en z’n hoed met ‘brede trottoirs’, zoals hij het zelf uitdrukte. Het was Adémar Martens, beter bekend als Michel de Ghelderode”. Schilder Rik De Reymacker, eveneens gemeentebestuurder, stelde hen aan elkaar voor.

Aanvankelijk was Robert Van den Haute onder de indruk van de man, want “het was de eerste keer in mijn leven dat ik een schrijver ontmoette”. Toch klikte het blijkbaar goed tussen beiden: “Ik werd gauw kind aan huis bij de familie en ging er twee à drie avonden per week op bezoek. Ik ontmoette er fantastische mensen zoals de schrijvers Thomas Owen en Jean Ray en de schilder Jean-Jacques Gailliard”. Wanneer de Ghelderode zijn loopbaan bij de administratie beëindigt, volgt Robert Van den Haute hem op als archivaris.

Naast zijn “natuurlijke voorliefde” en zijn grote nieuwsgierigheid is het dankzij de vader van de Ghelderode, die bij het Algemeen Rijksarchief werkt, dat Robert Van den

Haute zich volledig toespit op deze tak van de geschiedenis, want *“ik heb die interesse niet met de papelep meegekregen”*.

Op het ogenblik dat de Tweede Wereldoorlog uitbreekt, is officier-vaandeldrager Robert Van den Haute 30 jaar. Hij wordt opgeroepen en neemt deel aan de campagne van 1940 en aan de terugtocht die hem naar Rieux-Minervois brengt, in de Franse Pyreneeën, *“mijn langste reis”*. Hij profiteert van zijn gedwongen verblijf om de kathaarse burchten te bezoeken en tijdens de lange tochten die hij onderneemt om zijn compagnie te bevoorraden, duikt hij volop in de plaatselijke archieven.

“Na de oorlog was ik één jaar met vakantie in Sint-Gillis”, vertelt hij met de nodige humor. Naast zijn administratieve job volgt hij een opleiding kunstgeschiedenis in de Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis. Hij krijgt ook advies van de deken van Schaarbeek, zelf voormalig archivaris van de aartsbisschop van Mechelen. Ze maken samen de inventaris op van de Sint-Servaasparochie.

Robert Van den Haute ontmoet ook Albert Marinus, oprichter van *Le Folklore brabançon*, een onderzoeksbulletin voor geschiedenis en volkskunde. Hij publiceert hier een dertigtal artikelen *“op een totaal van meer dan 500”*, waarvan een flink deel in *Le Patriote illustré*, de wekelijkse bijlage van *La Libre Belgique* die vandaag niet meer bestaat. *“Dankzij een Schaarbeekse gemeenteadviseur, die ook journalist was bij La Libre, kon ik er aan de slag als freelancer.”* Zijn eerste artikel ging over de cisterciënzerabdij Onze-Lieve-Vrouw ten Duinen in Koksijde. In 1954 werden zijn kronieken gebundeld onder de titel *Le montreur de choses du passé* (*“De man die ons het verleden laat zien”*) waarvoor de vast secretaris van de Academie het voorwoord schreef.

Michel de Ghelderode werkte aan de kust, *“in een oude molen. We gingen er vaak naartoe en rookten er de ene pijp na de andere!”* Robert Van den Haute koestert trouwens al van jongsaf aan een speciale voorliefde voor windmolens: *“De muziek die ze ‘s nachts maken, is gewoon subliem”*.

In Jette helpt Robert Van den Haute mee een klein heemkundig museum oprichten, in de voormalige abdij van Dielegem. *“Samen met André Matthys, vandaag inspecteur-generaal bij het ministerie van het Waals Gewest, legden we de resten bloot van een Gallo-Romeinse villa. Ik heb trouwens de resultaten van mijn archiefonderzoek gepubliceerd in Le comté de Jette.”* Dat onderzoek gaat terug tot de tijd *“toen de leeszaal zich nog in de Nassaukapel bevond, die met zes lezers al eivol zat, stel je voor”*.

“In ons museumpje hebben we een archeologiebibliotheek die, naast die van het Jubelparkmuseum en van de Koninklijke Bibliotheek, één van de rijkste verzamelingen Belgische en buitenlandse tijdschriften herbergt”, benadrukt hij zo fier als een pauw.

En er is nog iets waar de kranige negentiger een erezaak



van maakt: *“In tegenstelling tot vele anderen, die nooit een archiefdocument van dichtbij hebben bekeken, heb ik nooit ook maar één artikel gecompileerd”*.

Hij bekent dat zijn eetkamer vol ligt met oude documenten maar... *“gelukkig heeft mijn vrouw daar veel begrip voor”*. Zodanig dat hij zijn oude mechanische schrijfmachine heeft moeten inruilen voor een nieuwe, elektrische, want *“de op- en neergaande wagen nam te veel plaats in, waardoor mijn stapels papier op de grond vielen”*.

Elke donderdag trekt Robert Van den Haute nog altijd even enthousiast naar de leeszaal van het Rijksarchief, op zoek naar hét zeldzame document.

Pierre Demoitie

Loopbaan

- 1910 wordt geboren in Aalst
- 1929 gaat aan de slag bij het gemeentebestuur van Schaarbeek
- 1936 huwt Victoria Vercleyen
- 1943 publiceert zijn eerste boek
- 1961 richt samen met François Van Bellingen de Geschied- en Heemkundige Kring van het Graafschap Jette en Omgeving op
- 1962 zit aan het sterfbed van de Ghelderode
- 1975 gaat met pensioen
- 2000 wordt voorzitter van de Fondation internationale Michel de Ghelderode

Meer

De Fondation internationale Michel de Ghelderode:
www.ghelderode.be
Het de Ghelderode-museum van de Université Libre de Bruxelles:
www.ulb.ac.be/musees/

Musea van heinde en ver: Kyoto

De architectuur van het Nationaal Museum van Kyoto dat opgetrokken is in rode baksteen, is geïnspireerd op de Franse 17de-eeuwse barok.

Een ticket voor de permanente collecties van het Nationaal Museum van Kyoto kost 420 yen, nauwelijks 3 euro. Elke tweede en vierde zaterdag van de maand is de toegang gratis.

© P. Demoitié

Na Hongkong in december en Lyon in februari zetten we opnieuw koers naar Azië. Dit keer houden we halt in Japan, meer bepaald in Kyoto, van 794 tot 1868 de keizerlijke hoofdstad.

De stad werd in 1945 ei zo na verwoest maar telt vandaag bijna anderhalf miljoen inwoners. In 1997 had hier een internationale conferentie plaats die tot het beroemde Kyotoverdrag leidde. Doel: het broeikas effect terugdringen en daarvoor een concreet tijdsschema uitwerken.

Kyoto telt niet minder dan 2000 tempels, paleizen en openbare parken. De stad behoort tot het Werelderfgoed van de UNESCO en wordt met zijn 60 musea als cultureel centrum van Japan beschouwd.

Een ervan is het Nationaal Museum van Kyoto dat in 1897 zijn deuren opende. Het hoofdgebouw is bestemd voor tijdelijke tentoonstellingen. De permanente collecties bevatten meer dan 12 000 kunstvoorwerpen die ingedeeld zijn per thema: archeologie, keramiek, beeldhouwkunst, schilderkunst, kalligrafie, stoffen, lakwerk, ...





Tegenover het museum ligt de boeddhistische tempel van *Sanju-sangen-do* (wat “33 baaien” betekent) waarvan de funderingen dateren uit de 12de eeuw. De officiële naam van de tempel luidt: *Renge-ô-in*. Hij herbergt duizend-en-een godenbeelden in cipreshout en in het midden prijkt een beeld van de godin Kannon (godin van de barmhartigheid) uit 1264. De tempel is de langste houtstructuur ter wereld: hij meet maar liefst 118,22 meter.

Het Gouden Paviljoen dateert uit 1397 (het werd in 1950 platgebrand door een geestesgestoorde monnik maar werd identiek heropgebouwd) en is volledig bedekt met goud, met uitzondering van de benedenverdieping.

In Gion, de oude uitgaansbuurt, ligt de Chion-in-tempel, waarvan de majestueuze poort dateert uit 1619. De tempel werd gebouwd in 1211 en is een van de grootste van Kyoto. Iets verderop vinden we het Museum voor Kunst en Ambacht, met aardewerk en porselein. Het Nationaal Museum voor Moderne Kunst (met een oppervlakte van zowat 10 000 m²) herbergt dan weer schilderijen, gravures en sculpturen, plus ook Japanse, Europese en Amerikaanse juwelen en lakwerk, maar dan wel hedendaags(e).

In het Museum van Kyoto zijn allerlei traditionele voorwerpen te bezichtigen die verband houden met de lokale geschiedenis en het culturele erfgoed van de stad. Het museum werd in 1994 gebouwd naar aanleiding van de 1200ste verjaardag van de stad.

Pierre Demoitie

De tempel van Sanju-sangen-do herbergt duizend-en-een houten beelden.
© P. Demoitie

De tempel van Chion-in.
© P. Demoitie



Het Gouden Paviljoen.
© P. Demoitie



Bevorderen van biotechnologieën

industriële via overleg

Voor industriële biotechnologie (ook wel witte biotechnologie genoemd) is in België een voorname rol weggelegd inzake technologische innovatie, industriële competitiviteit en duurzame ontwikkeling. Op initiatief van minister van Wetenschapsbeleid Marc Verwilghen werd in januari 2005 een *Belgian Interdisciplinary Platform for Industrial Biotechnology* (BIPIB) opgericht om de ontwikkeling van deze technologieën in België te bevorderen.

De uitdaging is ambitieus van opzet aangezien het niet alleen om transversale domeinen gaat (wetgeving, overheidsopdrachten, ...), maar ook om verschillende themagebonden gebieden (biomassa, bioprocédés en bioproducten, bio-energie).

De beschouwingen van het BIPIB in het kader van drie werkgroepen die zich met verschillende sectoren van de witte biotechnologie bezighielden (biomassa, bioprocédés en bioproducten, bio-energie), resulteerden in een voorstel van langetermijnstrategie zowel inzake een beleid als inzake onderzoek om de ontwikkeling van deze veelbelovende sector mogelijk te maken. Het document met daarin deze aanbevelingen is terug te vinden op de internetsite van het Federaal Wetenschapsbeleid.

Industriële biotechnologie: wat en waarom?

Industriële biotechnologie is de toepassing van biotechnologie op de industriële productie en de verwerking van chemische substanties, van materialen (biopolymere, ...), van complexe moleculen (enzymen, ...) en van bio-energieën (biowarmte, biobrandstof, ...). Daarbij wordt hoofdzakelijk gebruikgemaakt van micro-organismen (bacteriën, gisten, schimmels en micro-algen) en van de enzymen ervan.

Industriële biotechnologie stelt dus een alternatief voor de conventionele chemie voor en steunt op het gebruik van natuurlijke hulpbronnen zoals biomassa als «grondstof» en kan in ruime mate een bijdrage leveren aan duurzame ontwikkeling.

Door haar inbreng in het verminderen van onze olieafhankelijkheid zal ze immers bijdragen aan de inspanning die erop gericht is de broeikasgasemissies in te perken (Kyotodoelstellingen). Anderzijds zal ze door het tot stand brengen van nieuwe markten voor landbouwgrondstoffen ook een betekenisvolle ruggeleuning zijn voor onze landbouw.

Het gebruik van micro-organismen of enzymen maakt complexe chemische reacties op lage temperatuur mogelijk alsmede een aanzienlijke vermindering van de benodigde waterhoeveelheden. Bioprocédés vereisen daardoor in het algemeen minder water en energie dan vergelijkbare klassieke procédés. Producten van witte biotechnologie zijn dus duurzamer omdat ze economischer en milieuvriendelijker zijn.

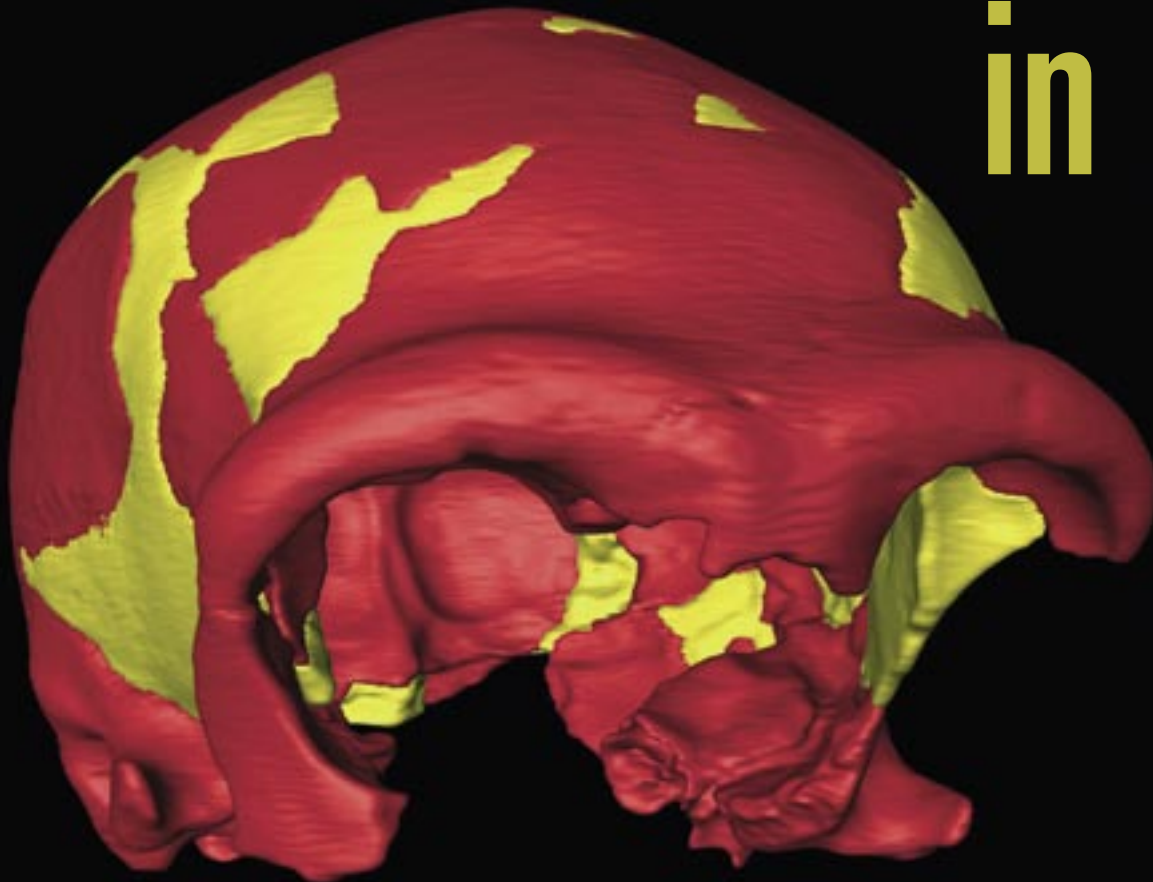
Door de aard van de aangewende hulpbronnen (biomassa), van de toegepaste procédés (minder vervuilend en minder energieverwendend) en van de ontwikkelde producten (bio-energie, biokunststoffen, ...), zal industriële biotechnologie uitgroeien tot een wezenlijke pijler in de duurzaamheid van de beter uitbalanceerde ontwikkeling van onze samenleving.

© Belpress

Dimitri Harmegnies



De mens van Spy in 3D



De opgraving van een archeologische vindplaats is meteen de onherroepelijke vernietiging ervan. Het is dus van essentieel belang zo goed mogelijk alle informatie te registreren, zowel tijdens de opgraving als tijdens de latere studie van het opgegraven materiaal. De archeologische collecties vormen samen met de terreingegevens de enige materiële getuigenissen van een verdwenen menselijk verleden.

De multidisciplinaire aanpak van de opgegraven materiële resten draagt bij aan hun fysieke versnippering over verschillende laboratoria, wetenschappelijke instellingen en/of openbare en privé-musea. De institutionele complexiteit in België beperkt de centralisatie van materiële of fysieke collecties en eveneens de toegang voor onderzoekers tot het geheel van collecties, een situatie die nog uitvergroet wordt voor instellingen die werken op opgravingen uitgevoerd in het buitenland. De digitalisering is dan ook de enige realistische methode voor een hereniging van verspreide ensembles

met een garantie voor een samenhang inzake erfgoed en wetenschap, en die zich niet beperkt tot een eenvoudige elektronische catalogus van voorwerpen. De associatie tussen de gegevens is immers een absolute vereiste zodat de informatie over context (waaronder archieven, terreingegevens, geologische en sedimentaire context, analyses, studies, enz.) niet verloren kan gaan.

MARS: het project en de partners

MARS (*Multimedia Archaeological Research System*) werd gekozen en gefinancierd in het kader van het Meerjarig ondersteuningsprogramma voor de uitbouw van de informatiemaatschappij (2001-2008). MARS is een doeltreffend en soepel systeem dat als onderzoeksinstrument kan dienen met daaraan gekoppeld het verband tussen gegevens met betrekking tot voorwerpen in de collecties, analyses, archieven en bibliografische databanken. Het maakt een rationeel beheer van de collecties mogelijk, zowel op het niveau van hun bewaring als

Reconstructie van de schedel van Spy I. Identificatie van het been (rood) en de pleisterkalk (geel). Reconstructie met behulp van Amira © 3.1 (A. Balzeau, KBIN/TNT 2005).

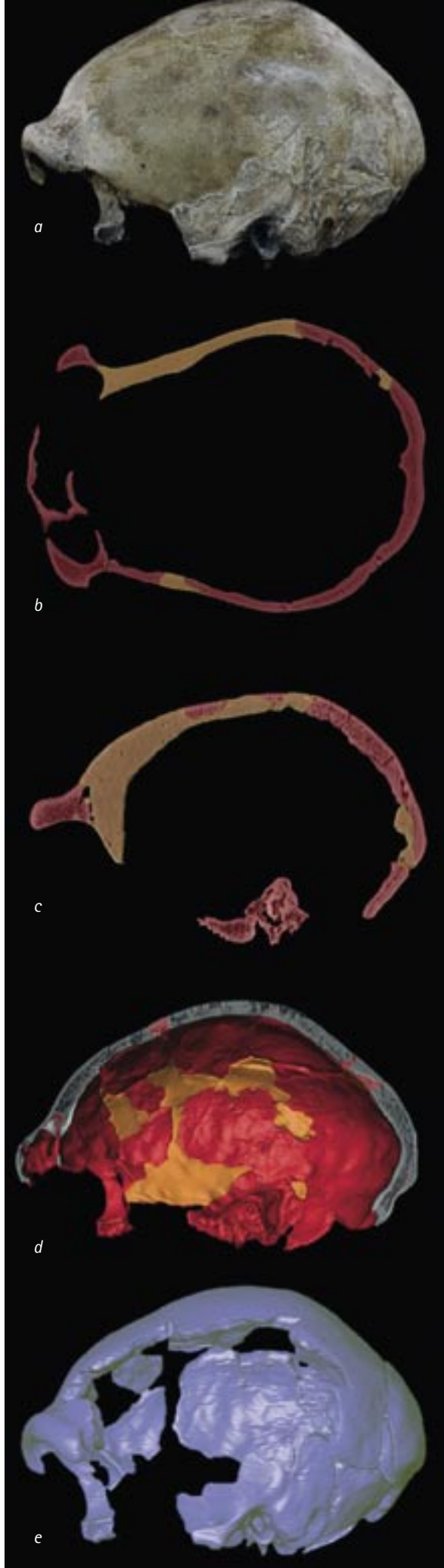
Illustratie van het segmentatieprotocol van het gefossiliseerde been en de pleisterkalk vanaf de scanografische gegevens op het fossiel Spy I.

a. origineel fossiel in links zijstandpunt;

b. en c. scanografische overlangse en parasagittale sneden die het been en de pleisterkalk illustreren (in oranje) die met behulp van Amira® 3.1 virtueel werden afgebakend;

d. sagittale middensneden en 3D-reconstructie van de rechterhelft van het fossiel en de pleisterkalk.

e. 3D-reconstructie in links zijstandpunt van het fossiel van Spy I zonder de pleisterkalk (A. Balzeau & P. Semal, KBIN/TNT 2005).



van hun wetenschappelijke studie. Het consortium van het project groepeert de Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis (KMKG), het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen (KBIN), het Koninklijk Museum voor Midden-Afrika (KMMA), de Katholieke Universiteit Leuven (KUL), het Waals Gewest (DGATLP), de Koninklijke Belgische Vereniging voor Antropologie en Prehistorie (KBVAP), de *Société de Recherches Préhistoriques en Hainaut* (SRPH), de *Association pour la Diffusion de l'Information Archéologique* (ADIA) en de firma DEIOS.

De partners vertegenwoordigen de diversiteit van de archeologische wereld in België, namelijk de drie Federale wetenschappelijke instellingen met de grootste archeologische collecties (KMKG, KBIN en KMMA), een universiteit (KUL), een regionale administratie belast met archeologie (DGATLP), een vereniging die opgravingen uitvoert op de site van Spiennes (recent als werelderfgoedsite geklasseerd door UNESCO), verder een van de oudste geleerde genootschappen in de prehistorie (KBVAP) en tot slot een vereniging die instaat voor de verspreiding van informatie over archeologie in scholen en bij het grote publiek (ADIA).

Spy als casestudy uit de eerste fase

De grot van Spy is de bekendste prehistorische vindplaats in België en is op Europees niveau een van de paleoantropologische referentiesites. Er gebeurden talrijke opgra-



Eerste rechtsbovenste neanderthalvoorkies afkomstig uit de opgravingen van Fr. Twiesselmann (1954). De afmetingen, de vorm en de contactfacetten getuigen van zijn thuishoren in Spy II. (P. Semal, KBIN)

vingen tussen 1879 en 1980. Het resultaat van al die inspanningen is verdeeld over verschillende wetenschappelijke instellingen en musea (Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis, Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, de *Université de Liège*, de *Université catholique de Louvain* en het Curtiusmuseum van de stad Luik), zonder de talrijke privécollecties mee te tellen die het resultaat zijn van prospecties door amateuronderzoekers. Het ingezamelde prehistorische materiaal behoort tot alle perioden begrepen tussen die van de Neanderthaler ($\pm 40\ 000$ jaar geleden) en het neolithicum (± 2800 jaar v.C.). De verzameling telt tienduizenden voorwerpen (antropologische, archeologische en paleontologische) en bevat meerdere duizenden archiefdocumenten (iconografische en alfanumerieke).

Bij het opnieuw bestuderen van de collecties afkomstig uit meer dan een eeuw opgravingen in Spy werden tot 19 keer meer menselijke botfragmenten gevonden, met als resultaat dat het totaal aantal menselijke beenderen nu meer dan 1700 bedraagt. Daaronder zijn er verschillende die teruggaan op de oorspronkelijke botcollectie van 1886 (Spy I en Spy II), maar ook nieuwe individuen zowel van Neanderthalers als van moderne mensen werden geïdentificeerd. De resultaten van dit pluridisciplinair onderzoek (antropologie, archeologie, paleontologie, geologie en geschiedenis) zullen in 2007 gepubliceerd worden in een monografie. Het geheel van gegevens zal ook beschikbaar zijn via de systemen MARS en TNT/NESPOS.

Het datamodel

In de structuur van de MARS-objecten kan alle informatie ingevoerd worden die betrekking heeft op een archeologische vindplaats, op voorwerpen in verzamelingen, op analyses, referentievoorwerpen (bibliografie, archieven, multimedia), administratieve gegevens en categorieën.

De algemene idee is de ontwikkeling van een product met de voordelen van een internetdatabase gekoppeld aan die van de persoonlijke programma's met basisdatabase- en bibliografische referenties. De gebruiker kan het privé- of publieke statuut van het voorwerp en/of die van het daaraan verbonden document (word, rtf, pdf) bepalen. De beschrijvingsvelden zijn voldoende nauwkeurig om geavanceerde zoekopdrachten te verwezenlijken in de databank, maar de gebruiker kan eveneens niet-gestructureerde informatie toevoegen of kan het voorwerp binden aan om het even welk ander voorwerp of documenttype dat door het systeem wordt herkend. In het geval van een pdf-bestand bijvoorbeeld dat geassocieerd wordt met een bibliografische verwijzing, kunnen de toegangsrechten verschillen naargelang het gaat over het delen van de informatie (de referentie) en de naleving van de copyrights van de uitgevers voor het pdf-bestand.

Opdat de gebruiker de noodzakelijke opties voor de beschrijving van de voorwerpen kan creëren, worden de

opties op hiërarchische wijze gerangschikt met behulp van een specifiek werktuig. Een nieuwe optie die door een gebruiker gecreëerd wordt, zal voor hem onmiddellijk toegankelijk zijn. Het gebruik door anderen zal slechts mogelijk zijn wanneer een beheerder van de site of moderator dit valideert.

De uitvoer en invoer van de gegevens over MARS- en NESPOS-voorwerpen zullen kunnen gebeuren via gebruik van een XML-bestand. Een volledig automatische migratie van de gegevens kan niet via deze procedure omwille van het probleem van veelvuldige kopies van hetzelfde voorwerp, maar het tijdrovende werk van dubbele manuele invoer wordt hiermee wel vermeden.

Samenwerking met het Europees project TNT

Het Europees project TNT (*The Neanderthal Tools*) heeft als doel het grootste wetenschappelijke netwerk in samenwerkingsverband te ontwikkelen met betrekking tot de Neanderthalbevolking en dit zowel op archeologisch en antropologisch niveau als wat betreft de gegevens omtrent hun milieu. Het werd in 2004 gekozen in het kader van het Digicultprogramma van het zesde Europese kaderprogramma en groepeerd acht technische, wetenschappelijke en mediapartners. Het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen is de Belgische partner van dit project. Een database die toegankelijk is via het internet centraliseert alle relevante informatie en, tot nu toe, ook de 3D-beelden van Neanderthalfossielen uit Frankrijk, België, Duitsland en Kroatië. Elke wetenschappelijke partner (Neanderthal Museum, KBIN, Universiteit van Poitiers en het Natuurhistorisch Museum van Kroatië) heeft de volledige digitalisering van de voor hen toegankelijke Neanderthalfossielen ondernomen om ze onder te brengen in de NESPOS-database (*Neanderthal Studies Professional Online Service*). Openbare en privéruimtes binnen de database maken dat het beheer van de informatie volledig gebeurt volgens toegangsregels die door de conservatoren van de verzamelingen worden bepaald.

3D-beeldvorming van voorwerpen

Het doel van de metingen die nodig zijn voor de verschillende aspecten van het archeologisch onderzoek is twee-

dig: enerzijds de creatie van een registratieformaat waarmee op een zo getrouw mogelijke manier een bepaald object gepubliceerd kan worden, en vooral het – virtueel – behoud van het voorwerp of op zijn minst van de daaraan verbonden informatie.

In tegenstelling tot wat men zou denken is fotografie niet het meest aangewezen middel voor de uitwerking van deze doelstellingen. In fotografie wordt een beperkt aantal gezichtspunten immers bevoordeeld waardoor het volume van de voorwerpen gereduceerd wordt tot tweedimensionale beelden. Bovendien ontstaan er bijna altijd vervormingen (o.a. optisch). Het opnemen van metingen is dus fundamenteel in archeologie om de verdwijning van de materiële resten uit het verleden tegen te gaan.

Verschillende technieken worden toegepast voor de aanmaak van een driedimensionaal beeld van voorwerpen. In het kader van de TNT- en MARS-projecten stonden het KBIN en de Directie Archeologie van het Ministerie van het Waals Gewest samen in voor de volledige digitalisering van de Belgische menselijke Neanderthalbotresten. Dit gebeurde met medische scanners van de laatste generatie die met 64 detectoren uitgerust zijn en in samenwerking met professor Stéphane Louryan van de *Université libre de Bruxelles* en met μ -scanners in samenwerking met professor Nora De Clerck van de Universiteit Antwerpen. De resolutie van deze digitalisering kan $18\mu\text{m}$ bereiken en geeft voor geïsoleerde tanden de kleinste details weer op de reconstructies. De aldus gedigitaliseerde voorwerpen kunnen bestudeerd, gemeten of zelfs opnieuw gereconstrueerd worden zonder daarbij het origineel aan te raken, wat zeer belangrijk is bij het erfgoedbeheer.

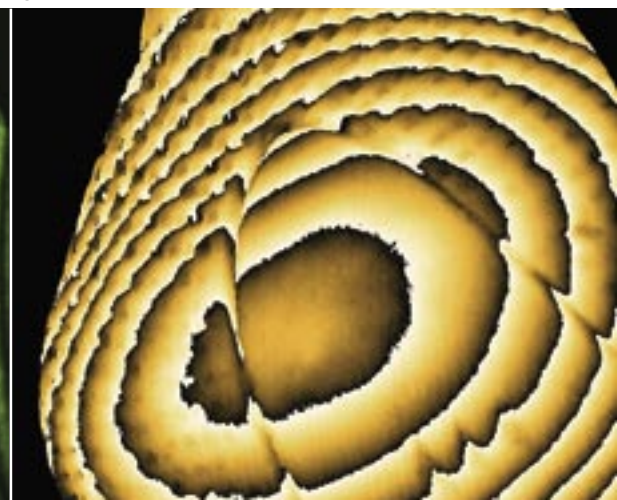
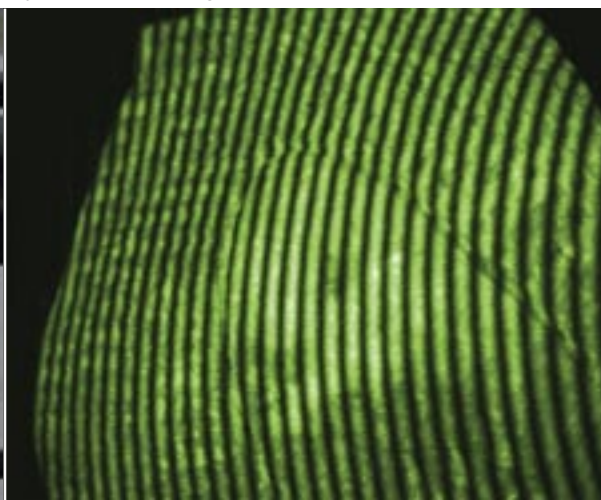
Voor het digitaliseren van allerlei oppervlakken ontwikkelt en commercialiseert de firma DEIOS driedimensionale digitaliseringsinstrumenten die op een gepatenteerde uitvinding gebaseerd zijn, namelijk de driehoeksmeting door projectie van interferometrische franjes. Tijdens de tweede fase van het MARS-project (2005-2007) zal DEIOS een prototype ontwikkelen van 3D-opmeting van oppervlakken, gebaseerd op de techniek van optisch “moiré” dat specifiek voor archeologische en antropologische stukken wordt ontworpen.

De techniek bestaat erin gedurende een bepaalde tijd een

Uitrusting voor 3D-opnames door projectie van interferometrische franjes (Deios).

Projecteren van een lichtgevende structuur.

Figuur van moiré.



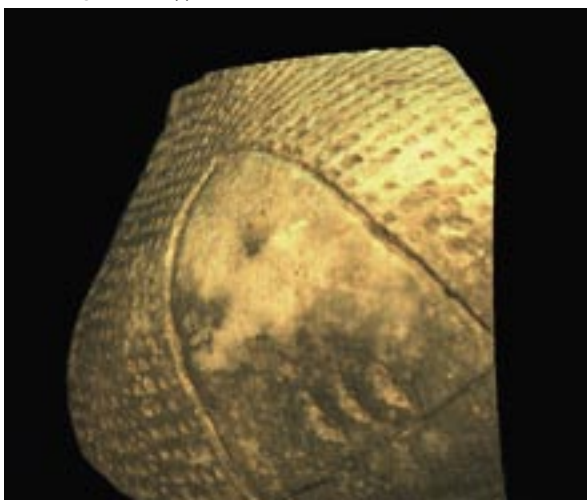
lichtgevende structuur te projecteren op een voorwerp. De structuur bestaat uit afwisselende sombere en lichte lijnen. De vervorming hiervan op het te bestuderen voorwerp dient als meetinstrument van het reliëf. Door dit motief met een hogeresolutiecamera te bekijken is het mogelijk het beeld van het vervormde netwerk elektronisch te projecteren op een referentiefiguur die hetzelfde motief weergeeft, maar zonder vervorming. Deze verrichting toont een geheel van meetkundige beelden die lijken op hoogtelijnen: het zijn figuren met moiré-effect. Elk van ons heeft ze al eens gezien – vaak zonder het te merken – wanneer de televisie een beeld toont van een persoon met gestreepte of geruite kleding en wanneer dit raster dat vervormd wordt door de anatomie van de persoon interfereert met het regelmatige raster van pixels van het televisiescherm.

De interpretatie van deze figuren met moiré-effect, die slechts een uitvergroete getuigenis zijn van de vervorming van het geprojecteerde motief, gekoppeld aan trigonometrische formules van driehoeksmeting, laten toe het geanalyseerde reliëf weer te geven in de vorm van een 3D-bestand. De graad van nauwkeurigheid van het scannen is volkomen vergelijkbaar met die van de bekende techniek van het laserscannen, maar de operatie is veel sneller en laat een onmiddellijke behandeling toe van een oppervlak dat een maximale afmeting van 50 cm kan bedragen. De scan kan in situ gebeuren ongeacht de bestaande belichting.

De visualisering en de analyse-instrumenten

De 2D/3D-weergave van bijzondere stukken moet een eerste wetenschappelijke benadering mogelijk maken met weergave, metingen en vergelijkingen. Teneinde de systemen MARS en NESPOS compatibel te maken, zijn de virtuele voorwerpen van MARS dezelfde als die van NESPOS. Ook zijn de visualiseringsinstrumenten ArtecCore en Geocore toepassingen die binnen het Europese project TNT ontwikkeld werden. Modellen met zes zijden maken het mogelijk om een voorwerp eenvoudig te tonen en om basismetingen zoals van lengte en breedte van het voorwerp te doen. Op modellen met oppervlakken van het formaat STL en X3D kunnen *landmarks* geplaatst worden en kunnen andere metingen (afstanden, hoeken, oppervlakken) gebeuren. Op

Afbeelding van het oppervlak met textuur.



doorsneden in het voorwerp kunnen referentiepunten geplaatst worden op interne oppervlakken van het voorwerp, op voorwaarde dat het STL-model met behulp van CT-gegevens werd aangemaakt. De CT- en μ -CT-gegevens kunnen worden gevisualiseerd. De gebruiker kan een automatische of manuele segmentatie uitvoeren en de volumes exporteren als STL-bestandsformaat. Alle bestanden van de gebruiker, met inbegrip van de landmarks en visualiserings-opties, kunnen eveneens opgeslagen worden onder de vorm van een bestandsformaat in Excel of in OpenOffice.

Vooruitzichten

De methodologie en de technische benaderingen uit het project MARS kunnen in tal van andere domeinen toegepast worden. Hierbij kan gedacht worden aan een systeem voor de registratie en opvolging van dossiers in administraties met de mogelijkheid informatie terug op te sporen. De 3D-digitalisering op hoge resolutie is fundamenteel binnen het digitaliseringsprogramma voor de collecties van de Federale wetenschappelijke instellingen, en vooral voor zoölogische specimen. Naast het aspect van bewaring van erfgoed opent deze vorm van digitalisering ook nieuwe wegen in wetenschappelijk onderzoek door toegang te verschaffen aan interne structuren van gedigitaliseerde objecten.

Patrick Semal, Els Cornelissen en Louis Wannijn



Het MARS-project:

www.naturalsciences.be/mars/

Contact: info.mars@naturalsciences.be

www.belspo.be/fedra > onderzoeksprogramma's > Meerjarig ondersteuningsprogramma voor de uitbouw van de informatiemaatschappij > project I2/AE/212

The Neanderthal Tools:

www.the-neanderthal-tools.org/



Semal P., Cornelissen E. & Cauwe N., 2004. MARS: multimedia archaeological research system. *Notae Praehistoricae*, 24: 203-208.

Rougier H., Crevecoeur I., Fiers E., Hauzeur A., Germonpré M., Maureille B. & Semal P., 2004. Collections de la Grotte de Spy: (re)découvertes et inventaire anthropologique. *Notae Praehistoricae*, 24: 181-190.

Semal P., Kirchner S., Macchiarelli R., Mayer P. & Weniger G. C., 2004. TNT: The Neanderthal Tools. In: K. Cain, Y. Chrysanthou, F. Niccolucci, D. Pletinckx, & N. Silberman (eds), *Interdisciplinarity or The Best of Both Worlds. The Grand Challenge for Cultural Heritage Informatics in the 21st Century. Selected papers from VAST2004*: 43-44.

Semal P., Toussaint M., Maureille B., Rougier H., Crevecoeur I., Balzeau A., Bouchneb L., Louryan St., De Clerck N. & Rausin L., 2005. Numérisation des restes humains néandertaliens belges. *Préservation patrimoniale et exploitation scientifique. Notae Praehistoricae*, 25: 25-38.



Het Studiecentrum voor Kernenergie

De kern van de zaak

Het Studiecentrum voor Kernenergie (SCK•CEN) werd opgericht in 1952. Het heeft tot taak de nodige kennis rond kernenergie en radioactiviteit te ontwikkelen, te verzamelen en te verspreiden via communicatie en opleiding. Het SCK•CEN doet onderzoek rond veiligheid, afvalbeheer, bescherming van mens en milieu, het beheer van splijtstoffen en maatschappelijke gevolgen in het kader van het streven naar duurzame ontwikkeling. Het Centrum verleent in deze domeinen ook alle diensten die gevraagd worden door de nucleaire industrie, de medische sector en de overheid.



1952

1956

1961

1962

1974

Oprichting van het SCK•CEN

Start reactor BR1

Start reactor BR2

Start reactor BR3

Start onderzoek ondergrondse labo HADES

BR1 is de eerste en dus oudste Belgische kernreactor. In 2006 wordt zijn 50ste verjaardag gevierd. BR1 wordt vooral gebruikt voor wetenschappelijk onderzoek en opleiding. De reactor kan bijvoorbeeld worden ingezet voor het opsporen van zeer kleine hoeveelheden van specifieke elementen in allerlei materialen. Dit kan gaan van dieselolie tot precolumbiaans aardewerk. Een andere toepassing is bestraling voor ruimtevaartonderzoek. Hij staat ook ten dienste van andere onderzoekscentra, universiteiten en de industrie.



BR2 is een materiaaltestreactor en speelt een vooraanstaande rol in het onderzoek naar het gedrag van reactormaterialen en splijtstoffen onder bestraling. Dit onderzoek draagt bij tot het garanderen van de veiligheid van Belgische en internationale kernreactoren die gebruikt worden voor de levering van elektriciteit. De reactor voert ook commerciële bestralingen uit. Zo wordt hij ingezet voor het onderzoek naar en de aanmaak van radio-isotopen voor de nucleaire geneeskunde en voor de dopering van silicium waarmee chips gemaakt worden voor de micro-elektronica.



BR3 was de eerste drukwaterreactor (*PWR-Pressurized Water Reactor*) in West-Europa en trad in werking in 1962. Als vermogenreactor diende hij om ervaring op te doen voor de latere Belgische kerncentrales in Doel en Tihange. BR3 was ook een opleidingscentrum voor het uitbatingspersoneel van de kerncentrales in België. Hij diende eveneens als testreactor voor nieuwe splijtstoffen. In 1987 werd hij definitief stilgelegd. Als eerste drukwaterreactor zou hij ook als eerste worden ontmanteld.



MYRRHA moet 's werelds eerste demonstratieproject worden van een nieuwe klasse van nucleaire systemen die aangedreven worden door een deeltjesversneller (*ADS Accelerator Driven System*). Eén van de voornaamste voordelen van zo'n systeem is dat het toelaat nucleair afval te verbranden of te "transmuteren" tot kort(er) levend afval. Op die manier kan de tijd gedurende dewelke het afval moet opgeslagen worden drastisch ingekort worden. MYRRHA kan ook ingezet worden voor de productie van radio-isotopen voor medische toepassingen, voor fundamenteel onderzoek, voor onderzoek naar materialen voor de huidige en toekomstige reactoren, voor de ruimtevaart, fusietechnologie en stralingsbescherming. Bovendien zal het een belangrijk instrument zijn voor de vorming van toekomstige wetenschappers.



Het ondergrondse laboratorium HADES is de belangrijkste infrastructuur in België voor experimenteel onderzoek naar de diepe geologische berging van hoog radioactief afval in de Boomse klei. Naast de eerste toegangsschacht die hier op de foto te zien is werd inmiddels een tweede schacht gebouwd naar de uitbreiding van het ondergronds laboratorium. De bovengrondse en ondergrondse infrastructuur worden beheerd door ESV EURIDICE, een economisch samenwerkingsverband tussen SCK·CEN en NIRAS.



1987

Reactor BR3 wordt ontmanteld

1996

BR2: nieuwe reactorkern

1999

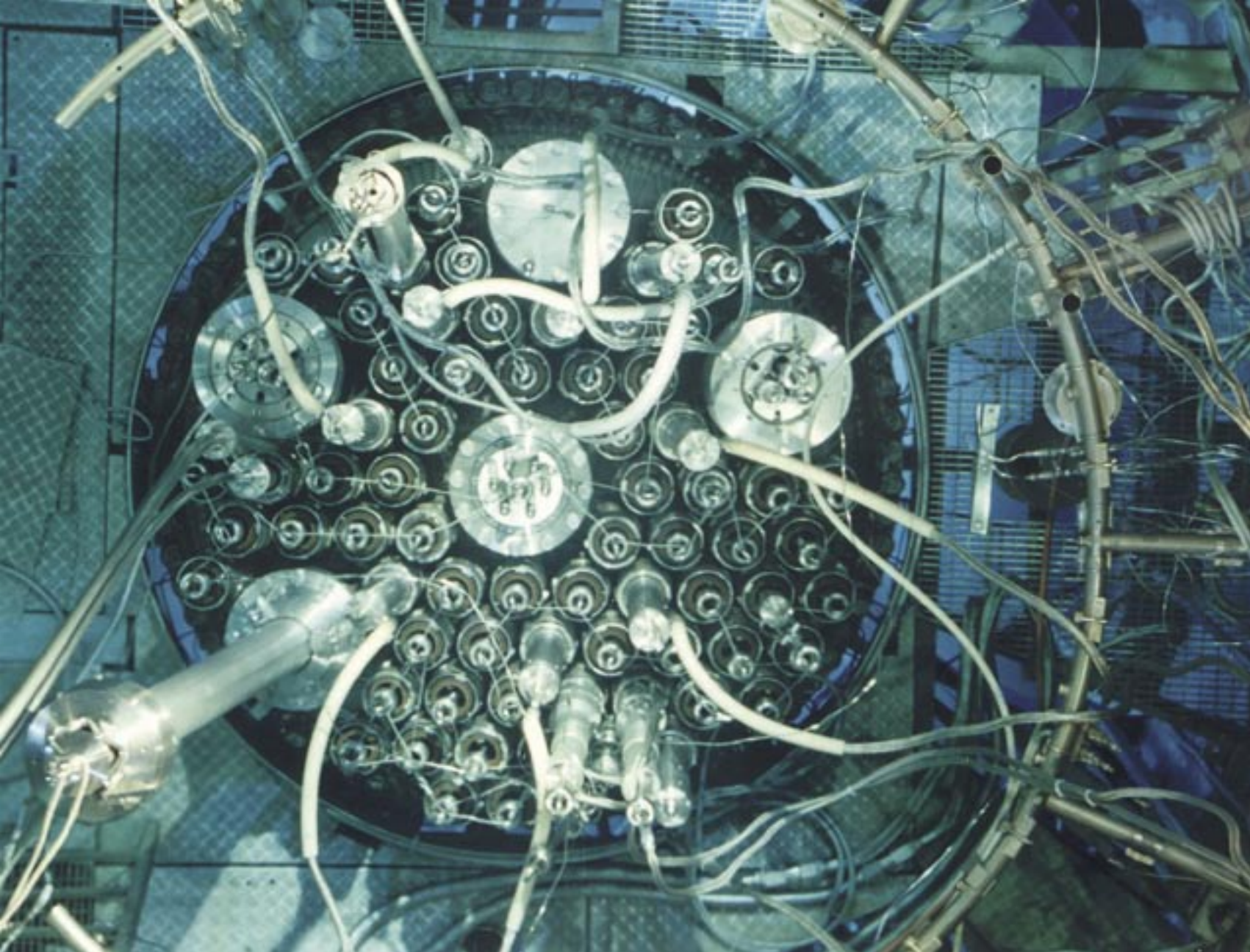
MYRRHA krijgt vorm

2002

Uitbreiding HADES

2005

Nieuwe laboratoria voor microbiologie



De BR2-reactor

**ingezet voor de geneeskunde,
de productie van halfgeleiders
en reactorveiligheid**

Reactorveiligheid

Bepaalde structuurmaterialen die deel uitmaken van vermogenreactoren staan bloot aan intense neutronenbestraling waardoor het materiaal kan verzwakken. Dit kan een risico vormen voor de veilige uitbating van de reactor. Het SCK·CEN werkt daarom rond technieken om materiaaleigenschappen te verbeteren, de evolutie onder bestraling betrouwbaar te voorspellen en de veiligheid van de reactoruitbating te garanderen. Hiervoor gebruikt het Centrum de BR2- materiaaltestreactor en het laboratorium met speciaal afgeschermden cellen. Het onderzoek gebeurt in een internationaal kader, zowel voor onze huidige kernreactoren als voor toekomstige systemen zoals fusiereactoren, MYRRHA en de zogenaamde GEN-IV (reactoren van de vierde generatie).





Geneeskunde

Reeds in het begin van de twintigste eeuw werden ioniserende stralen (X-stralen) gebruikt om breuken in beenderen te onderzoeken. Het toepassingsveld werd nadien sterk uitgebreid van röntgenonderzoek tot nucleaire geneeskunde en stralingstherapie, en de technieken en toestellen werden steeds verbeterd en meer gespecialiseerd. De gemiddelde stralingsdosis van de Belgische bevolking komt voor een belangrijk deel van medische onderzoeken. SCK-CEN doet onderzoek om met een kleinere dosis voor patiënt en personeel een even goede diagnose te bekomen.

Bij de behandeling van kanker en andere aandoeningen worden meer en meer radioactieve stoffen gebruikt om goede beelden te bekomen. De BR2-reactor produceert een aantal van deze stoffen en wordt gebruikt voor de ontwikkeling van radio-isotopen voor nieuwe toepassingen in de nucleaire geneeskunde.



Om de dosisbelasting van de handen van het personeel in de nucleaire geneeskunde te bestuderen en te optimaliseren, worden dosimeters op de handen en handschoenen aangebracht.

Halfgeleiders

Halfgeleiders zijn de basisbouwstenen voor elektronische componenten zoals bijvoorbeeld chips. Die zitten niet alleen in onze computers maar ook bijvoorbeeld in auto's, gsm's en in vrijwel alle elektrische toestellen die meer dan 20 euro kosten. Om halfgeleiders te bekomen moeten onzuiverheden in het siliciummateriaal aangebracht worden. Dit noemt men dopering. Het in de BR2-reactor gedopeerde silicium levert halfgeleiders van zeer hoge kwaliteit. De foto toont blokken silicium met een diameter van 12,5 cm die door een bestraling in de reactor omgevormd (gedopeerd) werden tot halfgeleidend materiaal.





SCK•CEN

voor mens, milieu, maatschappij en ruimtevaart

Neutronenactiveringsanalyse

Een van de meest precieze methodes om de samenstelling van bepaalde materialen te kennen is neutronenactiveringsanalyse. Dit gebeurt bijvoorbeeld in de BR1-reactor. Het te onderzoeken materiaal wordt met neutronen bestraald. Hierdoor worden alle aanwezige elementen radioactief en zenden ze gammastralen uit. Door het analyseren van deze gammastralen, die karakteristiek zijn voor ieder scheikundig element, kunnen tegelijk een zestigtal elementen bepaald worden. Zowel het hoofdbestanddeel van het monster als sporenelementen (zeer kleine hoeveelheden, tot 1 deeltje per miljard), kunnen precies bepaald worden. Deze methode is, vooral voor vaste materialen, veel gevoeliger dan de meeste chemische analyses. Ze wordt voornamelijk toegepast bij medisch onderzoek, bij procesbewaking in de industrie, in de fabricatie van referentiematerialen, in archeologische studies en in forensisch onderzoek.

Een belangrijk voordeel van deze techniek is dat geen monstervoorbereiding nodig is. Het monster blijft bewaard in zijn oorspronkelijke vorm en kan achteraf, indien nodig, opnieuw gemeten, geanalyseerd of onderworpen worden aan andere onderzoeken.



Vorbereid op het onwaarschijnlijke

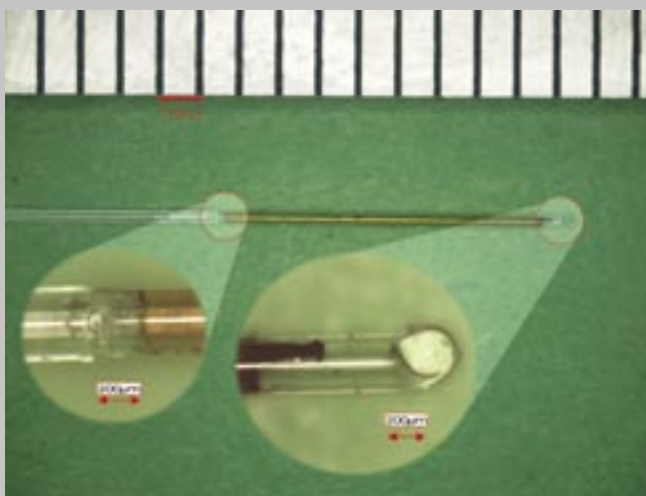
Bij een lozing van radioactiviteit na een eventuele kernramp, zijn er vele manieren waarop de mens bestraald kan worden: door deeltjes in de lucht (inademing), via besmetting van de grond, het water of landbouwproducten (eten of drinken). Een goed werkend noodplan moet de gevolgen voor mens en milieu zo beperkt mogelijk houden door gepaste en aanvaardbare maatregelen te nemen. Het SCK·CEN speelt een voorname rol in het noodplangebouwen via wetenschappelijk onderzoek en praktische aanbevelingen voor de overheid, het Internationaal Atoomenergie Agentschap in Wenen en de nucleaire bedrijven. Het Centrum geeft ook opleidingen in België en het buitenland in samenwerking met de Europese Commissie.

Instrumentatie

In een nucleaire omgeving is het belangrijk om zeer nauwkeurig te kunnen meten. Daarom spelen instrumenten een belangrijke rol. Zo concentreert het SCK·CEN zich op het gedrag van meetapparatuur onderhevig aan hoge radioactieve dosissen en worden nieuwe sensoren en instrumentatietechnieken ontwikkeld, zoals ultrakleine sensoren die steunen op glasvezels (zie foto) voor de meting van minuscule vervormingen van bepaalde elementen in kernreactoren.

In het ruimtevaartprogramma bijvoorbeeld onderzocht het SCK·CEN samen met de Vrije Universiteit Brussel (vakgroep Toegepaste Natuurkunde en Fotonica) de invloed van straling op glas. Glas wordt namelijk gebruikt in optische meetinstrumenten en telescopen op satellieten. Ruimtestraling verdonkert het glas en heeft een invloed op de brekingsindex. De optica-ingenieurs die instrumenten samenstellen moeten weten hoe deze instrumenten zich zullen gedragen in de ruimte. De resultaten werden al gebruikt voor de bouw van het *fluid science laboratory* van het internationaal ruimtestation ISS waarin experimenten worden uitgevoerd op de fysica van vloeistoffen en gewichtloosheid. De instrumenten in het *fluid science laboratory* steunen op heel wat optische metingen en er komen vele glassoorten in voor.

Ook in het Europese onderzoek rond instrumentatie in fusiereactoren levert het Centrum zijn bijdrage.



Internationale samenwerking

Het SCK·CEN werkt, in coördinatie met het Federaal Wetenschapsbeleid, voornamelijk samen met Argentinië, Brazilië en China.

In Argentinië wordt er gewerkt rond de levensduur van de vermogenreactor Atucha-I (een reactor die elektriciteit produceert), rond ontmanteling van installaties en voorspellingen van de degradatie of verzwakking van materialen die bestraald werden.

In Brazilië concentreert het Centrum zich op veiligheidsstudies van materialen, noodplanning en neutronenactiveringsanalyse.

Chinese postdoctoraalstudenten worden ingeschakeld in de onderzoeksprogramma's rond materialen en de ondergrondse berging van radioactief afval.



Radioactief afval



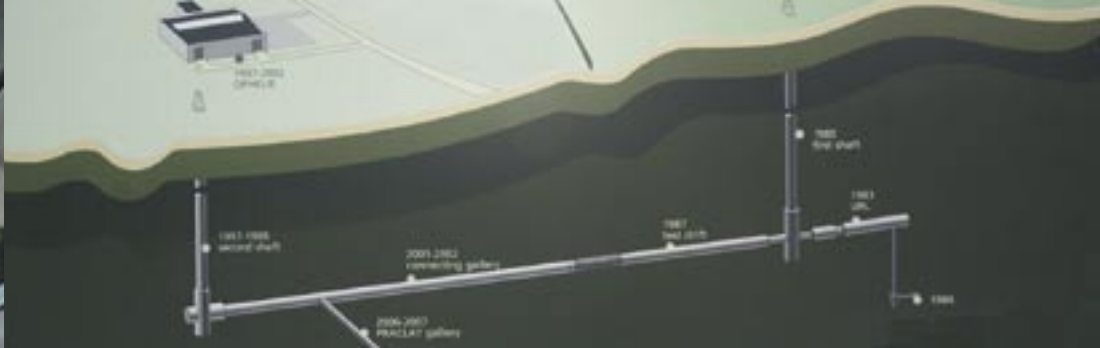
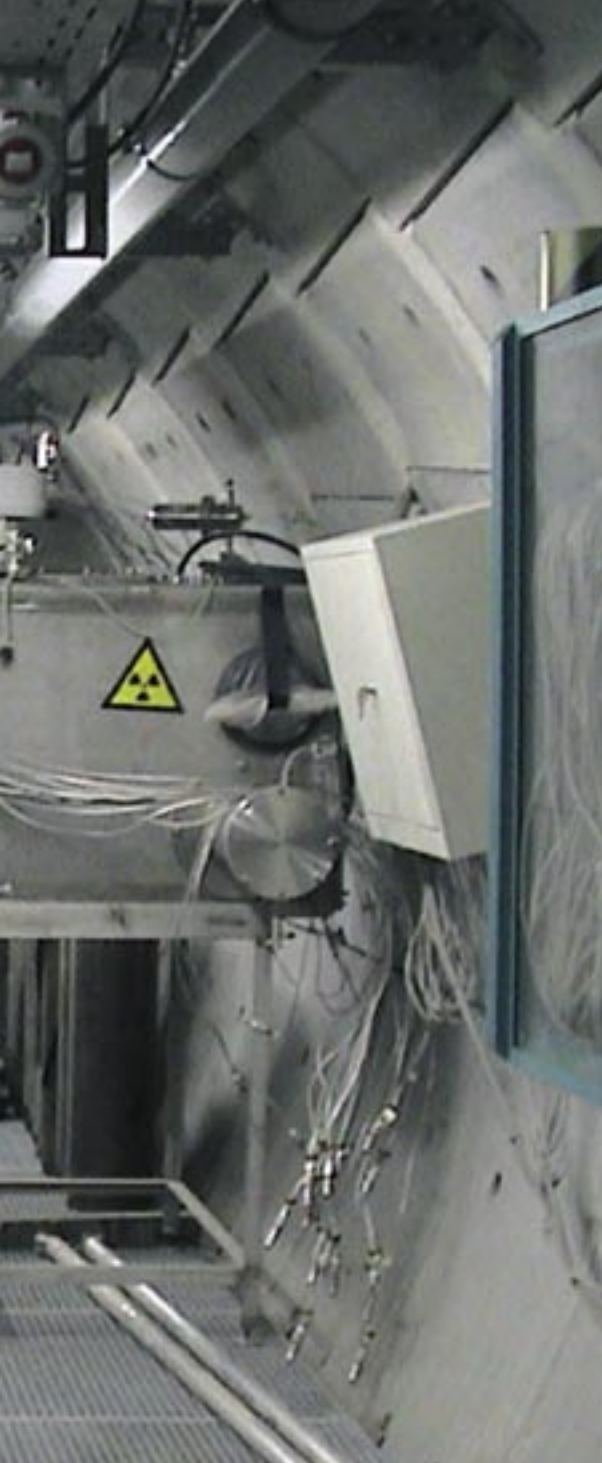
veilig geborgen voor de huidige en toekomstige generaties

HADES

Vanaf het begin van de jaren '70 erkenden verschillende experts dat de opslag van middelmatig en hoogradioactief afval een probleem kon zijn voor de toekomst van de kernenergie. Bovendien werd men het internationaal eens dat diepe berging een duurzame oplossing voor het langetermijnbeheer van radioactief afval was. Het SCK·CEN startte het onderzoek naar berging in klei in 1974 in nauwe samenwerking met NIRAS, de Belgische instelling verantwoordelijk voor het beheer en de opslag van radioactief afval. Ondertussen is met het ondergrondse laboratorium HADES op 225 meter diepte bewezen dat het technisch mogelijk is om schachten en galerijen uit te graven in een plastische kleilaag. Door de jarenlange ervaring in het uitvoeren van experimenten

in dit laboratorium wijst alles erop dat stockage in deze kleilaag denkbaar en veilig is. Met HADES bevestigt het SCK·CEN zijn leidinggevende positie: de ervaring die het heeft opgebouwd wordt internationaal erkend. De plaats waar de toekomstige bergingsinstallatie voor het afval van de Belgische kerncentrales uiteindelijk zal gebouwd worden, is nog niet gekozen.

De belangrijkste fasen in de ontwikkeling van HADES omvatten onder andere de constructie van de eerste toegangsschacht (1980-1982), de bouw van het *Underground Research Laboratory* (URL) (1982-1983) en de experimentele schacht (1983-1984), de uitbreiding van het laboratorium met de *Test drijft* (1987), de constructie van de tweede toegangsschacht (1997-1999) en de realisatie van de PRACLAY-verbindingsgalerij (2001-2002).



Ontmanteling

De BR3-reactor was de eerste PWR (drukwaterreactor) in West-Europa en zou ook de eerste zijn om te worden ontmanteld. Hij werd op 30 juni 1987 definitief stilgelegd. In 1989 besliste de Europese Commissie de BR3 te selecteren als pilootproject om de haalbaarheid van een reactor-ontmanteling aan te tonen.

Hoe gaat men tewerk bij de ontmanteling van een reactor? In een ontmantelingsplan wordt de te volgen ontmantelingsstrategie beschreven, meer bepaald de hoeveelheid materialen en hun radioactiviteit, de grote stappen van het afbraakproces en de verwerking van het afval. Nadien wordt de infrastructuur meestal ter plaatse in grote stukken versneden en gesorteerd in functie van de weg die het materiaal verder moet volgen als radioactief afval of herbruikbaar materiaal. In 1999 trok men de 29 ton zware reactorkuip van de BR3 omhoog om op dezelfde manier ontmanteld te worden. Deze gebeurtenis was een primeur voor Europa. Bij de ontmanteling werd baanbrekend werk verricht op het vlak van de ontwikkeling van robots en telegeleide werktuigen om de blootstelling van de werknemers aan straling bij de ontmantelingswerkzaamheden zo laag mogelijk te houden.

MEDOC

De besmetting van bijvoorbeeld buizen uit de omgeving van de reactor kan weggenomen worden in deze installatie voor scheikundige ont-smetting. Het gebruikte procedé wordt MEDOC genoemd en laat toe om de besmetting 500 tot 1000 maal kleiner te maken.

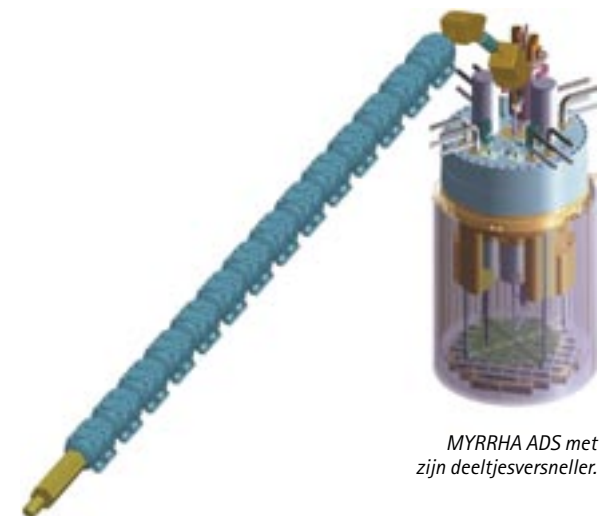


MYRRHA

Het woord transmutatie vindt zijn oorsprong in de alchemistische droom om lood in goud te veranderen of te “transmuteren”. Vandaag zoeken wetenschappers een manier om langlevend radioactief afval, dat voor lange tijd in gecontroleerde omstandigheden moet geborgen worden, te transmuteren in kort(er) levend of niet meer radioactief afval. Een voorbeeld van een radioactieve stof die kan getransmuteerd worden, is technetium-99 met een halveringstijd van 200 000 jaar. Door bestraling met neutronen kan technetium-99 omgezet worden in technetium-100 dat maar enkele seconden halveringstijd heeft en dat verder omgezet wordt in stabiel ruthenium. Op deze manier daalt de radioactiviteit van het afval ongeveer duizend keer sneller tot het niveau aanwezig in de natuur. Bovendien kan het volume van het te bergen hoogradioactief afval sterk verminderd worden.



Deze transmutatie is mogelijk in het nieuwe nucleair systeem MYRRHA (zie vooraan in deze bijdrage). Vooraleer men het afval kan transmuteren moet het afgezonderd en gesorteerd worden, dit noemt men “partitioning”.



MYRRHA ADS met zijn deeltjesversneller.



www.sckcen.be

anne.verledens@sckcen.be

Informatie over kernenergie, installaties en onderzoek op www.sckcen.be/SCKCEN_Information_Package_2006/START.html

Focus op sites



BALaT: Informatiekruispunt Cultuurpatrimonium
Door het Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium (KIK)

BALaT (*Belgian Art Links and Tools*) is een portaalsite over de Belgische kunst sinds de middeleeuwen. Het is een promotie van ons kunstpatrimonium en het kunsthistorisch onderzoek in België. De website bevat een aantal databases (zoals biografieën van kunstenaars, inventaris van instellingen zoals universiteiten, musea, bibliotheken en heemkundige kringen, weblinks...). Elke database kan via een of meer criteria in een en/of-combinatie ondervraagd worden. De databases zijn met elkaar verbonden en met de beeldbank van het KIK. Sobere, aangename en goed opgevatte website, die zowel de leken als de specialisten efficiënt kan documenteren en de Belgische kunst in de kijker brengt.

Talen: Nederlands, Frans



Béla Bartók Archief van België
Door de Koninklijke Bibliotheek van België (KBr)

Het Béla Bartók Archief van België is een internationaal onderzoekscentrum dat alles verzamelt en bestudeert in verband met het leven en het oeuvre van de Hongaarse componist en ethnomusicoloog Béla Bartók (1881-1945). Het archief bestaat voornamelijk uit talrijke kostbare brieven en voorwerpen van het Fonds Denijs Dille, de eminente musicoloog en filoloog die het leven en het werk van Bartók heeft bestudeerd. Interessant op deze website is de virtuele tentoonstelling, die met een paar brieven de

wetenschappelijke samenwerking illustreert tussen de fascinerende componist en zijn biograaf.

Talen: Nederlands, Frans



Koninklijke Commissie voor Geschiedenis
Door de *Académie Royale d'Art et d'Histoire*

De Koninklijke Commissie voor Geschiedenis werd opgericht door een Koninklijk Besluit van 22 juli 1834. Haar opdracht bestaat erin "de schriftelijke bronnen met betrekking tot de geschiedenis van België op te sporen, te registreren, uit te geven en te onderzoeken, kritische studiën over deze bronnen te publiceren en werkinstrumenten ter beschikking van de geschiedkundigen te stellen". Hiervoor ontvangt ze via de *Académie Royale d'Art et d'Histoire* een toelage van het Federaal Wetenschapsbeleid, waardoor ze wetenschappelijk onderzoek in haar "handelingen" kan publiceren. Als het onderzoek niet in de handelingen kan gepubliceerd worden, wordt het apart gepubliceerd. Op de website staat een catalogus van alle publicaties sinds de oprichting van de Commissie. Met een kleine zoekmotor kan men in de catalogus op titel, trefwoord of naam van de



auteur zoeken. De website werd ontworpen en wordt geherbergd door de Koninklijke Bibliotheek.

Talen: Nederlands, Frans, Engels (met uitzondering van de catalogus van de publicaties).



www.kcgeschiedenis.be



Fabritius

door de Koninklijke Musea voor Schone Kunsten van België

De database Fabritius bevat gegevens over de kunstwerken in de verschillende collecties van deze instelling (schilderijen, tekeningen, prenten, beeldhouwwerken, foto's, drukwerk, installaties, wandtapijten en edelsmeedkunst) die in het Museum voor Oude Kunst, het Museum voor Moderne Kunst, het Wiertzmuseum en het Constantin Meuniermuseum tentoongesteld worden. Momenteel omvat Fabritius ongeveer 6500 kunstwerken (dit is 30% van de collecties). Een gedeelte van de beschrijvingen gaat dieper in op de stijl en/of de interpretatie van een kunstwerk, en de helft van de kunstwerken wordt afgebeeld. De toevoeging van bibliografische gegevens en de grondige beschrijving van een aantal voorwerpen maken van Fabritius een echt wetenschappelijk werktuig voor de kunsthistoricus. Daarnaast geeft ook de interpretatie een beter inzicht van de kunstwerken aan de niet-specialisten.

Talen: Nederlands, Frans



www.opac-fabritius.be



En verder...

SPIDOC Info

door de Dienst voor Wetenschappelijke en Technische Informatie (DWTI)

Nieuwe driemaandelijks nieuwsbrief rond wetenschapsbeleid. Een selectie van onderwerpen die het Federaal Wetenschapsbeleid aanbelangen en waarover nieuwe documenten en informatie op het internet beschikbaar zijn.



www.stis.fgov.be/nl/spidoc/spidoc_info.asp

BEPoles

door het Federaal Wetenschapsbeleid

Informeert de onderzoekers, de politici en het grote publiek over de betrokkenheid van België bij wetenschappelijke activiteiten, wetten en overeenkomsten, publicaties en evenementen in verband met de polen (in het Engels).



www.belspo.be/belspo/BePoles/index_en.stm

Vlindertentoonstelling in het KMMA

door het Koninklijk Museum voor Midden-Afrika

Website van de tentoonstelling van de vlindercollecties van het museum. Zie *Science Connection* 10, pp. 2-6.



butterflies.africamuseum.be

Wetenschap in de kijker

door het Federaal Wetenschapsbeleid

Overzicht van het wetenschappelijk onderzoek dat met de steun van het Federaal Wetenschapsbeleid wordt uitgevoerd.



www.belspo.be/belspo/science/section/index_nl.stm

Denis Renard

Wedstrijd

De winnaars van de wedstrijd in het februarinummer van *Science Connection* zijn:

Rita Delcon (3050 Oud-Heverlee), Luc Delesie (3020 Veltem), Lut Gouwy (3080 Tervuren), Linda Mathys (9280 Lebbeke), Peter Singulé (3040 Neerijse), Bart Van Den Broek (3001 Heverlee), Pascal Van Dorsselaer (2340 Beerse), Jean Vandezande (3001 Heverlee), Florent Vandormael (3001 Heverlee) en Bart Warlop (3070 Kortenberg).

Het juiste antwoord was “de bianqing”. Een bianqing is een Chinees carillon van marmeren of jade platen, gebouwd volgens een meer dan vierduizend jaar oude traditie. In een confucianistische tempel staat een bianqing opgesteld aan de westkant samen met onder meer de schraper in tijger-vorm, *yu* genaamd. Overigens is deze bianqing ook een goede illustratie van de systematiek die de Chinezen aan de dag leggen in verband met muziekinstrumenten. Zij gebruiken namelijk acht verschillende materialen: naast vel, kalebas, bamboe, hout, metaal, klei en zijde maar ook natuursteen. Al deze materialen passen in een soort van windroos waarin hun relatie met windstreken en seizoenen wordt aangegeven (in: *België-België*, Ignace De Keyser, *Chinese bianqing of lithofoon*, p. 25).

In dit nummer maakt u kans op de catalogus van de tentoonstelling *Art nouveau en design* die onlangs werd georganiseerd door de Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis (Brussel, 2005, 200 pp.). Hiervoor geeft u het correcte antwoord op de volgende vraag:

Albert Einstein verbleef meerdere keren in België, meer bepaald in de Ardennen. Wat is de naam van het gehucht waar hij vertoefde ?

Stuur vóór 25 mei 2006 een e-mail naar scienceconnection@belspo.be of een briefkaart met het juiste antwoord en vermeld duidelijk uw naam en adres. Uit de juiste antwoorden worden vijf winnaars geloot.

Foutje

Een aandachtige lezer meldt ons een fout op pagina 24 van het februarinummer van *Science Connection*. De Amerikaanse gallon heeft een inhoud van 3,7853 liter en de Engelse gallon 4,5460 liter. En niet het omgekeerde zoals verkeerdelijk werd vermeld.

© Science Connection / P. Demoitié



Debiet

BELNET, het netwerk dat supersnelle internettoegang van 2,5 gigabit per seconde levert aan Belgische universiteiten, hogescholen en onderzoekscentra (of een totaal van 550 000 eindgebruikers), verviervoudigt volgend jaar die snelheid tot tien gigabyte per seconde. De capaciteit zal dan duizenden keer hoger liggen dan het commercieel breedbandinternet in België. BELNET zet die stap om de Europese evoluties op de voet te volgen.

Als een wervelwind

Begin februari nodigde het Koninklijk Belgisch Filmarchief de Franse filmlegende Jeanne Moreau uit. Bij die gelegenheid werden drie van haar films voorgesteld en werd in februari in het Filmmuseum een retrospectieve van haar werk getoond. Haar filmografie van meer dan 135 films is een toonbeeld van vakmanschap, durf en passie.

© Science Connection / Yves Nevens



Kaarten

Al vier jaar financieren het Federaal Wetenschapsbeleid en de UNESCO het project *Système de Gestion de l'Information sur les Aires Protégées* (SYGIAP) ter ondersteuning van het Congolese Instituut voor Natuurbehoud (ICCN). De Belgische partners in dit project (de universiteiten van Gent en Leuven) hebben zich ertoe verbonden om basiskaarten en satellietbeeldkaarten (op schaal 1:200 000) te produceren voor de vijf nationale parken die behoren tot het Werelderfgoed van de mensheid. Tevens zal een beleidsondersteunend informatie- en monitoringsysteem (geografisch informatiesysteem of GIS) worden ontwikkeld. Een plechtige overhandiging van deze kaarten vond midden maart plaats in Kinshasa en op 30 maart in Brussel in het Paleis der Koloniën van het Koninklijk Museum voor Midden-Afrika in aanwezigheid van de ambassadeur van de Democratische Republiek Congo.

Over het netwerk van BELNET communiceren Belgische universiteiten onderling en ook met buitenlandse onderzoeksinstituten. Dat gebeurt voortaan over Géant2, het nieuwe Europese netwerk voor onderzoek en onderwijs.

Bovendien heeft Fedict (de Federale Overheidsdienst voor Informatie- en Communicatietechnologie) in samenwerking met BELNET het computernetwerk FedMAN vernieuwd. FedMAN verbindt de federale administraties met elkaar, de burger, de e-governmenttoepassingen en met het internet. De dienstverlening van de overheid en een efficiënte gegevensuitwisseling tussen overheidsdiensten zullen met het nieuwe netwerk verder verbeteren.



Japan

Op 20 maart werd het nieuwe Museum voor Japanse kunst geopend door Didier Reynders, vice-eersteminister en minister van Begroting verantwoordelijk voor de Regie der Gebouwen, Anne Cahen, algemeen directeur van de Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis en Chantal Kozyreff, conservator van de Japanse collecties. Het museum werd gebouwd in het begin van de 20ste eeuw en bevindt zich nabij de Japanse toren en achter het Chinees paviljoen (waarvoor het oorspronkelijk bestemd was als koetshuis en stalling). De restauratie van het gebouw begon in september 1998 en kostte ongeveer 1,5 miljoen euro.



© Belga

Memorandum of Intent

Het Instituut Max von Laue – Paul Langevin (ILL, genoemd naar de bekende fysici) is een vermaarde Europese intergouvernementele infrastructuur voor de productie van hoge-intensiteitsneutronbundels. Wetenschappers werkzaam op het gebied van fundamentele natuurkunde, kernfysica, materiaalwetenschappen, structuurchemie en structurele biologie maken gretig gebruik van deze neutronbron, een van de krachtigste ter wereld.

Het in Grenoble gevestigde ILL is complementair aan en werkt nauw samen met naburige grote infrastructuren voor wetenschappelijk onderzoek zoals de *EuropeAN Synchrotron Radiation Facility* (ESRF) en het Europees Laboratorium voor Moleculaire Biologie (EMBL). België is lid van deze beide organisaties, via een jaarlijkse bijdrage door het Federaal Wetenschapsbeleid, maar had tot nog toe geen samenwerkingsverband met het ILL niettegenstaande de behoeften van talrijke Belgische groepen die voor hun onderzoek beroep wensen te doen op de faciliteiten van het instituut.

Om hieraan tegemoet te komen tekende de Voorzitter van het Federaal Wetenschapsbeleid, Philippe Mettens, op 27 januari 2006 met het ILL een *Memorandum of Intent* (MOI) voor een interim-

periode van twee jaar. Tijdens deze periode wordt een jaarlijkse bijdrage van 367 500 euro betaald wat overeenstemt met een geraamd gebruik van 0,5%.

Ingevolge dit MOI konden Belgische wetenschappers voor de eerste maal “als gelijken” meedingen naar bundeltijd en dit blijktbaar met groot succes. Voor de oproep met als einddatum 14 februari jl. ontving ILL in totaal 710 voorstellen met een Belgisch aandeel van 1,2%.

Van de tweejarige “proeftijd” zal gebruikgemaakt worden om de Belgische return te evalueren en de aansluiting bij een consortium met eveneens nieuwe kandidaatleden na te gaan, dit met het oog op een volledig lidmaatschap aan een billijke kostprijs.

 Meer
www.ill.fr

Contacten Federaal Wetenschapsbeleid:
Monnik Desmeth
(monnik.desmeth@belspo.be)
Jean Moulin (jean.moulin@stis.fgov.be)

Een overzicht van enkele lopende en toekomstige tentoonstellingen, conferenties, opendeurdagen, enz. die worden georganiseerd door of met de steun van het Federaal Wetenschapsbeleid.

De evenementen in het kader van de 175ste verjaardag van België zijn vergezeld van het icoontje



Conferenties, colloquia en diverse activiteiten

7 mei 2006

Africa <> Tervuren

Koninklijk Museum voor Midden-Afrika
(Meer: www.africamuseum.be)

11 en 12 mei 2006

Siegfried Bing en België. Art nouveau rond de eeuwwisseling: netwerken, instellingen en kunsthandelaars (1895-1905)

Koninklijke Musea voor Schone Kunsten van België
(Meer: Virginie Devillez; virginie.devillez@fine-arts-museum.be; www.expo-bing.be)

van 16 tot 19 mei 2006

Fifth International Symposium on Hormone and Veterinary Drug Residue Analysis

Provinciehuis Antwerpen
(Meer: www.vdra.ugent.be)

12 juni 2006

Des journaux savants du XVIIe siècle à l'année 2005: quel écho pour la science dans la presse écrite ?

Koninklijke Bibliotheek van België
(Meer: Pierre Demoitié; pierre.demoitie@belspo.be)

Tentoonstellingen

Koninklijke Bibliotheek van België

> 29 juni 2006

Kunst in een bibliotheek in de Koninklijke Bibliotheek op de Kunstberg

van 12 mei tot 26 augustus 2006

Bruegel geprent / Bruegel imaginair

> 30 september 2006

Honderd schatten uit de Koninklijke Bibliotheek van België



Nationale Plantentuin

van 12 mei tot 3 september 2006

Bruegel Revisited

Koninklijk Museum voor Midden-Afrika

> 31 augustus 2006

Congo: Natuur & Cultuur
(Meer: www.congo2005.be)



> 15 oktober 2006

Vlinders. Collecties van het Koninklijk Museum voor Midden-Afrika

Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis

> 28 mei 2006

Mensen in hun wereld

> 27 augustus 2006

Kunst uit Tibet. De collectie Léon Verbert.

> 29 oktober 2006

Art nouveau - art deco in het Museum voor Blinden

Koninklijke Musea voor Schone Kunsten van België

> 23 juli 2006

Het Huis Bing

(Meer: www.expo-bing.be)

Museum voor Natuurwetenschappen

> 30 juni 2006

Mosselen natuur

8 en 9 juli 2006

Opendeurdagen aan boord van de Belgica in Zeebrugge

> 5 november 2006

HartsTocht

Paleis voor Schone Kunsten

> 21 mei 2006

Théo Van Rysselberghe

> 28 mei 2006

Het Verlangen naar schoonheid. *De Wiener Werkstätte* en het Stoclethuis.

Musée d'art wallon (Saint-Georgeszaal) in Luik

> 6 augustus 2006

Lambert Lombard, peintre de la Renaissance

(Meer: www.liege.be/musees)

(In samenwerking met de Koninklijke Bibliotheek van België en het Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium, zie *Science Connection* 9, p. 47)

De volledige agenda kan worden geraadpleegd op de internetsite www.belspo.be > focus > agenda en op de internetsites van de Federale wetenschappelijke instellingen. De permanente collecties van de musea zijn gratis toegankelijk elke eerste woensdagmiddag van de maand.

Naast de algemene directies «Onderzoeksprogramma's en Ruimtevaart», «Coördinatie en Wetenschappelijke informatie» en «Communicatie en valorisatie» omvat het Federaal Wetenschapsbeleid tien Federale wetenschappelijke instellingen en drie Staatsdiensten met afzonderlijk beheer:

	Het Algemeen Rijksarchief en Rijksarchief in de Provinciën www.arch.be + (32) (0)2 513 76 80
	Belnet www.belnet.be + (32) (0)2 790 33 33
	De Koninklijke Bibliotheek van België www.kbr.be + (32) (0)2 519 53 11
	Het Studie- en Documentatiecentrum 'Oorlog en Hedendaagse Maatschappij' www.cegesoma.be + (32) (0)2 556 92 11
	Het Belgisch Instituut voor Ruimte-aeronomie www.aeronomie.be + (32) (0)2 373 04 04
	Het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen/Museum voor Natuurwetenschappen www.natuurwetenschappen.be + (32) (0)2 647 22 11
	Het Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium www.kikirpa.be + (32) (0)2 739 67 11
	Het Koninklijk Meteorologisch Instituut van België www.meteo.be + (32) (0)2 373 05 08
	Het Koninklijk Museum voor Midden-Afrika www.africamuseum.be + (32) (0)2 769 52 11
	De Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis www.kmkg-mrah.be + (32) (0)2 741 72 11
	De Koninklijke Musea voor Schone Kunsten van België www.fine-arts-museum.be + (32) (0)2 508 32 11
	De Koninklijke Sterrenwacht van België www.astro.oma.be + (32) (0)2 373 02 11
	Het Paleis voor Congressen van Brussel www.palcobru.be + (32) (0)2 515 13 11
	De Dienst voor wetenschappelijke en technische informatie www.stis.fgov.be + (32) (0)2 519 56 40
Federale wetenschappelijke en culturele partnerinstellingen:	
	Het Euro Space Center van Redu www.eurospacecenter.be + (32) (0)61 65 64 65
	De Nationale Plantentuin van België www.br.fgov.be + (32) (0)2 260 09 20
	De Koninklijke Academiën voor Wetenschappen en Kunsten van België www.kvab.be + (32) (0)2 550 23 23
	De Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen users.skynet.be/kaowarsom + (32) (0)2 538 02 11
	De Universitaire Stichting www.universitairstichting.be + (32) (0)2 545 04 00
	Het Paleis voor Schone Kunsten www.bozar.be + (32) (0)2 507 82 00
	Het Koninklijk Belgisch Filmarchief www.filmarchief.be + (32) (0)2 507 83 70
	De Academia Belgica www.academiabelgica.it + (39) (06) 320 18 89
	De Stichting Biermans-Lapôte + (33) (01) 40 78 72 00

Science Connection is het gratis magazine van het Federaal Wetenschapsbeleid.

Verantwoordelijke uitgever:

Dr. Philippe METTENS, Wetenschapsstraat 8, 1000 Brussel

Coördinatie:

Pierre DEMOITIÉ (F) en Patrick RIBOUVILLE (N)

+ (32) (0)2 238 34 11

scienceconnection@belspo.be

www.scienceconnection.be

Redactie:

Benny AUDENAERT (Space Connection), Johan BERTE (Internationale Poolstichting), Thierry CAMELBEECK (Koninklijke Sterrenwacht van België), Christina CEULEMANS (Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium), Els CORNELISSEN (Koninklijk Museum voor Midden-Afrika), Claudine DELTOUR-LEVIE (Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis), Pierre DEMOITIÉ (Federaal Wetenschapsbeleid), Christian DU BRULLE (Space Connection), Dimitri HARMEGNIES (Federaal Wetenschapsbeleid), Jean-Pierre HENRIET (Universiteit Gent), Nathalie LAQUIÈRE (Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium), Eric LAUREYS (Studie- en Documentatiecentrum 'Oorlog en Hedendaagse Maatschappij'), Pascal MAILIER (University of Reading, Verenigd Koninkrijk), Denis RENARD (Dienst voor wetenschappelijke en technische informatie), Patrick RIBOUVILLE (Federaal Wetenschapsbeleid), Patrick SEMAL (Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen), Kris VANNESTE (Koninklijke Sterrenwacht van België), Anne VERLEDENS (Studiecentrum voor Kernenergie), Louis WANNIJN (Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen).

Abonnement:

abo.scienceconnection@belspo.be

www.scienceconnection.be

Science Connection is in PDF-formaat verkrijgbaar in het Nederlands en in het Frans op www.belspo.be

Fout in uw naam? Onvolledig adres? Verkeerde postcode? Meld het ons per e-mail of stuur het omslagetiket verbeterd terug.

Lay out en druk:

www.gevaertgraphics.be

Voorpagina:

Sedes Sapientiae, Maaslands atelier, tweede helft 11de eeuw (Heilige Maagd) en 14de eeuw (troon), gepolychromeerd en verguld elzenhout (Heilige Maagd), gepolychromeerd en verguld eikenhout (troon), herkomst: Hermalle-sous-Huy, inv. 1001 A en B. © KMKG

Het volgende nummer verschijnt in juli 2006.

Het Federaal Wetenschapsbeleid heeft als opdracht het wetenschappelijk en cultureel potentieel van België maximaal te benutten ten behoeve van de beleidsmakers, de industrie en de burgers: "een beleid voor en door de wetenschap". Het reproduceren van uittreksels uit deze publicatie is toegestaan voor zover daar geen commerciële bedoelingen mee gemoeid zijn en voor zover dat past in de opdrachten van het Federaal Wetenschapsbeleid. De Belgische Staat kan niet aansprakelijk worden gesteld voor eventuele schade die voortvloeit uit het gebruik van gegevens die in deze publicatie zijn opgenomen.

Het Federaal Wetenschapsbeleid noch enige andere persoon die in zijn naam optreedt is verantwoordelijk voor het gebruik dat zou kunnen worden gemaakt van de informatie in deze publicatie of voor eventuele fouten die er, ondanks de uiterste zorg bij de voorbereiding van de teksten, nog in zouden staan.

Het Federaal Wetenschapsbeleid heeft alle nodige moeite gedaan om te voldoen aan de wettelijke voorschriften inzake auteursrechten en om contact op te nemen met de rechthebbenden. Elke persoon die benadeeld meent te zijn en zijn rechten wil laten gelden wordt verzocht zich bekend te maken.

Science Connection is lid van de Vereniging van Wetenschappelijke en Culturele Tijdschriften (www.arsc.be) en van de Unie van Uitgevers van de Periodieke Pers (www.upp.be).

© Federaal Wetenschapsbeleid 2006.

Reproductie is toegelaten mits bronvermelding.

Mag niet worden verkocht.

L'ART NOUVEAU

LA MAISON - HET HUIS

BING

[17 03 06 | 23 07 06]
www.expo-bing.be



BANQUE-BANK
DEGROEF



Musées Royaux des Beaux-Arts de Belgique - Bruxelles
Koninklijke Musea voor Schone Kunsten van België - Brussel



54 *Space* connection



Dossier:

De meteorologische satellieten



Dossier:

De meteorologische satellieten

- 2 Het klimaat beter begrijpen met waarnemingen vanuit de ruimte
- 5 20 jaar Eumetsat
Een "ander" Europees ruimtevaartagentschap
- 6 Satellieten ten dienste van de meteorologie
- 8 De oceanen vanuit de ruimte bekeken
- 9 De SAF's:
centra van uitmuntendheid
- 10 "Stralend" onderzoek van het KMI
- 11 Een gesprek met Nicolas Clerbaux
- 13 De weersatellieten in de wereld
- 14 Satellieten en de Wereld
Meteorologische Organisatie (WMO)
- 16 Het satellietprogramma van de WMO
- 17 De coördinatie van satellieten in de toekomst
- 18 De Earth Explorers van ESA
Ten dienste van een "levende planeet"

- 20 Ruimte voor techniek en wetenschap

Het klimaat beter begrijpen met



Foto van een windhoop in de Noordzee in 1982.

Regen, mooi weer, overstromingen, perioden van droogte, hevige sneeuwval, ijzel, tornado's, hittegolven, cyclonen die de aarde teisteren... Het weer en vooral de voorspelling van het weer houdt ons constant bezig. Niemand ontsnapt eraan en zeker niet in België.

In een in 2004 gepubliceerd werk van vier leden van het Koninklijk Meteorologisch Instituut van België (KMI) is dit op overtuigende wijze duidelijk. Daarin schrijven Marc Vandiepenbeeck, Pascal Mormal, Christian Tricot en François Brouyaux een "andere" geschiedenis van België aan de hand van een duizendtal bijzondere meteorologische verschijnselen waarmee ons land tijdens de 20ste eeuw te maken kreeg en die een opeenvolging zijn van allerlei soorten onheil.

*Voorpagina:
In december 2005 werd de tweede meteorologische satelliet van de tweede generatie van Eumetsat gelanceerd. MSG 2 is sinds januari 2006 op post en stuurde sindsdien zijn eerste waarnemingen door. Dit is de eerste kleurenopname van het instrument Spinning Enhanced Visible and Infra-Red Imager (SEVIRI).
© Eumetsat*

waarnemingen vanuit de ruimte

Het klimaat en de voorspelling van hoe het evolueert interesseert elk van ons in het dagelijks leven, bij de economische activiteit en als we op vakantie gaan. Op het vlak van de meteorologie was 1959 beslist een scharnierjaar. Tot dan waren de voorspellingen vooral gebaseerd op waarnemingen vanaf de grond. België beschikte over een dicht (en nog steeds bestaand) netwerk van pluviometrische en/of thermometrische klimatologische stations, verspreid over het hele grondgebied. Andere waarnemingen in een vijftiental synoptische stations vullen dit soort waarnemingsgegevens nog verder aan. Later werden de beschikbare waarnemingsmiddelen nog verder uitgebreid met ballons. Het verzamelen van deze basisgegevens en een goede kennis van de diverse natuurkundige wetten in verband met onder meer druk, stromingen en thermodynamica is voor de meteorologen onontbeerlijk bij het maken van goede weersvoorspellingen.

Een zo volledig mogelijk beeld van de toestand van de atmosfeer is essentieel om de evolutie ervan te kunnen voorspellen. De betrouwbaarheid van de voorspellingen hangt af van de waarnemingen. Als er gegevens beschikbaar zijn over een groter deel van de atmosfeer, dan zullen de voorspellingen nauwkeuriger zijn op kortere termijn (bijna onmiddellijk) en op langere termijn (van enkele uren tot enkele dagen).

*“Daarom werd sinds de tweede helft van de 19de eeuw geleidelijk aan een wereldwijd netwerk voor de waarneming van meteorologische gegevens ontwikkeld”, vertelde de directeur van het KMI naar aanleiding van de indienstneming van de eerste Europese weersatelliet van een nieuwe generatie *Meteosat Second Generation 1* (MSG 1). “Dit netwerk is relatief uitgebreid boven dichtbevolkte gebieden, maar er zijn nog grote blinde vlekken boven de oceanen en dunbevolkte streken, zoals de verschillende woestijnen op onze planeet”, aldus Henri Malcorps. “Dat verminderde zeker de betrouwbaarheid van de voorspellingen.”*

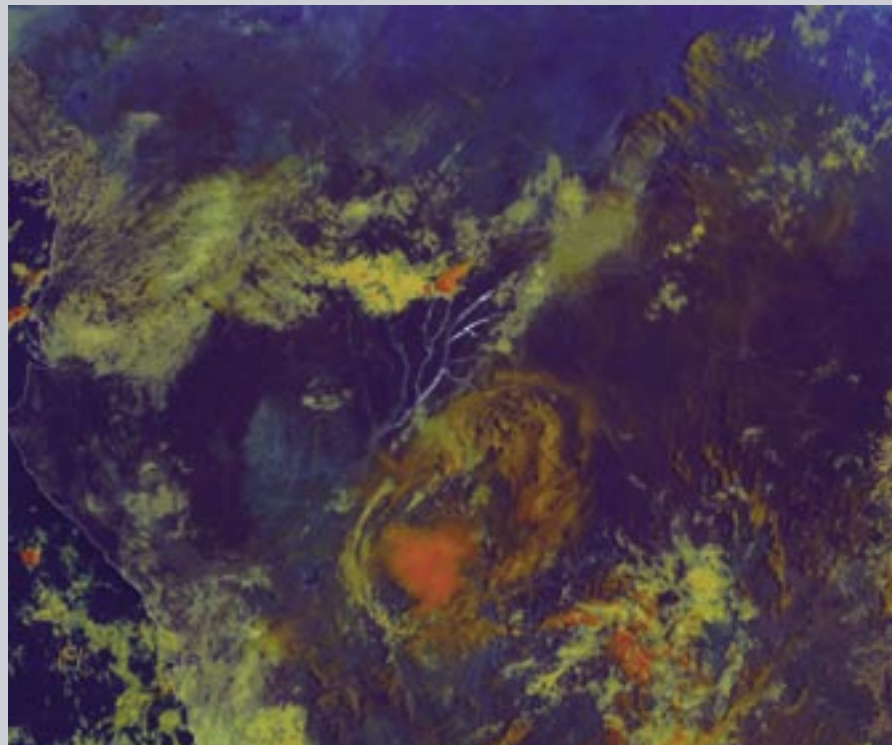
Maar in februari 1959 kwam gelukkig verandering in deze situatie. Dan werd de eerste experimentele weersatelliet *Explorer 7* in een baan om de aarde gebracht door de Verenigde Staten. De eerste meteorologische kunstmaan in een *geostationaire* baan werd pas in 1966 gelanceerd. Dat was de Amerikaanse experimentele satelliet *Applications Technology Satellite 1* (ATS 1), die op een

hoogte van 36 000 kilometer boven de aarde diverse nieuwe technologieën moest uittesten.

Satellieten hebben onze kennis van het klimaat en de evolutie ervan met reuzensprongen doen vooruitgaan. Op het KMI vond de grote ommekeer plaats in 1968. Twee jaar eerder waren de eerste operationele polaire weersatellieten door de Verenigde Staten gelanceerd. In 1968 werd het KMI met een eerste ontvangststation uitgerust. De Belgische meteorologen zetten de stap naar de ruimte... Het zou nog tot 1977 duren alvorens West-Europa over een eerste eigen meteorologische satelliet zou beschikken. In 1978 gebruikte het KMI voor het eerst een ontvangststation voor gegevens van de *Meteosat 1*.

“De eerste meteorologische satellieten maakten slechts kleine opnamen van de wolken en werden, om het zo te stellen, alleen maar gebruikt voor weerkundige voorspellingen op korte termijn”, verduidelijkt Henri Malcorps. “De gegevens van de moderne satellieten en de mogelijkheden van nieuwe krachtige computers zijn nu essentieel geworden voor voorspellingen op middellange termijn en onderzoek van het klimaat.”

Een verbluffende opname van Centraal-Afrika door MSG 1, de eerste meteorologische satelliet van de tweede generatie van Eumetsat. De zon wordt weerspiegeld in het water van de Congostroom. (© Eumetsat)



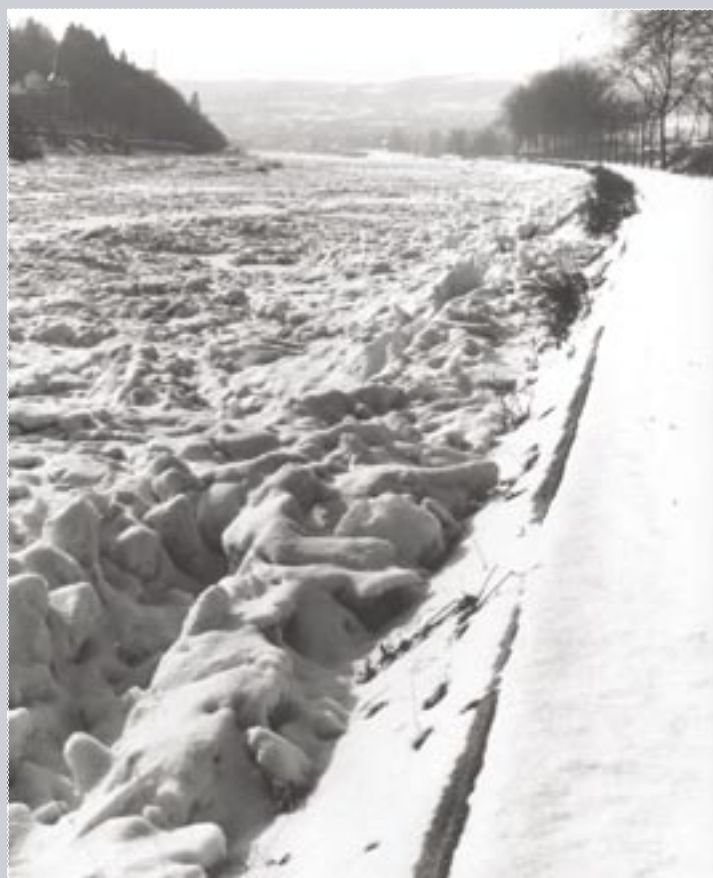
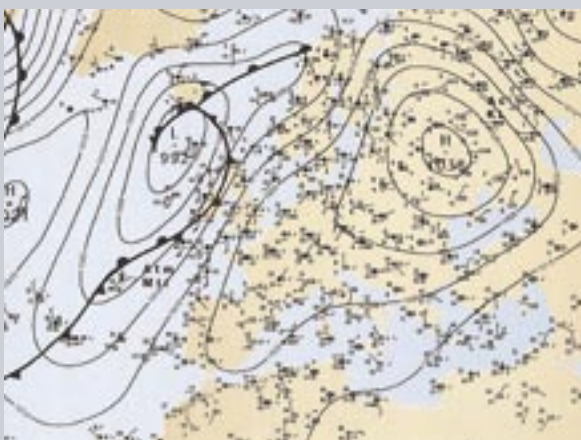


België bevindt zich in een gematigde oceanische klimaatzone. Maar toch werd ons land niet gespaard van extreem weerkundig geweld, zoals deze foto's uit een publicatie van vier specialisten van het KMI getuigen. (© KMI)

Eumetsat is de intergouvernementele organisatie voor de realisatie en de exploitatie van operationele systemen van weersatellieten. Sinds *Meteosat 1* stond België onophoudelijk achter de reeks Europese weersatellieten van *Eumetsat*. Dat gebeurt niet alleen via de onderzoekers van het KMI, maar ook via de Belgische industrie.

Een voorbeeld... In december 2005 bracht een Ariane 5-raket vanaf Europa's ruimtehaven in Kourou in Frans-Guyana de nieuwste Europese weersatelliet *MSG 2* (alias *Meteosat 9*) in een baan om de aarde. *Meteosat 9* heeft het instrument *Geostationary Earth Radiation Budget* (GERB) aan boord, dat heel in het bijzonder ons land interesseert. GERB bekijkt de zogenaamde *stralingsbalans* van onze planeet, de verhouding tussen de energie die de aarde ontvangt en de energie die ze terug de ruimte instraalt. We zullen verder nog zien dat dit het tweede dergelijke instrument in een geostationaire baan is. Zijn voorganger bevindt zich aan boord van *MSG 1* (*Meteosat 8*) en bleek een bijzonder waardevol instrument. Het gaf al aanleiding tot verschillende onderzoeksprogramma's in acht verschillende landen. GERB kwam tot stand in samenwerking met de specialisten van het KMI en het wordt momenteel geëxploiteerd met behulp van hun knowhow. In België en overal in de wereld is meteorologie heuse *space science* geworden.

Nog voor het tijdperk van de ruimtevaart (maar ook nu nog) werden elke dag in Europese meteorologische instituten als het KMI synoptische kaarten samengesteld. Men duidt er in het bijzonder isobaren (lijnen van gelijke atmosferische druk), windsnelheden en frontlijnen op aan. (© KMI)



20 jaar Eumetsat

Een "ander" Europees ruimtevaartagentschap

Heel veel mensen kennen de Europese ruimtevaartorganisatie ESA met hoofdzetel in Parijs. Maar er is nog een andere intergouvernementele organisatie met activiteiten die zich in de ruimte afspelen. Op 27 juni bestaat de in Darmstadt (Duitsland) gevestigde organisatie Eumetsat 20 jaar. Ze laat zich graag omschrijven als "een operationeel agentschap met een duidelijke opdracht". Eumetsat staat in voor de realisatie en de exploitatie van operationele systemen van weersatellieten.

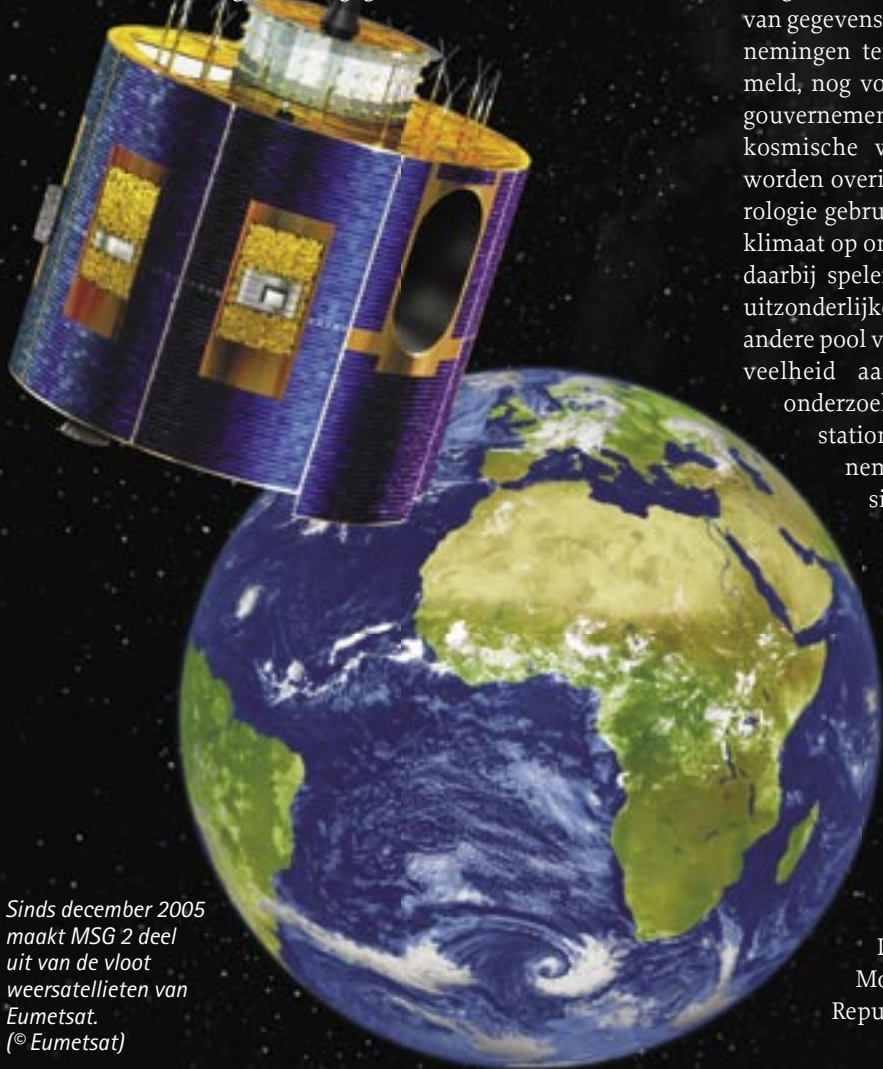
Eumetsat heeft dus uiteraard satellieten nodig. Maar ze moest ook een hele grondinfrastructuur realiseren voor de ontvangst van de gegevens die vanuit een baan om de

aarde worden doorgestuurd. Ze moeten ook kunnen doorgesluisd worden naar andere centra zodat ze kunnen worden bewerkt, "gedecodeerd" en doorgestuurd naar eindgebruikers. Dit kunnen klassieke meteorologische opnamen zijn, maar ook meer uitgewerkte producten: kaarten met daarop de temperatuur van het oppervlak van de oceanen, de hoogte van het wolkendek enz... Dat moet uiteraard zo snel mogelijk gebeuren. Een weliswaar mooie foto heeft maar weinig nut meer als hij met een vertraging van 24 uur aankomt...

De grondinfrastructuur van Eumetsat wordt nog verder aangevuld door een enorm systeem voor de archivering van gegevens. Daar kan men alle meteorologische waarnemingen terugvinden die sinds 1977 werden verzameld, nog voor de formele oprichting van deze intergouvernementele organisatie. De producten die van de kosmische waarnemingsgegevens worden afgeleid, worden overigens niet alleen voor operationele meteorologie gebruikt. Eumetsat wil ook de evolutie van het klimaat op onze planeet in de gaten houden. En precies daarbij spelen de meteorologische archieven en hun uitzonderlijke kwaliteit een rol van betekenis. Deze andere pool van uitmuntendheid opent de weg naar een veelheid aan toepassingen en wetenschappelijk onderzoek. Met haar satellieten, de diverse grondstations en de verwerking en levering van waarnemingsgegevens kan Eumetsat haar gediversifieerde en volledige opdracht volbrengen. Men kan dan ook terecht spreken over het *Eumetsatsysteem*.

Momenteel zijn 19 landen lid van Eumetsat: België, Denemarken, Duitsland, Finland, Frankrijk, Griekenland, Ierland, Italië, Luxemburg, Nederland, Noorwegen, Oostenrijk, Portugal, Slowakije, Spanje, Turkije, het Verenigd Koninkrijk, Zweden en Zwitserland. De organisatie werkt ook samen met een tiental andere landen: Bulgarije, Kroatië, Hongarije, Letland, Litouwen, Polen, Roemenië, Servië-Montenegro, Slovenië en de Tsjechische Republiek. IJsland trad op 12 december 2005

Sinds december 2005 maakt MSG 2 deel uit van de vloot weersatellieten van Eumetsat.
(© Eumetsat)



Satellieten ten dienste van

toe tot de club van landen die met Eumetsat samenwerken. Net zoals de andere deelnemers krijgt ook IJsland nu toegang tot gegevens die elke dag van het jaar en 24 uur op 24 worden geproduceerd via *EUMETCast*. Via dit systeem verspreidt Eumetsat numerieke informatie, ook van de polaire satellieten van de Amerikaanse organisatie *National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)* en de Europese instrumenten aan boord van deze kunstmanen.

De waarnemingsgegevens en het beeldmateriaal van Eumetsat zijn vooral bestemd voor de nationale meteorologische diensten van de verschillende landen. Maar ook verschillende internationale organisaties (UNESCO, FAO, UNEP, WMO, ECMWF, NOAA) maken er gebruik van, net als een brede waaier van privégebruikers met een licentie. Zo steunen universiteiten en onderzoeksinstituten voor hun eigen onderzoek en onderwijs uiteraard op gegevens van de Meteosats. De toegang tot de gegevens voor wetenschappelijke en pedagogische doeleinden is overigens gratis. Men moet alleen een licentie aanvragen.

België is al lid van Eumetsat sinds de oprichting van de organisatie. In 2005 leverde ons land een financiële bijdrage van 2,79% aan Eumetsat, dat in 2005 over een budget van in totaal 292 miljoen euro beschikte.

*Het hoofdkantoor van Eumetsat bevindt zich in Darmstadt in Duitsland. Dit "operationeel" Europees ruimteagentschap exploiteert de Europese meteorologische satellieten en biedt een veelheid aan diensten die daarmee verband houden. In 2006 bestaat Eumetsat 20 jaar.
(© Eumetsat)*

De geostationaire satellieten van Eumetsat kregen de naam *Meteosat*. Ze werden ontwikkeld in het kader van een programma van de ESA. Maar niet al deze kunstmanen zijn hetzelfde. Ze vertegenwoordigen verschillende generaties van ruimtetuigen. De nog altijd operationele satellieten *Meteosat 5*, *6* en *7* kregen in hun baan om de aarde op een hoogte van 36 000 kilometer in 2002 het gezelschap van *MSG 1*. Dat was de eerste *Meteosat* van de "tweede generatie", die na zijn operationele indienstneming ook als *Meteosat 8* wordt aangeduid. In december 2005 werd *MSG 2* (of *Meteosat 9*) gelanceerd. Deze nieuwe verbeterde satellieten werden in samenwerking met ESA en andere Europese partners ontwikkeld. Ook België is van de partij, in het bijzonder voor het instrument *GERB* (zie verder).

Terwijl *Meteosat 7* elk half uur gegevens levert via drie kanalen, doen de *MSG*-kunstmanen elk kwartier waarnemingen in 12 kanalen. *Meteosat 6*, *7*, *8* en *9* bevinden zich boven Europa en Afrika. *Meteosat 5* kijkt neer op de Indische Oceaan.

In totaal zullen er vier *MSG*-satellieten worden gelanceerd. Ze moeten tot 2018 operationeel zijn. Daarna ruimen ze plaats voor de derde generatie (*Meteosat Third Generation of MTG*) van Europese weersatellieten. In Darmstadt, Parijs en elders in Europa is men al bezig met het ontwerp van deze nieuwe satellieten, die van 2015 tot 2030 moeten instaan voor de verderzetting van de waarnemingen.

Ondertussen maakt men zich klaar om een ander soort Europese weersatellieten de ruimte in te sturen. Het gaat om polaire satellieten en ze kregen de naam *Metop*. De drie *Metop*-kunstmanen van Eumetsat werden eveneens ontwikkeld in het kader van een ESA-programma. Ze zullen niet in een geostationaire baan aan de hemel hangen maar op een afstand van nauwelijks 850 kilometer rond de aarde draaien. In tegenstelling tot de geostationaire *Meteosats* zullen de *Metops* onophoudelijk boven onze hoofden "defileren". Hun baan brengt ze ook boven de polen van de aarde. Elke dag zullen ze 14 van dergelijke banen rond de aarde afleggen.

Het voordeel van dit soort satellieten is dat ze "scherper" zien. Omdat ze dichterbij de aarde



de meteorologie

draaien hebben ze weliswaar geen globale kijk op onze planeet in tegenstelling tot de Meteosats, maar ze leveren wel nauwkeurigere informatie die onontbeerlijk is voor de weersvoorspelling.

Dankzij satellieten in een polaire baan kunnen gebieden die geostationaire satellieten slecht of niet kunnen zien, beter worden waargenomen. Geostationaire satellieten hebben immers slechts één halfrond van de aarde in het vizier en ze zien sommige delen van de aarde onder een zeer lage hoek. De eerste Metop-satelliet van Eumetsat zou eind juni 2006 de ruimte moeten ingaan vanaf de kosmodroom Bajkonoer in Kazachstan.

Dit station op de archipel Svalbard (Spitsbergen) in de Noordelijke IJszee maakt deel uit van de grondinfrastructuur van Eumetsat voor de ontvangst van satellietgegevens. Dit station is van bijzonder belang voor de ontvangst van gegevens van de polaire Metop-satellieten.

De instrumenten aan boord van de Metop-satellieten

Instrument	Volledige benaming	Waarnemingen
AVHRR-3	Advanced Very High Resolution Radiometer	Opnamen bij dag en nacht in zes spectrale banden van de wolken, de oceanen en het aardoppervlak
HIRS/4	High Resolution Infrared Sounder	Temperatuur en vochtigheid van de atmosfeer
AMSU-A	Advanced Microwave Sounding Unit	Globale temperatuur van de atmosfeer onder alle omstandigheden
MHS	Microwave Humidity Sounder	Lokale metingen van de vochtigheid van de atmosfeer
IASI	Infrared Atmospheric Sounding Interferometer	Geavanceerde atmosferische waarnemingen
GRAS	Global navigation satellite systems radio occultation GNSS Receiver for Atmospheric Sounding	Temperatuur van de hoge troposfeer en van de stratosfeer met een hoge verticale resolutie
ASCAT	Advanced Scatterometer	Windsnelheden dichtbij het oppervlak van de oceanen
GOME-2	Global Ozone Monitoring Experiment	Ozon en andere bestanddelen van de troposfeer en de stratosfeer





De oceanen

vanuit de ruimte bekeken

Jason 2 is de nieuwste satelliet voor radaraltimetrie van de oceanen.

Een andere categorie van gespecialiseerde satellieten houdt zich bezig met *radaraltimetrie*. Ze vormen een bijkomende bron van informatie voor de meteorologen en de klimatologen bij het onderzoek van de zeeën en de oceanen van onze planeet.

70% van het aardoppervlak bestaat uit oceanen. Stromingen in de oceanen en verschijnselen als *El Niño* spelen een belangrijke rol bij de evolutie van het klimaat. Om beter te begrijpen wat er zich precies afspeelt over deze uitgestrekte wateroppervlakken neemt Eumetsat actief deel aan de satelliet *Jason 2*, die in 2008 moet worden gelanceerd. Deze kunstmaan voor radaraltimetrie moet de oceanen permanent in de gaten houden, het niveau van de zeeën en de hoogte van de golven meten en voorspellingen leveren voor de zeevaart.

Dit soort satellieten is niet nieuw. Maar ook hier wil men ervoor zorgen dat de metingen worden verdergezet. Gedurende 13 jaar al werden vanuit de ruimte permanent altimetriscie waarnemingen uitgevoerd met de satelliet *Topex/Poseidon*, een samenwerkingsprogramma van de Amerikaanse ruimtevaartorganisatie NASA en zijn Franse tegenhanger CNES. Na bijna 62 000 banen rond de aarde kwam er begin 2006 een eind aan het operationele leven van de satelliet. *Topex/Poseidon* leverde voor de eerste keer een globale en continue blik op de topografie van het oppervlak van de oceanen. Uit de gegevens van de kunstmaan konden onderzoekers wekelijkse variaties in de oceanen onderscheiden.

Kort samengevat kan men stellen dat de satelliet ons de oceanen en hun invloed op het klimaat aanzienlijk beter heeft doen begrijpen. *Topex/Poseidon* leverde ook een bijdrage tot een betere voorspelling van orkanen en

het fenomeen *El Niño/La Niña*, onderzoek van de oceanen en het klimaat, de zeevaart, offshore industriële activiteiten, de visvangst, onderzoek van mariene zoogdieren, de verbetering van globale modellen van getijden en het opvolgen van vervuiling op zee. De gegevens van *Topex/Poseidon* waren goed voor meer dan 2100 wetenschappelijke publicaties.

In december 2001 werd de satelliet *Jason 1* gelanceerd. Die moest de gegevens van *Topex/Poseidon* aanvullen en verbeteren en onderzoeken hoe stromingen in de oceanen het klimaat beïnvloeden. *Jason* brengt elke tien dagen nauwkeurig het niveau van de zee in kaart, evenals de windsnelheden en de hoogte van de golven van 95% van de niet door ijs bedekte oceanen van de aarde. Deze gegevens zijn van onschatbare waarde voor voorspellingen van het weer op korte termijn en van het klimaat op lange termijn.

Jason 2 moet de continuïteit van de waarnemingen verzekeren en voor nog meer nauwkeurige gegevens zorgen. De satelliet is uitgerust met zes instrumenten (twee altimeters, een GPS-ontvanger, een systeem voor lokalisatie van de satelliet vanaf de grond, een radiometer en een laserreflector) en zal het niveau van de zeeën en de oceanen meten met een nauwkeurigheid van één centimeter.

Dit programma werd opgestart door NASA en CNES. Eumetsat zal opdrachten naar de satelliet doorsturen en samen met het Amerikaanse NOAA de gegevens en afgeleide producten verwerken en verspreiden. Het is het eerste optionele programma van Eumetsat. België neemt er voor 3,1% aan deel.

De SAF's

centra van uitmuntendheid

Om de steeds grotere massa informatie van meteorologische satellieten "in goede banen te leiden", kan Eumetsat rekenen op specialisten "van het huis". Dat doet de organisatie al van oudsher bij de uitwerking van bepaalde producten zoals *Cloud Motion Winds* (het afleiden van winden uit de beweging van wolkenvelden) of *Cloud Analysis* (karakterisering van het wolkendeck en de temperatuur aan de wolke toppen). Maar Eumetsat kan ook rekenen op de competentie van deskundigen van verschillende nationale weerkundige diensten en andere gespecialiseerde instituten van de lidstaten. Precies volgens het principe van uitgebreide samenwerking tussen al deze partners zagen de *Satellite Application Facilities of SAF's* het daglicht. De SAF's zijn verantwoordelijk voor de verwerking van satellietgegevens die zowel afkomstig zijn van Europese kunstmanen als van andere satellieten, bijvoorbeeld van de Amerikaanse *National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)*. Ze hebben eenvoudige, maar tegelijk ambitieuze doelstellingen. Elke SAF zet de gegevens om in afgewerkte producten of gespecialiseerde toepassingen. Deze gespecialiseerde producten worden vervolgens door de meteorologische diensten binnen en buiten de lidstaten van Eumetsat gebruikt en aangewend voor onder meer wetenschappelijk onderzoek.

Momenteel bestaan er acht van dergelijke SAF's, waarvan de activiteiten worden gecoördineerd door Eumetsat. Elke SAF wordt geleid door een consortium van organisaties onder auspiciën van een nationale weerkundige dienst en werkt rond een bepaald thema:

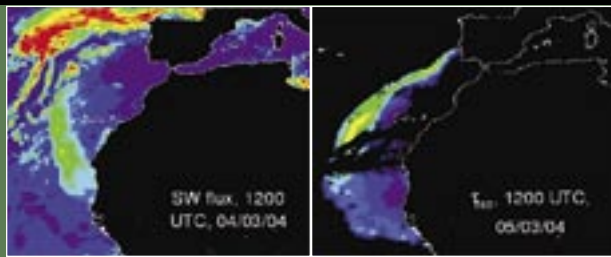
- de onmiddellijke voorspelling van het weer en de weersvoorspelling op zeer korte termijn (Spanje);
- de oceanen en het zee-ijs (Frankrijk);
- de waarneming van het klimaat (Duitsland);
- de numerieke voorspelling van het weer (Groot-Brittannië);

- de analyse van het landoppervlak (Portugal);
- ozonmonitoring (Finland);
- meteorologie op basis van gegevens van atmosferisch onderzoek met behulp van het wereldwijd systeem van satellietnavigatie GNSS (Denemarken);
- operationele hydrologie en waterbeheer (Italië).

Ons land leidt geen enkele SAF maar dat betekent niet dat onze specialisten niet actief zijn in een of ander onderzoeksdomein. Het KMI is van de partij bij vier SAF's op het vlak van ozon, het klimaat, het landoppervlak en sinds kort ook de hydrologie.

Onder de toepassingen die door de SAF's worden voorgesteld vinden we bijvoorbeeld:

- de voorspelling op korte termijn van gevaarlijke en plotse weersverschijnselen zoals stormen en tornado's, die een bedreiging kunnen vormen voor de luchtvaart;
- de verbetering van de veiligheid op zee met informatie over drijfijis, windvectoren en energiefluxen;
- de opvolging van de evolutie van het klimaat van onze planeet en de invloed daarvan op de hydrologische cycli;
- de voorspelling en de opvolging van perioden van droogte;
- de vervuiling van de hogere lagen van de atmosfeer.



De onderzoekers van het Imperial College van Londen gebruiken gegevens van het instrument GERB om de verstoring van de stralingsbalans ("forcing") te meten door aerosols, zoals toen zich begin maart 2004 een stofwolk vanuit de Sahara verspreidde over een duizenden kilometers groot gebied boven de Atlantische Oceaan. Deze beelden tonen de waarneming van de stofwolk op basis van het kanaal SEVIRI op 0,6µm en de zonneflux. (© KMI)

“Stralend” onderzoek van het Koninklijk Meteorologisch Instituut



Zandstormen in de Sahara.
(© Eumetsat)

Het klimaat is een heuse machine die gevoed wordt door energie, afkomstig van de zon. De aarde ontvangt constant een grote dosis energie van onze ster. Dankzij het jarenlange onderzoek van het Koninklijk Meteorologisch Instituut naar de *zonneconstante* heeft men deze golf van energie kunnen karakteriseren. Deze fameuze constante drukt uit hoeveel zonne-energie op het aardoppervlak zou terechtkomen als het rechtstreeks aan de straling van onze ster wordt blootgesteld, dus wanneer de atmosfeer er niet zou zijn. De waarde ervan bedraagt ongeveer 1366 watt per vierkante meter. Onderzoek van medewerkers van het KMI wijst erop dat er een kleine variatie is van de “constante”

in de tijd. Ze maakten daarbij in het bijzonder gebruik van instrumenten (radiometers), die al meer dan twintig jaar meevliegen aan boord van ruimtetuigen.

Maar wanneer we over het klimaat spreken, mogen we niet uit het oog verliezen dat de aarde zelf een belangrijk deel van de energie die ze ontvangt terug naar de ruimte uitstraalt. Gelukkig maar... Zoniet zouden we op onze planeet verzengende temperaturen hebben zoals die momenteel op Venus heersen. Het zou hier dan absoluut onleefbaar zijn.

De onderzoekers willen graag de fluctuaties kennen in die terugkaatsing. Dat is in het bijzonder het doel van het instrument *Geostationary Earth Radiation Budget (GERB)* aan boord van de Meteosat-weersatellieten van de tweede generatie. Dit instrument is van bijzonder belang voor België. Het KMI en het Luikse bedrijf Amos hebben niet alleen samen met Britse en Italiaanse partners meegewerkt aan de ontwikkeling van GERB, ons land levert daarenboven ook de helft van de voor dit instrument vereiste diensten en grondinfrastructuur.

Een eerste GERB-instrument werd gelanceerd aan boord van de satelliet MSG 1. De tweede GERB-radiometer is afgelopen december aan boord van de geostationaire kunstmaan MSG 2 de ruimte ingegaan. Nog twee exemplaren van dit instrument zullen meevliegen met de volgende Meteosats van de tweede generatie. Zo zal de stralingsbalans van de aarde gedurende 15 jaar ononderbroken kunnen worden gemeten.

MSG 2 alias Meteosat Second Generation 2 is net als MSG 1 uitgerust met het instrument GERB, een radiometer die van bijzonder belang is voor ons land.
(© Eumetsat)



GERB: een gebruiksaanwijzing

Het instrument GERB is een *radiometer* die de aarde in twee spectrale zones waarneemt. De eerste bestrijkt het zonnespectrum (0,32 tot 4,0 μm), de andere een meer uitgestrekt gebied van het elektromagnetisch spectrum (0,32 tot 30 μm). De gegevens van de twee soorten metingen worden gecombineerd en dat levert informatie op over de door de aarde uitgezonden thermische straling (in het spectrale domein van 4,0 tot 30 μm). De waarnemingen worden om de 15 minuten herhaald.

De resolutie van het instrument aan het aardoppervlak bedraagt 50 kilometer. Na de verwerking van de gegevens kan men zelfs een resolutie van ongeveer 10 kilometer halen. Zo kan men zonder probleem opvolgen wat de impact is van wolken en hun evolutie op de stralingsbalans van de aarde of hoe grote zandstormen vanuit de Sahara het weer en het klimaat in onze streken beïnvloeden.

Een gesprek met Nicolas Clerbaux

Nicolas Clerbaux is ingenieur bij het *Koninklijk Meteorologisch Instituut* in de afdeling *Teledetectie vanuit de ruimte*. Hij werkt met de gegevens die afkomstig zijn van de radiometer GERB.

Space Connection: Wie maakt gebruik van deze gegevens?

Nicolas Clerbaux: De gegevens van het instrument GERB worden gedeeltelijk verwerkt door het KMI in Ukkel, alvorens ze worden doorgestuurd naar onderzoeksteams. Tot nu toe hebben we de GERB-gegevens geëvalueerd. Ze werden niettemin al ter beschikking gesteld van onderzoekers, maar met enig voorbehoud. De validatie van de gegevens was nog niet helemaal voltooid. Praktisch gesproken wilde dat zeggen dat de gegevens niet als basis konden dienen voor artikels in wetenschappelijke tijdschriften. Van 14 tot 16 december 2005 kwam het *GERB International Science Team (GIST)* in Londen bijeen om de laatste resultaten in verband met de validatie van het instrument te analyseren. Het gaf groen licht voor de verspreiding van de gegevens. De waarnemingen van de afgelopen drie jaar zullen worden herbewerkt op de goedgekeurde manier en zullen vanaf dan "officieel" kunnen worden gebruikt. Momenteel hebben we 33 geregistreerde gebruikers voor de GERB-gegevens. We verwachten dat dit aantal nog zal toenemen, nu de gegevens beschikbaar zijn voor wetenschappelijke publicaties.

SC: Gebruiken Belgische onderzoekers de gegevens reeds?

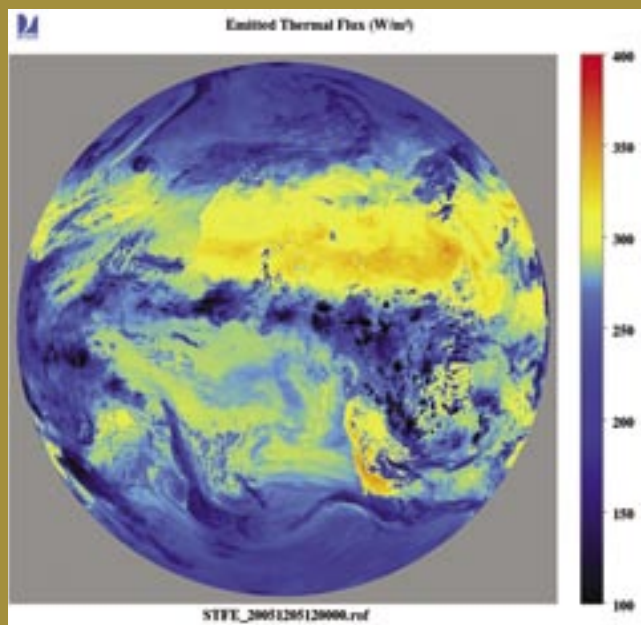
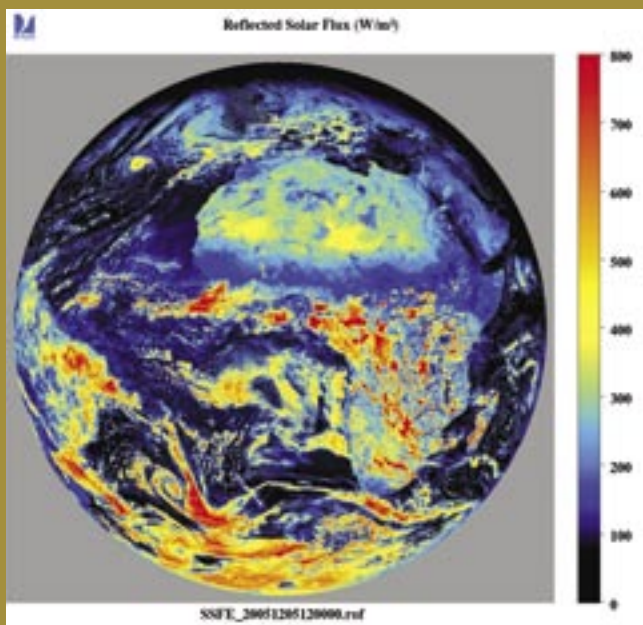
NC: De gebruikers komen uit acht landen: Duitsland, de Verenigde Staten, Frankrijk, Nederland, het Verenigd

Koninkrijk, Canada, Spanje en Zwitserland. Er is niets op tegen dat ook Belgische onderzoekers de gegevens krijgen. We denken hier aan onze excellente universitaire centra, die het klimaat onderzoeken of aan regionale agentschappen, verantwoordelijk voor het milieu. Op het KMI zelf bekijken we de mogelijkheid om de gegevens aan te wenden bij ons regionale model ALADIN zodat we betere weersvoorspellingen kunnen maken.

SC: Wat zijn de belangrijkste toepassingen?

NC: Zonder volledig te zijn hebben de belangrijkste toepassingen te maken met de *SAF Klimaat* van Eumetsat, waaraan het KMI actief deelneemt. Deze SAF wil op basis van satellietgegevens producten in verband met het klimaat bekomen, ze archiveren en ze operationeel verspreiden. In dit verband worden de gegevens van het instrument GERB op het KMI gebruikt voor de berekening van de maandelijkse gemiddelden van de weerkaatste zonneflux en van de thermische flux, bovenaan de atmosfeer. De GERB-gegevens worden ook door onze Duitse collega's gebruikt om de stralingsfluxen in te schatten op het niveau van het aardoppervlak, na correctie voor de atmosferische absorptie.

Met de GERB-gegevens kunnen we onze modellen voor de voorspelling van de evolutie van het weer en het klimaat verbeteren. Behalve de onzekerheid in verband met de uitstoot van broeikasgassen (protocol van Kyoto, de ontwikkeling van landen als China en India), zijn er nog veel andere onbekende factoren als gevolg van het feit dat het moeilijk is de wisselwerking tussen enerzijds de straling en anderzijds de wolken en de aerosols in model te brengen.



Het instrument GERB wordt mede geleid door onderzoekers van het KMI in Ukkel. Hier is een voorbeeld te zien van de wetenschappelijke informatie die een dergelijk instrument kan opleveren. In het thermisch beeld is goed het effect van de opwarming te zien die ontstaat omdat wolken verhinderen dat straling naar de ruimte "lekt". Het beeld van de gereflecteerde zonneflux toont dan weer het afkoelende effect van wolken en heldere oppervlakken zoals woestijnen en sneeuwlandschappen. (© Eumetsat)

In dit kader gebruiken we GERB om de modellen voor de voorspelling van het klimaat te valideren. Het betreft hier bijvoorbeeld het project *SINERGEE*, dat de GERB-gegevens in *real time* gebruikt om het geünificeerde model te valideren waarmee het Britse *Met-Office* meteorologische en klimatologische voorspellingen doet. De Engelse onderzoekers willen in het bijzonder alle systematische fouten vinden die er bestaan tussen hun model en de waarnemingen van GERB.

De invloed van wolken op de stralingsbalans is ook goed te zien op de beelden. De wolken zijn op twee tegengestelde manieren in interactie met de straling. Enerzijds zorgen ze voor *afkoeling* door een groot deel van de invallende zonne-energie terug te kaatsen. Anderzijds zorgen ze voor *opwarming*, doordat ze verhinderen dat warmte terug naar de ruimte ontsnapt.

Het netto-effect van een wolk op de stralingsbalans is zeer variabel en hangt af van het soort wolk, de hoogte boven de aarde en de plaats van de wolk. In dit kader werd GERB gebruikt om nauwkeurig de effecten te karakteriseren van convectieve wolken op de tropische gordel. Hierbij is het van cruciaal belang dat het instrument zich in een geostationaire baan bevindt (vanaf de aarde gezien in een vaste positie aan de hemel). Zo kan het goed de dagelijkse convectiecyclus waarnemen (dit soort wolken ontwikkelt zich op het eind van de namiddag boven heel warme oppervlakken en blijft de rest van de dag aanhouden).

Onderzoek van de verstoring van de stralingsbalans als gevolg van aerosols is eveneens één van de belangrijke toepassingen van GERB. Aerosols zijn fijne deeltjes die in de lucht hangen. Ze spelen een belangrijke, maar nog niet zo goed gekende rol bij het klimaatsysteem. Vanuit

dit standpunt is het gezichtsveld van de Meteosat-kunstmanen bijzonder interessant. Het omvat immers de belangrijkste bronnen van planetaire aerosols: rook door de verbranding van biomassa in tropisch Afrika, stofwolken als gevolg van winden (zandstormen), enz...

Tenslotte kan het instrument ook gebruikt worden om de moesson in Afrika te bestuderen. De GERB-metingen van de stralingsbalans worden gebruikt bij een internationaal programma dat de moesson in West-Afrika bestudeert en dat *African Monsoon Multidisciplinary Analysis (AMMA)* heet. Dit deel van het AMMA-programma heet *Radiative Atmospheric Divergence using ARM Mobile Facility, GERB data and AMMA stations (RADAGAST)* en wordt geleid door professor Tony Slingo van het *Environmental Systems Science Centre* van de Universiteit van Reading (Verenigd Koninkrijk).

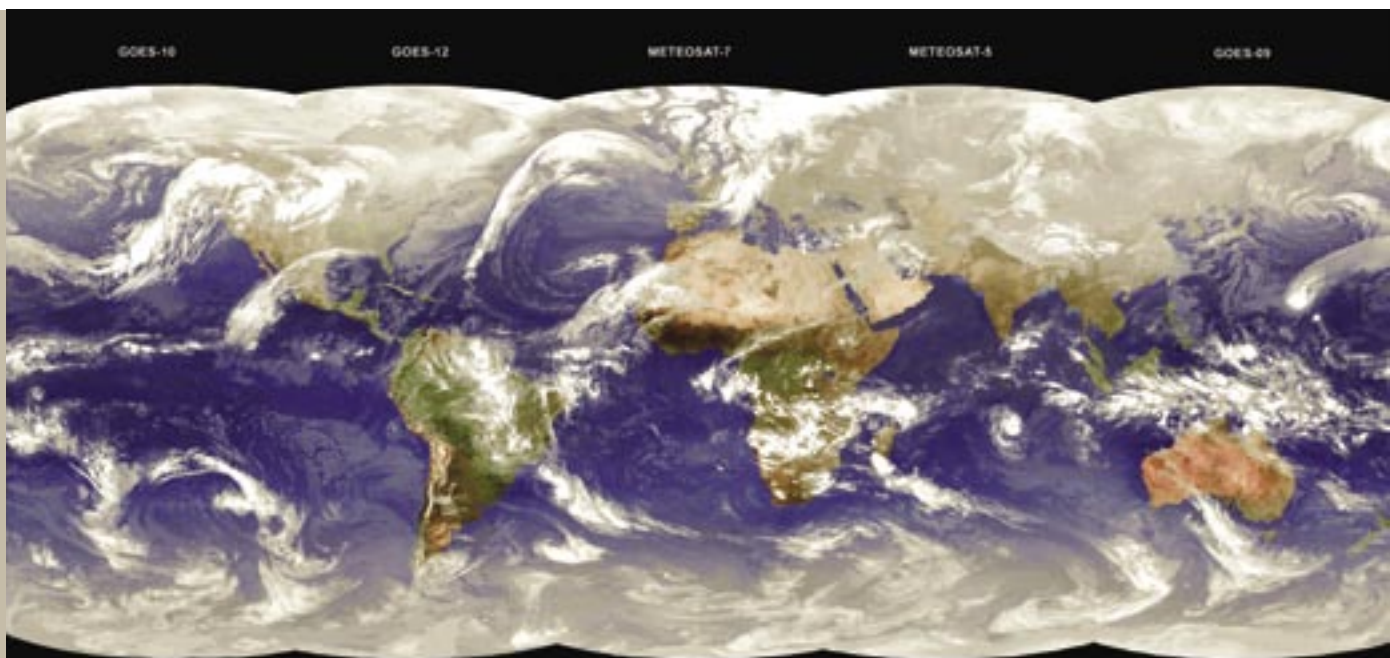
SC: Zal de lancering van een tweede MSG-satelliet met eveneens een GERB-radiometer aan boord de kwaliteit van de waarnemingen nog verbeteren?

NC: GERB past perfect in een operationeel programma. Met een tweede GERB-instrument in een baan om de aarde zullen we meer betrouwbare waarnemingen bekomen. We hebben nu een reserve-instrument voor het geval we met het eerste problemen zouden hebben.



Het GERB-instrument:
www.ssd.rl.ac.uk/gerb
 GERB in het Koninklijk Meteorologisch Instituut:
gerb.oma.be

Om alle wolken waar te nemen die de aarde op een bepaald moment bedekken, zijn verschillende geostationaire satellieten nodig. Die hangen vanaf de aarde gezien op 36 000 kilometer hoogte boven de evenaar in een vast punt aan de hemel. Deze compositie is afkomstig van de opnamen van vijf satellieten.
 © Eumetsat



18th January 2005 at 15:00 GMT

World Cloud Map

De weersatellieten in de wereld

Uiteraard exploiteert niet alleen Europa meteorologische kunstmanen. Het waren de Verenigde Staten die vanaf 1959 de eerste weersatellieten lanceerden. En dat doen ze nog steeds. Een overzicht van de weersatellieten die eind 2005 rond de aarde draaiden en hun opvolgers (gebaseerd op de Eumetsatpublicatie *Image*, nr. 23).

Europa

Naast de Europese geostationaire satellieten van de Meteosat-reeks (Meteosat 5, 6, 7 en 8) en MSG 2 (Meteosat 9), gelanceerd in december 2005, maakt Europa zich op voor de lancering eind juni van de eerste Metop-weersatelliet. De Europese weersatellieten zijn bijzonder betrouwbaar. Zo "leende" Eumetsat bij verschillende gelegenheden een satelliet uit aan andere organisaties of landen zoals de Europese Unie en India.

Rusland

De satelliet Meteor 3M-N1 bevindt zich in een heliosynchrone ochtendbaan. In 2006 zou Meteor 3M-N2 moeten worden gelanceerd gevolgd door Meteor 3M-N3 in 2008. Voor 2007 is de geostationaire satelliet GOMS-N2 voorzien. Hij zal in een positie op 76° oost worden gebracht.

Verenigde Staten

In het kader van een overeenkomst tussen NOAA en het Japan Meteorological Agency (JMA) bevindt GOES 9 zich sinds mei 2003 op 155° oost boven de Stille Oceaan. De satelliet stond in voor operationele waarnemingen van dit gebied, in afwachting van de lancering van de Japanse satelliet MTSAT 2.

GOES 10 (West) op 135° west is de belangrijkste satelliet van de westelijke regio.

GOES 11 bevindt zich op 105° oost en kan indien nodig inspringen voor GOES East en GOES West.

GOES 12 (East) op 75° west is de belangrijkste satelliet van de oostelijke regio.

GOES N (de toekomstige GOES 13) zal in een positie op 135° of 75° west worden gebracht, in functie van de behoeften.

NOAA 12 was aanvankelijk voorzien voor een ochtendbaan maar draait momenteel in een namiddagbaan.

NOAA 14 dient als reserve voor de satellieten NOAA 16 en 18.

NOAA 15 draait in een polaire ochtendbaan en dient als reserve voor NOAA 17.

NOAA 16 is de eerste reservesatelliet voor NOAA 18.

NOAA 17 is de belangrijkste satelliet in een polaire ochtendbaan, maar levert geen gegevens meer als gevolg van een defect in het instrument AMSU-A1 in oktober 2003. NOAA 15 vervult nu deze taak.

NOAA 18 is de eerste satelliet van het Initial Joint Polar-Orbiting Operational Satellite System (IJPS) en werd op 20 juni 2005 gelanceerd. De satelliet is sinds 30 augustus operationeel.

De lancering van de satelliet NOAA N is voorzien voor 2007/2008.

Japan

GMS 5 werd gelanceerd in 1995 en bevindt zich op 140° oost, maar heeft problemen met infrarode en visuele waarnemingen. MTSAT 1R werd gelanceerd in februari 2005, MTSAT 2 in februari dit jaar.

India

Kalpana 1 of Metsat is de eerste specifiek meteorologische kunstmaan van India. Deze geostationaire satelliet kwam in een positie op 74° oost. Insat 2E bevindt zich op 83° oost en is alleen met een optische CCD-detector uitgerust. Insat 3A bevindt zich op 93,5° oost. Insat 3D moet dit jaar gelanceerd worden.

China

Fengyun 1D (FY 1D) werd in mei 2002 gelanceerd en draait in een vroege heliosynchrone ochtendbaan.

FY 2A blijft reserve op 86,5° oost.

FY 2B dient als reserve voor FY 2C op 123,5° oost.

FY 2C is de belangrijkste geostationaire satelliet op 105° oost.

FY 2D en FY 2E moeten in 2006 en 2009 gelanceerd worden.

FY 3A is het eerste exemplaar van de tweede generatie van Chinese geostationaire weersatellieten en zou in 2006 moeten gelanceerd worden. De zes volgende satellieten zullen tussen 2006 en 2020 de ruimte ingaan.

FY 3B zou in 2009 moeten worden gelanceerd.

Satellieten en de Wereld Meteorologische Organisatie (WMO)

Voor betrouwbare weersvoorspellingen op lange termijn volstaan plaatselijke, regionale of zelfs continentale gegevens niet. Om de evolutie van het klimaat te kunnen begrijpen en voorspellen, zelfs plaatselijk, moeten we een globaal beeld krijgen van de diverse weersverschijnselen. Zoals we verderop zullen zien is deze globale kijk op het weer ook een uitgelezen hulpmiddel voor onderzoek van de evolutie van het milieu.

Deze globale visie is vandaag realiteit geworden. Dat komt doordat de gegevens worden gedeeld van satellieten in een baan om de aarde, wat ook hun land of organisatie van oorsprong is. Daarvoor is internationale coördinatie nodig. En hierbij speelt de *WMO* - de *World Meteorological Organization of Wereld Meteorologische Organisatie* - een grote rol.

De WMO coördineert de internationale wetenschappelijke activiteiten bij de zo snel mogelijke levering van kwaliteitsvolle meteorologische gegevens en diensten. Dat gebeurt zowel aan de privésector als aan de openbare sector en zowel aan particulieren als aan bedrijven (die bijvoorbeeld actief zijn op het vlak van transport op zee of via de lucht).

De WMO is gevestigd in Genève en telt 187 lidstaten waaronder België. Ons land levert een bijdrage van 1,1%. Het is een gespecialiseerd (en wetenschappelijk) instituut van de Verenigde Naties voor alles wat te maken heeft met de atmosfeer en het klimaat op onze planeet. De organisatie werd opgericht in 1947 en trad in 1951 in werking. Op die manier werd het de opvolger van de vroegere *International Meteorological Organization (IMO)*.

De belangrijkste programma's van de WMO

Sinds de jaren '90 halen de klimaatveranderingen bijna elke dag het nieuws. Opdat regeringen hun nationale ontwikkelingsplannen en hun beleid zouden kunnen aanpassen aan een veranderende situatie, hebben ze gegevens in verband met het klimaat nodig.

In 1979 ging het *World Climate Program (WCP)* van start. Het bestaat uit vier luiken: gegevens verzamelen over het klimaat en het opvolgen van het klimaat, de evaluatie van de invloed van het klimaat en de formulering van antwoorden daarop, toepassingen en diensten en een klimaatonderzoeksprogramma. Het zal steunen op het *Global Climate Observing System (GCOS)*, dat uitgebreide informatie moet leveren over het klimaat op onze planeet. Daarbij komt een heel gamma van mechanismen en eigenschappen om de hoek kijken. Ze hebben betrekking op de atmosfeer, de oceanen, de hydrosfeer, de cryosfeer en de biosfeer.

Het WCP wil de beschikbare informatie over het klimaat zo goed mogelijk gebruiken. Zo kan er aan betere economische en sociale planning gedaan worden. En men kan de kennis over het klimaat nog uitdiepen met fundamenteel onderzoek en vervolgens bepalen hoe de mens het klimaat verandert en hoe we dat kunnen

voorzien. Zo is het mogelijk regeringen in te lichten over de ophanden zijnde veranderingen van het klimaat, veroorzaakt door de natuur of de mens, die zware gevolgen kunnen hebben voor onze activiteiten.

Zo speelt het een technische rol binnen de internationale groep van experts op het vlak van het klimaat. Die werd in 1988 opgericht door de WMO en het *United Nations Environment Programme (UNEP)* en moet de evolutie van het klimaat van onze planeet en de gevolgen ervan inschatten, in het bijzonder op de economie. In een eerste evaluatierapport uit 1990 maakte de groep (toen reeds) een staat op van de verhoogde concentraties van broeikasgassen, die het gevolg zijn van activiteiten van de mens.

Onderzoek van de atmosfeer en het milieu

Het programma voor onderzoek van de atmosfeer en het milieu bestudeert de structuur en de samenstelling van de atmosfeer. Dat omvat de fysica en de scheikunde van de wolken, kunstmatige veranderingen van het weer, tropische meteorologie en de weersvoorspelling. Dit grote programma wil ook de leden van de WMO helpen bij onderzoek op het vlak van de klimaatverandering.

Een voorbeeld van wat dit programma heeft kunnen realiseren is het wereldwijd systeem voor ozonwaarneming, dat teruggaat tot de jaren '50. Momenteel zorgen meer dan 140 waarnemingsstations op de grond en aanvullende satellietgegevens voor een wereldwijd netwerk voor de continue waarneming van dit gas. De afname van ozon in de atmosfeer gaf aanleiding tot een internationale conventie ter bescherming van de ozonlaag.

Dit onderzoeksprogramma leverde ook nog een ander resultaat op: de oprichting van een netwerk van waarnemingsstations van vervuiling in de atmosfeer. Dit netwerk leverde het bewijs van een continue toename van concentraties broeikasgassen in de atmosfeer, zoals CO₂ en methaan.

Meteorologische toepassingen

Meteorologische informatie kan in talloze domeinen worden toegepast. We spraken al over transport op zee en via de lucht. Maar voor bepaalde landen is het vooral de landbouw die nood heeft aan zo nauwkeurig mogelijk weerkundige informatie. Sommige gewassen mogen bijvoorbeeld niet te veel neerslag krijgen (om verliezen te vermijden als gevolg van ziekten of parasieten). Of soms moet men net de strijd aangaan tegen hardnekkige periodes van droogte. Een van deze toepassingen werd eenvoudigweg *agrometeorologisch bulletin* genoemd.

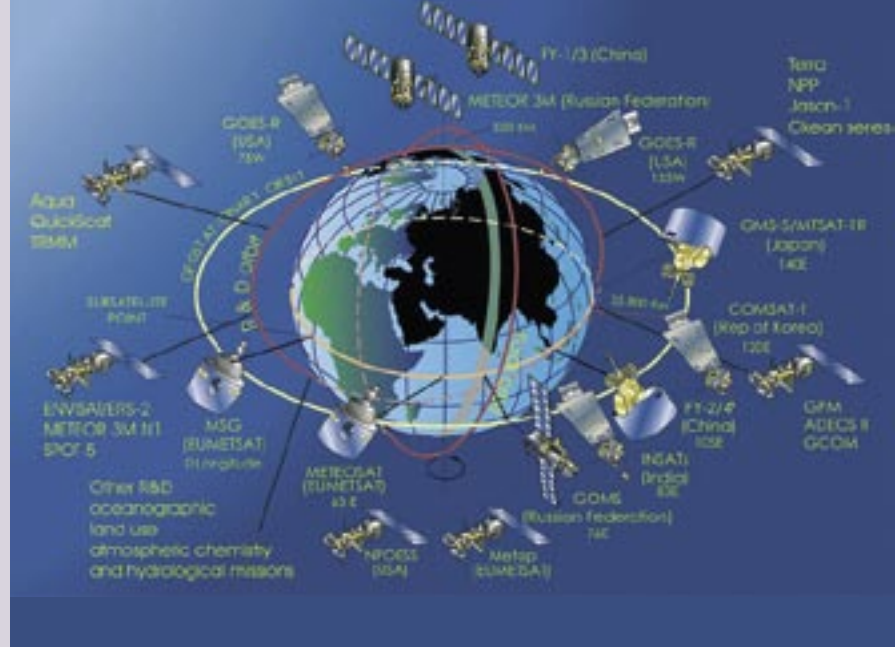
Het WMO-programma van toepassingen richt zich dus voornamelijk op de landbouw, de luchtvaart, de zeevaart en de openbare dienstverlening.

Hydrologie en waterbevoorrading

Wordt er morgen oorlog gevoerd om water? Het strategisch belang van het behoud van de zoetwatervoorraden is groot en wereldwijd staat er in dit opzicht veel op het spel. De WMO wil in deze context een vredelievende missie uitvoeren. Die moet de "watervrede" op wereldschaal verzekeren.

Hoe? Door bijvoorbeeld de samenwerking te vergemakkelijken tussen landen die eenzelfde hydrografisch waterbekken delen. Een meer recent probleem is de waterbevoorrading in grote verstedelijkte gebieden en in landbouwgebieden. Dit programma van de WMO bekijkt ook hoge waterstanden. Wanneer een rivier uit zijn oevers treedt, bedreigt dit de veiligheid van mensen en midde-len. Voor risicogebieden zorgt de WMO voor gespecialiseerde voorspellingen en de organisatie probeert zo de schade te beperken die dergelijke gebeurtenissen telkens weer blijven veroorzaken.

Het hydrologisch programma en het juist omspringen met water heeft vooral als doel wereldwijde samenwerking aan te moedigen bij de evaluatie van watervoorraden, de opzet van netwerken en hydrologische diensten, de verzameling en verwerking van gegevens en voorspelling en hydrologisch advies bij de ontwikkeling van netwerken (operationele hydrologie, toepassingen en milieu).



Onderwijs en opleiding

Dit is het programma bij uitstek voor de uitwisseling van wetenschappelijke kennis en knowhow. De WMO organiseert gespecialiseerde opleidingen, seminaries en helpt bij de ontwikkeling van didactisch materiaal. De organisatie voert ook enquêtes uit over de noden die er in dit verband bestaan en richt plaatselijke opleidingscentra op of bouwt ze verder uit.

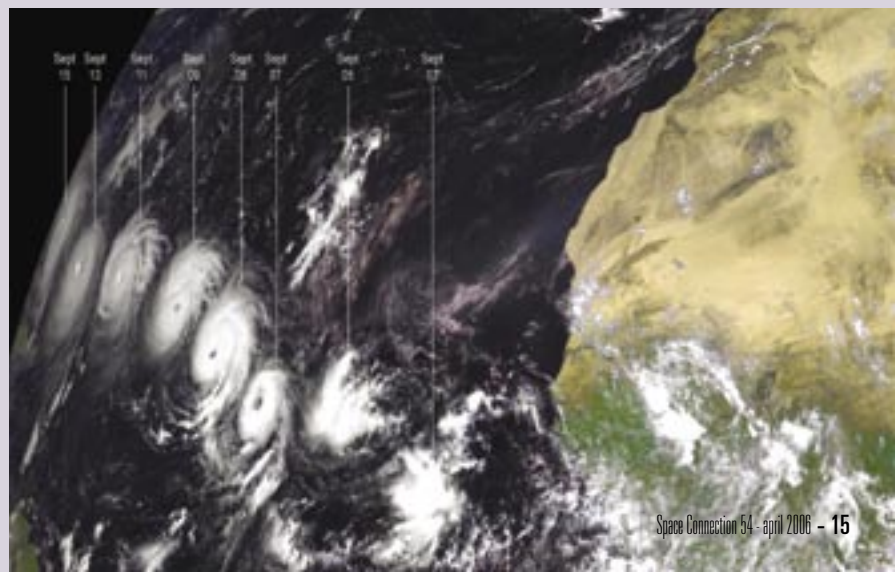
Technische samenwerking

Dit programma voor samenwerking wil de leemten opvullen en de technische achterstand goedmaken van de ontwikkelingslanden op het vlak van meteorologie en hydrologie. De WMO helpt ze bij de ontwikkeling van hun technische competentie en van instrumenten die nuttig zijn voor de nationale meteorologische en hydrologische diensten. Dit programma van de WMO staat niet op zichzelf. Om zijn doelstellingen te bereiken, werkt de organisatie hand in hand met andere agentschappen van de Verenigde Naties zoals het *United Nations Environment Programme (UNEP)*, het *United Nations Development Programme (UNDP)*, het *Global Environment Fund (GEF)* en regionale ontwikkelingsbanken.



Meteorologische kunstmannen draaien vooral in een geostationaire baan. Elke geostationaire satelliet heeft steeds eenzelfde halfrond van de aarde in het vizier. Door hun gegevens in het kader van de Wereld Meteorologische Organisatie samen te brengen en te combineren met gegevens van polaire satellieten en metingen vanop de grond, zijn steeds langere en meer nauwkeurige weersvoorspellingen mogelijk.

De waarneming van orkanen is eveneens een uitgelezen taak van de weersatellieten. Deze montage toont het ontstaan van tropisch onweer bij Afrika in 2003 en de evolutie ervan tot de krachtige orkaan Isabel. (© Eumetsat)



Het satellietprogramma van de WMO

Onder de grote wetenschappelijke en technologische programma's van de WMO is het belangrijkste en meest ambitieuze ongetwijfeld de *World Weather Watch* (WWW).

De WWW levert in real time meteorologische informatie van waarnemingsystemen en via telecomverbindingen van de lidstaten in de hele wereld. Het gaat om ongeveer 10 000 waarnemingsstations op de grond, 7000 op schepen en 300 verankerde en drijvende boeien met automatische weerstations. En natuurlijk ook... satellieten.

Het wereldwijd WWW-systeem neemt de atmosfeer al sinds het eind van de jaren '70 waar. Het satellietsegment van dit systeem bestaat uit verschillende onafhankelijke, nationale of regionale systemen, gecoördineerd door een informele internationale groep die één keer per jaar samenkomt: de *Coordination Group for Meteorological Satellites* (CGMS). Aanvankelijk, in 1972, bracht de CGMS alleen de uitbaters van weersatellieten en de WMO bij elkaar. Dat waren China, Europa (Eumetsat), India, Japan, Rusland en de VS. Maar daarna opende de CGMS ook de deuren voor operatoren van

milieusatellieten of experimentele kunstmanen, waarvan de gegevens die van de operationele weersatellieten aanvullen.

Het wereldwijd systeem omvat een constellatie van minstens vijf satellieten op regelmatige afstand van elkaar in een geostationaire baan boven de evenaar en van minstens twee satellieten in een quasi-polaire baan. Deze operationele satellieten maken routinematig beelden van de hele planeet. Deze beelden worden ter beschikking gesteld van meteorologen in heel de wereld, in het bijzonder voor weersvoorspellingen.

Buiten de gegevens van de klassieke weersatellieten (polair of geostationair) zijn er ook gegevens van andere aardobservatiesatellieten die heel waardevol kunnen zijn. Het gaat om satellieten voor wetenschappelijk onderzoek en niet over operationele weersatellieten. We noemen hierbij in het bijzonder de grote ESA-satelliet voor aardobservatie *Envisat*, die ons milieu waarneemt, de Amerikaanse satellieten *Aqua*, *Terra*, *TRMM* en *Quicksat*, de Japanse *Adeos 2* en de Russische kunstmanen *Meteor 3M-N1* en *Okean O*.

De Frans-Amerikaanse satelliet *Cloud-Aerosol Lidar Infrared Pathfinder Satellite Observations*, kortweg *Calipso*, is uitgerust met een lidar, een camera voor visuele opnamen en een infraroodcamera. Deze satelliet moet de verschillende soorten wolken bestuderen en nagaan welke rol ze precies spelen bij de stralingsbalans van de aarde.
© CNES



De coördinatie van satellieten in de toekomst

Hoe de toekomstige klassieke weersatellieten gebruiken? Dat wordt binnen de WMO besproken met het oog op hun integratie in het WWW-systeem. Het gaat vooral over de Europese *Metop*-satellieten en de Amerikaanse *NPOESS*-kunstmanen.

Hetzelfde geldt voor wetenschappelijke satellieten, zowel de reeds geplande als de programma's voor de nabije toekomst. Zo zijn er de satellieten van het programma *Earth Explorer (Living Planet)* van ESA: *Cryosat* voor de waarneming van de cryosfeer (deze satelliet ging bij de lancering vorig jaar verloren, maar zal worden herbouwd), *GOCE* voor gravitatieonderzoek, *SMOS* voor waarnemingen van de vochtigheid en het zoutgehalte op onze planeet en *ADM-Aeolus* voor onderzoek van windprofielen.

De tabel geeft een overzicht van toekomstige wetenschappelijke projecten die voor de WMO van belang kunnen zijn.

De ESA-satelliet *SMOS* maakt deel uit van de *Earth Explorer*-missies. *SMOS* moet de vochtigheid van de bodem op onze planeet waarnemen, evenals het zoutgehalte van de oceanen. (© ESA)

Satelliet	Operator	Baan	Lancering	Opdracht
Cryosat	ESA	717 km	2009	Waarneming van het poolijs
GOCE	ESA	250 km	2007	Gravitatieonderzoek
SMOS	ESA	755 km	2007	Zoutgehalte van de oceanen en vochtigheid van de bodem
ADM-Aeolus	ESA	405 km	2008	Windprofielen
Kompas-2	Rusland	400-550 km	2006	Waarneming van anomalieën in de ionosfeer
Baumanets	Rusland	490-500 km	2006	Waarneming van het landoppervlak
Resurs-DK	Rusland	350 km	2006	Waarneming van het landoppervlak
Calipso	Frankrijk-Verenigde Staten	705 km	2006	Wolken en aerosols
CloudSat	Verenigde Staten-China	705 km	2006	Onderzoek van wolken
OCO	Verenigde Staten	705 km	2008	Onderzoek van koolstofdioxide in de atmosfeer
Hydros	Verenigde Staten	670 km	2010	Evolutie van de vochtigheid van de bodem en onderzoek van de overgang vriezen-dooien
Alos	Japon	700 km	2006	Nauwkeurig in kaart brengen van landgebruik en onderzoek van natuurlijke rijkdommen
GOSAT	Japon	666 km	2008	Onderzoek van broeikasgassen (verdeling van koolstofdioxide)
GPM	Verenigde Staten-Japan	407 km	2010	Globaal onderzoek van neerslag
Aquarius	Nasa	657 km	2009	Zoutgehalte van land/oceanen
LDCM	Verenigde Staten	828 km	2010	Uitbreiding van de Landsat-satellieten
Glory	Verenigde Staten	824 km	2008	Verdeling van aerosols
DSCVR	Verenigde Staten	Lagrange-punt L1	Nog te bepalen	Onderzoek van de invloed van zonnestraling op het klimaat van de aarde

De Earth Explorers van ESA ten dienste van een "levende planeet"

De ESA-satelliet *Aeolus* moet de winden op de aarde waarnemen en zal het instrument *ALADIN* aan boord hebben. Dit groot instrument zal alle lagen van de atmosfeer bekijken tot een hoogte van 30 kilometer. *ALADIN* omvat een krachtige laser en een grote telescoop, die verbonden is met een zeer gevoelige sensor. De laser stuurt korte impulsen van intens licht naar de atmosfeer. Dit licht wordt door gasmoleculen, stofdeeltjes en waterdruppeltjes verstrooid. Een deel van het terug verstrooide licht wordt door de telescoop aan boord van de satelliet opgevangen en naar de sensor gestuurd. Door analyse van het signaal kan men de snelheid en de richting berekenen van de lucht die op verschillende hoogten in de atmosfeer beweegt.

(© ESA)

De Europese ruimtevaartorganisatie ESA is actief in zowat alle belangrijke domeinen van de ruimtevaart: niet alleen ruimtevaarttechnologie, lanceerraketten en bemande ruimtemissies, maar ook de waarneming en het onderzoek van onze planeet en het milieu. Niet voor niets is ESA bijvoorbeeld betrokken bij de ontwikkeling en de lancering van de meteorologische satellieten van Eumetsat: de *Meteosat*-kunstmanen van de eerste en de tweede generatie en de polaire *Metop*-weersatellieten.

Maar ESA is niet alleen geïnteresseerd in operationele weersatellieten. Het agentschap ontwikkelt ook satellieten voor wetenschappelijk onderzoek, onder meer interplanetaire sondes zoals *Venus Express* of *Huygens*, die in januari 2005 een landing uitvoerde op de Saturnusmaan Titan. En niet te vergeten... satellieten voor aardobservatie zoals de reuzenkunstmaan *Envisat*.

ESA heeft een bijzonder programma voor de waarneming van onze planeet en haar milieu. De organisatie wil daarmee nog meer de Europese knowhow op dit vlak ontwikkelen. Het gaat om het programma *Living Planet*, dat in de jaren '90 groen licht kreeg. In het kader van dit programma ontwikkelt ESA specifieke programma's voor aardobservatie. In plaats van een

enkele grote satelliet met een hele reeks wetenschappelijke instrumenten aan boord, zoals *Envisat*, gaat het hier om meer bescheiden kunstmanen met meer specifieke doelen. Maar dat maakt de *Earth Explorers* vanuit wetenschappelijk standpunt beslist niet minder boeiend.

Elke Earth Explorer heeft een specifieke opdracht. Er zijn twee soorten satellieten. De "basissmissies" (in het Engels *core missions*) hebben een algemeen wetenschappelijk belang met langetermijndoelstellingen. De "gelegenheidsmissies" (of *opportunity missions*) hebben een zeer duidelijk afgebakend onderzoeksdomein. Ze moeten een antwoord leveren op de nieuwe vragen die er in verband met aardobservatie komen.

Een voorbeeld... Met *Cryosat*, een missie voor radaraltimetrie, wilde ESA gedurende drie jaar nagaan hoe de dikte van het poolijs verandert, zowel van het arctisch pakijs als van de ijslaag op Antarctica en Groenland. De bedoeling was de klassieke klimaatmodellen die voorspellen hoe de cryosfeer dunner wordt als gevolg van de globale opwarming van onze planeet, te confronteren met de uiterst nauwkeurige meetgegevens van de satelliet.

Maar de missie van deze eerste Earth Explorer heeft niet lang geduurd. De satelliet werd op 8 oktober 2005 gelanceerd met een geconverteerde Russische *Rokot*-langeafstandsruket vanaf de kosmodroom Plesetsk in het noorden van Rusland. Maar door een probleem met de



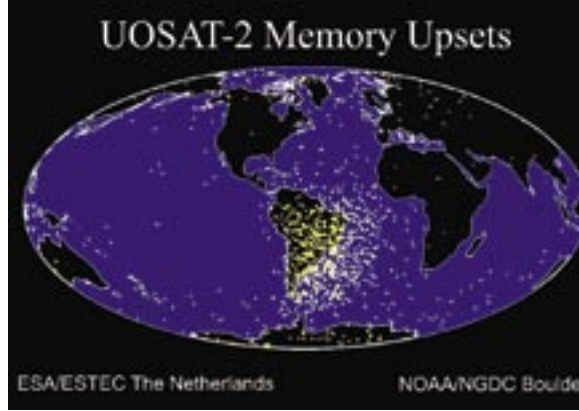
Cryosat is een altimetrische satelliet van ESA, die het poolijs moest waarnemen. De kunstmaan ging in oktober vorig jaar bij de lancering verloren. Maar ESA gaat een nieuw exemplaar bouwen, dat in 2009 zou moeten worden gelanceerd. Met deze satelliet zal men kunnen bepalen hoe de dikte van ijsslagen varieert, zowel boven land als op zee.

(© ESA)

lanceerraket kort na het vertrek kwam het geheel terecht in het water van... de Noordelijke Ijszee. Deze missie is echter zo belangrijk dat ESA besloten heeft over drie jaar een *Cryosat 2* te lanceren. Momenteel zijn zes Earth Explorers in voorbereiding. Bijgaande tabel geeft daarvan een overzicht.

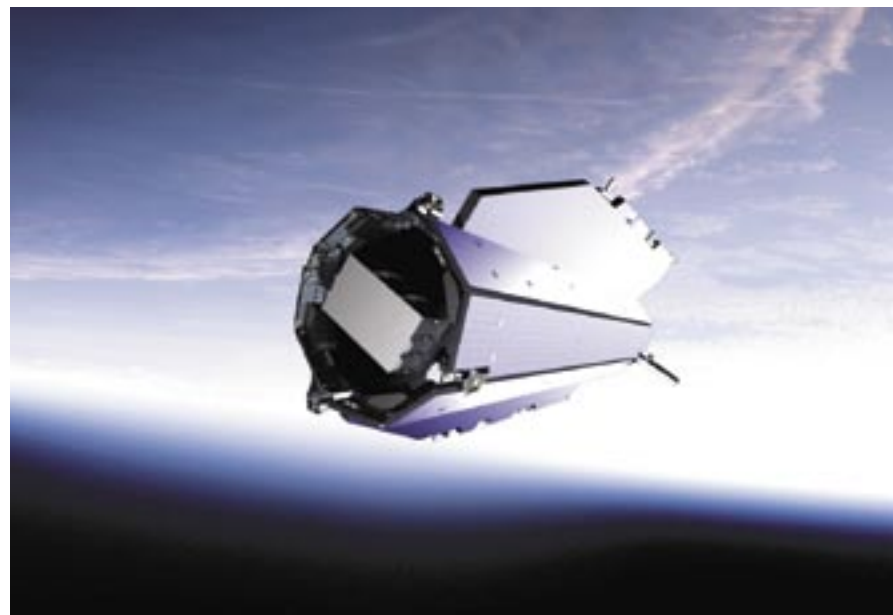
Ondertussen deed ESA vorig jaar een oproep voor nieuwe voorstellen. Op vijf maanden tijd kwamen maar liefst 24 voorstellen binnen. Dit programma biedt duidelijk een goed antwoord op toenemende druk van de wetenschappelijke wereld. De sleutel tot dit succes is niet alleen de intrinsieke thematiek van het programma, maar ongetwijfeld ook dat de onderzoekers al van in het begin bij de ontwikkeling van toekomstige projecten worden betrokken. Zij ontwikkelen de hulpmiddelen die in de toekomst antwoorden moeten geven op de grote vragen in verband met de evolutie van ons klimaat en het milieu op onze planeet (de biosfeer, de cryosfeer, de hydrosfeer, de koolstofcyclus, de gevolgen van menselijke activiteit, de ontwikkeling van de mensheid...).

De wetenschappelijke satelliet GOCE zal over het gravitatieveld van de aarde "surfen" en twee jaar lang vanaf 250 kilometer hoogte uiterst nauwkeurige gegevens verzamelen. De gegevens zullen gebruikt worden om de interne structuur van de aarde te bestuderen. Ze zullen oceanografisch onderzoek vergemakkelijken, in het bijzonder metingen van het niveau van de oceanen en de analyse van zeeënstromingen.
(© ESA)



Het gravitatieveld van onze planeet is niet zo regelmatig als men wel zou denken. In dit opzicht zijn er vooral in Zuid-Amerika veel anomalieën.
(© ESA/NOAA)

De 24 voorstellen uit 2005 worden nu bij ESA nauwgezet bestudeerd. In de loop van mei 2006 zullen vertegenwoordigers van de betrokken wetenschappelijke gemeenschap keuzes maken en de missies aankondigen die in de race blijven. Ze zullen daarna bekijken of ze ook haalbaar zijn. Daarna gebeurt de definitieve keuze van de nieuwe Earth Explorer-missie, die in de jaren 2010 moet worden gelanceerd.



De eerste zes Europese Earth Explorers

Missie	Onderzoeksdomein	Lancering	Baan	Instrumenten
Cryosat	Evolutie van de cryosfeer	2009	717 km	Interferometrische radaraltimeter
GOCE	Zwaartekrachtveld	2007	Heliosynchroon 250 km	Elektrostatische gravimeter
SMOS	Vochtigheid van de bodem, zoutgehalte van de oceanen	2007	Heliosynchroon, 755 km	Microgolfradiometer
ADM-Aeolus	Globaal windprofiel	2008	Heliosynchroon, 400 km	Atmosferische laser met Dopplereffect
Swarm	Dynamica van het magnetisch veld	2010	Drie satellieten in banen tussen 400 en 550 km	Magnetometers
Earth Care (samen met Japan)	Interactie tussen de aarde, het wolkendek, aerosols en hun invloed op het klimaat	2012	Nog te bepalen	Nog te bepalen

*GOCE = Gravity Field and Steady-State Ocean Circulation Explorer
SMOS = Soil Moisture and Ocean Salinity
ADM = Atmospheric Dynamics Mission
EarthCARE = Earth Clouds Aerosols and Radiation Explorer*

Ruimte voor techniek en wetenschap

In België en in vele andere Westerse landen maakt men zich zorgen over het te kleine aantal jongeren dat kiest voor wetenschappelijke en technische studies en beroepen. Hierdoor kunnen welvaart en welzijn in de toekomst in het gedrang komen. Om deze trend om te kunnen buigen is het erg belangrijk om de interesse voor wetenschap en techniek al op jonge leeftijd te bevorderen, in het bijzonder in die levensfasen waarin belangrijke keuzen voor de toekomst worden gemaakt.

‘Ruimtevaart’ blijkt een interessant thema te zijn om jonge mensen warm te maken voor wetenschap en techniek. Het is een dynamisch en fascinerend onderwerp dat velen reeds op jonge leeftijd aanspreekt. Jongeren geraken ook vaak sterk geïnteresseerd in een thema als ze er zelf en in groep actief bij betrokken worden.

Vandaar dit initiatief van het Prins Filipfonds dat scholen oproept om samen te werken in een project met betrekking tot de ruimte, ruimteonderzoek of ruimtevaart. Een project waar verschillende cultuurgemeenschappen bij betrokken zijn, heeft bovendien als bijkomende meerwaarde dat door contact met de andere gemeenschap het scala aan nieuwe ervaringen groter en ruimer wordt. Het samenbrengen van verschillende perspectieven is verrijkend en bevordert de verstandhouding.

Scholen uit de verschillende gemeenschappen van ons land samen een dergelijk project te laten uitvoeren, beantwoordt bijgevolg aan twee belangrijke doelstellingen van het Prins Filipfonds, namelijk het bevorderen van de belangstelling voor wetenschap en techniek bij jongeren en het leggen van bruggen tussen de verschillende gemeenschappen van België.

Het initiatief is gericht naar leerlingen van de laatste twee jaar van het basisonderwijs (10-12 jaar) en van de laatste twee jaar van het secundair onderwijs (16-18 jaar). Voorbeelden van projecten zijn terug te vinden op de internet-site van het Prins Filipfonds.

Hoe moeten de projecten worden opgevat?

- Twee klassen of groepen leerlingen uit verschillende Belgische Gemeenschappen werken in de periode september 2006-mei 2007 met elkaar samen.
- Ze kiezen een gemeenschappelijk thema met betrekking tot de ruimte, ruimteonderzoek of ruimtevaart, en wisselen daarover ervaringen, ideeën, materialen,... uit.
- Als hoogtepunt of sluitstuk van de samenwerking ontmoeten de leerlingen elkaar minstens één volledige dag. Tijdens de ontmoeting werken de leerlingen bijvoorbeeld aan een gezamenlijk ‘product, ze organiseren een

bezoek dat verband houdt met het projectthema, ze lopen samen stage, ...

- Het ‘doe-element’ moet in het project en tijdens de uitwisseling centraal staan.
- Het project moet zo veel mogelijk ingebed zijn in het curriculum van de school.
- Het project moet de leerlingen iets bijbrengen op gebied van wetenschap of techniek.

Hoe deelnemen?

Indien u op zoek bent naar een partnerschool in een andere gemeenschap, dan kan u de lijst met ingeschreven scholen nakijken op onze website: www.prins-filipfonds.org. Of u kan zelf uw profiel invullen op de website.

Om geselecteerd te worden als project dient een deelnemingsformulier ingevuld te worden door beide partnerscholen samen. Dit formulier kan in het Nederlands, het Frans of het Duits ingevuld worden. Het wordt u op verzoek toegestuurd of kan, vanaf 15 maart 2006, gedownload worden van de website van het Prins Filipfonds. Het dient uiterlijk tegen 1 juni 2006 ingediend te zijn bij het Prins Filipfonds.

Een school kan meerdere projecten (bedoeld voor verschillende groepen leerlingen) indienen. De beslissing van de jury over het al dan niet goedkeuren van het project wordt aan de scholen meegedeeld tegen 1 juli 2006.



Prins Filipfonds
c/o Koning Boudewijnstichting
Brederodestraat 21 te 1000 Brussel
tel.: 02/549 02 59 - fax: 02/512 32 49
e-mail: saudoyer.d@kbs-frb.be
www.prins-filipfonds.org
www.kbs-frb.be

© Yvan Brandsteert

