

# Science

# 17

# connection

## De Noordzee

biodiversiteit, gezondheid, agrovoeding, ...

het nieuwe programma: Wetenschap voor een duurzame ontwikkeling



# inhoud

## onderzoek

p.2 Een Belgische onderzoeksruimte: de Interuniversitaire attractiepolen

## permanente vorming

p.5 Materiële zorg & bedrijfscultuur

## sierkunsten

p.8 De porseleinfabriek van Karel van Lotharingen

## inspiratie

p.12 Wetenschap, fictie en realiteit

## web

p.18 Focus op sites

## onderzoek

p.20 Wanneer wetenschap en duurzame ontwikkeling hand in hand gaan...

## elders

p.24 Musea van heinde en ver: Marienhamn

## genetica

p.26 Barcodes van het leven

## archeologie

p.30 Belgische archeologische missie op het spoor van de oudste kunst in Egypte

## digitalisering

p.34 Het Koninklijk Belgisch Filmarchief en de digitale beeldrevolutie

## news

p.38

Foto voorpagina:  
© Belpress



Wetenschap, fictie en realiteit

## 10



Barcodes van het leven

## 24



Belgische archeologische missie op het spoor van de oudste kunst in Egypte

## 28



Het Koninklijk Belgisch Filmarchief en de digitale beeldrevolutie

## 32

## Space Connection



Dossiers  
Hulp is onderweg... vanuit de ruimte!

De zwanenzang van Hubble

Studentikoze satellieten

## Een groot ministerie voor Onderzoek, Klimaat en Duurzame ontwikkeling

Bij aanvang van deze legislatuur wens ik kort de naar mijn mening belangrijkste ontwikkelingslijn van het Federaal Wetenschapsbeleid te schetsen.

In Frankrijk werd zopas een groot ministerie voor Ecologie en Duurzame ontwikkeling opgericht. Om het belang en het transversale karakter van zijn bevoegdheden te onderstrepen werd aan Jean-Louis Borloo, de eerste baas van het departement, de titel van "Ministre d'Etat" toegekend (de naam die in Frankrijk gegeven wordt aan een minister die aan het hoofd van een belangrijk departement staat).

Zoals in Frankrijk zijn het grote publiek en de politieke gezagsdragers in ons land zeer gevoelig voor de alarmsignalen die Al Gore, Nicolas Hulot of het *International Panel on Climate Change* de wereld hebben ingestuurd. Enkele partijen zijn zelfs duidelijk voorstander van een groot federaal Klimaatministerie.

Zoals al aangestipt in een vorig editoriaal, speelt het wetenschappelijk onderzoek een hoofdrol in de studie van de problematiek van de klimaatwijzigingen, de gevolgen ervan en bij het zoeken naar oplossingen ervoor.

Ons departement speelt hier een centrale rol.

Zo is het Federaal Wetenschapsbeleid door de allerlaatste Ministerraad van de vorige legislatuur belast om halfweg het internationaal pooljaar (2007-2008) een "Poolsecretariaat" op te richten dat met name de wetenschappelijke activiteiten van het nieuwe Belgische onderzoeksstation op Antarctica "Prinses Elisabeth", moet coördineren.

In april laatstleden organiseerden wij ook de plenaire vergadering van de werkgroep II van het IPCC van de Verenigde Naties dat zich bezighoudt met de problematiek van de kwetsbaarheid van sociaal-economische en natuurlijke systemen voor klimaatveranderingen.

Sinds 20 jaar zijn onze onderzoeksprogramma's in het kader van de duurzame ontwikkeling (nl. de beide op elkaar volgende "plannen voor wetenschappelijke ondersteuning van een beleid gericht op duurzame ontwikkeling" en het programma "Wetenschap voor een duurzame ontwikkeling") veruit de meest concrete en financieel best ondersteunde overheidsinitiatieven op dat gebied. Zij dragen essentiële antwoorden aan op kwesties die verband houden met transport of alternatieve energieproductiewijzen, maar ook op grote strategische vraagstukken die de regering bezighouden.

Verscheidene van onze federale wetenschappelijke instellingen spelen tot slot een hoofdrol op het gebied van ecologie, klimaat en biodiversiteit (waarvan sommige de Belgische "focal points" zijn van de belangrijke internationale overeenkomsten ter zake), net als onze dienst Ruimteonderzoek- en toepassingen die betrokken is bij het programma GMES (*Global monitoring for environment and security*) en de exploitatie van satellietbeelden.

Ons departement profileert zich dus als de onbetwiste spil van een groot ministerie waarin alle met de wetenschap verbonden bevoegdheden inzake ecologie en klimaat zouden worden opgenomen maar die vandaag over verschillende federale overheidsdiensten zijn versnipperd.

Wij durven te hopen dat de komende regering dit "groot ministerie" naar best vermogen zal benutten en dit ten voordele van alle burgers.

Philippe METTENS  
Voorzitter van het Directiecomité





Ter gelegenheid van het 20-jarig bestaan van zijn programma “Interuniversitaire attractiepolen” bracht het Federaal Wetenschapsbeleid op 22 mei meer dan 450 Belgische onderzoekers, waaronder verscheidene rectoren en directeurs van de federale wetenschappelijke instellingen, bijeen in het theater van de Residence Palace in Brussel. In aanwezigheid van prins Filip vond er een academische zitting plaats.

## Een Belgische onderzoeksruimte: de Interuniversitaire attractiepolen

© Yves Nevens

Tijdens deze zitting belichtten drie uitzonderlijke sprekers, de professoren Ken Peach (*University of Oxford* en *University of London*), Guy Orban (Katholieke Universiteit Leuven) en Jean-Marie Frère (*Université libre de Bruxelles*), uitvoerig het thema van het onderzoek in netwerkverband, de uitdagingen en de mogelijkheden ervan.

De “Interuniversitaire attractiepolen” (IUAP’s) werden in 1987 opgezet door de federale regering met als doel onderzoeksploegen van ons land de gelegenheid te bieden samen te werken om excellerende interuniversitaire netwerken tot stand te brengen op het gebied van het fundamenteel onderzoek.

Met dat nieuwe systeem werd tegemoetgekomen aan de wens van de regering de interacties tussen de Gemeenschappen aan te moedigen door de vorming van duurzame netwerken over de grenzen van de taalgemeenschappen heen en de samenwerking te bevorderen tussen ploegen uit verschillende instellingen die op hetzelfde vakgebied of aanverwante vakgebieden werkzaam zijn, teneinde de complementariteit en de interdisciplinariteit tussen die ploegen te bevorderen.

Het IUAP-systeem heeft zich sedert 1987 in fasen van telkens vijf jaar ontwikkeld. Bij de eerste fase (1987-1991) waren 14 onderzoeksnetwerken betrokken. In de tweede fase (1991-1995) werden 23 extra netwerken gefinancierd en met een derde fase (1992-1996) kon de eerste fase worden voortgezet door ze uit te breiden tot 16 netwerken. In de vierde fase (1997-2001) werden 35 netwerken gefinancierd en in de vijfde fase (2002-2006) waren 36 netwerken betrokken. In die vijfde fase konden voor de eerste maal onderzoeksploegen uit de Europese Unie deelnemen. Het openstellen van het IUAP-programma om samen te werken met instellingen uit andere Europese landen is een grote stap vooruit in de inpassing van het Belgische wetenschappelijk potentieel in de Europese onderzoeksruimte en versterkt de positie van de Belgische ploegen op de internationale scène.

Voor alle eerste vijf fasen heeft de federale overheid over de periode 1987–2006 zowat 370 miljoen euro geïnvesteerd.

De lopende zesde fase (2007-2011) omvat 44 netwerken waarbij 324 onderzoeksploegen (waarvan 250 Belgische en 74 Europese) betrokken zijn. De thans voor deze IUAP’s



bestemde begrotingsmassa bedraagt 143 miljoen euro, of zowat 30 miljoen euro per jaar, wat overeenstemt met een stijging van zo'n 30 % ten opzichte van de vorige fase.

### Een groeiend budget

Op het moment dat de "3 %-doelstelling" van Barcelona een van de strategische prioriteiten van de Europese Unie blijft, draagt de voortzetting van het IUAP-programma met een verhoogd budget zeker bij tot het bereiken van die doelstelling.

De Europese Commissie is enerzijds van mening dat de steun aan het fundamenteel onderzoek meer dan ooit vereist is voor de economische en sociale ontwikkeling van de landen van de Unie en voor de opleiding van de onderzoekers en anderzijds dat het bevorderen van werken in netwerkverband en het versterken van het Europese potentieel prioritaire doelstellingen van de Unie zijn. Het is dus van strategisch belang het IUAP-programma te behouden en te ontwikkelen.

Nu de Belgische "High Level Group 3 %" voor de oprichting pleit van een "Belgische onderzoeksruimte" waarbij zoveel mogelijk krachten gebundeld worden om onderzoek van wereldklasse te voeren, vormen de IUAP's, door op een gestructureerde manier een samenwerking tot stand te brengen tussen onderzoekers uit beide Gemeenschappen, een van de laatste financieringsmogelijkheden die Nederlandstalige en Franstalige ploegen in staat stellen samen te werken.

Iedereen weet hoe doorslaggevend het fundamenteel onderzoek is voor latere ontwikkelingen in het kader van het strategisch en toegepast onderzoek. In een maatschappij die almaar meer op kennis is gestoeld, stuurt het fundamenteel onderzoek het innovatieproces aan via valorisatie van de onderzoeksresultaten en kennisoverdracht. Het is immers van belang te onderstrepen dat de meeste technologieën en commerciële producten die economisch een succes zijn geworden en de levenskwaliteit duidelijk hebben opgevoerd, op fundamenteel onderzoek zijn gebaseerd.

### Een multidisciplinair programma

De IUAP's staan open voor alle wetenschappelijke vakgebieden en de onderzoeksactiviteiten bestrijken een hele reeks gebieden, zoals de fotonica, de nieuwe materialen, de behandelingen tegen kanker en diabetes, de proteïne-engineering, de genetica, de macro-economie, het beheer van de universiteiten of nog de middeleeuwse geschiedenis.

De IUAP's vormen vandaag zeker de grootste inspanning van de overheid om de activiteiten inzake fundamenteel onderzoek in een netwerk onder te brengen over de institutionele grenzen heen en zijn uitgegroeid tot een vaste waarde in het Belgische landschap van het wetenschapsbeleid. Ze hebben derhalve per definitie een nationale draagwijdte. In dat opzicht is de federale regering de gangmaker, terwijl de andere componenten van de financiering van het fundamenteel onderzoek aan de Gemeenschappen werden toevertrouwd.

Gelet op de belangrijke financiële verplichtingen en de nadruk op interuniversitaire samenwerking zijn de IUAP's een van de meest relevante stimuli voor het fundamenteel onderzoek in België. Het lijkt meer dan ooit opportuun dit instrument van federaal wetenschapsbeleid veilig te stellen.

De impact van de IUAP's kan ook worden getoetst aan de verworven internationale erkenning van de onderzoeksploegen. De rol van de IUAP's is uiteraard de onderzoeksploegen, die in de internationale wetenschappelijke gemeenschap al erkenning genieten, te versterken en ook jonge ploegen de mogelijkheid te bieden profijt te trekken van de excellerende omgeving van een netwerk en van zijn internationale uitstraling. Verscheidene onderzoekers kunnen reeds getuigen dat de IUAP's jonge ploegen in staat hebben gesteld om internationale aandacht naar zich toe te trekken die zij voorheen ontbraken.

Na de toespraken onderhield prins Filip zich uitvoerig met de aanwezige wetenschappers, zoals hier met Claude d'Aspremont (Université catholique de Louvain, links) en Philippe Mettens, voorzitter van het Federaal Wetenschapsbeleid (in het midden).  
© D. Backeljauw



Op voorwaarde dat het project goed wordt uitgedacht en dat het IUAP-netwerk op passende wijze wordt beheerd, kan uitzonderlijk profijt worden getrokken van de mogelijkheden van elk van de ploegen en kan tussen hen de noodzakelijke gezonde wedijver worden gecreëerd. Het netwerk maakt het in feite voor elke ploeg mogelijk voordeel te halen uit een werkelijke wetenschappelijke meerwaarde.

De impact van het IUAP-programma kan ook worden gemeenten aan de ontwikkelde kritische massa aan menselijk potentieel op sommige gebieden en aan de uitvoering van wat kan worden vergeleken met een "onderzoekinfrastructuur" in de ruime betekenis van het woord.

Met verscheidene duizenden onderzoekers die werkzaam zijn in het kader van het programma, waarvan zowat 500 onderzoekers ten laste van de IUAP-kredieten en meer dan 2000 publicaties die elk jaar in het kader van het programma verschijnen, is de impact van het IUAP-programma inzake fundamenteel onderzoek aanzienlijk.

De IUAP-formule biedt ook andere voordelen. Volgens de onderzoekers zelf ligt het grote wetenschappelijke belang van die netwerken in de eerste plaats in de mogelijkheid om "risicovolle" verkenningen te realiseren op het fundamenteel onderzoek.

Het IUAP-programma werd verscheidene malen door internationale experts beoordeeld. Uit die evaluaties blijkt dat dit

programma ruimschoots de verwachtingen heeft ingelost wat de vastgelegde doelstellingen betreft en dat het kan worden beschouwd als de essentie zelf van een degelijk wetenschapsbeleid.

Na 20 jaar werking blijft het IUAP-systeem derhalve vrij uitzonderlijk in Europa en vormt het een belangrijk instrument voor wetenschapsbeleid dat verdient te worden voortgezet en ontwikkeld.

Véronique Feys en Corinne Lejour

**Volgens de onderzoekers zelf ligt het grote wetenschappelijke belang van die netwerken in de eerste plaats in de mogelijkheid om "risicovolle" verkenningen te realiseren op het gebied van het fundamenteel onderzoek.**



De Interuniversitaire attractiepolen:  
[www.belspo.be/iap](http://www.belspo.be/iap)

Ter gelegenheid van de openstelling van het Koninklijk Paleis in Brussel voor het grote publiek van 25 juli tot 9 september 2007, zal het Federaal Wetenschapsbeleid de IUAP's voorstellen in de Vlaamse zaal en het poolonderzoek op Antarctica in de Blauwe zaal (gratis toegang, alle dagen behalve op maandag).

# Materiële zorg & bedrijfscultuur

## Opleiding behoudsmedewerkers in het Rijksarchief

**A**ls bewaarder van het Belgisch archivalisch erfgoed en bijgevolg van een belangrijk deel van het collectieve geheugen van het land, is het Algemeen Rijksarchief en het Rijksarchief in de Provinciën zonder meer een rijke instelling. In een vorige aflevering van *Science Connection* stelde Erik Houtman nog één van de vele prachtige kaartboeken uit het *ancien régime* voor, die dankzij een ambitieus publicatieprogramma nu ook voor het brede publiek bereikbaar zijn. De materiële bewaring van dit patrimonium gebeurt spijtig genoeg niet altijd in optimale omstandigheden, zeker niet wanneer men de situatie in de archiefmagazijnen confron-

teert met wat er internationaal als norm geldt. Daar zijn diverse redenen voor aan te halen. Het Rijksarchief beheert – anders dan sommige gespecialiseerde archiefdiensten – buitengewoon grote hoeveelheden archief (volgens een ruwe schatting ongeveer 200 strekkende kilometer). Intensieve materiële zorg is bijgevolg zo goed als uitgesloten, want niet betaalbaar. In tegenstelling tot de andere wetenschappelijke instellingen is het Rijksarchief bovendien niet beperkt tot één locatie in Brussel, maar heeft het vestigingen verspreid over het hele land, wat de problematiek alleen maar complexer maakt.





Het Rijksarchief investeert in aangepaste materiële voorzieningen, gaande van zuurvrij verpakkingsmateriaal tot een geautomatiseerde registratie van luchtvochtigheid en temperatuur. Momenteel loopt ook een uitgebreid bouwprogramma. In mei 2006 werd de nieuwbouw van het Rijksarchief te Bergen ingehuldigd; Rijksarchieven in Leuven en Louvain-la-Neuve nemen in 2007-2008 een fonkelnieuw magazijn in gebruik. Bouw- en verbouwingsprojecten staan op stapel in Gent, Brugge, Antwerpen, Doornik en Namen. Daarnaast heeft het Rijksarchief er uitdrukkelijk voor gekozen om – naast deze materiële initiatieven – ook een mentaliteitswijziging op gang te brengen. Een systematisch zorgbeleid, dat door het voltallige personeel van de instelling gedragen wordt, is immers een *conditio sine qua non* om op termijn die materiële zorg te optimaliseren. Een gesofisticeerde luchtbehandelingskast is weggegooid geld indien het personeel er niet adequaat mee kan werken. Zuurvrije archiefdozen zijn niet meer dan een spreekwoordelijk doekje voor het bloeden indien archivarissen, magazijniers en klanten het archief onzorgvuldig blijven manipuleren.

In het kader van die sensibilisering werd, in samenwerking met het OFO (Opleidingsinstituut van de Federale Overheid) en met Lieve Watteeuw (Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium) een breed opgevat opleidingsprogramma georganiseerd dat onder het motto 'train the trainer' de vorming beoogde van 24 behoudsmedewerkers (12 Nederlandstalige, 12 Franstalige), zowel uit het wetenschappelijk als uit het administratief personeel. Op hun beurt moeten zij na afloop van de vormingscyclus de opgedane kennis uitdragen in hun eigen instelling.

### Zichtbaarheid

Materiële zorg is – ook in andere wetenschappelijke instellingen – niet meteen een spectaculair onderwerp. Niet altijd zichtbaar voor de buitenwereld, is dit werk wel essentieel voor één van de kerntaken van het Rijksarchief, met name de bewaring van het archivalisch erfgoed. Andere opdrachten zoals terbeschikkingstelling en valorisatie worden pas mogelijk wanneer de basisopdracht – bewaring in goede en geordende staat – volbracht is. In dit domein wordt er een klassiek onderscheid gemaakt tussen preservatie (preventieve werking, vooral gericht op de bewaaromstandigheden), conservatie (bewaring en eerstelijnszorg) en restauratie (al dan niet ingrijpend herstel van beschadigde stukken). Het scala van de gevaren die archief kunnen bedreigen, is angstwekkend breed. Elke informatiedrager degradeert onherroepelijk, maar dat verval kan nog versneld worden door fysische, biologische, mechanische of chemische factoren. Calamiteiten zoals de overstromingen in Firenze (1966) of New Orleans (2005) spreken tot de verbeelding; nitraatfilms die uit zichzelf ontbranden zijn spectaculair, maar stille vijanden zoals

insecten, sluipend vocht, verzuring en verkeerde manipulatie zijn op termijn minstens even gevaarlijk.

In deze tijden van postmoderne perceptie doen vele erfgoedzorgers – tegen beter weten in – mee aan de algemene *window dressing* door enkel hun – prachtig opgepoetste – topstukken in het uitstalraam te plaatsen, en zedig te zwijgen over de gigantische materiële problemen in hun achterkamers. De verleiding om dat te doen is zeer groot. Uiteraard moeten archiefdiensten op tijd en stond uitpakken met hun affiches, kaartboeken en andere publiekstrekkers. Dat is een permanente en essentiële opdracht, maar het mag geen alibi zijn om even belangrijke, maar minder mooie archiefbestanden ondertussen te laten verkommen.

### Train the trainer

*Train the trainer* dus, en dat zowel in theoretische aangelegenheden als in zeer praktische zaken zoals het herkennen van schadebeelden en het kennen van bestrijdingsmiddelen. Lieve Watteeuw (KIK) trok een gevarieerde groep binnen- en buitenlandse lesgevers aan, die uiteenzettingen en seminars verzorgden over uiteenlopende onderwerpen als geïntegreerde insectenbestrijding (Agnes W. Brokerhof), calamiteitenplannen (Elsje Janssen), materialenkennis (Guy de Witte en Jan Wouters), verpakkingsmethoden en depothygiëne (Annie de Roover), schaderegistratie en EHBO boeken en papier (Elke Van Herck) en omgevingscondities en meetapparatuur (Ted Steemers). Voor de Franstalige deelnemers werden parallelsessies georganiseerd, geleid door Anne Liénardy, Guy de Witte, Bernard Desmaele, Rolande Depoortere en een hele plejade Parijse collega's van de *Archives Nationales*.

Het werden geanimeerde bijeenkomsten waar de deelnemers vanuit hun eigen ervaring heel wat concrete vragen inbrachten. Bij het bevragen van de lesgevers over een aantal heikele kwesties bleek overigens dat de neuzen niet altijd in dezelfde richting stonden. Materiële zorg is – ondanks alle links naar fysica en scheikunde – geen exacte wetenschap. In deze discussies werd ook vaak een spanning gevoeld tussen enerzijds de dagelijkse omgang met bulkarchief en anderzijds de hooggegrepen, soms zelfs als buitensporig ervaren eisen van restauratoren die gewoon zijn om met beperkte hoeveelheden hoogwaardig materiaal te werken. Alles bij elkaar was de balans zeer positief, niet alleen op het vlak van kennisoverdracht, maar ook inzake 'begeestering' en betrokkenheid.

### Nederland gidsland ?

De lessenreeks voor de Nederlandstaligen werd afgesloten met een werkbezoek aan het Zeeuws Archief in Middelburg, het equivalent van een Belgisch Rijksarchief in de provincie. De confrontatie met een wereld van verschil, op slechts enkele tientallen kilometers van Vlaanderen, werkte aanste-



kelijk. De luchtkwaliteit in een archiefmagazijn is er beter dan in een modaal ziekenhuis dankzij een batterij gesofisticeerde luchtbehandelingskasten. In een quarantaineruimte wordt besmet materiaal geïsoleerd; de route die de archiefbestanddelen intern afleggen wordt perfect geregistreerd. Restauratie gebeurt in een eigen – uitstekend uitgerust – atelier, enz...

Bezoeken aan Nederlandse archiefdiensten zijn doorgaans behoorlijk frustrerend, maar aan de andere kant helpt één en ander om de eigen situatie in een ander perspectief te plaatsen. Uiteraard kan men niet om een aantal elementaire vaststellingen heen. Daar waar in Nederland meer dan 600 restauratoren werkzaam zijn, is dat aantal in Vlaanderen beperkt tot ca. 15. Daar waar een Rijksarchief in de provincie in België hooguit een tiental mensen tewerkstelt, is dat aantal in een Nederlandse zusterinstelling al gauw meer dan vijf maal zo hoog. Daarbij kan de vraag worden gesteld in welke mate hier de wet van de dalende meeropbrengst speelt. Het is niet omdat de menskracht in de Nederlandse archieven meer dan vijf maal zo groot is, dat de output meteen ook in verhouding staat.

Dezelfde bedenking kan gemaakt worden voor de inspanningen op het vlak van materiële zorg. Er valt onmiskenbaar veel te leren van het poldermodel. De realisaties van de Nederlandse archiefwereld op het vlak van klimatisering, schaderegistratie, materiële zorg in het algemeen zijn zonder meer indrukwekkend. Een en ander is overigens mogelijk gemaakt door een substantiële financiering, onder andere ten gevolge van het Deltaplan voor de bescherming van cultureel erfgoed. Maar als kosten en baten worden afgewogen, blijkt dat ook hier die beruchte wet van de dalende meeropbrengst speelt. Wanneer aan de basisbehoeften voldaan is,

wordt er steeds verder gegaan omdat de mogelijkheden er nu eenmaal zijn. Belgische rijksarchivarissen moeten zich met heel wat minder behelpen, maar zijn dan ook verplicht om zeer sterk in termen van efficiëntie te denken: armoede noopt tot creativiteit. Een confrontatie van beide modellen leidt altijd wat tot gemengde gevoelens.

### Bij wijze van besluit

Misschien is dit alles maar een magere troost. Feit blijft dat er in het Belgische Rijksarchief nog veel werk aan de winkel is. De huidige opleidingsinitiatieven moeten uiteraard gepaard gaan met structurele ingrepen. Er worden vanzelfsprekend budgetten voorzien voor luchtbehandeling en voor adequate verpakkingsmaterialen, maar zonder een mentaliteitswijziging – zowel bij het personeel als bij de lezers – is de impact van een en ander beperkt. Het blijft dan dweilen met de kraan open. Centraal in dit alles staat de nadruk die op preservatie gelegd wordt. Een verstandige risico-inschatting en -beheersing kan grootschalige problemen vermijden of in de kiem smoren. Een goed uitgebouwde eerstelijnszorg vergt een volgehouden inspanning op het vlak van bedrijfs-cultuur. Op termijn is dat een cruciale investering om ons archivalisch erfgoed voor verval te vrijwaren.

Eddy Put

### De auteur

*Dr. Eddy Put is werkleider-geaggreerde bij het Rijksarchief te Leuven.*





# De porseleinfabriek van

In juni 1767 schreef Pierre Gamond, directeur van de meubelopslagplaats en van de gebouwen van Mariemont en Tervuren, de tekenaar Georg Lindemann in op de personeelslijst van Karel van Lotharingen. Lindemann schilderde op porselein. Hij was afkomstig uit Dresden en werkte in de manufacturen van Nymphenburg, Ludwigsburg, Höchst, Parijs en daarna Weesp, alvorens in dienst te treden bij Karel van Lotharingen. Deze prins was de vertegenwoordiger van Maria-Theresia in onze provincies. Hij richtte in Tervuren, zoals de mode in die tijd voorschreef, verschillende kunstnijverheidsateliers of manufacturen op. Men fabriceerde er bedrukt katoen, zijden stoffen, gouden en zilveren galons, behangpapier en in 1767, na de indiensttreding van Lindemann, ook porselein. Deze porseleinschilder zou niet lang daarna zowel in Brussel als in Tervuren een atelier uitbouwen. Er werd hem volgens een decreet van Karel van Lotharingen op 20 maart 1768 een verblijfplaats toegekend aan de *Cour brûlée* (het verbrande hof), het oude paleis van de hertogen van Bourgondië in Brussel. In januari 1769 kreeg hij een tuin die er vlakbij lag. Volgens een vermelding in december van datzelfde jaar richtte hij in die tuin een

jaar bij hem in dienst kwamen, alsook met een gezelschap die zijn zes jaar studie achter de rug had en met een arbeider. In het atelier beperkte men zich voornamelijk tot het beschilderen van porselein, een beroep dat Lindemann uitoefende in de verschillende manufacturen waar hij gewerkt had. Men bereidde er de oxiden en men bakte het porselein het nodige aantal keren om de verf en het verguldsel te fixeren. Men bewerkte er vast en zeker ook de klei. Zowel in de inventarissen die opgemaakt zijn na het overlijden van Karel van Lotharingen, als in de aankoopregisters, vindt men al wat nodig is om klei te draaien en om mallen te maken. Uit aantekeningen van Karel van Lotharingen kunnen wij ook opmaken dat er klei werd gebakken in de manufactuur. Hij vermeldt dat men pogingen heeft ondernomen om met steenkool verschillende soorten klei te bakken. Zowel dit bakken als het modelleren wekte de wetenschappelijke nieuwsgierigheid van Karel van Lotharingen, maar vermoedelijk bleven deze activiteiten in een experimenteel stadium steken. De opleiding van Lindemann, het aantal arbeiders dat in dienst was van de manufactuur, de voortdurende aankopen van wit porselein om te beschilderen, evenals de inventaris van de manufactuur die

# Karel van Lotharingen

laboratorium op. Men zou er eveneens een atelier en ovens bouwen. Dit laboratorium of atelier zou actief blijven tot in 1775 wanneer de grote projecten voor de aanleg van het Koninklijk Park en het Koningsplein een verhuis naar Tervuren noodzakelijk maakten. Lindemann beschikte daar al over een atelier. In 1756 had Karel van Lotharingen zijn architect, Jean Faulte, immers de opdracht gegeven een gebouw te realiseren met de bedoeling er manufacturen in onder te brengen. Dit gebouw dat achter de vijver van Gordael lag, bekroonde het perspectief van het kanaal voor het kasteel. Lindemann had daar bij zijn komst meteen enkele zalen in gebruik genomen. In april 1768 liet hij, waarschijnlijk uit voorzorg voor brandgevaar, achter het gebouw van de manufacturen een onafhankelijk bijgebouw plaatsen waar de ovens onderdak vonden. Deze tweevoudige locatie, Brussel-Tervuren, had allicht te maken met de verplaatsingen van het hof. Karel van Lotharingen, die erg geïnteresseerd was in wetenschappen en techniek, kwam graag kijken wanneer zijn werknemers bezig waren en nam zelfs graag eens hun plaats in. Men kan veronderstellen dat Lindemann in de zomer in Tervuren werkte en in de winter aan de *Cour brûlée*, ook al was dat geen onveranderlijke regel. In 1778 bouwde Lindemann zijn activiteiten af, waarschijnlijk ten gevolge van een ziekte. De porseleinfabriek zou nochtans tot aan het overlijden van Karel van Lotharingen blijven produceren.

De manufactuur werkte zeer waarschijnlijk volgens het model van de middeleeuwse ateliers. Een meester, Lindemann, omringde zich met één of twee leerjongens die rond de leeftijd van 13

na het overlijden van Karel van Lotharingen opgesteld is, bevestigen deze hypothese. De archieven getuigen van talrijke aankopen van wit porselein om te beschilderen bij de manufactuur van Doornik. Deze aankopen zijn regelmatig verdeeld over de volledige productieperiode van de manufactuur. Lindemann heeft zich nochtans niet beperkt tot het beschilderen van Doornikse stukken. Men weet dat Karel van Lotharingen bij één van zijn bezoeken aan Wenen wit, Weens porselein kocht en onze musea bezitten een Chinees bord dat waarschijnlijk door Lindemann werd overschilderd.

*Het gebouw van de manufacturen te Tervuren, in François-Nicolas Sparr de Bernstorff, Livre contenant les endroits les plus remarquables du château royal de Tervuren, et de son plan général relever en perspective; le tout dessiné sur les lieux par F.N. de Sparr en 1753. (Bibliotheek der Bollandisten, Brussel).*





*Bord, Manufactuur van Brussel-Tervuren (privéverzameling)*



*Bord, Manufactuur van Brussel-Tervuren (privéverzameling)*

Aangezien het atelier van Tervuren voornamelijk stukken van andere manufacturen heeft beschilderd, is het vaak moeilijk, zelfs twijfelachtig, om de eigen productie te herkennen. Verschillende stukken die traditiegetrouw aan Doornik worden toegeschreven, maar waarvan de stijl toch verschillend is, zijn waarschijnlijk door een "Hausmaler" zoals Lindemann gemaakt. Hij was echter niet de enige in de 18de eeuw. Er hebben, bijvoorbeeld in Brussel, andere onafhankelijke schilders gewerkt, zonder de belangrijke productie van Lyncker in Den Haag te vergeten. Een belangrijk geheel van stukken kunnen we toeschrijven aan de manufactuur van Tervuren. Hun iconografie is zeer gelijkend en één stuk draagt de handtekening van Lindemann. Enkele stukken zijn gemerkt met het kruis van Lotharingen. Zij maken deel uit van een servies dat (volgens de overlevering) door Maria-Theresia zou geschonken zijn aan de prins van Starhemberg, gevormachtigd minister van de Oostenrijkse Nederlanden ten tijde van het overlijden van Karel van Lotharingen. De vormen, ontleend aan de Doornikse rocailleserviezen, zijn versierd met golvende lijnen zonder vlechtwerk. Het belangrijkste motief dat in het centrum van het bord is afgebeeld, stelt een landschap voor. Meestal is het volgens Duits gebruik omgeven met een groene rocailleomlijsting met gouden guirlandes. De golvende stroken die met een groen lijntje en een gouden randje omgeven zijn, zijn beschilderd met servetwerk, waarvan de kleur varieert van kersenrood naar lila en zelfs paars, al naargelang het stuk. De uitgespaarde ruimtes tussen de golvende stroken zijn versierd met boeketjes bloemen die ook vaak voorkomen op andere stukken. Er bestaan variaties in de motieven: de groepjes bestaande uit drie golvende stroken kunnen andere versieringen hebben. De middelste strook kan bijvoorbeeld een lichte rozerode guirlande vertonen die met goud is gehoogd op een witte achtergrond. Op een bijzonder fraai servies wordt het centrale landschap niet met een lijst omkaderd, maar rust het op een gouden slotvignet. Op een aantal zeldzame uitzonderingen na, heeft elk van deze stukken



*Twee zoutvaatjes, Manufactuur van Brussel-Tervuren (privéverzameling)*

een ander decor. Bij een eerste groep stukken haalde men de inspiratie voor de zeezichten bij Claude-Joseph Vernet (1714-1789), de Franse schilder van maritieme zichten. Andere stukken lijken reproducties van Hollandse modellen. Men ziet zeer natuurgetrouwe landschappen en grote rechthoekige gebouwen in klassieke stijl. Soms lijkt het alsof Lindemann van zijn model afwijkt. Nu eens vereenvoudigt hij de compositie en de tekening, wat het werk naïefer maakt. Dan weer vertrekt hij van een gravure of van een tekening en maakt er een veelvoud aan variaties van door een of ander element te wijzigen. Als schilder van landschappen munt hij eerder uit in dit genre dan in de compositie van bloemboeketten die vaak te zwaar uitvallen. Bovendien vertoont zijn artisanale productie meer technische onzuiverheden dan een productie in een grote manufactuur zoals die van Doornik. Men ziet dat er met het email is gemorst, dat sommige kleuren verdonkeren en dat het goud vaak bruin is geworden of zelfs is verbrand. De stukken van Lindemann die in Nymphenburg zijn gemaakt, zijn technisch beter gelukt.

Men kan over de productie van het atelier meer te weten komen via de archieven die de Oostenrijkse overheid heeft bewaard. Naast het zogenaamd servies van Starhemberg dat uit kommen, schotels, sauskommen, mosterdpotten, zoutvaatjes, diepe en platte borden bestaat, vindt men kopjes, mokken, suikerpotten, theekannen en koffiekannen. De inventaris van het porseleinkabinet van Karel van Lotharingen vermeldt een porseleinen servies dat in een koffer zit die versierd is met plaatjes in porselein van Tervuren. Men somt er ook een groot aantal tabaksdoosjes op, alsook andere doosjes en grepen van wandelstokken. De decors zijn dan ook zeer gevarieerd. Er zijn stukken die beschilderd zijn met rode en gouden streken en met bloemboeketten. Sommige porseleinen stukken zijn versierd met groepjes kinderen, kleur op kleur geschilderd. Andere stukken zijn met chinoiserieën beschilderd. Het is opmerkelijk dat we geen enkel spoor

*Ronde schotel, Manufactuur van Brussel-Tervuren (Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis)*



hebben dat betrekking heeft op de verkoop van porselein. Men kan dus aannemen dat de manufactuur uitsluitend voor de prins produceerde, enerzijds voor zijn eigen huishoudelijk gebruik en anderzijds – wat de kleinere stukken betreft – voor zijn relatiegeschenken.

De porseleinmanufactuur was een hobby voor de prins. Om het in zijn eigen woorden te zeggen: Karel van Lotharingen amuseerde zich hier. Afgezien van de honger naar theoretische kennis die hij had, was hij vast en zeker ook geïnteresseerd in het zien produceren van de ceramiek. Het uitproberen en het perfectioneren wekten zijn interesse voor de wetenschap. Bovendien dacht hij misschien dat het goedkoper was om voor zichzelf te produceren. Ten slotte vond hij dat een geschenk dat in de prinselijke ateliers vervaardigd was, des te meer indruk zou maken.

**Claire Dumortier en Patrick Habets**

## Tentoonstelling

*De tentoonstelling Een prinselijke hobby: de ateliers van Karel van Lotharingen vindt plaats in de Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis in Brussel tot en met 2 september 2007.*

*In de museumshop wordt een bezoekersgids te koop aangeboden voor 6 euro.*

*Deze tentoonstelling wordt georganiseerd ter gelegenheid van de publicatie van het boek Bruxelles-Tervuren. Les ateliers et manufactures de Charles de Lorraine, gezamenlijk uitgegeven door C. Dumortier en P. Habets, CFC-éditions, 176 p., 29 euro.*

*Mosterdpot op schotel, Manufactuur van Brussel-Tervuren (Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis)*



# Wetenschap, fictie en realiteit

Tussen alle budgettaire beslomeringen, administratieve problemen en overpeinzingen door waar de institutionele constellatie van dit land elke administratie toe noopt, is het goed om er nu en dan even bij stil te staan dat de werkgebieden van het Federaal Wetenschapsbeleid een onuitputtelijke bron van inspiratie vormen voor kunstenaars, schrijvers en artiesten overal ter wereld (zie *Science Connection* 7, pp. 47 tot 50).

De verkenning en het gebruik van de ruimte, de expedities naar en het onderzoek in Antarctica, de ontdekking van de diepe oceaanbodems maar ook het vervoer van kunstwerken, de kunstgeschiedenis of de criminalistiek: het zijn stuk voor stuk onderwerpen die tegenwoordig heel wat media-aandacht krijgen.

De tentoonstelling *Moord in het Museum* die momenteel in het Museum voor Natuurwetenschappen loopt, illustreert perfect de band tussen wetenschap, fictie en realiteit. Bezoekers krijgen er een didactisch en boeiend antwoord op de invasie van politseries als *CSI* en *Mission: Without a Trace*. Even verder staan ze oog in oog met een dinosauruspark dat er minstens even indrukwekkend uitziet als dat van Steven Spielberg.

© ESA



Hector Servadac, *Voyages et Aventures à travers le Monde Solaire*. Editions Hetzel, 1877 (tekening van Philippoteaux gegraveerd door Laplace).  
© Bibliothèques d'Amiens Métropole

Tijdens zijn boeiende lezing in het kader van de tentoonstelling *Jules Verne – Savoir rêver, Savoirs rêvés*<sup>1</sup> toonde professor Claude Jamar, directeur van het *Centre spatial de Liège*, op een schitterende manier de subtiele verbanden aan tussen wetenschappelijk werk en collectieve verbeelding. Wanneer inspireert de artiest de wetenschapper en andersom? De grote hypothesen waar onze natuurkundewetten op steunen, zoals het bestaan van donkere materie in het heelal of de theorie van de zwarte gaten, lijken zo weggelopen uit een spannende roman.

Hieronder dus enkele willekeurig gekozen werken, die aantonen dat heel wat auteurs geboeid zijn door zaken waar wij in ons departement dagelijks mee bezig zijn. Als *wetenschap* en *fictie* elkaar ontmoeten, wat blijft er dan over van de *realiteit*?

## De ruimte

Niet alleen sciencefictionverhalen, maar ook toekomstliteratuur en boeken uit het fantastische genre laten zich ruimschoots inspireren door de verkenning van de ruimte. Het is dan ook niet eenvoudig om er bepaalde werken uit te lichten.

Jules Verne (een jurist...) mag (alweer) niet ontbreken, vooral met zijn boeken *De Reis naar de Maan in 28 Dagen en 12 Uren* (het eerste deel werd gepubliceerd in 1865, het tweede in 1866, uitgeverij Elsevier). In het eerste deel beschrijft Jules Verne op treffende wijze de noodzaak van politieke omkadering van ruimtevaartactiviteiten door de overheden.

**In werkelijkheid is deze gedachte een van de pijlers van het ruimterecht dat een paar honderd jaar later door de Verenigde Naties is uitgewerkt.**

Ook de toekomstliteratuur vindt in de wetenschappelijke en technologische realisaties van de voorbije vijftig jaar inspiratie voor een wereld in volle ontwikkeling, waarin de mens de ruimte koloniseert zonder alle gevaren ervan te beheersen. Pierre Barbet schetst in *Les Cités de l'Espace* ("De Ruimtesteden") (uitgeverij Lefrancq, 1999) een realistisch beeld van die kolonisatie, waarbij het onevenwicht tussen de bevolkingsgroepen op aarde zich weerspiegelt in de pioniersgemeenschappen in het heelal.

**In werkelijkheid is de kolonisatie van de ruimte nog een verre droom. Op 25 september 2005 zei NASA-topman Michael Griffin over de kolonisatie van de ruimte:**

**"...Het doel is niet alleen wetenschappelijke exploratie. Het is ook de bedoeling om de menselijke habitat mettertijd uit te breiden buiten de aarde. Op lange termijn kan een soort niet overleven op één planeet. Willen wij mensen nog honderden, duizenden of miljoenen jaren overleven, dan moeten wij uitwijken**



**naar andere planeten. Met de huidige stand van de technologie kunnen we ons dat nauwelijks voorstellen. We staan nog maar aan het begin. Ik bedoel dat er ooit, ik weet niet wanneer, meer mensen elders zullen leven dan op aarde. Dat kan net zo goed op de manen van Jupiter zijn als op andere planeten. Misschien zullen we huizen bouwen op planetoiden... Ik weet dat de mens het zonnestelsel zal koloniseren en ooit zelfs nog verder zal gaan.**<sup>12</sup>

© MC Productions / Bajram

Stripverhalen hebben niet altijd een even optimistische kijk op de toekomst van onze planeet: de zesdelige serie *Universal War One (UW1)* van Bajram<sup>3</sup> schets een noodlottig beeld van het einde van deze eeuw. De vernietiging van onze planeet is onafwendbaar. Een straal antimaterie, afkomstig van de resten van het internationale ruimtestation ISS – dat inmiddels deel uitmaakt van een veel grotere infrastructuur en als museum is ingericht – splijt onze planeet letterlijk in tweeën.

*UW1* is een vernuftige mengeling van sciencefiction, tijdparadoxen en een toekomstverhaal. De reeks staat dan ook bekend als een van de beste in zijn genre.

**In werkelijkheid is het best mogelijk dat Bajram het bij het rechte eind heeft als hij het ISS een nieuwe bestemming geeft als ruimtemuseum. Momenteel is de uitbating van het station krachtens het intergouvernementeel akkoord van 1998 en de afspraken tussen ruimtevaartorganisaties (ESA, NASA, JAXA, RSA, CSA) niet beperkt in de tijd, maar de Amerikanen hebben al aangekondigd dat ze hun ruimtependels tegen 2012/2013 willen afdanken, wat de toegang tot het station aanzienlijk zal beperken. De verkenning van andere planeten zou dan voorrang krijgen op de uitbating van het ISS. Kan de droom om ruimtetoerisme op gang te brengen het ISS van de schroothoop redden? Het station wordt tot op heden**

1 Conferentie georganiseerd door de Vertegenwoordiging van het Waalse Gewest in Brussel op 25 mei 2007  
2 Washington Post, 25 september 2005  
3 deel 1 tot 6, uitg. Soleil

niet door privé-instellingen gebruikt. Het idee om er een ruimtemuseum van te maken is beslist niet gekker dan het plan om er een hotel in onder te brengen. Rest nog de vraag of het museum veel bezoekers zou trekken. De omvorming van het station in een geducht wapen is geen optie. Het Ruimteverdrag van 1967 verbiedt elk gebruik van de ruimte voor niet-vreedzame doeleinden en de installatie van kernwapens of massavernietigingswapens in de ruimte.

Ook in het pas verschenen eerste deel van de veelbelovende nieuwe stripreeks *Het Chimpanseesyndroom* (uitgeverij Dargaud) van Marazano en Ponzio zitten tijdparadoxen. Het verhaal begint sterk: in 2035 wordt er in de Indische Oceaan een ruimtetuig ontdekt met twee passagiers aan boord. De NASA stuurt zijn grootste specialist om uit te vinden of de twee wel zijn wie ze beweren te zijn...

Ook de filmsector doet uiteraard zijn duit in het zakje als het over de ruimte gaat: *Mission to Mars* (2000) wordt beschouwd als een van de meest realistische cinematografische werken, hoewel de film heel wat fantastische en volledig denkbeeldige aspecten bevat. Een team astronauten wordt naar de rode planeet gestuurd om het beroemde "gezicht op Mars" te identificeren en hun makkers uit de nood te helpen. Het team ontdekt er iets onvoorstelbaars over de oorsprong van de mensheid.

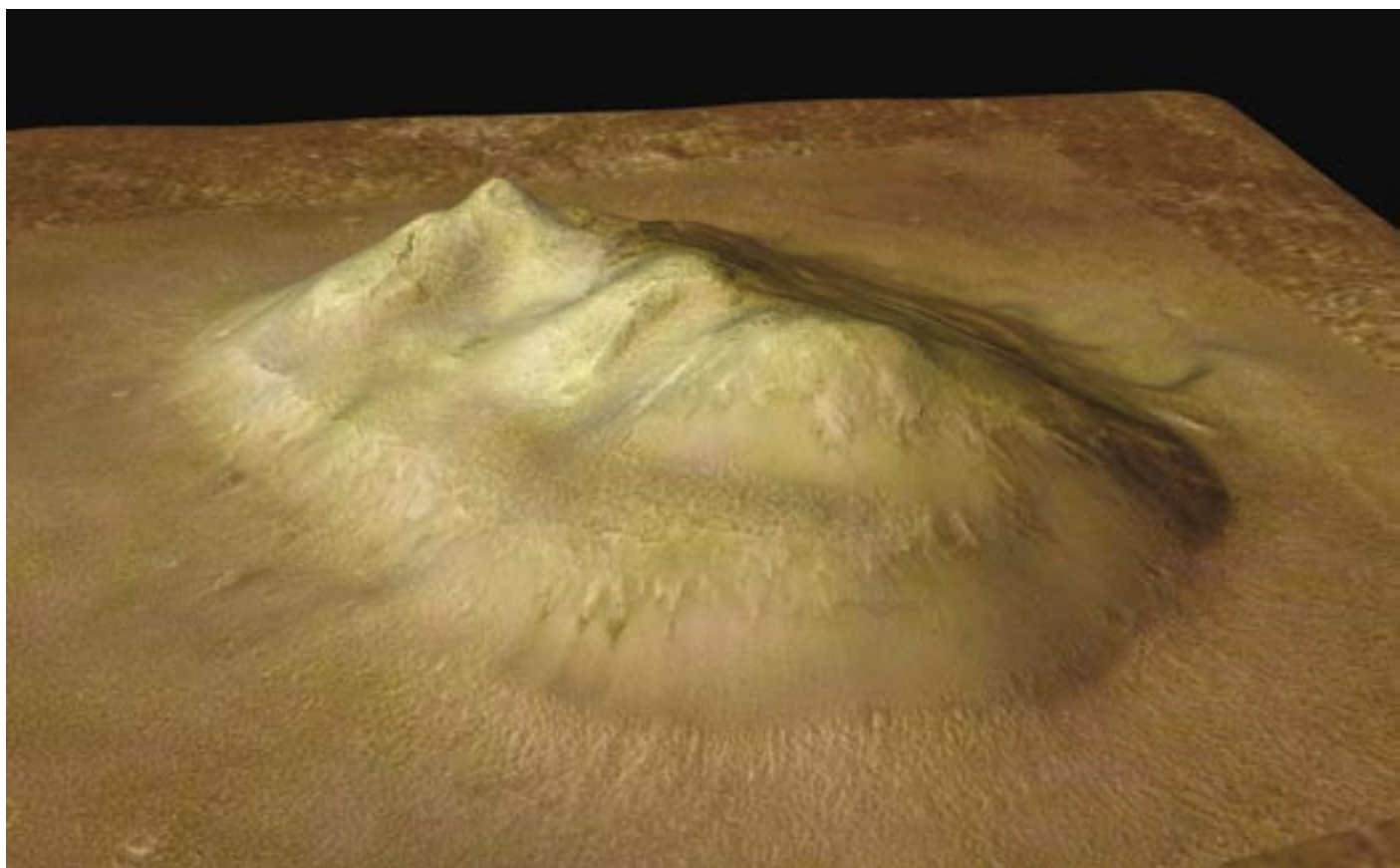
**In werkelijkheid weten we inmiddels dat het veelbesproken "gezicht" op Mars – zoals we konden denken – gewoon een berg is, waarvan het reliëf en het scha-**

**duwspel van op zeer grote afstand een mensachtig gelaat laten zien.**

**Interessanter is de beschrijving van de eerste pogingen om op de Marsbodem aan landbouw te doen, met name in de serre die de overlevende van het eerste astronautenteam van *Mission to Mars* bouwde. De internationale verdragen houden rekening met de mogelijkheid dat de mens zich op andere planeten vestigt. Ze leggen voorzorgsmaatregelen op om onderlinge besmetting tussen de aarde en andere hemellichamen te voorkomen. De resultaten van wetenschappelijke studies op planeten en andere hemellichamen van ons zonnestelsel moeten aan de internationale gemeenschap worden gemeld.**

**Het gebruik van hemellichamen voor militaire doeleinden (zelfs zogenaamde "vreedzame" doeleinden) om er bijvoorbeeld militaire onderzoeksinstallaties of -basissen te vestigen, is verboden.**

Ook films als *Apollo 13* (1995) of *Space Cowboys* (2000) benaderen de verovering van de ruimte op realistische wijze. Ze bewijzen dat het Amerikaanse en het internationale publiek de NASA een culturele dimensie toedicht. Die dimensie is bepalend voor het belang dat de Verenigde Staten hechten aan hun ruimtevaartprogramma. Inmiddels is de macht van de NASA weliswaar uitgehold (ongelukken, budgettaire beperkingen, politieke keuzes), maar het blijft een prestigieuze instelling die zeer tot de verbeelding spreekt. Het hoeft dan ook niet te verbazen dat ze zich mede door arties-



Het "gezicht" op Mars © ESA



ten laat adviseren. Zo nam de Canadees James Cameron, regisseur van de film *Aliens* (1986) in 2004 in Vancouver deel aan een panelgesprek van prominenten over de toekomst van de ruimtevaart, samen met de verantwoordelijken van de grootste ruimtevaartorganisaties ter wereld, waaronder Jean-Jacques Dordain, directeur-generaal van de ESA<sup>4</sup>.

In een meer fantastisch genre draaien films als *Outland* (1981), waarin Sean Connery in de huid van een buitenaardse sheriff kruipt, of *2010* (1984), het vervolg op *2001, A Space Odyssey* van Stanley Kubrick, rond realistische en intrigerende toekomstelementen.

**In werkelijkheid is de hypothese van criminaliteit in de ruimte vaak grappig, al blijft de kans erop bestaan.**

**De internationale verdragen bepalen welke rechtspraak aan boord van de ruimtetuigen van toepassing is. Als ruimteobjecten behoren ze in principe tot een staat en vallen ze onder diens rechtspraak. In het geval van het ISS werd de algemene veiligheidsbevoegdheid van de Verenigde Staten, die aanvankelijk door de andere partijen was aanvaard, later weer opgeheven.**

**In de film *2010* zijn de bemanningsleden – Amerikanen én Russen – door de internationale crisis tussen de VS en de USSR verplicht om uiteen te gaan en zich elk in hun eigen ruimtetuig te verschansen. Het scenario is geloofwaardig in die zin dat een Amerikaans ruimtetuig grotendeels kan worden beschouwd als een verlengstuk van het Amerikaanse grondgebied. De internationale regels verplichten de bemanningen echter om elkaar te helpen in geval van nood. Het Astronautenverdrag van 1968 verleent ruimtevaarders het statuut van humanitaire gezanten en bepaalt dat ze naar hun land van herkomst terugkeren als ze op vreemd grondgebied moeten landen of in een buitenlands ruimtetuig of een buitenlandse ruimtebasis beschutting moeten zoeken.**

## Antarctica

En dan is er Antarctica. Wat zou die twee kilometer dikke ijslaag toch verbergen? Wat zou er – veilig beschermd door eeuwenlange koude – onder de poolkap schuilgaan? René Barjavel heeft zo zijn idee. Deze scenarist van o.a. de film *De kleine wereld van Don Camillo* toonde zich eerder al een groot sciencefictionauteur, die de toekomst van de mensheid

niet bepaald rooskleurig tegemoet ziet (bijv. in zijn boek *Ravage*). In *La Nuit des Temps* ("De Lang Vervlogen Tijden", uitgeverij Pocket, 2005) vertelt Barjavel ons het verhaal van de grootste ontdekking uit de menselijke geschiedenis: van onder het poolijs komen twee overlevenden van een 900 000 jaar geleden verdwenen beschaving tevoorschijn. Hun beschaving was veel verder geëvolueerd dan de onze, maar kon niet ontkomen aan de zwakheden die tot haar verval leidde. Het witte continent dient als decor voor deze fantastische fabel, waarin *perfectie* en *evolutie* niet samengaan.

**In werkelijkheid was Antarctica 170 miljoen jaar geleden een deel van het supercontinent Gondwana, dat op zijn beurt ontstond uit Pangea (het oorspronkelijke continent dat alle landmassa's omvatte). Het breken en afdrijven van de continenten mag ons immers niet doen vergeten dat die landmassa's ooit een geheel vormden.**

**De verkenning en het gebruik van het Antarctisch grondgebied zijn onderworpen aan een specifiek verdrag uit 1959, dat elke territoriale aanspraak op dit continent uitsluit. De verkenning en bewoning van Antarctica heeft eerst en vooral wetenschappelijke doeleinden, geen militaire. Het is verboden om in Antarctica minerale of fossiele grondstoffen te ontginnen, zelfs vanop het pakijs. Het is daarentegen niet uitdrukkelijk verboden om de diepzee in Antarctica ondergronds te ontginnen (m.a.w. alles wat geen continentale massa is).**

© ESA



<sup>4</sup> Over de banden tussen ruimteonderzoek en -toepassingen enerzijds en sciencefiction anderzijds publiceerde de ESA in juni 2000 een interessante brochure met als titel "Innovative Technologies from Science Fiction to Space Applications" (ref.: BR-176). Beschikbaar in het Engels en het Frans.

Tot 2005 ging de diepste ijsboring op Antarctica tot 3620 meter in het aardoppervlak. De ijsstalen die daarbij werden genomen, gingen 400 000 jaar terug in de tijd. Dankzij een Europese boring in 2005 kon 650 000 jaar teruggedaan worden in de klimaatgeschiedenis van onze planeet.

### Fundamenteel onderzoek

In een ander stijlregister doet Dan Brown de passie hoog opblaaien met thrillers die op politieke intriges, esoterie en als dusdanig voorgestelde wetenschappelijke feiten berusten. In *Het Bernini Mysterie* aarzelt de succesauteur niet om de paus en de algemeen directeur van het CERN (*Centre européen de recherche nucléaire*) ten tonele te voeren. Die laatste wordt voorgesteld als een heuse James Bond in dienst van de verdedigers van wetenschappelijk rationalisme.

In werkelijkheid is het CERN een intergouvernementele organisatie die een twintigtal lidstaten telt. Ze is in 1952 opgericht op initiatief van de Franse fysicus Louis de Broglie. Het grootste onderzoekscentrum naar elementaire deeltjes ter wereld wordt momenteel geleid door dr. R. Aymar.

In een andere roman, *De Delta deceptie* voert Dan Brown zelfs het hoofd van de NASA en de baas van het NRO (*National Reconnaissance Office*), een van de veiligheidsdiensten van de Amerikaanse regering die belast is met satellietwaarneming, op.

In werkelijkheid is de plot van de roman geïnspireerd op de ontdekking van een van Mars afkomstige meteoriet in december 1984 in Antarctica. De meteoriet, die de naam ALH 84001 meekreeg en naar schatting 4,5 miljard jaar oud is, ging de geschiedenis in omdat er vreemde afdrucken op werden aange troffen. De afdrucken doen denken aan fossielen van bacteriën of ander organisch materiaal. De ontdekking gaf destijds aanleiding tot een tv-interventie van president Clinton.

Het idee dat er effectief leven was op een andere planeet van ons zonnestelsel en dat dit leven naar de aarde zou zijn overgebracht, is tot op de dag van vandaag veelbesproken. Er bestaat nog geen duidelijkheid over de ware aard van de microscopische sporen op ALH 84001.

### De verkenning en kolonisatie van nieuwe werelden

Buitenaards leven vormt een ideale link tussen literatuur en strips. Verschillende reeksen laten dit thema aan bod komen, geïnspireerd op bestaande wetenschappelijke of institutionele modellen. Een daarvan is *De Werelden van Aldebaran*

(uitgeverij Dargaud), een driedelige strip van Leo over de kolonisatie van nieuwe planeten. Kim, een jonge bewoonster van de mensenkolonie op *Aldebaran* – een planeet die veel weg heeft van de aarde – trekt ten strijde tegen het daar heersende religieuze fundamentalisme. Ze ontmoet ook de *Mantrisse*, een vreemd wezen dat over alle dieren en planten van *Aldebaran* heerst en hun levenscyclus bepaalt. In het tweede deel begeeft Kim zich naar *Betelgeuze*, waar een groepje gestrande ruimtekolonisten probeert te overleven. Hun opdracht: vaststellen of de planeet levensvormen kent met een vergelijkbare intelligentie als die van het menselijke ras. Als dat het geval zou blijken, zouden de Verenigde Naties de kolonisatie van *Aldebaran* verbieden. Momenteel werkt Leo aan een derde deel van de reeks, dit keer over de wereld van *Antares*.

In werkelijkheid beschouwt het internationaal ruimterecht de ontdekking van buitenaardse levensvormen niet als een obstakel voor de kolonisatie van een planeet. De hypothese van een dergelijke ontdekking is bekrachtigd in internationale verdragen, die bepalen dat de secretaris-generaal van de Verenigde Naties onmiddellijk moet worden geïnformeerd in geval van de ontdekking van "elk teken van organisch leven" op een hemellichaam uit het zonnestelsel (*Maanverdrag van 1979*). Bovendien leggen de verdragen de ruimtevaartstaten een voorzorgs principe op om te voorkomen dat het betrokken hemellichaam en de aarde elkaars omgeving zouden besmetten. Los daarvan geeft Leo een correcte beschrijving van de centrale rol die de VN spelen in de internationale regeling van nationale ruimtevaartactiviteiten.

De *Mantrisse*, een mysterieus wezen dat de activiteit op *Aldebaran* regelt en er een enkele keer zelfs één mee wordt, verwijst naar de stelling waar biofysicus James Lovelock in 1979 mee naar buiten kwam onder de naam "Gaia". Volgens Lovelock zou de aarde een levend organisme zijn, net als zijn bewoners. De milieuschade die de mens veroorzaakt zou een protestbeweging doen ontstaan (zie James Lovelock, *The Revenge of Gaia*, Basis Books, 2006).

Ook de verkenning van zeeën en oceanen is een populaire bron van inspiratie. Van *Twintigduizend Mijlen onder Zee* (1869) tot *L'Odyssée du Commandant Cousteau* (*De tocht van Commandant Cousteau*, 1977) herinnert de verkenning van de oceaانبodems ons eraan dat wij onze wereld nog niet volledig kennen. De aarde bestaat voor meer dan driekwart uit water en herbergt ontelbare mysterieuze gebieden, vol fascinerende wezens die de onmetelijke oceaandiepten bevolken.

Is het gebruik van natuurlijke zeerijkdommen de toekomst van de mensheid? Als we de bescherming van die rijkdommen bedoelen, is het antwoord ja. Maar wat met de grote

concerns die minerale en fossiele grondstoffen uit de oceanbodem willen ontginnen? Dat is het decor waarin de film *The Abyss* (1989) van James Cameron (zie hoger) zich afspeelt. De "mijnwerkers" hebben op kilometers diepte een op zijn minst onverwachte ontmoeting. Ook in de stripwereld ontbreekt het niet aan onderzeese verhalen. De uitstekende reeks *De Aquanauten* van Parnotte en Mallié (uitgeverij Blitz) verstoort zijn banden met de film van James Cameron niet. Een team mijnwerkers moet op grote diepte een militair commando te hulp schieten. De dualiteit onderzoeksploeg/hulp-team zien we trouwens in heel wat verhalen die zich in de ruimte of elders afspeelen.

Het jongste voorbeeld van de voorliefde voor onderzeese stripavonturen is *Carthago* van Bec en Henninot (uitgeverij *Humanoïdes Associés*). Grote olielobby's komen bij de ontdekking van een voorhistorische haaiensoort in aanvaring met natuurbeschermers. Het eerste deel is alvast veelbelovend...

Tot slot biedt ook de zorg voor het milieu stof voor uitstekende verhalen. Bijvoorbeeld in de reeks *Aquablue* (uitgeverij Blitz), een mengeling van sciencefiction en *heroic fantasy*, waarin het gaat over de noodzaak dat de mens zijn natuurlijk patrimonium beschermt.

**In werkelijkheid is de ontginning van de diepzee geregeld door het Verdrag van de Verenigde Naties inzake het zeerecht van 1982. Dit Verdrag deelt de zeeën en oceanen in verschillende zones in, naargelang ze al of niet onder de nationale soevereiniteit van kuststaten vallen. De volle zee geniet een speciaal statuut en een speciaal regime. Diepzeegebieden waar geen nationale soevereiniteit geldt, zijn uitgeroepen tot "gemeenschappelijk patrimonium van de mensheid". De ontginning van hun minerale en fossiele grondstoffen moet het gemeenschappelijk welzijn van de mensheid dienen. Daartoe is de *International Seabed Authority* opgericht. Ze reglementeert de ontginning, hetzij via pionierinvesteerders, hetzij via de *Enterprise*, een speciaal daartoe opgericht consortium.**

Tot zover een beknopt overzicht van thema's die in films en in de moderne en klassieke literatuur aan bod komen en raakvlakken hebben met een aantal van de vele activiteiten van het Federaal Wetenschapsbeleid. Zelfs de rockmuziek laat zich niet onbetuigd: luister maar naar de *Space Metal* van Arjan Anthony Lucassen, het schitterende instrumentale nummer *Contact Lost* dat Deep Purple opdroeg aan de slachtoffers van het ruimteveer Columbia of het mooie *Rocket Man* van Elton John. En een nog prozaïscher voorbeeld: misschien herkent u zich nog een zekere Lance Bass, zanger van Boyzone, die van plan was om samen met onze landgenoot Frank De Winne de ruimte in te gaan...

**Jean-François Mayence**

*De illustraties uit de reeksen Universal War One en De Aquanauten zijn overgenomen met goedkeuring van de auteurs en van MC Productions (Editions Soleil).*



© MC Productions / Parnotte / Mallié

# Focus op sites



## Bombylius

Door de Federale Overheidsdienst Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu

Bombylius is een website over biodiversiteit, genoemd naar de grote wolvzever, een insect dat veel voorkomt in onze streek en dat vaak verward wordt met de hommelm. De bedoeling is de biodiversiteit in onze directe omgeving beter te doen kennen en te bewaren, bijvoorbeeld in onze tuinen. Hiertoe gebruikt Bombylius dossiers, fiches, spelletjes en e-cards.

Talen: Nederlands, Frans



## essenscia

Door essenscia

Op 29 mei is Fedichem, de Federatie van de Chemische Industrie in België, omgedoopt tot essenscia (met een kleine letter), de Federatie van de Chemische Industrie en de Levenswetenschappen. Ter gelegenheid van deze nieuwe naam werd een nieuwe website gemaakt, die de evolutie van de federatie weerspiegelt waarin de levenswetenschappen aan belang gewonnen hebben. essenscia groepeerd meer dan 700 ondernemingen die actief zijn in deze sectoren; het is dus logisch dat op de website meer informatie staat over de activiteiten van deze ondernemingen. De bedoeling van essenscia is het informeren van het publiek, maar de website dient ook als schakel tussen de ondernemingen en de politieke instanties of de overige grote bedrijfsfederaties. De leden beschikken daartoe over een extranet dat alleen voor hen toegankelijk is. De bezoeker kan de website doorzoeken op trefwoord; het zoeken kan beperkt worden tot een bepaalde sector, tot bedrijven, producten of tot nieuws.

Talen: Nederlands, Frans



## European Chemicals Agency (ECHA)

Door de Europese Commissie

Sinds 1 juni 2007 is in de Europese Unie REACH van kracht, dit is de *Registration, evaluation and authorisation of chemicals*. Het doel is de vereisten in verband met leefmilieu en volksgezondheid te verzoenen met de innovatie in de chemische nijverheid. Hiertoe houdt ECHA zich bezig met de technische,

wetenschappelijke en administratieve vragen die kunnen rijzen over alle chemische verbindingen waarop REACH betrekking heeft. ECHA moet er ook voor zorgen dat het publiek toegang heeft tot de informatie over de chemische verbindingen. Concreet gezien komt het erop neer de verbindingen te klasseren en te catalogiseren, dit om het gevaar ervan te bepalen, en dus ook te bepalen of ze verboden moeten worden en in welke context. Op de site van ECHA heeft men toegang tot de classificatie en de catalogisering van de verbindingen.

Talen: Engels



[ec.europa.eu/echa/home\\_en.html](http://ec.europa.eu/echa/home_en.html)

### Schat van de maand

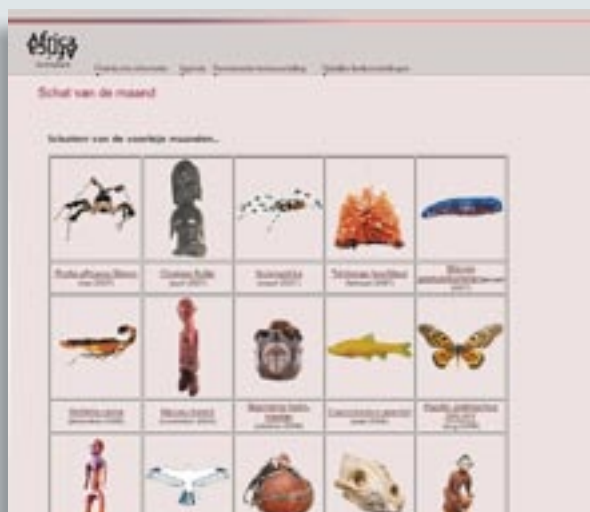
door het Koninklijk Museum voor Midden-Afrika

Elke maand presenteert dit museum een voorwerp uit zijn zeer rijke verzameling. De rubriek "Schat van de maand" toonde al mineralen, exotische dieren (levend, opgezet of gefossiliseerd), muziekinstrumenten, objecten voor erediensten of uit het dagelijks leven, juwelen, kleding, enz. Het is een oneindige schatten-tocht in het museum van Tervuren.

Talen: Nederlands, Engels, Frans



[www.africamuseum.be/museum/treasures/museum/treasures/pasttreasures/](http://www.africamuseum.be/museum/treasures/museum/treasures/pasttreasures/)



## En ook nog...

### Nationaal Centrum voor de Geschiedenis van de Wetenschappen

door de Koninklijke Bibliotheek van België

Het centrum legt zich toe op het inventariseren en valoriseren van het fonds Vandermaelen dat bewaard wordt in de afdeling Kaarten en Plattegronden.



[www.kbr.be/cnhs/](http://www.kbr.be/cnhs/)

### Belgian Antarctic Research Station

door de Belgian Polar Foundation

Website van het station Prinses Elisabeth, dat gebouwd zal worden tijdens de Zuidpoolzomer 2007-2008. Prachtige foto's.



[www.antarcticstation.org/](http://www.antarcticstation.org/)

Denis Renard



# Wetenschap en duurzame ontwikkeling hand in hand...

De beheerders van het programma SDD : van links naar rechts, op de eerste rij, Aline Vanderwerf, Anne Fierens, Maaïke Vancauwenberghe, Emmanuèle Bourgeois, Georges Jamart ; op de tweede rij, Dimitri Harmegnies, David Cox, Marie-Carmen Bex, Christine Mathieu, Monique Blanken, Julien Vandeburie en (niet op de foto) Martine Vanderstraeten.  
© Yves Nevens / Science Connection

Het nieuwe onderzoeksprogramma *Science for Sustainable Development* (SSD) van het Federaal Wetenschapsbeleid loopt nu al zowat 18 maanden. Dit vierjarige programma, waarvoor een budget is uitgetrokken van 61 miljoen euro, is een vervolg van de «Plannen voor wetenschappelijke ondersteuning van een beleid gericht op duurzame ontwikkeling» I en II (PODO) die meer dan tien jaar geleden op touw werden gezet.



Prioritaire onderzoeksdomeinen die het programma SDD behelst zijn energie, transport, agrovoeding, klimaat en atmosfeer (ook Antarctica), biodiversiteit, mariene en terrestrische ecosystemen (ook Antarctica) en transversaal onderzoek. Antarctica en de Noordzee nemen een voorname plaats in het onderzoek omtrent de klimaatveranderingen. Deze thema's kwamen ook al aan bod in de vroegere PODO's maar nu worden ze benaderd vanuit een nieuwe toekomstgerichte invalshoek.

Als een groeiend maatschappelijk gegeven wordt ook het verband gezondheid/leefmilieu behandeld. Normalisatie als beheersinstrument voor duurzame ontwikkeling is terug te vinden in verschillende projecten waarin ze als relevant wordt ervaren.

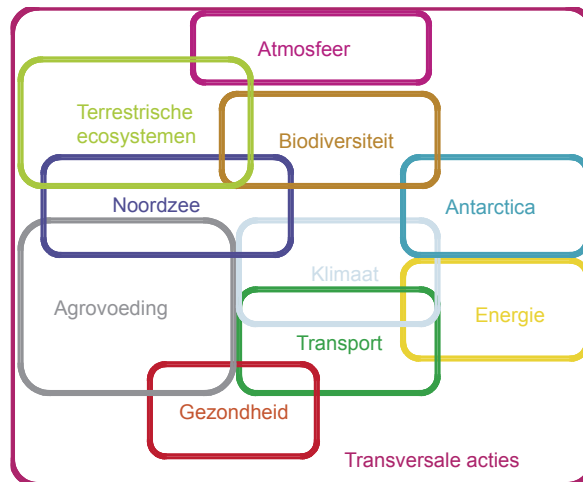
Het programma SDD bevordert de synergieën tussen thema's die bestudeerd worden door interdisciplinaire netwerken van 2 à 5 onderzoeksteams. Het is tevens de bedoeling de banden nauwer aan te halen met andere onderzoeksprogramma's van het Federaal Wetenschapsbeleid, zoals de Gecoördineerde verzamelingen van micro-organismen, Aardobservatie of de Interuniversitaire attractiepolen (p.2). In totaal worden 280 Belgische onderzoeksteams bij de uitwerking van deze projecten financieel ondersteund. Het programma voorziet ook de mogelijkheid om buitenlandse teams aan te trekken à rato van 20% van het projectbudget.

Het streefdoel van het programma SSD is, net als zijn voorgangers, tweeledig nl. (1) een nationaal wetenschapspotentieel op strategisch belangrijke gebieden in stand houden, uitbouwen en verstevigen en dit als beleidsondersteunend instrument; en (2) een tendens op internationaal niveau volgen.

De eerste oproepen in 2005 en 2006 leverden in totaal 69 goedgekeurde projecten op die in maart jongstleden werden voorgesteld tijdens een *kick off meeting* in de Koninklijke Bibliotheek. De bedoeling van deze bijeenkomst was onderzoekers van het programma met elkaar in contact te brengen en hen zo kennis te laten maken met de *resource persons* en de aan de gang zijnde projecten. Kortom, een klimaat tot stand te brengen waarin nieuwe onderzoeksideeën gedijen. Meer dan 300 onderzoekers die in het kader van het programma aan onderzoek doen, kwamen op deze tweedaagse bijeenkomst af.

### Een interdisciplinaire benadering – 8 thema's – een geheel van projecten in synergie

De kern van het programma SSD wordt gevormd door zeven projecten op het gebied van **energie** die zowel de technisch-economisch-sociale benadering omvatten van een beleid gebaseerd op hernieuwbare of alternatieve energiebronnen



(windenergie, bio-energie,...) als het duurzaam gebruik van brandstoffen.

Zo worden vijf *air quality* georiënteerde projecten inzake **gezondheid en milieu** gefinancierd als ruggensteun voor het nationaal en internationaal gevoerde beleid, zoals dat van de Wereldgezondheidsorganisatie of van de Europese Commissie. Het gaat daarbij om de ontwikkeling van een niet-invasieve biomarker voor de monitoring van ademhalingsziekten bij kinderen of verder nog om de gevolgen van fijn stof in de lucht voor de gezondheid van kwetsbare bevolkingsgroepen (kinderen, ouderen) afhankelijk van... met name de weersomstandigheden.

De twaalf projecten op **transportgebied** betreffen o.a. schone auto's, multimodaal transport, gedragsanalyse of bedrijfsauto's... Transversaal worden overigens projecten gefinancierd die betrekking hebben op de gezondheid en de fietsers of verder nog op ruimtelijke ordening en mobiliteit van ouderen.

Bij de zes projecten op het gebied van **agrovoeding** gaat het om de veiligheid van de voedselketen: chemische veiligheid (contaminanten) of microbiologische veiligheid (nieuwe virussen en pathogene micro-organismen), ... maar ook om de relatie voeding-gezondheid via onderzoek naar voedselallergieën en -intoleranties, functionele en nieuwe voedingsmiddelen. Het betreft ook duurzame landbouw waarbij bijvoorbeeld de rol wordt bekeken van de multifunctionele landbouw bij de totstandkoming van een landelijke territoriale identiteit.

**Biodiversiteit** vormt met negen projecten de pijler waar het bij sommige projecten hoofdzakelijk om draait ofwel is biodiversiteit een onderdeel van projecten die ecosystemen en hun werking bestuderen: microbiële diversiteit, soorten uit de planten- en dierenwereld, ... maar ook gevolgen en bedreigingen van klimaat- en milieuveranderingen op de biodiversiteit of allesoverwoekerende soorten.

De **terrestrische, mariene en zoetwaterecosystemen** komen aan bod in 12 onderzoeksprojecten. Zes hiervan gaan over

het ecosysteem van de Noordzee, met name over de gevolgen van klimaatveranderingen op de activiteiten in de Noordzee, over de kwantificering van erosie- en sedimentatieprocessen op het Belgisch continentaal plat, ... en zes over de terrestrische en zoetwaterecosystemen (werking, gevolgen en aanpassing).

Drie projecten bestuderen de **atmosferische componenten** in de context van klimaatverandering: (1) analyse van observaties op aarde en met satellieten, (2) gevolgen van biogene emissies op de atmosfeer (zelfreinigend vermogen) en (3) fotochemische degradatiemechanismen en vormingsmechanismen van secundaire biogene aerosolen.

Inzake **klimaatonderzoek** legt een project zich toe op de studie van de Antarctische subglaciale processen. Een ander project evalueert de onzekerheden in de langetermijnvoorzichten m.b.t. de veranderingen van het klimaat en van het zeeniveau. Vier projecten betreffen (1 en 2) de evaluatie van de rol van de oceanen (de Atlantische en Antarctische oceaan) als CO<sub>2</sub>-bron/put; (3) de impact op de biogeochemische cycli en (4) voorspelling van de oceaanevolutie als gevolg van de atmosferische CO<sub>2</sub>- en temperatuurtoename. Deze informatie is noodzakelijk voor de modellering van het klimaat.

Het thema «Klimaatbeleid» omvat overigens vijf projecten die de problematiek behandelen van de overstromingen in België of verder nog het lucht- en zeetransport dat wordt meegerekend in het Europees systeem van inwisselbare emissierechten, de opslag van CO<sub>2</sub>, enz.

Naast de sectorgebonden benaderingen komen in het **transversaal onderzoek** (8 projecten) op een alomvattende en transversale manier de thema's aan bod die met duurzame ontwikkeling te maken hebben. Die zijn van heel uiteenlopende aard: van duurzame consumptie tot modellen die gelinkt zijn aan de besluitvorming en het publiek management op basis van de welzijnsindicatoren, de uitwerking van langetermijnscenario's en het gebruik van ruimtelijke ordening als instrument ten dienste van duurzame ontwikkeling.



*Het programma «Wetenschap voor een duurzame ontwikkeling» :*

*[www.belspo.be/fedra](http://www.belspo.be/fedra) > Onderzoeksacties > Wetenschap voor een duurzame ontwikkeling*





Archives générales du Royaume  
Algemeen Rijksarchief



Avec le soutien de la Chancellerie du Premier Ministre  
Met de steun van de Kanselarij van de Eerste Minister

.be

EXPOSITION ~ TENTOONSTELLING

# Spaak ~ Rothschild ~ Snoy



Photographie photographique / fotograafie - original / original - KBR  
Copyright : Communauté européenne / Europese Gemeenschapen.

De Val Duchesse aux Traités de Rome  
Van Hertoginnendal tot het Verdrag van Rome

09/03 - 29/09 2007

Entrée libre - Vrije toegang

Duvert 8:30-16:30 du mardi au vendredi  
Open 8:30-16:30 van dinsdag tot vrijdag  
samedi-zaterdag  
à partir de septembre - vanaf september  
8:30-12:00 / 13:00-16:00



Rue de Ruysbroeck 2 / Ruisbroekstraat 2  
1000 Bruxelles / Brussel  
Tel : 02 513 76 80 Fax : 02 513 76 81  
<http://arch.arch.be>  
Communicat@arch.be

# Musea van heinde en ver: Marienhamn

**D**e Åland-archipel omvat meer dan 6500 eilandjes en strekt zich uit aan de monding van de Botnische Golf, tussen Zweden en Finland. Het grootste eiland heet trouwens ook Åland en telt 90 % van de in totaal 26 200 eilandbewoners. De hoofdstad Marienhamn heeft als bijnaam "stad van de duizend linden".

De bewoners zijn sinds jaar en dag geworteld in de Zweedse cultuur en traditie. De archipel behoorde immers tot 1808 bij het koninkrijk Zweden en werd in dat jaar samen met Finland aangehecht bij Rusland. In 1917 keerde Åland echter terug naar Zweden, terwijl Finland onafhankelijk werd.

Sindsdien heeft de archipel een eigen statuut binnen de Finse Republiek. Net als onze gemeenschappen en gewesten

is Åland (die een regering heeft met acht ministers en een parlement met 30 afgevaardigden) bevoegd voor onderwijs, cultuur, monumenten en landschappen, volksgezondheid, leefmilieu, politiek, post, telecommunicatie, radio en televisie, ... Buitenlandse zaken, justitie en douane blijven in handen van Helsinki.

Åland telt een paar musea die in 2005 iets minder dan 140 000 bezoekers over de vloer kregen.

De absolute publiekslieveling is het zeilschip *Pommern*, een authentieke viermaster en uniek in zijn soort. De boot werd in 1903 gebouwd in het Schotse Glasgow, voer tot aan de Eerste Wereldoorlog onder Duitse vlag en werd dan eigendom van een lokale reder.

© Pierre Demoitie





In 1952 werd de Pommern overgedragen aan de gemeentelijke autoriteiten, en sinds 1957 is hij te bewonderen in het Scheepvaartmuseum, dat bekend staat om zijn topcollecties. Die brengen ons terug naar de tijd toen Marienhamn één van de grootste koopvaardijvloten ter wereld bezat.

De permanente collecties van het Åland-museum schetsen de geschiedenis van de archipel van de prehistorie tot vandaag. Er zijn ook tijdelijke tentoonstellingen, onlangs één over bruidsjurken bijvoorbeeld. De toegang tot het museum is gratis van oktober tot april, maar betalend tijdens het toeristisch seizoen. In 1982 kreeg het museum van de Raad van Europa de prijs van beste museum.

Vlak daarnaast ligt het Kunstmuseum met werken van lokale kunstenaars onder wie Karl Emanuel Janssen en Krister Fagerholm.

Niet ver daarvandaan bevindt zich het *Önningebymuseet*, naar het gelijknamige dorp waar de Finse schilder Victor Westerholm (1861-1919) in de zomer van 1886 enkele bevriende artiesten uitnodigde in zijn nieuwe woning op Åland. De kunstenaarskolonie van Önningeby was geboren. Schilders als Elin Danielson, Hanna Rönnerberg, J.A.G. Acke en Edvard Westman, die gedurende een dertigtal jaar naar hier kwamen vanuit Zweden en Finland, vonden er in dit unieke landschap de nodige inspiratie om in de open lucht te schilderen. In de tweede helft van de 19de eeuw ontstonden er in heel Europa meer dan honderd kunstenaarskolonies.

In de havenwijk werd de authentieke sfeer van de toenmalige scheepswerven herschapen, met hun smederijen en hun aanpalende werkplaatsen, inclusief een museum en een taverne. In de jachthaven en zijn 300 meter lange pier liggen traditionele houten bootjes aangemeerd. Het museum bezit diverse documenten over scheepsbouwkunst en herbergt ook een tentoonstelling over hoeveboten (de zogenaamde *storbåtar*), terwijl er in de vuurtoren allerlei scheepsmaquettes te bewonderen zijn. In het havenkwartier werden destijds een twintigtal schepen gebouwd: tweemasters, galjassen en andere schoeners.

Pierre Demoitié



Åland:  
[www.aland.ax](http://www.aland.ax)

Kunstenaarsdorpen:  
[www.artistsvillages.net](http://www.artistsvillages.net)

Wijffe van de mediterrane  
fruitvlieg (*Ceratitis capitata*)  
die eitjes deponeert in  
een sinaasappel.  
© R.S. Copeland.

# Barcodes

## van het leven

## Belgische museumcollecties onder een moderne loep

### DNA-barcoding

Een mug steekt je, je klopt ze dood. Een reflex. Was het een onschadelijk beestje, dat je vooral met jeuk achterlaat of was het een muggensoort die mogelijk drager is van bijvoorbeeld de malariaparasiet? De overblijfselen zijn moeilijk te determineren, zelfs voor een muggenkenner. DNA-barcoding zou hier een oplossing kunnen bieden, want hoe verbrijzeld je belager ook is, met DNA-barcoding kunnen we hem toch perfect identificeren!

DNA-barcoding is een techniek waarbij je, aan de hand van een stukje van de genetische code van ieder organisme, onmiddellijk kan bepalen met welke soort je te maken hebt. Elke soort (en zelfs elk individu) heeft immers haar eigen DNA-code, die is opgebouwd uit verschillende elementen waarvan de volgorde uniek is. Een beetje volgens het principe van de streepjescode dus, waarbij je met één enkele biep onder de scanner weet over welk product het precies gaat en welke eigenschappen eraan verbonden zijn.

Dat deze genetische barcodes een baanbrekende manier van werken betekenen, ontging onze onderzoekers niet. DNA-barcoding is een van de hoofdactiviteiten van het gloednieuwe JEMU-laboratorium, de *Joint Experimental Molecular Unit*, een gezamenlijk project van het Koninklijk Museum voor Midden-Afrika (KMMA) en het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen (KBIN). Het idee van een groot gemeenschappelijk project tussen de twee instituten werd enkele jaren geleden voor het eerst naar voren geschoven door Daniel Cahen, de voormalige directeur van het KBIN. Een gezamenlijk expertisecentrum, met de nauw aansluitende collecties van beide instellingen als basis, lag voor de hand. Dankzij de finan-

ciële steun van het Federaal Wetenschapsbeleid kon dit idee verwezenlijkt worden onder de vorm van JEMU. Het project ging op 1 januari 2007 officieel van start, voor een periode van vier jaar.

Samen met drie andere collega's van de twee federale musea ondernamen Thierry Backeljau (KBIN) en Marc De Meyer (KMMA) de eerste stappen om JEMU concreet gestalte te geven. Zij vormen het dagelijks comité dat de werking van JEMU opvolgt. "Onze twee instellingen hebben veel expertise gemeenschappelijk", legt Marc De Meyer uit, "zodat voorheen al op individuele basis werd samengewerkt. Maar we wilden die samenwerking nu ook structureel maken."

"Beide musea hebben enorme, complementaire collecties, zeker op dierkundig vlak", vult Thierry Backeljau aan. "We passen dus sowieso dezelfde onderzoeksmethodes toe. Een synergie was een vanzelfsprekend gevolg van de koers die we varen."

### DNA-barcoding vs. taxonomisch onderzoek

Het sluiten van de gelederen en de uitgebreide collecties geven JEMU een stevige basis om zijn doelstellingen te bereiken. Ten eerste is het de bedoeling de zoölogische collecties van het KMMA en het KBIN te exploiteren voor moleculair onderzoek. DNA-stalen van alle soorten worden geanalyseerd en elk specimen krijgt zo een DNA-code.

"DNA is drager van genetische informatie", verduidelijken de wetenschappers. "Het is een opeenvolging van vier kleine elementen: adenine (A), thymine (T), cytosine (C) en guanine (G). De volgorde van die elementen, een soort lettercode, is uniek voor elk individu. Het is de bedoeling om een stukje van die code te vinden die hetzelfde is bij individuen van dezelfde soort, maar verschillend van andere soorten. Als je die DNA-lettercode kent, weet je dus precies over welke soort het gaat."

Daarnaast zullen DNA-barcodingtechnieken toegepast worden in identificatie: de bedoeling is om een standaardset DNA-sequenties te genereren waardoor je snel en op een eenvoudige manier bepaalde soorten kunt determineren. "Het idee dat erachter schuilt, kan je een beetje vergelijken met de streepjescodes op de producten in de supermarkt. Wanneer je een DNA-staal van een dier hebt, of het nu van een pluim, poot, ei of larve komt, kan je de soort veel eenvoudiger en sneller thuisbrengen door de 'code' te vergelijken met een databank van standaardsets."

"Voor er sprake was van moleculaire technieken, werden diersoorten altijd geïdentificeerd door middel van taxonomisch onderzoek, dat vooral gericht was op morfologische en anatomische kenmerken." Een taxonoom bepaalt bijvoorbeeld aan de hand van de kleur, de vorm, de levenswijze en het dieet van een bepaalde vlinder om welke soort het precies gaat. "Daarbij komen echter veel problemen kijken; morfologische kenmerken zijn immers niet altijd betrouwbaar. Zo kunnen twee verschil-

lende wormsoorten heel sterk op elkaar lijken, terwijl het toch om een andere soort gaat. Anderzijds kunnen twee dieren van dezelfde soort er heel anders uitzien doordat ze onder verschillende omstandigheden zijn opgegroeid of in een andere ontwikkelingsfase zijn (bijvoorbeeld een rups en vlinder). In beide gevallen biedt het gebruik van DNA een oplossing. Daarom willen we zoveel mogelijk gebruik maken van moleculaire technieken."

"De laatste decennia is trouwens heel wat taxonomische expertise verloren gegaan", stellen de biologen, "dankzij DNA-onderzoek kan er een nieuwe stimulans worden gegeven aan taxonomie. Toen moleculaire technieken opgang maakten, ontstonden er twee stromingen die dikwijls afkerig stonden van samenwerking: voorstanders van traditioneel taxonomisch onderzoek en aanhangers van DNA-toepassingen. JEMU biedt nu de mogelijkheid om deze twee strekkingen met elkaar te verzoenen en ze verder te consolideren en te versterken. 'Ouderwetse, morfologische' taxonomie blijft immers nog altijd essentieel om 'modern' DNA-onderzoek te interpreteren."

### De goudmijn en haar smeden

DNA-onderzoek is niet nieuw. DNA-barcoding evenmin. JEMU werd voornamelijk uit de grond gestampt omdat de wetenschappelijke onderzoeksinstellingen willen blijven met de internationale evoluties van moleculair onderzoek. "Voor een wetenschappelijk instituut is het belangrijk de internationale veranderingen, vorderingen en ontdekkingen te volgen, anders verlies je grip op je eigen ontwikkeling en blijf je op wetenschappelijk vlak achterop hinken. Dat is zeker niet goed voor onze instellingen", verklaren de oprichters van JEMU, "maar ook niet voor ons land in termen van wetenschappelijke innovatie en vooruitgang."

**"Een synergie tussen het KBIN en het KMMA was vanzelfsprekend."**

Een onschadelijke mug of drager van een malariaparasiet? Met DNA-barcoding zou je het snel kunnen weten...  
© Thierry Hubin/IRScNB/KBIN



**“Als je de DNA-lettercode kent, weet je precies over welke soort het gaat.”**

Het KBIN heeft reeds ervaring met moleculaire technieken en de twee onderzoekscentra hebben op internationaal vlak een vooraanstaande expertise wat betreft vissen, sponzen, slakken, rondwormen, spinnen, zeekomkommers en vliegen. Dankzij JEMU wordt de kennis van de wetenschappers gebundeld en wordt er een gezamenlijk laboratorium opgericht, waar een geïntegreerde zoölogische onderzoeksgroep de dierkundige collecties kan bestuderen.

Gecombineerd hebben de musea een van de grootste zoölogische collecties ter wereld. *“We zitten op een goudmijn”,* vertelt Backeljau. Gerenommeerde vorsers uit het buitenland komen vaak bij het KBIN en KMMA aankloppen met de vraag of ze de collectiestukken van de twee federale instellingen mogen bestuderen, ook voor moleculair onderzoek. *“Maar uiteindelijk willen we niet enkel de beheerder van onze schatten zijn, aangezien we zelf goede goudsmiden in huis hebben om al onze bijzondere rijkdommen te exploiteren.”*

### **“We zitten op een goudmijn”**

*“JEMU is inderdaad van groot belang om onze collecties te valoriseren,”* bevestigt De Meyer. *“Er zijn immers veel universiteiten die dezelfde expertise hebben, maar wij zijn de enige die in direct verband staan met onze unieke collecties. Het KMMA herbergt bijvoorbeeld specimina uit gebieden in Oost-Congo die nu door de onrust en migraties van bevolkingsgroepen veel schade hebben geleden of niet meer toegankelijk zijn om politieke en veiligheidsredenen. Het zou dus best kunnen dat we misschien in het bezit zijn van diersoorten die ondertussen zijn uitgestorven.”*

*“Ook hebben we een groot aantal type-exemplaren”,* voert Backeljau aan. *“Dat zijn individuen die gekoppeld zijn aan de beschrijving van een soort en die dus steeds de referentie vormen als het over de soortnaam gaat. Als een wetenschapper vermoedt dat hij een nieuwe soort heeft ontdekt, kan hij dat*

*nagaan door de DNA-barcode van zijn exemplaar te vergelijken met de lettercode van het type-exemplaar. In het KBIN hebben we bijvoorbeeld DNA kunnen bestuderen van een type-exemplaar van een naaktslak die werd verzameld en beschreven in 1865, terwijl recent een internationaal onderzoeksteam, met o.a. Mietje Germonpré, een paleontologe van het KBIN, er in slaagde om DNA te onderzoeken uit fossiele beenderresten van het reuzenhert, een diersoort die zo'n 8000 jaar geleden is uitgestorven!”*

DNA-onderzoek toont dan ook aan dat het voor een museum uiterst belangrijk is om degelijke collecties aan te leggen en die voortdurend aan te vullen. Je kan immers nooit weten welke revolutionaire technieken er nog worden ontwikkeld waarmee nieuwe informatie uit oude stalen kan worden gehaald.

### **Van speerpunten uit de oertijd tot fruitvliegjes en vliegtuigrashes**

DNA-barcodes kunnen voor talloze doeleinden worden gebruikt. De essentiële moleculaire informatie die de codes prijsgeven kunnen immers nuttig zijn om bedreigde diersoorten te identificeren, om bij forensisch onderzoek de larven in een lijk te herkennen, of nog om te voorkomen dat schadelijke insecten epidemieën bij landbouwgewassen veroorzaken.

In de context van deze laatste toepassing werd binnen het KMMA en KBIN een initiatief met fruitvliegjes gelanceerd, dat met het JEMU verder zal worden uitgewerkt. *“Binnen het Tephritid Barcode Initiative (TBI) worden onder meer de DNA-gegevens over fruitvliegjes bijgehouden,”* licht De Meyer toe. *“Dankzij het DNA, dat vergeleken wordt met de barcodes, kunnen we ze snel identificeren en weten we onmiddellijk of het om een ongevaarlijke dan wel pestsoort gaat. Dit is vooral belangrijk bij fruitimport, want wanneer een quarantaineefficier deze vliegjes of hun larven ontdekt, kunnen bij snelle identificatie rampzalige introducties van pestsoorten vermeden worden.”* Het

Thierry Backeljau is geaggregeerd werkleider aan de Afdeling Malacologie van het KBIN en deeltijds docent aan het Departement Biologie van de Universiteit Antwerpen. Zijn onderzoek richt zich vooral op de systematiek, fylogenie en populatiegenetica van slakken, waarbij hij o.a. gebruik maakt van eiwitelektroforese en DNA-technieken. Daarnaast is hij actief betrokken in gelijkaardige onderzoeksprogramma's rond fruitvliegen, malaria-vectoren, platwormen, rondwormen, teken, wolfspinnen en hagedissen.

Marc De Meyer is doctor in de zoölogische wetenschappen. Zijn doctoraatsonderzoek over de systematiek van de Dipterafamilie Pipunculidae, heeft hij verricht aan het KBIN. Na tien jaar werkervaring in Afrika, werd hij in 1998 benoemd als hoofd van de Afdeling Entomologie aan het KMMA waar hij een collectie van meer dan zes miljoen insecten beheert, waaronder uitgebreide verzamelingen kevers en vlinders. Hij verricht voornamelijk onderzoek naar de systematiek en fylogenie van Afrikaanse fruitvliegen (Tephritidae).



Thierry Backeljau  
© Thierry Hubin/  
IRScNB/KBIN



Marc De Meyer  
© Mihaly Foldvari

TBI-project toont duidelijk aan dat de expertise van de musea wereldwijd erkend wordt, aangezien het werd opgestart op vraag van de internationale vereniging CBOL. Het *Consortium for the Barcode of Life* omvat zo'n 130 organisaties uit meer dan 40 landen. De ultieme doelstelling is een soort databank te creëren met DNA-codes van alle levende wezens, met een knipoog naar de ark van Noah.

Naast de screening van schadelijke fruitvliegjes biedt DNA-barcoding nog een hele waaier aan andere mogelijkheden. "Als een vogel een vliegtuig in gevaar brengt door in de motor te vliegen, zou het handig zijn om uit de restanten af te leiden over welke vogelsoort het ging", verklaart Backeljau. "Zo kunnen er misschien betere maatregelen worden getroffen om dergelijke vogelaanvaringen in de toekomst te voorkomen."

"Ook voor archeologisch onderzoek kan de barcoding van DNA nuttig zijn", gaat hij verder, "want via het DNA uit een bloedvlek op een speerpunt, kunnen wetenschappers ontdekken op welke diersoorten prehistorische mensen jaagden."

DNA-onderzoek heeft trouwens al zijn diensten bewezen bij het vaststellen van illegale vangsten. "In Japan werd dankzij DNA-onderzoek ontdekt dat het vlees van beschermde walvissen werd verkocht onder de naam van algemene, niet beschermde soorten", weet De Meyer. "En dankzij DNA-analyses kan je zelfs nagaan uit welke regio een stuk ivoor komt en zo controleren of het dier niet werd gestroopt in een illegaal jachtgebied."

Natuurlijk kan met de 'DNA-streepjescode' ook de malariamug van een onschuldige andere steekmug worden onderscheiden. Op die manier kunnen de gevaarlijke Anopheles-soorten in kaart worden gebracht, waardoor optimale bestrijdingscampagnes kunnen worden georganiseerd.

En dankzij DNA-barcodingonderzoek is gebleken dat er nog ontzettend veel onbekende soorten bestaan die wachten om ontdekt en beschreven te worden, zelfs in goed bestudeerde gebieden zoals West-Europa en Noord-Amerika... Er is dus nog veel werk aan de winkel voor de taxonomen!

## Moleculaire springplank

Het JEMU-expertisecentrum kreeg echt vorm vanaf mei 2007, met de aanwerving van vier onderzoekers met ervaring in moleculaire technieken. Naast het genereren van DNA-barcodes zullen zij zich specialiseren in het uittesten, ontwikkelen en optimaliseren van technieken om bruikbaar DNA uit oude collectiestukken te halen. Maar JEMU wil ook het gebruik van moleculaire technieken zoveel mogelijk ondersteunen, door onder andere cursussen te voorzien voor geïnteresseerde onderzoekers binnen de instellingen. Op die manier wil de gemeenschappelijke onderzoekseenheid wetenschappers een duwtje in de rug geven om moleculaire technieken toe te passen in reeds bestaande onderzoeksprojecten.



Ieder specimen zou een streepjescode kunnen krijgen.  
© Thierry Hubin/  
IRScNB/KBIN

Vanaf deze zomer kunnen wetenschappers van het KMMA en het KBIN projectvoorstellen indienen. Daarbij zullen de vier wetenschappelijke medewerkers die voor JEMU werden aangehouden actief betrokken zijn. De gezamenlijke moleculaire eenheid zal dus niet fungeren als een louter dienstencentrum, maar als een expertisecentrum dat op een actieve manier bijdraagt tot het onderzoek. "Dankzij de wetenschappelijke ondersteuning, infrastructuur en financiering", besluiten de biologen, "is JEMU voor andere wetenschappers een springplank naar diepgaander onderzoek met moleculaire technieken."

Miriam Tessens (KMMA) en Jiska Verbouw (KBIN)



De fossiele beenderresten de *Megalecerus giganteus*, een reuzenhert dat zo'n 8000 jaar geleden is uitgestorven en waaruit een internationaal onderzoeksteam DNA heeft kunnen bestuderen.  
© Thierry Hubin/  
IRScNB/KBIN

# Belgische archeologische missie op het spoor van de oudste kunst in Egypte

15 000 jaar oude paleolithische rotskunstsites in Qurta zijn een heus 'Lascaux aan de Nijl'

In februari-maart 2007 is een Belgische archeologische expeditie, gefinancierd door *Yale University* (en in de samenwerking van Vodafone Egypt), gestart met een onderzoeksproject naar de rotskunst van Qurta. Deze sites bevinden zich op de oostelijke oever van de Nijl, langs de noordelijke rand van de Kom Ombo vlakte, ongeveer 40 km ten zuiden van Edfu en 15 km ten noorden van Kom Ombo. De expeditie werd geleid door dr. Dirk Huyge van de Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis. Het team bestond verder uit wetenschappers van *Yale University* (VS), *University of California Los Angeles* (VS), *Australian National University* (Canberra, Australië), *American University* in Caïro (Egypte) en de Universiteit Gent.

In 2004 voerde dezelfde expeditie al rotskunstonderzoek uit in de regio van el-Hosh, op de westelijke oever van de Nijl en ca. 30 km ten zuiden van Edfu. Dit onderzoek leidde tot de ontdekking van een intrigerende site op de meest zuidelijke uitloper van de Nubische zandsteenheuvel 'Abu Tanqura Bahari', ongeveer 4 km ten zuiden van het huidige dorp el-Hosh. Op deze site werden, onder andere, verschillende afbeeldingen gevonden van runderen, uitgevoerd in een naturalistische, "Franco-Cantabrische, Lascaux-achtige" stijl. Zij verschillen aanzienlijk van de gestileerde runderafbeeldingen uit het repertoire van de klassieke predynastische rotskunst van het 4de millennium v. Chr.

Op basis van de patinerings- en de verwerings- van de rotstekeningen kan met zekerheid worden gesteld dat zij bijzonder oud zijn. Aangezien de afbeeldingen van el-Hosh vergelijkbaar zijn met rotstekeningen die in 1962-1963 door een Canadese archeologische expeditie (the *Canadian Prehistoric Expedition*) werden ontdekt op de oostelijke Nijloever in de regio van Gebel Silsila, heeft de Belgische expeditie getracht deze rotstekeningen terug te vinden. Deze poging was succesvol en in oktober-november 2005 werden de sites gelokaliseerd vlakbij het dorp Qurta.

Een uitgebreide prospectie van de Nubische zandsteenheuvels, onmiddellijk ten oosten van het dorp Qurta, leidde tot de ontdekking van drie rotskunstsites, die respectievelijk Qurta I, II en III werden genoemd. Op elk van deze sites werden verschillende locaties, panelen en individuele figuren geïdentificeerd. In totaal zijn minstens 160 individuele figuren voorgesteld.

De rotskunst van Qurta bestaat voornamelijk uit naturalistische voorstellingen van dieren. De afbeeldingen werden in de rots zowel uitgehamerd als ingekerfd. De meeste afbeeldingen stellen runderen voor (minstens 111 voorbeelden), gevolgd door vogels (minstens 7 voorbeelden), nijlpaarden (minstens 3 voorbeelden), gazellen (minstens 3 voorbeelden), vissen (2 voorbeelden) en ezels (1 voorbeeld). Bovendien zijn er (minstens) 7 uitermate gestileerde voorstellingen van menselijke figuurtjes (voorgesteld met erg geprononceerde





billen, maar zonder verdere lichamelijke kenmerken). Geen enkele van de voorgestelde dieren vertoont kenmerken van domesticatie. De runderen zijn dan ook zonder enige twijfel te definiëren als *Bos primigenius* of oerossen (wild vee). De rotskunst van Qurta is niet te vergelijken met andere rotskunst in Egypte. Ze verschilt aanzienlijk van de 'klassieke' predynastische rotskunst van het 4de millennium v. Chr. die gekend is uit honderden sites in de Nijlvallei en de aansluitende woestijnen in het oosten en het westen.

De hierboven vermelde *Canadian Prehistoric Expedition* ontdekte in 1962-1963, in de nabijheid van de rotskunstsites, verschillende laatpaleolithische nederzettingen. De belangrijkste site die werd opgegraven is de site GS-III die amper 150 à 200 m verwijderd is van de rotskunstsites Qurta I. Op deze paleolithische site werden verschillende fragmenten zandsteen gevonden waarop lineaire groeven waren aangebracht; in één geval ging het om een aantal diepe, parallelle groeven. Dit bewijst tenminste dat de laatpaleolithische bewoners van de Kom Ombo vlakte gebruik maakten van de techniek om incisie aan te brengen in zandsteen.

De GS-III site en vergelijkbare sites die werden ontdekt door de *Canadian Prehistoric Expedition* en andere missies in de Kom Ombo vlakte in de vroege jaren 1960, worden vandaag toegeschreven aan de Ballanan-Silsiliaancultuur, die gedateerd wordt tussen 16 000 en 15 000 jaar oud. Klimatologisch komt dit overeen met het einde van een uiterst droge periode die voorafging aan de terugkeer van de regens en de 'Wild Nile'-fase van ongeveer 14 000-13 000 jaar geleden. De fauna van deze Ballanan-Silsiliaan en andere laatpaleolithische sites in de Kom Ombo vlakte suggereren een cultuur van vissers en jagers met een gemengde overlevingseconomie, die voor voedselvoorziening zowel op de rivier als op de woestijn was gericht. De fauna werd in hoofdzaak gekenmerkt door de volgende diersoorten: oerossen (wild vee), nijlpaarden, waad- en duikvogels (waaronder verschillende soorten eenden en ganzen) en sommige vissoorten. Met de uitzondering van het hartenbeest (een antilope), komt deze fauna perfect overeen met de dierenvoorstellingen van de rotskunst van Qurta. Het is opvallend dat noch in de laatpaleolithische faunaresten, noch in de rotskunst sporen zijn terug te vinden van 'Ethiopische' fauna, zoals olifanten, giraffen en neushoorns.

Door zijn bijzonderheden weerspiegelt de rotskunst van Qurta een ware paleolithische mentaliteit die vergelijkbaar is met wat bepalend was voor de Europese paleolithische kunst. Er wordt dan ook voorgesteld om de rotstekeningen van Qurta toe te schrijven aan de Ballanan-Silsiliaancultuur van het late Pleistoceen of een gelijkaardige laatpaleolithische cultuur van vergelijkbare ouderdom. Wat dat betreft kan het nauwelijks een toeval zijn dat de vergelijkbare site van Abu Tanqura Bahari in el-Hosh eveneens gelegen is op korte afstand (niet meer dan ca. 500 m) van een laatpaleolithische site die, hoofdzakelijk op basis van haar stratigrafische positie, ongeveer dezelfde ouderdom moet hebben als de Ballanan-Silsiliaanindustrie van de Kom Ombo vlakte. Er rest dan ook weinig twijfel dat de rotskunst van Qurta ongeveer 15 000 jaar oud is. Daarmee is het tot nu

toe de oudste geregistreerde grafische activiteit in Egypte. Het verschaft bovendien duidelijk het bewijs dat in Afrika en meer bepaald in Egypte, prehistorische kunst aanwezig is die zowel op chronologisch als op esthetisch vlak sterke vergelijkingen vertoont met de grote paleolithische kunsttradities die al geruime tijd gekend zijn op het Europese continent. De rotskunst van Qurta, die zonder meer een 'Lascaux aan de Nijl' genoemd mag worden, moet daarom te allen prijze bewaard worden.

Omwille van de hoeveelheid rotstekeningen die in Qurta aanwezig zijn en de extreme moeilijke condities voor het optekenen en registreren van de tekeningen – er moesten op verschillende plaatsen stellingen gebouwd worden – is dit werk nog niet volledig afgerond. Een volgende campagne van de Belgische expeditie is voorzien voor begin 2008.

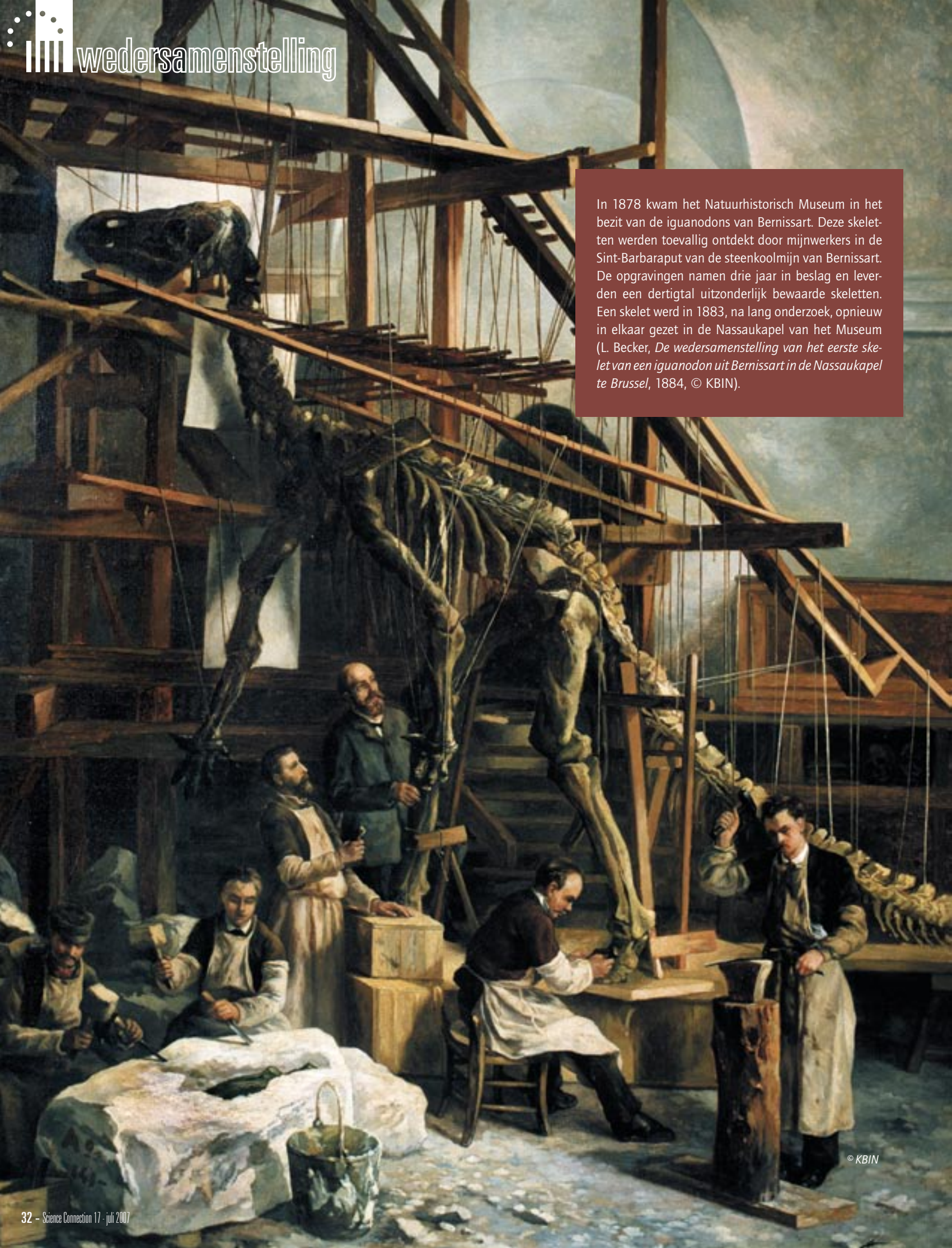
Dirk Huyge



[antiquity.ac.uk/ProjGall/huyge/index.html](http://antiquity.ac.uk/ProjGall/huyge/index.html)



In 1878 kwam het Natuurhistorisch Museum in het bezit van de iguanodons van Bernissart. Deze skeletten werden toevallig ontdekt door mijnwerkers in de Sint-Barbaraput van de steenkoolmijn van Bernissart. De opgravingen namen drie jaar in beslag en leverden een dertigtal uitzonderlijk bewaarde skeletten. Een skelet werd in 1883, na lang onderzoek, opnieuw in elkaar gezet in de Nassaukapel van het Museum (L. Becker, *De wedersamenstelling van het eerste skelet van een iguanodon uit Bernissart in de Nassaukapel te Brussel*, 1884, © KBIN).





Op dit ogenblik bevindt de collectie iguanodons van Bernissart zich achter de schermen van het Museum voor Natuurwetenschappen, maar wel... in stukjes! Ter gelegenheid van de publieksopening van de Galerij van dinosauriërs op 27 oktober, krijgen de iguanodons een speciale restauratiebehandeling voor ze opgesteld worden naast internationale dino-skeletten. Een iguanodon 'hermonteren' is een historische gebeurtenis... en heeft sinds de oorspronkelijke opstelling van de iguanodons amper nog plaatsgevonden.

# Het Koninklijk Belgisch Filmarchief en de digitale beeldrevolutie

Filmarchieven overal ter wereld staan vandaag voor de meest ingrijpende omwenteling in hun bestaan. Het Koninklijk Belgisch Filmarchief, dat opgericht werd kort voor de Tweede Wereldoorlog, bewaart een collectie van meer dan 50 000 verschillende titels. Al deze films werden gemaakt volgens min of meer hetzelfde procédé en op min of meer dezelfde drager: een geperforeerde lichtgevoelige filmstrook met een breedte van 35 mm (soms ook wel 16 mm) die na ontwikkeling geprojecteerd wordt op een filmscherm.

In de loop van de voorbije honderd jaar is het filmmedium dat de filmarchieven bewaren, nauwelijks veranderd. Vandaag is de situatie radicaal gewijzigd en zien we dat de filmdrager volop aan het transformeren is naar een nieuw medium. Bij filmbeelden van een lagere beeldkwaliteit, zoals de televisie of de amateurfilm, is de overgang van film naar digitale videoband al

enkele jaren eerder gebeurd. Bij filmbeelden van hoge kwaliteit, zoals we die kennen in de bioscoopcontext, heeft de overgang langer op zich laten wachten, omdat hoge beeldkwaliteit ook bijzonder hoge technische eisen stelt, onder meer op het vlak van de digitale stockage en het transport van hoge hoeveelheden informatie. Vandaag lijkt de overgang van het analoge naar het digitale medium onafwendbaar. Eind dit jaar zullen alle Kinepoliszalen uitgerust zijn met digitale projectoren, ook de kleinere 'arthouse' cinema's nemen de eerst initiatieven.

Voor een bewaarinstelling als het Koninklijk Filmarchief is de band met de filmproductie van vandaag van levensbelang. De collecties van de toekomst worden immers vandaag aangelegd.

Om de nieuwe filmdragers een plaats te geven in de collectie is het vanzelfsprekend van cruciaal belang dat, zoals dat ook in het verleden gebeurde, de nodige *hardware* in huis wordt gehaald, waarmee het medium op gepaste wijze beheerd, bewaard en gerestaureerd kan worden. Naast de hoogdringende openheid naar de nieuwe filmdragers die vandaag geproduceerd worden, zijn de nieuwe media evenzeer belangrijk voor het





behoud en het toegankelijk maken van de bestaande collectie die op dit moment alleen op de oude dragers beschikbaar is.

Filmarchieven kijken met ongerustheid het moment tegemoet waarop de grote celluloidproducenten zoals Kodak en Fuji hun filmproductie zullen stopzetten (een ontwikkeling die zich momenteel aan het voltrekken is op het domein van de klassieke fotografie). Op dat moment zullen zij voor aanzienlijke problemen komen te staan om hun bestaande collecties te blijven beveiligen. Beveiligen betekent namelijk veiligheidskopieën maken van bedreigde films. Wanneer filmpellicule niet meer in grote en betaalbare hoeveelheid beschikbaar is, wordt het traditionele (analoge) bewaar- en restauratiewerk van de filmarchieven nagenoeg onmogelijk.

Het toepassingsdomein van het digitale medium op het vlak van de film gaat ook breder dan alleen de problematiek van de bewaring. Ook de niet-film-archieven die filmmateriaal bewaren als onderdeel van hun thematische collecties (en die ze doorgaans met het oog op bewaring hebben gedeponereerd bij het Koninklijk Filmarchief) ervaren grote problemen om dit onderdeel van hun collectie te valoriseren. In het Koninklijk Filmarchief is het visieermateriaal om deze films te bekijken beschikbaar, maar het spreekt voor zich dat de toegankelijkheid van dit materiaal verre van ideaal is.

Het is vooral op dit domein dat de digitale drager een interessante oplossing kan bieden. Het klassieke materiaal wordt in dit scenario gescand en overgebracht naar een digitaal bestand. Films kunnen op die manier niet alleen ontsloten worden voor de instellingen of personen die er eigenaar van zijn, maar ook voor een veel breder publiek. En dit via alle denkbare digitale kanalen, voor zover de rechtensituatie van de films in kwestie dit toelaat.

Dit laatste is meer dan een vrijblijvende toevoeging: of de digitale media hun ongekende verspreidingsmogelijkheden waar kunnen maken, heeft alles te maken met de antwoorden die vanuit de wereld van het auteursrecht zullen worden geformu-

leerd op de juridische kwesties die door de nieuwe media aan de orde worden gesteld.

Naast de basisactiviteit van het bewaren, het restaureren en het beschrijven van historisch filmmateriaal, is het de taak van het Filmarchief het filmerfgoed ook te tonen aan nieuwe generaties. Vooral bij die nieuwe generatie zien we dat de omgang met filmbeelden zich afspeelt in een geheel nieuwe gebruikcontext. Zo is de bioscoop niet meer noodzakelijk de eerste plek om beelden te consulteren. Films (los van de kwestie of het om entertainment, art house film dan wel om erfgoed gaat) worden gehuurd of gekocht op dvd. Ze worden aangeleverd via digitale themakanalen, al dan niet betalend (*pay-per-view*, *video-on-demand*...), of worden downloadbaar via internettoepassingen.

Ook onderzoekers, studenten, cineasten die de collecties willen raadplegen verwachten moderne digitale zoekmogelijkheden die de klassieke filmrol niet kan bieden. Om een antwoord te kunnen formuleren op al deze technologische en maatschappelijke wijzigingen, dringt zich voor het Koninklijk Filmarchief een grootschalig actualiseringsproces op.

### Welke digitale toepassingen?

Wanneer we het in deze tekst over digitalisering hebben, spreken we niet over een globale, uniforme ingreep, maar over een veelheid van ingrepen met elk een verschillende finaliteit.

Om te beginnen geldt vandaag digitalisering voor geen enkel filmarchief ter wereld als alternatief voor de conservatie van het klassieke filmmateriaal. Filmscanners zijn momenteel in staat om op hoge resolutie filmbeelden om te zetten naar digitale bestanden. Maar binnen een bewaarperspectief ontbreken momenteel nog antwoorden op verschillende cruciale vragen. Ik zet de belangrijkste even op een rij:

- 1 Voor de bewaring van de gigantische hoeveelheid digitale informatie die gegenereerd wordt bij het scannen aan een



- hoge beeldresolutie (tot meerdere terrabytes per uur film) zijn er nog geen realistische modellen voor grote collecties;
- 2 De antwoorden van de technologie veranderen nog elke dag;
  - 3 Scanning op hoge resolutie is op dit moment nog altijd een bijzonder dure onderneming, die in de komende jaren allicht goedkoper zal worden;
  - 4 En ten slotte is film - indien bewaard in de juiste omstandigheden - een bijzonder tijdsbestendig medium. Er wordt volgens de recentste wetenschappelijke inzichten gedacht in termen van meerdere honderden jaren.

Voor het Koninklijk Filmarchief komt de eerste doelstelling van een globale digitaliseringspolitiek neer op een breed opgezette digitaliseringsoperatie volgens de standaarddefinitienorm (d.w.z. ongeveer de televisienorm) met het oog op een fundamentele verbetering van de toegankelijkheid van de collectie.

Wie vandaag onderdelen van de collectie wil bekijken, dient de filmrollen zelf te raadplegen (visioneren op een projectietafel), wat geen ideale oplossing is, zeker wanneer het om kwetsbaar materiaal gaat. Films kunnen tijdens die raadpleging beschadigd worden, het bedienen van de visioneeretafel vereist een zekere technische vertrouwdheid. Het transport van filmkopieën veronderstelt een aanzienlijke logistieke inspanning (een gemiddelde film weegt ongeveer 25 kilogram) en het spreekt voor zich dat filmrollen best niet teveel uit hun beschermende omgeving (temperatuur, vochtigheidsgraad) worden weggehaald.

In de toekomst gebeuren raadplegingen van de collectie alleen nog digitaal, via het klassieke pc-scherm. Films hoeven op dat moment de opslagruimte niet meer te verlaten. Ze worden binnenshuis gedigitaliseerd op standaarddefinitie. Ze zijn voortaan via alle mogelijke digitale kanalen transporteerbaar. Standaarddefinitie is vanzelfsprekend niet de hoogst haalbare norm, maar het is wel een resolutie die in alle opzichten vlot consulteerbaar, transporteerbaar én stockeerbaar is.

Deze aanpak geldt niet alleen voor materiaal dat wordt opgevraagd door binnen- en buitenlandse vorsers. Het is ook een strategie die ons in staat stelt aan instellingen (bijv. de federale instellingen) die ons hun filmcollecties in bewaring geven, een handig consulteerbare digitale kopie te bezorgen. Een vraag die ons vaak gesteld wordt en waarvoor we vandaag een beroep moeten doen op privélabo's die voor deze omzetting aanzienlijke bedragen aanrekenen, wat voor de instellingen een serieuze rem zet op hun ambitie om de eigen filmcollectie digitaal beschikbaar te maken.

Ten slotte dient idealiter op lange termijn de gehele collectie gedigitaliseerd te worden, zodat ze integraal via digitale weg geconsulteerd kan worden. Zoiets is evenwel een gigantische onderneming die vanuit een zorgvuldig afgewogen prioriteitenplan moet worden opgebouwd, waarbij enerzijds het meest gevraagde materiaal, anderzijds het meest kostbare materiaal eerst wordt gedigitaliseerd.

### Hoge resolutie, lage resolutie

Voor projecten waar ook digitale projectie bij komt kijken, is een andere aanpak geboden. Ook voor 'editie'-projecten, voor de uitgave van dvd's (al dan niet in hoge definitie), voor mogelijke projecten op het vlak van *video on demand* dient de digitalisering aan een hogere kwaliteitsnorm te beantwoorden.

Dit betekent concreet dat er in die gevallen aan hogere definities moet worden gescand en dat er daarnaast ook een heel werk is op het vlak van kleurcorrectie en restauratie (krassen bijwerken, beeldstabiliteit verbeteren, alle mogelijke vormen van stof en vuil verwijderen...). Films die volgens deze werkwijze worden gedigitaliseerd, kunnen voortaan ook digitaal worden geprojecteerd volgens hoge kwaliteitsnormen.

Het spreekt voor zich dat het weinig zinvol is om elke film uit de collectie aan een dergelijke relatief dure en arbeidsintensieve *workflow* te onderwerpen. Voor heel wat beeldmateriaal is

de waarschijnlijkheid van een editieproject of een publieke vertoning weinig realistisch. Voor de bewaring op lange termijn is de pellicule-drager het beste conserveringsmedium (mits bewaring in de juiste omstandigheden). Digitalisering op hoge resolutie is geen zaak van bewaring, wel van presentatie: van distributie en vertoning.

Films die op deze manier worden gedigitaliseerd kunnen opnieuw in aanmerking komen voor (digitale) vertoning, niet alleen binnen de faciliteiten van het Filmarchief (het Filmmuseum), maar ook op andere locaties (binnen- en buitenlandse filmfestivals, culturele instellingen, onderwijs...) en in het kader van specifieke projecten.

Het ligt voor de hand dat dit soort digitalisering van langsom meer zal moeten gebeuren, zeker wanneer de traditionele projectoren in de loop van de komende jaren uit de zalen zullen verdwijnen en uiteindelijk ook het traditionele celluloid schaars wordt.

Voor deze projecten moeten we een beroep doen op een performant instrumentarium, dat in aankoop erg duur uitvalt: scanners die tot hoge resoluties gaan, alle daarbij horende randapparatuur als hogeresolutievideotape- en datatape-recorders, storage-servers en ten slotte ook de nodige software voor kleurcorrectie, restauratie, encoding, conversie, enz.

Hogedefinitieresolutie (voor de bioscoop worden de minimumvereisten uitgedrukt in de 2K-norm, wat neerkomt op een beeldresolutie van 2048 x 1080 beeldpunten) geldt vandaag in eerste instantie voor de bioscoopcontext. Binnenkort zullen ook voor dvd-uitgaven hogere resoluties ingeburgerd geraken: op het moment dat we dit schrijven doen de eerste *blu-ray dvd's* of de *HD-dvd's* hun intrede op de consumer-markt.

Daarnaast zal het Filmarchief jaarlijks ook meerdere restauratieprojecten opzetten. Het verschil met de digitalisering voor projectie en editiedoelinden is dat de 'echte' restauraties (waarbij het materiaal niet alleen opnieuw geschikt gemaakt worden voor projectie, maar, zoals bij klassieke restauratie, zo volledig mogelijk in de oude glorie wordt hersteld) aan het einde van het proces opnieuw op filmnegatief terechtkomen, wat met het oog op conservatie nog steeds de meeste garanties biedt.

Voor de verschillende toepassingen van digitalisering die we zojuist hebben behandeld, geldt dat er gewerkt zal worden volgens een prioriteitenplan, waarbij verschillende factoren een rol spelen: een concreet presentatieproject; de vraag van externe onderzoekers of instellingen; prioriteit voor het Belgisch patrimonium (fictie en non-fictie). Voor buitenlandse producties kunnen we als vuistregel hanteren dat hogeresolutiedigitalisering niet prioritair is, en we het initiatief in eerste instantie kunnen overlaten aan rechthebbenden, producenten, archieven en overheden... Dat zeldzaam en uniek materiaal de absolute voorrang krijgt, is evident.



## De digitale toekomst

In de loop van de voorbije vijftig jaar heeft het Koninklijk Filmarchief een unieke expertise verworven op het domein van bewaring, restauratie en omgang met de klassieke fotochemische drager. Voor de omgang met de nieuwe digitale media dient die expertise nog verworven te worden. Vandaar dat het Filmarchief voor de uitbouw van haar digitale infrastructuur kiest voor een aanpak in overleg en in samenwerking met de Belgische beeldindustrie, de Europese filmarchieven en andere bewaarinstellingen, de Belgische publieke televisieomroepen en andere initiatieven op dit domein. Het spreekt voor zich dat het Koninklijk Filmarchief de bevindingen van de bestaande onderzoeksinitiatieven en discussiefora van nabij opvolgt en dat er wordt geïnvesteerd (ook nu reeds) in training en opleiding van personeel.

Om het hierboven geschetste traject te kunnen realiseren, is het Koninklijk Filmarchief aangewezen op een aanzienlijke investeringsenveloppe.

Naast de toegezegde steun voor digitalisering van de filmcollectie wordt ook een begin gemaakt met de digitalisering van het documentatiecentrum. Met de financiële steun van 1,5 miljoen euro toegezegd door de federale overheid wordt het gehele 'papieren' archief (krantenknipsels, persmappen, filmdossiers e.d.) raadpleegbaar in de vorm van een digitale database.

Beide operaties moeten het Filmarchief in de loop van de komende jaren in staat stellen de uitdagingen van de toekomst op verantwoordelijke wijze tegemoet te treden. Het belang van deze ontwikkeling gaat verder dan alleen overwegingen van efficiëntie binnen de muren van het Filmarchief. Finaal zal deze operatie ertoe leiden dat de bewegende beelden die door de gemeenschap aan het Filmarchief werden toevertrouwd via de digitale technologie aan diezelfde gemeenschap zullen kunnen worden teruggeschonken.

Erik Martens



## Koepel

De indrukwekkende koepel van het Koninklijk Museum voor Midden-Afrika is van een uitzonderlijke bouwhistorische en -technische kwaliteit. Sinds de oprichting van het gebouw, nu bijna honderd jaar geleden, leek de koepel weinig onderhoud nodig te hebben dankzij de kwalitatieve materiaalkeuze en uitvoeringswijze. Bij een onderzoek in 2001 bleek echter dat de 'tand des tijds' de bedaking ernstig had aangetast: er werd verroesting en scheurvorming vastgesteld.

Op 30 mei 2005 startte de Regie der Gebouwen met de volledige renovatie van de koepel. De grote uitdaging was het toepassen van de juiste conservatiemethode. De bijzondere restauratietechnieken die noodzakelijk waren, werden aangeleerd aan de aannemer en zijn medewerkers. Voor sommige werken werd beroep gedaan op externe experts.

De werf zorgde ook voor enkele nieuwe ontdekkingen. Zo werd een koperen gedenkplaatje ontdekt dat verscholen was onder één van de sierelementen. Hét bewijs dat het loodwerk door een prestigieuze Franse firma werd gerealiseerd.

Gedurende de volledige duur van de werken werd rondom de koepel een stelling opgetrokken. Nu is de stelling verdwenen en kan de koepel weer in zijn originele glans bewonderd worden!



© IPF

## Inhoudiging

Op 2 mei jl. opende koningin Paola de nieuwe lokalen van de Academia Belgica in Rome (zie *Science Connection* 15, p. 24) in aanwezigheid van talrijke Belgische en Italiaanse personaliteiten (hier samen met Walter Geerts, directeur van de instelling).

De Academia Belgica wordt gefinancierd door het Federaal Wetenschapsbeleid zoals bijvoorbeeld ook de Stichting Biermans-Lapôte in Parijs.

© Pierre Demoitié / Science Connection



## Poolsecretariaat

De Ministerraad van 1 juni (de laatste van de vorige legislatuur) keurde het "ontwerp van partnerschapsovereenkomst tussen de Belgische Staat (Federaal Wetenschapsbeleid) en de International Polar Foundation" goed.

Dit ontwerp behelst de schenking van het Belgische Antarticastation Prinses Elisabeth aan de Staat en belast het Federaal Wetenschapsbeleid met de exploitatie ervan.

Als eerste stap zal de financiering van het onderhoud, de werking en het wetenschappelijk onderzoek verzekerd worden voor de jaren 2008 en 2009. Er bestaat geen twijfel dat de volgende regering de financiering zal verlengen gedurende de hele levensduur van het station (een twintigtal jaar).

De beslissing van de Ministerraad is heel goed nieuws voor het Federaal Wetenschapsbeleid dat zich op die manier belast met een project op lange termijn, dat tegelijk nuttig en ambitieus is. Wij zijn nu meer dan ooit het departement bij uitstek dat zich bezighoudt met de belangrijke kwestie van de klimaatveranderingen en problemen daaromtrent (biodiversiteit, ...).





## Prijs (1)

De Francqiprijs 2007 werd door prins Filip aan François de Callataÿ overhandigd, een historicus van de Grieks-Romeinse oudheid van wie de werkzaamheden vooral op de monetaire economie betrekking hebben. De wetenschappelijke prijs, die afwisselend aan een discipline van de exacte wetenschappen, de biologische en geneeskundige wetenschappen wordt toegekend heeft een waarde van 150 000 euro. François de Callataÿ is de auteur van een grensverleggende studie van de numismatiek en de geschiedenis van de klassieke wereld. Zijn methodologische aanpak heeft een gunstige impact op de studie van talrijke andere oude culturen.

François de Callataÿ is de conservator van het Penningkabinet van de Koninklijke Bibliotheek van België, een van de 10 wetenschappelijke instellingen die onder het Federaal Wetenschapsbeleid vallen (zie *Science Connection* 3, p. 42).

Het is bovendien de eerste keer sinds 1933 dat de prijs aan een wetenschapper van een federale wetenschappelijke instelling wordt toegekend.

## Prijs (2)

Het Jubelparkmuseum, dat op 26 april de Museumprijs 2007 ter waarde van 10 000 euro in ontvangst mocht nemen, sloot onlangs de deuren van de tentoonstelling "Meesters van de precolumbiaanse kunst" gewijd aan de collectie Janssen. 140 000 bezoekers kwamen naar deze toptentoonstelling kijken die midden september van vorig jaar werd geopend. Zij oogstte veel lof bij het publiek en speelde een rol in de beslissing die het Vlaams Gewest nam om de collectie Janssen te aanvaarden als inbetalinggeving van erfenisrechten.

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

### CONFERENTIES EN COLLOQUIA

- 28 september 2007  
**Nacht van de onderzoekers**  
(Meer: [nachtvandeonderzoekers.be](http://nachtvandeonderzoekers.be))

### TENTOONSTELLINGEN

#### Algemeen Rijksarchief

- > 29 september 2007
- € 0 **Spaak, Rothschild, Snoy. Van Hertoginnendal tot het Verdrag van Rome.**

#### Koninklijke Bibliotheek van België

- > 30 juli 2007
- € 0 **Europa: voorpaginanieuws?**

#### Koninklijk Museum voor Midden-Afrika

- > 30 september 2007
- Hoofdtooiën. Collecties van het KMMA**

#### Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis

- > 26 augustus 2007  
**Only a game? Wat als we Europa nu eens door een voetbalbril bekijken?**
- > 2 september 2007  
**Een prinselijke hobby. De ateliers van Karel van Lotharingen**
- > 2 september 2007  
**China, volksrepubliek van verlangen  
Musea van het Verre Oosten**
- > 30 december 2007  
**België op opticaprenten in de 18de en 19de eeuw**
- > van 5 oktober 2007 tot 6 januari 2008  
**Xpo 2II**
- > van 28 september 2007 tot 20 april 2008  
**Onder dak in China. Oude architectuurmodellen uit het Henan Museum**
- > 31 oktober 2008  
**In de voetsporen van de indianen**  
Museum voor blinden

### Koninklijke Musea voor Schone Kunsten van België

- > van 14 september 2007 tot 27 januari 2008  
**Rubens, een genie aan het werk**
- > van 23 november 2007 tot 30 maart 2008  
**Alechinsky van A tot Y**
- > van 23 november 2007 tot 30 maart 2008  
**Quadrum, International magazine of modern art (1956-1966)**

### Museum voor Natuurwetenschappen

- > 2 september 2007  
**Moord in het museum**



### Koninklijk Paleis in Brussel

- > van 25 juli tot 9 september 2007

€ 0

#### Openstelling voor het publiek

(met voorstelling van de Interuniversitaire attractiepolen en het Zuidpoolonderzoek met de nieuwe basis Prinses Elisabeth)  
(Meer: [www.monarchie.be](http://www.monarchie.be))

### PASS (*Parc d'aventures scientifiques in Frameries*)

- > maart 2009

#### Antarctica

(Meer: [www.pass.be](http://www.pass.be))

### Planetarium

- > mei 2008

#### De zon

(Meer: [www.planetarium.be](http://www.planetarium.be))

### Ruimtepool in Ukkel

- > 6 en 7 oktober 2007

#### Opendeurdagen

(Meer: [www.spacepole.be](http://www.spacepole.be))

### Turn & Taxis

- > van 5 tot 9 september 2007

#### Voorstelling van de basis Prinses Elisabeth (op ware grootte)

(Meer: [www.antarcticstation.org](http://www.antarcticstation.org))

## WEDSTRIJDEN

- > 10 september 2007

#### Teken eens een onderzoeker...

(Meer: [www.belspo.be](http://www.belspo.be) > wedstrijd)

- > 31 oktober 2007

#### Europlanet-wedstrijd

(Meer: [www.europlanet-eu.org](http://www.europlanet-eu.org) > 2007, a very 'spatial' year)

€ 0

betekent gratis toegang

De volledige agenda (stages, creatieve activiteiten, ...) kan worden geraadpleegd op de internetsite [www.belspo.be](http://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 woensdagnamiddag 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:

	<b>Het Algemeen Rijksarchief en Rijksarchief in de Provinciën</b> www.arch.be + (32) (0)2 513 76 80
	<b>Belnet</b> www.belnet.be + (32) (0)2 790 33 33
	<b>De Koninklijke Bibliotheek van België</b> www.kbr.be + (32) (0)2 519 53 11
	<b>Het Studie- en Documentatiecentrum 'Oorlog en Hedendaagse Maatschappij'</b> www.cegesoma.be + (32) (0)2 556 92 11
	<b>Het Belgisch Instituut voor Ruimte-aeronomie</b> www.aeronomie.be + (32) (0)2 373 04 0 4
	<b>Het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen / Museum voor Natuurwetenschappen</b> www.natuurwetenschappen.be + (32) (0)2 647 22 11
	<b>Het Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium</b> www.kikirpa.be + (32) (0)2 739 67 11
	<b>Het Koninklijk Meteorologisch Instituut van België</b> www.meteo.be + (32) (0)2 373 05 08
	<b>Het Koninklijk Museum voor Midden-Afrika:</b> www.africamuseum.be + (32) (0)2 769 52 11
	<b>De Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis</b> www.kmkg-mrah.be + (32) (0)2 741 72 11
	<b>De Koninklijke Musea voor Schone Kunsten van België</b> www.fine-arts-museum.be + (32) (0)2 508 32 11
	<b>De Koninklijke Sterrenwacht van België</b> www.astro.oma.be + (32) (0)2 373 02 11
	<b>Het Planetarium van de Koninklijke Sterrenwacht van België</b> www.planetarium.be + (32) (0)2 474 70 50
	<b>De Dienst voor wetenschappelijke en technische informatie</b> www.stis.fgov.be + (32) (0)2 519 56 40
<b>Federale wetenschappelijke en culturele partnerinstellingen:</b>	
	<b>Het Euro Space Center van Redu</b> www.eurospacecenter.be + (32) (0)61 65 64 65
	<b>De Nationale Plantentuin van België</b> www.br.fgov.be + (32) (0)2 260 09 20
	<b>De Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen</b> users.skynet.be/kaowarsom + (32) (0)2 538 02 11
	<b>Het Von Karman Instituut</b> www.vki.ac.be + (32) (0)2 359 96 11
	<b>De Universitaire Stichting</b> www.universitarestichting.be + (32) (0)2 545 04 00
	<b>Het Paleis voor Schone Kunsten</b> www.bozar.be + (32) (0)2 507 82 00
	<b>Het Koninklijk Belgisch Filmarchief</b> www.filmarchief.be + (32) (0)2 551 19 00
	<b>De Academia Belgica</b> www.academibelgica.it + (39) (06) 320 18 89
	<b>De Stichting Biermans-Lapôte</b> + (33) (01) 40 78 72 00
	<b>De Koninklijke Academiën voor Wetenschappen en Kunsten van België</b> www.kvab.be + (32) (0)2 550 23 23

*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, Pierre DEMOITIÉ (Federaal Wetenschapsbeleid), Paul DEVUYST, Claire DUMORTIER (Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis), Véronique FEYS (Federaal Wetenschapsbeleid), Patrick HABETS (Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis), Dirk HUYGE (Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis), Corinne LEJOUR (Federaal Wetenschapsbeleid), Erik MARTENS (Koninklijk Belgisch Filmarchief), Jean-François MAYENCE (Federaal Wetenschapsbeleid), Théo PIRARD, Eddy PUT (Algemeen Rijksarchief), Denis RENARD (Dienst voor wetenschappelijke en technische informatie), Patrick RIBOUVILLE (Federaal Wetenschapsbeleid), Steven STROEYKENS, Miriam TESSENS (Koninklijk Museum voor Midden-Afrika), Jiska VERBOUW (Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen),

#### Abonnement:

abo.scienceconnection@belspo.be  
www.scienceconnection.be

*Science Connection* staat in pdf-formaat op [www.belspo.be](http://www.belspo.be) en wordt gedrukt met plantaardige inkt en op milieuvriendelijk papier.

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](http://www.gevaertgraphics.be)

Het volgende nummer verschijnt in oktober 2007.

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 gepaard gaan en voor zover het 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](http://www.arsc.be)) en van de Unie van Uitgevers van de Periodieke Pers ([www.upp.be](http://www.upp.be)).

Federaal Wetenschapsbeleid 2007.  
Reproductie is toegelaten mits bronvermelding.

Mag niet worden verkocht.

# Hou't vast!

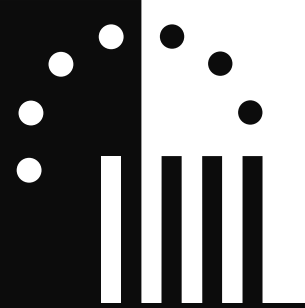
HOUT EN WOUD IN AFRIKA

Tentoonstelling  
van 05.10.2007 tot 31.08.2008

Koninklijk Museum voor Midden-Afrika



# 60 *Space* connection



## Dossiers

Hulp is onderweg...  
vanuit de ruimte!

De zwanenzang van Hubble

Studentikoze satellieten

De Europese aardobservatiesatelliet Envisat maakte deze opname op 7 december vorig jaar. Duidelijk is de rook te zien, afkomstig van bosbranden in de deelstaat Victoria in het zuidoosten van Australië. Het eiland onderaan is Tasmanië. ESA-satellieten nemen al tien jaar lang bosbranden waar over de hele aarde. © ESA



# Hulp is onderweg... vanuit de ruimte!

De aarde is een heel onrustige planeet. Aardbevingen, overstromingen, vulkaanuitbarstingen, bosbranden en andere natuurrampen vormen een constante bedreiging voor mensen en hun bezittingen. De bevolking van de aarde neemt alsmat toe en steeds meer mensen wonen in gebieden die gevoelig zijn voor aardbevingen, langs kuststreken en in vlakten die regelmatig overstromen of in de schaduw van dreigende vulkanen.

Ze lopen een behoorlijk groot risico vroeg of laat te maken te krijgen met een natuurramp. Alleen al de laatste 25 jaar vielen naar schatting 350 000 slachtoffers bij aardbevingen. En er zijn nog heel wat andere bedreigingen zoals epidemieën en catastrofes die de mens zelf veroorzaakt, zoals oorlogen en milieurampen.

Omdat ze een globale blik op onze planeet werpen zijn satellieten in een baan om de aarde bij uitstek geschikt om catastrofes die onze planeet bedreigen in de gaten te houden en ze in sommige gevallen ook te helpen voorkomen. Ze kunnen helpen de grillen van de natuur beter te begrijpen en, als het noodlot dan toch toeslaat, de ellende te verlichten. In het bijzonder spelen de Europese ruimtevaartorganisatie ESA en de Europese Unie op dit vlak een vooraanstaande rol.

## Kosmische bijstand na een verwoestende ramp

26 december 2004. Een dodelijke tsunami teistert de Indische Oceaan. Vooral de kustgebieden van Indonesië, Thailand en Sri Lanka worden getroffen, maar de gevolgen van de ramp laten zich ook op de Malediven en zelfs tot in Afrika voelen.

De catastrofe eist 230 000 mensenlevens, waarvan meer dan 165 000 alleen al in de Indonesische provincie Atjeh in het uiterste noorden van het eiland Sumatra.

Onmiddellijk na de ramp trad het *International Charter on Space and Major Disasters* in actie. Dit samenwerkingsverband tussen verschillende ruimtevaartorganisaties in de wereld houdt onder meer in dat het maken en verwerven van satellietbeelden van een getroffen gebied absolute voorrang krijgt.

Gezien de enorme omvang van de catastrofe speelden satellieten een heel belangrijke rol bij zowel het inschatten van de schade als bij de coördinatie van hulpacties. Van groot nut waren de op basis van satellietwaarnemingen vervaardigde kaarten, een belangrijk hulpmiddel bij de wederopbouw.

De bijstand vanuit de ruimte gebeurt onder meer via het programma *Global Monitoring for Environment and Security*, kortweg *GMES*. Het gaat om een gezamenlijk en bijzonder ambitieus initiatief van de ESA en de Europese Commissie. *GMES* brengt gegevens samen die zowel op de aarde als vanuit de ruimte met satellieten worden verzameld. Op die manier wil men een geïntegreerd systeem tot stand brengen voor de waarneming van het milieu en de veiligheidsproblematiek. Zo wordt via *GMES* de toestand van het milieu in de gaten gehouden en de evolutie ervan op korte, middellange en langere termijn. Dit moet de besluitvorming en investeringen in verband met het milieu ondersteunen. ESA werkt daarbij samen met een hele groep van operationele gebruikers.

Respond is één van de door ESA ondersteunde GMES-diensten. Respond bestaat sinds 2003 en werkt samen met de industrie en hulporganisaties zodat gemakkelijker kaarten, satellietbeelden en geoinformatie ter beschikking komen.

Respond leverde tijdens de reddingswerkzaamheden na de tsunami en ook bij de heropbouw informatie uit verschillende bronnen. Er werden kaarten gemaakt waarmee de schade kon worden vastgesteld, onder meer ook met medewerking van het Belgisch bedrijf Keyobs. Keyobs is een specialist op het vlak van Geografische Informatiesystemen (GIS) en technieken voor aardobservatie en biedt onder meer hulp aan bij de analyse van complexe situaties, besluitvorming en management. Als een bevoorrechte partner van hulporganisaties ontwikkelde dit bedrijf in Angleur een specifieke dienstverlening voor noodsituaties, in het bijzonder in ontwikkelingslanden.

Keyobs realiseerde kaarten van onder meer Soedan en Tsjaad, de Democratische Republiek Congo en Sumatra. *'In een wereld waarbij omgaan met menselijke crisissen steeds complexer wordt en waarbij men rekening moet houden met logistiek, veiligheid, epidemieën en het milieu, spelen deze kaarten een belangrijke rol voor hulporganisaties'*, zo luidt het bij Keyobs.

Zo heeft Keyobs de *Humanitarian Mapping Service*, kortweg *Human*, voor het online ter beschikking stellen van kaarten ter ondersteuning van reddingswerkers die zowel in het veld als vanuit een centrale post werkzaam zijn. Zo kunnen snel veranderende crisissituaties in Afrika worden opgevolgd.

Met Respond werden alleen al in de dagen onmiddellijk na de tsunamiramp heel snel honderden kaarten vervaardigd met gegevens afkomstig van maar liefst 19 verschillende

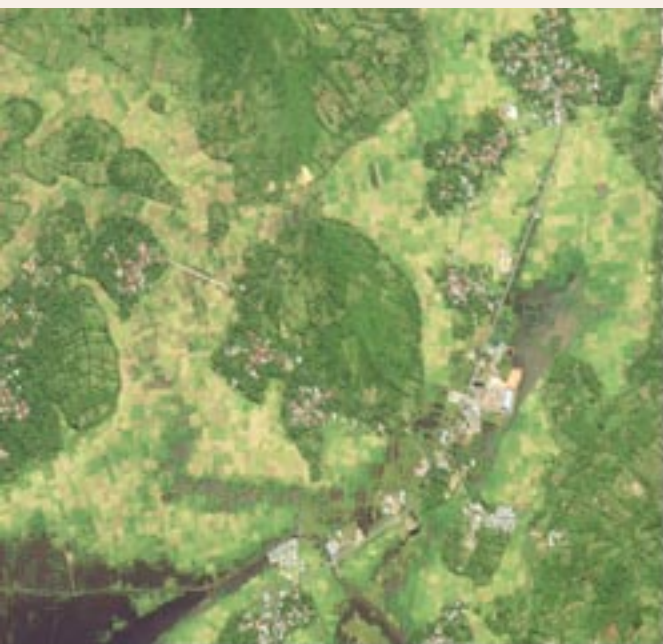


Nog een opname van Envisat van de 3350 meter hoge vulkaan Etna op Sicilië, gemaakt op 25 november 2006. © ESA

satellieten. In januari 2005 alleen al waren er honderdduizenden downloads van dergelijke kaarten. Na de eerste kaarten, bedoeld om de schade op te meten, produceerden de Respond-leden er nadien nog andere om de nood op langere termijn te lenigen en voor de heropbouw. Voor organisaties als het Rode Kruis en Artsen Zonder Grenzen zijn ze onontbeerlijk. *'We hadden opnamen van voor en na de ramp en dus konden we een snelle evaluatie maken van de plaatselijke toestand en van de aangerichte schade. Zo kunnen we op een meer efficiënte manier helpen'*, aldus Alice Moreira van de Franse niet-gouvernementele organisatie *Architectes de l'Urgence* (ADU).

Respond bewees zijn diensten nog bij andere rampen. Enkele voorbeelden:

- Op 8 oktober 2005 werd Kasjmir getroffen door een aardbeving met een kracht 7,6 op de schaal van Richter. Het epicentrum van de beving bevond zich bij Muzaffarabad op 140 kilometer van de Pakistaanse hoofdstad Islamabad. De ramp eiste minstens 50 000 mensenlevens. De gedetailleerde geografische informatie



January 10, 2003



December 29, 2004

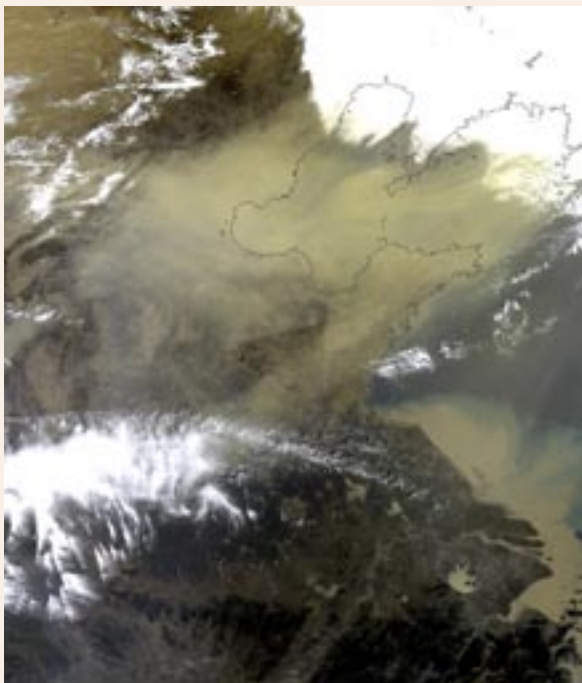
Deze opnamen van de satelliet Ikonos van Space Imaging tonen een gedeelte van de provincie Atjeh op het Indonesische eiland Sumatra. De opname links werd gemaakt op 10 januari 2003. Het beeld rechts laat hetzelfde gebied zien op 29 december 2004, enkele dagen na de verwoestende tsunami die Atjeh trof. Laaggelegen landbouwgebieden zijn volledig overstromd. © Space Imaging/CRISP-Singapore

van het Respond-consortium was vitaal bij de 'race' om voor drie miljoen daklozen voedsel en bescherming te zoeken voor het begin van de winter.

- Personeel van de Wereldgezondheidsorganisatie WHO maakte gebruik van gedetailleerde op satellieten gebaseerde kaarten van stedelijke gebieden om een uitbraak van het dodelijke Marburgvirus te bestrijden. Dit virus veroorzaakt zoals het Ebolavirus inwendige bloedingen. Het brak in april 2005 uit in Luanda (Angola) en eiste honderden slachtoffers, waaronder ook veel kinderen van minder dan vijf jaar oud. Er werden geactualiseerde kaarten gemaakt van Angolese steden, gebaseerd op opnamen van de aardobservatiesatellieten SPOT 5 en Ikonos.

*In april 2006 kreeg de Chinese hoofdstad Beijing te maken met de ergste stofstorm in vijf jaar. Het stof was afkomstig van de Mongoolse woestijn. Veel mensen kregen te maken met ademhalingsproblemen en de bevolking kreeg de raad kinderen binnen te houden. Het probleem is de laatste jaren erger geworden als gevolg van toenemende woestijnvorming. De stofdeeltjes kunnen zelfs de Verenigde Staten bereiken. Vanuit de ruimte kunnen satellieten zoals Envisat, die deze opname maakte, goed het verloop van een dergelijk natuurverschijnsel volgen.*

© ESA



*Satellieten zijn onontbeerlijk om de schade als gevolg van een natuurramp in te schatten. Deze indrukwekkende opname van orkaan Katrina werd op 28 augustus 2005 gemaakt door de Medium Resolution Imaging Spectrometer (MERIS) aan boord van Envisat. We zien de orkaan ten westen van Florida boven de Golf van Mexico.*

© ESA



Deze kaarten leverden onder meer informatie over de verspreiding van het virus.

- In de door oorlog en geweld getroffen regio Darfur in Soedan speelt zich één van de grootste menselijke tragedies van onze tijd af. Naar schatting hebben zowat anderhalf miljoen mensen hun huis moeten verlaten in een gebied dat zo groot is als Frankrijk. Hier maakte het Respond-team gebruik van tien verschillende sensoren op negen satellieten, waaronder ESA's aardobservatiesatelliet Envisat. De opnamen werden zo goed als in real time afgeleverd. Een groot probleem is het regenseizoen waardoor anders dorre rivierbeddingen in de woestijn plots overstromen en het wel tien dagen kan duren om over de weg een afstand van amper 120 kilometer af te leggen. Hier speelde actuele informatie over het wegennetwerk en een analyse over de overstromingen een heel belangrijk rol. De ASAR-radar aan boord van Envisat is bijzonder geschikt om wegen waar te nemen en het in kaart brengen van het reliëf en een belangrijk hulpmiddel om de aanwezigheid van water vast te stellen. Op basis van de satellietgegevens kon men bepalen welke wegen bruikbaar zouden blijven. Satellietgegevens hielpen ook om voor ongeveer 200 000 Soedanese vluchtelingen in buurland Tsjaad waterbronnen te identificeren en nieuwe kampen op te richten.

## Het 'Systeem Aarde' beter leren begrijpen

Satellieten zijn niet alleen een belangrijk hulpmiddel bij de bestrijding van de gevolgen van een ramp, ze kunnen ook helpen de oorzaken te bestuderen en beter te begrijpen. Zo heeft de Europese Unie gedurende meer dan 15 jaar tientallen onderzoeksprogramma's in verband met aardbevingen ondersteund. Onderzoekers van het *Joint Research Centre* (JRC) van de Europese Commissie hebben bijvoorbeeld met behulp van satellieten de aardbeving onderzocht die in 2001 de Indiase provincie Gujarat trof in de buurt van de Pakistaanse grens en waarbij 20 000 mensen het leven verloren.

Ze kunnen op die manier de bestaande modellen van aardbevingen verbeteren en een verband trachten te leggen tussen de grootte van een beving en de gevolgen ervan. Het gaat om baanbrekend onderzoek dat beetje bij beetje kan leiden tot de effectieve voorspelling van aardbevingen.

De Europese Unie maakt ook gebruik van ruimtevaarttechnologie om bosbranden in kaart te brengen en beter te begrijpen hoe ze om zich heen grijpen. Belangrijk, want in Europa zijn er elk jaar zo'n 45 000 bosbranden die om de vijf jaar een gebied zo groot als België in de as leggen. Ook de mens vernietigt het bosbestand. Elk jaar worden 13 miljoen hectaren regenwoud gekapt, een gebied zo groot als Griekenland. Daarbij komen miljoenen tonnen aan koolstofemissie in de atmosfeer terecht. Ontbossing is daarmee een belangrijke bron van broeikasgassen.



In het kader van GMES worden de *Sentinel*-satellieten ontwikkeld. Ze moeten vanaf 2010 de ruimte ingaan. Sentinel 2 zal bijvoorbeeld een sensor aan boord hebben om het landoppervlak in de gaten te houden en in het bijzonder de ontbossing in ontwikkelingslanden. De satelliet zal de hele aarde om de vijf dagen met details van tien meter kunnen waarnemen.

Europa ondersteunt onderzoek naar de globale problemen die de aarde bedreigen, zoals het broeikaseffect. Met de nieuwste technologie kunnen onderzoekers gegevens uit databestanden, van radars en van satellieten combineren om tot betere modellen ter voorspelling van bijvoorbeeld overstromingen te komen. Zo is er het EU-project *Demeter* voor voorspellingen op lange termijn van het weer en overstromingen.

In februari werd in Parijs het meest gezaghebbende rapport ooit over de klimaatverandering bekendgemaakt. Het waarschuwt tegen het stijgende zeeniveau en de oplopende temperatuur op de aarde. 2500 specialisten uit 130 landen hebben er gedurende zes jaar aan gewerkt. Satellieten zullen een bijzonder belangrijke rol spelen bij het bepalen van de maatregelen die nodig zullen zijn om de opwarming van de aarde tegen te gaan. Kunstmannen hebben al belangrijke informatie verschaft over onder meer de evolutie van het ijs op onze planeet.

Zo wijzen gegevens van de ESA-aardobservatiesatellieten ERS 1, ERS 2 en Envisat en de Canadese satelliet Radarsat 1 erop dat de gletsjers op Groenland twee keer zo snel afsmelten als men had gedacht. Satellieten helpen onderzoekers ook bijvoorbeeld de koolstofcyclus beter te begrijpen. Hun waarnemingen van het zonlicht dat de aarde weerkaatst, bosbranden, bosbouw en landgebruik zijn een belangrijke input voor de modellen die de koolstofcyclus beschrijven. *'Het programma Living Planet van ESA zal via de ontwikkeling van satellieten van de reeks Earth Explorer en de Sentinel-missies verder onze kennis van het Stelsel Aarde vergroten, de veranderingen van onze leefomgeving helpen voorspellen en de negatieve gevolgen van de globale veranderingen op onze planeet helpen tegengaan'*, zo zegt men bij ESA.

En tenslotte... niet alleen de mens zelf, maar ook zijn cultureel erfgoed wordt bedreigd. Maar ook hier schieten satellieten te hulp. In 2003 ondertekenden ESA en de UNESCO een overeenkomst om honderden culturele en natuurlijke sites van het Werelderfgoed vanuit de ruimte met kunstmannen in de gaten te houden. Dat kan steeds beter, want ook niet-militaire satellieten kunnen nu details van minder dan één meter groot waarnemen.

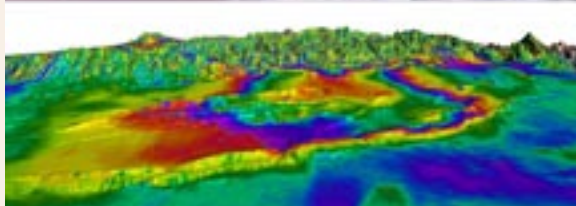
**Benny Audenaert**



*ESA's eerste polaire satelliet voor operationele meteorologie Metop ging op 19 oktober 2006 de ruimte in. Hij moet de weersvoorspelling helpen verbeteren en het klimaat in de gaten houden. In totaal zullen over een periode van 14 jaar drie Metop-kunstmannen worden gelanceerd. Satellieten zijn onontbeerlijk om de aarde als een systeem beter te leren begrijpen.  
© EADS Astrium/  
C. Mériaux*



*Satellieten helpen ook bij de bescherming van ons cultureel erfgoed. Dit is de lagune rond Venetië en de stad zelf, gefotografeerd door de Belgische microsatteliet Proba van ESA. De opname werd gemaakt op 11 november 2004.*



*Op 14 maart 1998 werd een dunbevolkt gebied in het zuidoosten van Iran getroffen door een aardbeving. De bovenste opname toont een driedimensionaal beeld van het gebied, gemaakt door een Amerikaanse Landsat-kunstmaan. Het onderste beeld is gebaseerd op zogenaamde radarinterferometrie op basis van gegevens van een Europese ERS-satelliet voor aardobservatie en laat vervormingen in het aardoppervlak zien. De aardbeving van 1998 trof een vallei aan de andere kant van de bergen die op de achtergrond te zien zijn. © NASA/JPL/ESA*

# Kosmische bijstand op het internet

Zo had de satelliet *Cryosat* het ijs op onze planeet moeten waarnemen maar hij ging bij de lancering in oktober 2005 verloren. Deze kunstmaan uit de reeks *Earth Explorer* wordt zo belangrijk geacht dat een tweede exemplaar in 2009 wordt gelanceerd. © ESA

Zonder volledig te (kunnen) zijn, volgen hierna enkele interessante webpagina's over hoe ruimteonderzoek een rol kan spelen bij de bestrijding van rampen en de globale problemen waarmee het milieu op onze planeet te kampen heeft.

## Disaster Monitoring Constellation (DMC)

[www.dmcii.com](http://www.dmcii.com)

DMC is een constellatie van vijf in het Verenigd Koninkrijk (door Surrey Satellite Technology Ltd) gebouwde kleine en goedkope satellietjes die rampen op de aarde waarnemen en helpen bij de coördinatie van reddingsacties. Ze zijn eigendom van Algerije, China, Nigeria, Turkije en het Verenigd Koninkrijk. Ze kunnen op een willekeurige dag opnamen maken van om het even welk deel van het aardoppervlak en toonden hun waarde onder meer bij de tsunami van 2004 en de zware overstromingen in Soedan in 2005.

## Earth Explorer

[www.esa.int/esaLP/ASEWGNW95C\\_LPearthexp\\_0.html](http://www.esa.int/esaLP/ASEWGNW95C_LPearthexp_0.html)

De ESA-satellieten van de reeks *Earth Explorer* moeten een belangrijke bijdrage leveren aan een betere kennis over het 'Systeem Aarde'. Ze vormen het wetenschappelijke luik van het programma *Living Planet* en richten zich op onderzoek van de atmosfeer, de biosfeer, de hydrosfeer, de cryosfeer en het inwendige van de aarde met nadruk op de gevolgen van menselijke activiteit op de natuurlijke processen op onze planeet. Ze gaan vanaf 2007 de ruimte in.

## Envisat

[www.esa.int/esaEO/SEMWYN2VQUD\\_index\\_0\\_m.html](http://www.esa.int/esaEO/SEMWYN2VQUD_index_0_m.html)

Veel foto's in dit dossier zijn gemaakt door ESA's ambitieuze aardobservatiesatelliet *Envisat*, die op 1 maart 2002 gelanceerd werd. Aan boord bevinden zich een tiental uiterst gesofisticeerde optische en radarinstrumenten die het land, de atmosfeer, de oceanen en de poolkappen van onze planeet continu in de gaten houden. De *Envisat*gegevens leveren een ware oogst aan informatie op die ons onder meer de veranderingen van het klimaat beter doen begrijpen.

## Epidemio

[www.epidemio.info](http://www.epidemio.info)

*Epidemio* is een door ESA gefinancierd project waarbij satellieten als gegevensbron dienst doen bij epidemieën. Het project wil de mogelijkheden van aardobservatie illustreren en gebruiken voor onderzoek, opvolging en voorspelling van epidemieën. Het ging van start in januari 2004 en eindigde in april vorig jaar. Door bijvoorbeeld satellietgegevens van *Envisat* te combineren met resultaten 'op het veld', kon men een uitbraak van het *Ebolavirus* in Congo en Gabon in verband brengen met een periode van grote droogte en die kennis was dan weer nuttig bij het helpen voorkomen van *Ebola*.

## Global Monitoring for Environment and Security (GMES)

[www.esa.int/esaLP/LPgmes.html](http://www.esa.int/esaLP/LPgmes.html)

[www.gmes.info/](http://www.gmes.info/)

Gezamenlijk initiatief van ESA en de Europese Commissie. *GMES* wil leveranciers van gegevens en informatie samenbrengen met gebruikers zodat ze beter op elkaar kunnen inspelen. Zo worden gegevens die met het milieu en veiligheid te maken hebben beschikbaar via betere en nieuwe diensten. Een drietal *fast-track* diensten, waaronder één die zich richt op hulp bij catastrofes, zouden al vanaf 2008 operationeel moeten zijn. Na het Europese satellietnavigatiesysteem *Galileo* wordt *GMES* als het volgende vlaggenschip van de Europese ruimtevaart gezien en het is de Europese bijdrage aan het internationale *Global Earth Observation System of Systems (GEOSS)*.

### **International Charter on Space and Major Disasters**

[www.disasterscharter.org](http://www.disasterscharter.org)

Met dit charter, ondertekend op 20 oktober 2000, willen de ESA en de Franse en Canadese ruimtevaartagentschappen CNES en CSA een eengemaakt systeem ter beschikking stellen waarbij satellietgegevens worden gebruikt bij natuurlijke of door mensen veroorzaakte rampen. Bij een catastrofe kunnen geautoriseerde gebruikers via één telefoonnummer verschillende satellieten en de bijbehorende grondinfrastructuur mobiliseren. Ondertussen hebben verschillende andere organisaties, onder meer uit Argentinië, India, Japan en de Verenigde Staten zich bij het charter aangesloten.

### **Keyobs**

[www.keyobs.be](http://www.keyobs.be)

Het bedrijf Keyobs in de *Spatiopôle* in Angleur (Luik) is een specialist op het vlak van Geografische Informatiesystemen (GIS) en aardobservatietechnieken. Als een bevoorrechte partner van humanitaire organisaties ontwikkelde het een specifieke dienst om te helpen bij noodsituaties, vooral in ontwikkelingslanden. Het gaat onder meer om cartografie, structurering en beheer van gegevensbestanden, het in kaart brengen van vluchtelingenkampen en het opvolgen van epidemieën.

### **Living Planet**

[www.esa.int/esalP/index.html](http://www.esa.int/esalP/index.html)

ESA-programma dat via de ontwikkeling van satellieten van de reeks Earth Explorer en de nieuwe Sentinel-missies ter ondersteuning van GMES onze kennis van de aarde als een systeem moet vergroten.

### **Respond**

[www.respond-int.org/Respond/](http://www.respond-int.org/Respond/)

Verbond van Europese en internationale organisaties met de industrie. Het moet humanitaire hulporganisaties gemakkelijker toegang geven tot kaarten, satellietbeelden en geoinformatie. Opgezet als onderdeel van de GMES-diensten en door ESA ondersteund. Respond maakt hulpoperaties efficiënter door een juiste en betrouwbare toepassing van geografische informatie.

### **Sentinel**

[www.esa.int/esalP/SEMZHMODU8E\\_LPgmes\\_0.html](http://www.esa.int/esalP/SEMZHMODU8E_LPgmes_0.html)

Familie van operationele aardobservatiesatellieten van ESA die deel uitmaken van het ruimtesegment van GMES.

### **UNOSAT**

[unosat.web.cern.ch/unosat](http://unosat.web.cern.ch/unosat)

UNOSAT valt onder het *Office for Project Services (UNOPS)*

van de Verenigde Naties. Het is een consortium zonder winstoogmerk, gefinancierd door het *Earth Observation Market Development Programme* van ESA, het Franse ruimtevaartagentschap CNES en het Franse Ministerie van Buitenlandse Zaken. UNOSAT levert via overeenkomsten met aanbieders van informatiediensten geografische informatie aan VN-instellingen en humanitaire en ontwikkelingsorganisaties. UNOSAT is een partner van het Respond-consortium en gebruikt ook satellietgegevens voor ontwikkelingsprojecten in onder meer de Hoorn van Afrika, het grensgebied tussen Mauretanië en Senegal en Nicaragua.

### **Zentrum für satellitengestützte Kriseninformation (ZKI)**

[www.zki.dlr.de/intro\\_de.html](http://www.zki.dlr.de/intro_de.html)

Het *Centrum voor satellietondersteunde Crisisinformatie* is een dienst van het aardobservatiegegevenscentrum van de Duitse ruimtevaartorganisatie *Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)*. De bedoeling is informatie op basis van satellietgegevens snel te verwerven, verwerken en analyseren bij milieurampen, humanitaire hulp en veiligheidsproblemen. De analyses gebeuren op maat van specifieke noden van nationale en internationale politieke en humanitaire organisaties. Het ZKI werkt in Duitse, Europese en internationale context. De activiteiten van het DLR die verband houden met het International Charter on Space and Major Disasters worden door het ZKI gecoördineerd.

*Envisat: ESA's werkpaard voor aardobservatie.*  
© ESA



# De zwanenzang van Hubble



*De orionnevel, een geboorteplaats van sterren, gefotografeerd door de ruimtetelescoop.*

© NASA

Geen enkele telescoop, misschien zelfs geen enkel wetenschappelijk instrument uit de recente geschiedenis spreekt zo tot de verbeelding als de ruimtetelescoop Hubble. De telescoop, voornamelijk een project van de Amerikaanse ruimtevaartorganisatie NASA, maar met een belangrijke inbreng van de Europese ESA, is vandaag al legendarisch. Niet alleen heeft hij in de zeventien jaar sinds zijn lancering de sterrenkunde in belangrijke mate vooruitgeholpen, hij heeft ook een indrukwekkende reeks prachtige foto's van het heelal gemaakt, foto's die als geen andere de majestueuze schoonheid van de ruimte laten zien.

Maar de zo succesvolle ruimtetelescoop lijkt nu op zijn laatste benen te lopen. Hij wordt geplaagd door defecten, waardoor onder meer de belangrijkste camera aan boord al buiten gebruik is, en de vluchtleaders zijn niet zeker of de telescoop nog lang in bedrijf zal kunnen gehouden worden. Er komt hoogstens nog één expeditie van een ruimtendel naar Hubble, voor onderhouds- en reparatiewerkzaamheden en om instrumenten te vervangen. In het verleden zijn het die regelmatige reparatiemissies geweest die Hubble aan de praat hebben gehouden. De NASA wil de ruimtendels tegen 2010 uit dienst nemen, en de weinige vluchten die nog op het programma staan zijn exclusief bestemd voor de constructie van het internationale ruimtestation ISS, zodat er geen ruimte meer overblijft voor het onderhoud van Hubble. De dagen van de telescoop lijken dus geteld.

In dit dossier blikken we terug op de bewogen geschiedenis van de ruimtetelescoop, laten we enkele van zijn interessantste ontdekkingen en zijn fraaiste beelden de revue passeren en onderzoeken we zijn huidige moeilijkheden en zijn toekomstverwachting.

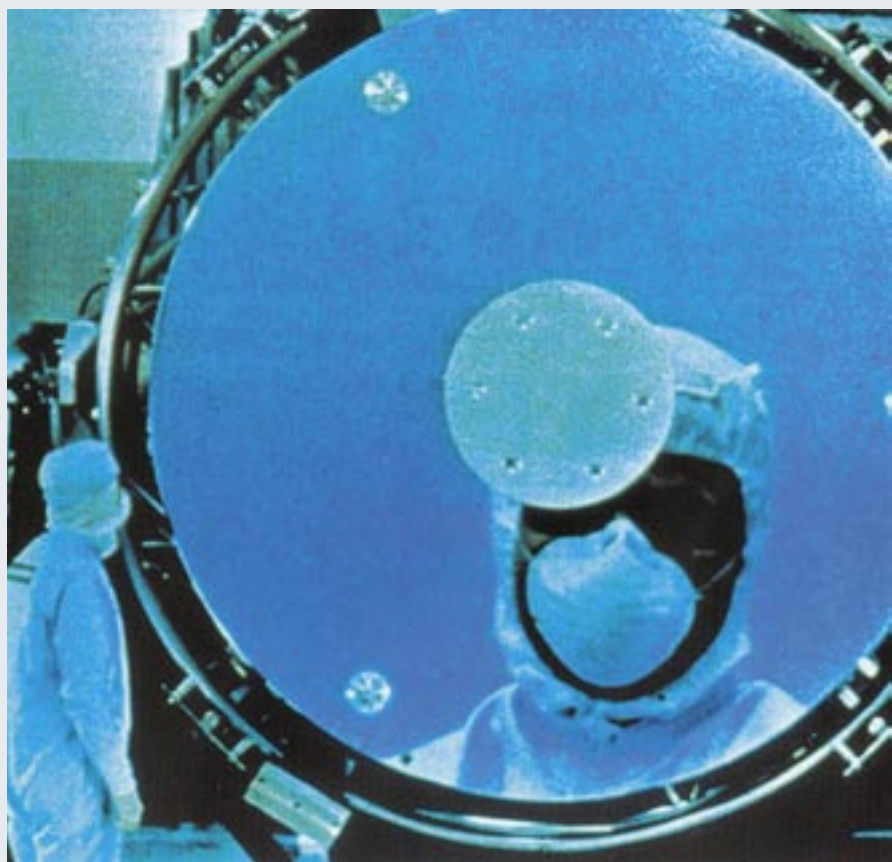
## Geschiedenis van een ruimtetelescoop

De geschiedenis van de ruimtetelescoop Hubble begint al lang vóór zijn lancering in 1990. Al voor het begin van het ruimtevaarttijdperk, voor de lancering van de allereerste satelliet, realiseerden astronomen zich dat een baan om de aarde, boven de atmosfeer, een ideale positie zou zijn voor een sterrenkundig observatorium (zie kaderstukje: 'Waarom een telescoop in de ruimte?') De Amerikaanse astronoom Lyman Spitzer riep al in 1946 op tot de constructie van een ruimtetelescoop (met die term wordt een telescoop bedoeld die zich in de ruimte bevindt, niet gewoon een telescoop om naar de ruimte te kijken). Maar het zou nog vele jaren duren voor de droom van een grote telescoop in de ruimte werkelijkheid zou worden. Tegen het einde van de jaren zestig begonnen de plannen te kristalliseren tot een concreet ontwerp voor een *Large Space Telescope* (LST) met een spiegel-diameter van drie meter. Die zou in de ruimte gebracht worden met de toekomstige ruimtendel, waarover de NASA in die tijd begon na te denken, als opvolger van de Apollo-capsules. Eenmaal in de ruimte zou de LST regelmatig bezoek krijgen van een ruimtendelbemanning, voor onderhoud en herstellingen. Dat zou garanderen dat de telescoop

*De slecht geslepen  
hoofdspiegel van de  
ruimtetelescoop bij tests  
op aarde. © NASA*

een lange levensduur zou hebben en dat zijn wetenschappelijke instrumenten altijd up-to-date zouden blijven. In die tijd stelde de NASA zich voor dat de ruimtewandelaar goedkoop en betrouwbaar zou zijn, en dat bemande ruimtevaart in de jaren tachtig routine zou worden. Het zou zelfs mogelijk zijn de telescoop af en toe voor een 'groot onderhoud' mee terug naar de aarde te brengen in de laadruimte van de shuttle. En op het einde van zijn leven zou hij definitief naar de aarde terugkeren – wellicht om een ereplaats te krijgen in het Smithsonian Museum in Washington.

Budgettaire en politieke moeilijkheden in de jaren zeventig, waardoor het hele project bijna geschrapt dreigde te worden, leidden uiteindelijk tot een meer bescheiden ontwerp. De telescoop (niet langer *large*) zou een meer betaalbare spiegel van maar 2,4 meter krijgen, en de NASA zou de kosten niet alleen dragen. De Europese ESA werd binnengehaald als partner en in ruil voor de Europese bijdrage (onder meer een wetenschappelijk instrument en de zonnepanelen) zouden Europese astronomen 15 procent van de waarnemings-tijd ter beschikking krijgen. De lanceerdatum voor het herziene project werd vastgelegd op 1983, en de telescoop werd vernoemd naar Edwin Hubble, de Amerikaanse astronoom die in de jaren twintig de expansie van het heelal ontdekt had – naar Lyman Spitzer, de bezieler van het ruimtetelescoopproject zou later een andere sterrenkundige satelliet vernoemd worden.



Verschillende Belgische onderzoeksgroepen maken gebruik van de Hubblegegevens. Aan de *Université de Liège* (ULg) worden ultrascherpe beelden van de ACS- en NICMOS-camera's gebruikt om quasars, zwarte gaten en donkere materie te bestuderen via het gravitationele lenseeffect. Andere onderzoekers aan de ULg gebruiken de ACS-camera en de

STIS-spectrometer om de complexe processen te bestuderen die plaatsvinden in de magnetosfeer van Jupiter en die aanleiding geven tot aurora's zoals in onze eigen poolgebieden. Aan de ULg worden de beelden van Hubble gebruikt om de structuur en de dynamische evolutie van melkwegstelsels te onderzoeken.

## De Hubble Space Telescope in cijfers

*Locatie: Lage baan om de aarde, hoogte 589 km*

*Omlooptijd: 96 minuten*

*Gebouwd door: NASA en ESA*

*Lanceerdatum: 24 april 1990*

*Massa: 11 ton*

*Spiegeldiameter: 2,4 meter*

*Brandpuntsafstand: 57,6 meter*

*Type telescoop: Ritchey-Chrétien*

*Golflengtegebied: zichtbaar licht, ultraviolet, infrarood*

*Energiebron: zonnepanelen*

*Instrumenten (2007):*

*NICMOS: infraroodcamera en spectrometer*

*ACS: camera voor zichtbaar licht (defect)*

*WFPC2: camera voor zichtbaar licht*

*STIS: spectrometer en camera voor zichtbaar licht (defect)*

*FGS: sensoren voor richten en bijsturen*



*De Krabnevel, het restant  
van een ontplofte ster,  
geportretteerd door  
Hubble. © NASA*



*Hubble wordt na zijn geslaagde reparatie in 1993 in de ruimte uitgezet.*  
© NASA

Uiteindelijk duurde het heel wat langer voor de telescoop echt in de ruimte was. Toen de telescoop begin 1986 eindelijk bijna klaar was, gooide het ongeluk met de ruimtewerf Challenger (op 28 januari 1986) roet in het eten. De ruimtewerfvluchten werden twee jaar lang stilgelegd, en de hele planning van shuttlelanceringen werd herzien. Het voorziene ritme van lanceringen werd sterk vertraagd. Pas op 24 april 1990 werd de Hubble Space Telescope (HST) eindelijk in een baan om de aarde geplaatst door de ruimtewerf Discovery.

De ruimtetelescoop is een spiegeltelescoop (reflector) van het type Ritchey-Chrétien, net zoals vele moderne grote telescopen op de begane grond. In zo'n telescoop wordt het licht verzameld door een holle (hyperbolische) hoofdspiegel, die het bundelt en naar een secundaire spiegel weerkaatst, vanwaar het naar de wetenschappelijke instrumenten gestuurd wordt. Die instrumenten zijn hoofdzakelijk camera's (om foto's te maken) en spectrografen (om het licht in zijn samenstellende golflengten te ontbinden). Hubble is voorzien van meerdere instrumenten (zie kader), die naar believen ingeschakeld kunnen worden. Een systeem van wegklapbare spiegeltjes bepaalt naar welk van de instrumenten het licht van de telescoop gestuurd wordt. De instrumenten zijn achterin de telescoop gemonteerd, met een soort 'modulair' systeem dat het voor astronauten gemakkelijk maakt om de instrumenten (ongeveer ter grootte van een telefooncel) te vervangen door nieuwe.

De verwachtingen voor de ruimtetelescoop waren bijzonder hooggespannen in de astronomische wereld en bij de NASA. Omdat het een unieke telescoop zou worden, met de beste prestaties ter wereld, hadden de ontwerpers gestreefd naar

een zo volmaakt mogelijke optische kwaliteit. De hoofdspiegel moest de beste worden die ooit voor een telescoop gemaakt was. De spiegel van een telescoop moet zeer nauwkeurig de voorgeschreven vorm hebben. Opdat de spiegel het licht correct naar zijn brandpunt zou weerkaatsen, moeten de oneffenheden op die spiegel kleiner zijn dan de golflengte van het licht (voor zichtbaar licht ongeveer tussen 400 en 750 nanometer of miljoenste millimeter). Bij vele telescopen wordt in de praktijk gestreefd naar een tolerantie van één vijfde of één tiende van de golflengte. Voor de hoofdspiegel van Hubble werd een nog striktere tolerantie van één twintigste golflengte opgelegd. Daartoe werd de spiegel uiterst nauwkeurig geslepen en grondig getest.

Groot was dan ook de consternatie toen bij de eerste tests van Hubble in de ruimte al snel bleek dat de telescoop geen scherpe beelden gaf. Onderzoek bracht aan het licht dat de spiegel een ernstige optische fout vertoonde: sferische aberratie. De oneffenheden van de spiegel waren weliswaar zeer klein, maar de globale vorm vertoonde een afwijking van maar liefst 2000 nanometer. De oorzaak van de fout bleek te liggen in een instrument dat door de optische fabrikant Perkin-Elmer gebruikt was om de spiegel op aarde te testen. Daarin stond een lens 1,3 millimeter verkeerd gepositioneerd, en dat leidde tot de verkeerde testresultaten. De ironie wilde dat er een reservespiegel voor de Hubble gemaakt was door Kodak. Die bleek nadien wél de correcte vorm te hebben, al werd hij vóór de lancering als van mindere kwaliteit beschouwd.

De telescoop was modulair ontworpen om diverse onderdelen gemakkelijk in de ruimte te kunnen vervangen, maar een vervanging van de hoofdspiegel was daarbij niet voorzien. De telescoop terug naar de aarde halen was ook geen optie: dat zou zeer duur geweest zijn, en de strengere veiligheidsvoorschriften na het Challengerongeluk sloten uit om een shuttle te laten landen met een zware lading aan boord. De reservespiegel kon daarom niet benut worden. In de plaats daarvan ontwierpen wetenschappers en ingenieurs van de NASA een andere oplossing: de telescoop zou een 'bril' krijgen. Er werd een systeem van twee spiegeltjes gebouwd, COSTAR (*Corrective Optics Space Telescope Axial Replacement*) genoemd, dat voor de instrumenten geschoven kon worden. Een van de spiegels in COSTAR had een precies berekende ingebouwde 'afwijking', die exact de afwijking van de hoofdspiegel van Hubble moest opheffen. Om COSTAR te kunnen plaatsen werd één meetinstrument, een fotometer, opgeofferd. Daarnaast werd een nieuw instrument voor de Hubble, de WFPC2, al meteen van een ingebouwde optische correctie voorzien (wat ook bij alle volgende instrumenten het geval zou zijn).

In december 1993 werden COSTAR en WFPC2 in de ruimtetelescoop gemonteerd tijdens de eerste onderhouds- en reparatiemissie naar Hubble. De astronauten moesten voor

die tijd ongekend complexe werken uitvoeren tijdens vijf langdurige ruimtewandelingen. Tegelijk werden ook enkele gyroscopen en de Europese zonnepanelen vervangen (die bleken te veel trillingen te veroorzaken), en kreeg Hubble een betere computer. De reparatievlucht was een groot succes. Hoewel de hele episode een wrange nasmaak achterliet, beschikten de astronomen nu toch eindelijk over een goed functionerende telescoop in de ruimte.

Op dit moment zijn er al vier gelijkaardige onderhouds- en reparatievluchten geweest en een vijfde is in voorbereiding. Telkens werden kleine defecten hersteld (vooral de gyroscopen, die dienen om de stand van de telescoop in de ruimte te controleren, bleken weinig betrouwbaar en moesten geregeld vervangen worden) en werden oude instrumenten vervangen. De ruimtetelescoop Hubble die vandaag rond de aarde draait is daardoor een veel moderner instrument dan de Hubble uit 1990. Hij is voorzien van veel modernere camera's en spectrometers, waardoor hij nog steeds meedraait aan de spits van het sterrenkundige onderzoek.

### Wetenschap en fotografie met Hubble: een top vijf

De ruimtetelescoop Hubble heeft de voorbije zeventien jaar een schat aan wetenschappelijke informatie opgeleverd. In 2006 bevatte het archief van Hubbles observaties al 27 terabyte data. Op basis van die data hebben astronomen al meer dan 6300 wetenschappelijke artikels in vakbladen gepubliceerd. Bovendien blijkt dat de artikels gebaseerd op gegevens van Hubble gemiddeld zowat twee keer zo vaak geciteerd worden in de wetenschappelijke literatuur als andere sterrenkundige artikels.

De wetenschappelijke verdiensten van de ruimtetelescoop bestaan niet zozeer uit afzonderlijke 'ontdekkingen' die exclusief het werk van Hubble zouden zijn. Het onderzoek



Onderhoudsmis-  
sie in 1997.  
© NASA

met de ruimtetelescoop zit ingebed in nauwe samenwerkingsverbanden, waarbij astronomen uit de hele wereld niet alleen Hubble maar ook tal van instrumenten op de grond en in andere satellieten gebruiken. In die samenwerkingsverbanden heeft de ruimtetelescoop vaak een cruciale inbreng gehad. Een voorbeeld daarvan zijn de onderzoeksprojecten op het gebied van de kosmologie (de studie van het heelal als geheel) waaraan Hubble heeft meegewerkt. Mede dankzij Hubble beschikken we nu over een veel nauwkeuriger beeld van ons heelal dan twintig jaar geleden. We weten nu hoe snel het heelal uitzet en dat die uitzetting sneller en sneller gaat (in plaats van trager en trager, zoals vroeger gedacht werd), en we weten vrij nauwkeurig hoe oud het heelal is (13,7 miljard jaar). Ook exoplaneten, dat zijn planeten die rond andere sterren dan de zon draaien, zijn uitgebreid bestudeerd met behulp van Hubble. De ruimtetelescoop heeft de eerste metingen verricht van de samenstelling van de atmosfeer van zo'n exoplaneet.

## Waarom een telescoop in de ruimte?

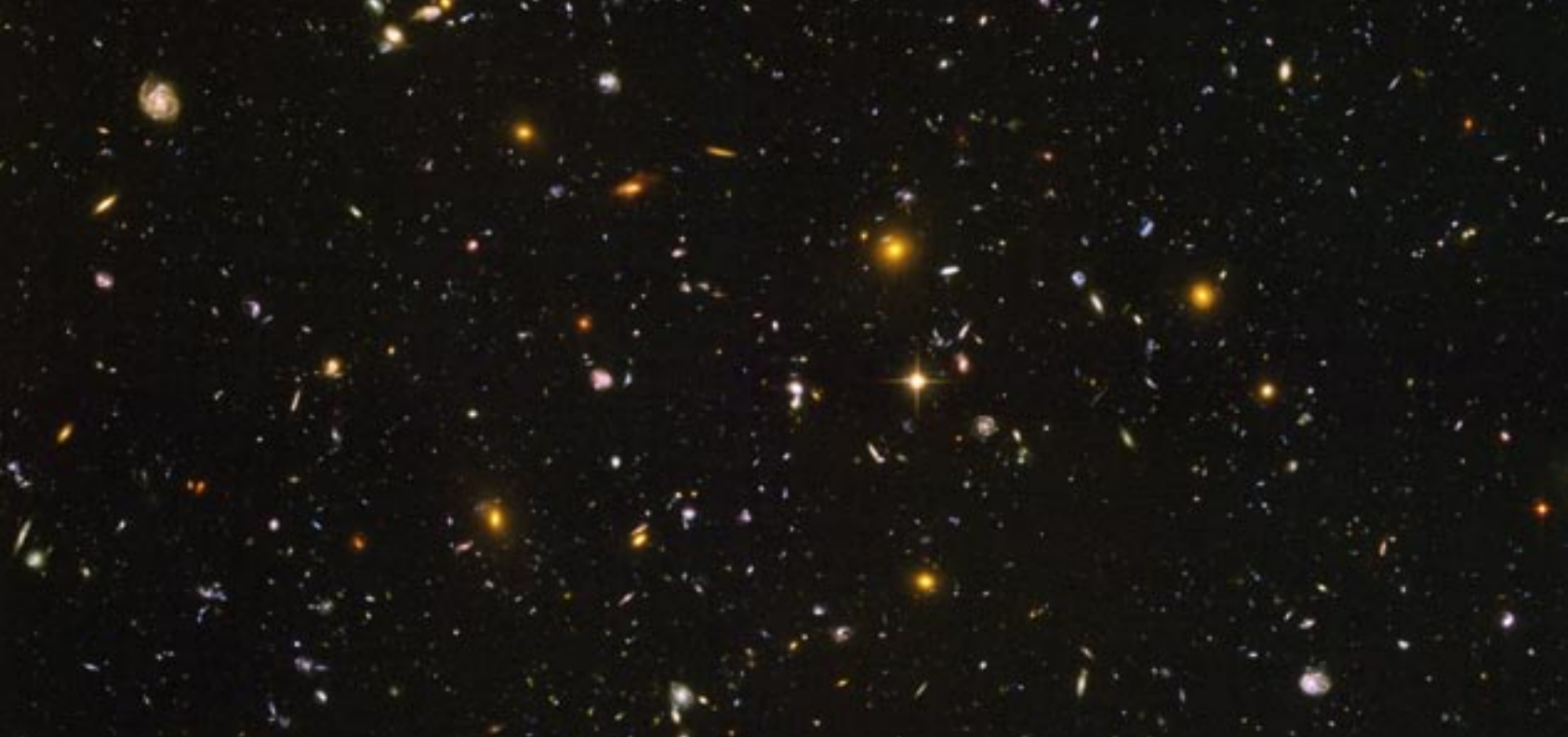
*De reden waarom astronomen graag een in de ruimte geplaatste telescoop willen, is niet omdat de telescoop dichterbij de hemellichamen staat waar hij kijkt. De zowat zeshonderd kilometer die Hubble boven het aardoppervlak zweeft, zijn volstrekt verwaarloosbaar vergeleken met de immense afstanden van de sterren en melkwegstelsels die hij observeert.*

*Waarom dan wèl een telescoop in de ruimte? Er zijn twee redenen, die beide te maken hebben met de hinderlijke invloed van de atmosfeer van onze aarde. Ten eerste maken de voortdurende bewegingen van de lucht het beeld van de hemellichamen een beetje*

*onscherp. Daardoor wordt het moeilijk om vanop de begane grond fijne details van hemellichamen te zien, hoe goed ook de gebruikte telescoop. In de ruimte is er geen bewegende lucht en wordt de scherpte van het beeld alleen bepaald door de grootte en de kwaliteit van de telescoop. Ten tweede houdt de atmosfeer vele soorten straling uit de ruimte volledig of grotendeels tegen. Het zichtbare licht is een gelukkige uitzondering, maar straling met andere golflengten, zoals infrarode, ultraviolette of röntgenstraling, wordt grotendeels tegengehouden. Om die straling waar te nemen zijn dus instrumenten nodig die boven de atmosfeer geplaatst zijn. Voor vele soorten straling,*

*zoals röntgenstraling en ver-infrarode straling, zijn er gespecialiseerde satellieten gebouwd, maar ook een gewone telescoop voor zichtbaar licht in de ruimte zoals Hubble, kan toch heel wat infrarood en ultraviolet licht meepikken.*

*Astronomen kunnen tegenwoordig een deel van de nadelen van de atmosfeer omzeilen door gebruik te maken van moderne technologie (zogenoemde 'adaptieve optiek') en door hun telescopen op hoge bergtoppen te plaatsen (boven althans een deel van de atmosfeer) of zelfs in vliegtuigen of ballons, maar een waarneemplaats in de ruimte blijft toch onovertroffen.*



*Het Hubble Ultra Deep Field (2005):  
ontelbare melkwegstelsels  
aan de rand van het  
zichtbare heelal.*  
© NASA

De fascinerende observaties die gebeurd zijn met behulp van de Hubble zijn bijna te talrijk om op te sommen. Elke astronoom – en elke liefhebber van fraaie foto's van de kosmos – heeft wel zijn eigen lijstje van favoriete Hubbleobservaties. Space Connection brengt zijn eigen top vijf van mooie én wetenschappelijk interessante foto's.

1) Het *Hubble Deep Field*: melkwegstelsels aan de rand van het heelal  
Hubble heeft een reeks opnamen gemaakt, *Hubble Deep Fields* en *Hubble Ultra Deep Field* genaamd, waarbij de telescoop dagenlang op één klein stukje hemel gericht werd, om daarin zo ver mogelijk te kunnen kijken. Op de beelden zijn melkwegstelsels te zien op dertien miljard lichtjaar van ons. Hun licht werd uitgezonden toen het heelal nog maar vijf procent van zijn huidige leeftijd (van 13,7 miljard jaar) had. De opnamen geven astronomen een schat aan informatie over de vroege jeugd van het heelal.

*De Katoognevel,  
het overblijfsel van een  
stervende ster.*  
© NASA



2) De 'pilaren van de schepping'

Een foto van Hubble uit 1995 die bekend staat als de *Pillars of Creation* is uitgegroeid tot een cultureel icoon. Het is misschien wel de mooiste van alle Hubble-opnamen. Hij toont gas- en stofwolken op 7000 lichtjaar van ons. In de gaswolk worden nieuwe sterren geboren.

3) Donkere vlekken op Jupiter

In 1994 stortte de komeet Shoemaker-Levy 9 neer op de reuzenplaneet Jupiter. De brokstukken van de komeet lieten donkere stofwolken achter in de atmosfeer van de planeet. Het was voor het eerst dat astronomen zo'n gewelddadige botsing in het zonnestelsel *live* zagen gebeuren.

4) Het schuilhol van het Beest

In de kernen van vele melkwegstelsels vermoeden astronomen de aanwezigheid van reusachtige zwarte gaten. De zwarte gaten zelf zijn te klein om gezien te worden op die afstand, maar Hubble heeft wel de omgeving ervan gefotografeerd. Op deze foto is te zien hoe een zwart gat (zelf onzichtbaar verborgen in het midden) omgeven wordt door een dikke ringvormige wolk van stof.

5) De laatste adem van een ster

De etherische schoonheid van deze 'Katoognevel' is het resultaat van de laatste stuiptrekkingen van een stervende ster. De ster heeft haar buitenste lagen gas in de ruimte uitgestoten, waardoor een zogeheten 'planetaire nevel' is ontstaan (ondanks de naam heeft die niets met planeten te maken).

## Ouderdomskwaaltjes en twijfels

Hubble leidt aan ouderdomskwaaltjes. De gezondheid van de telescoop gaat er snel op achteruit, en bovendien is er ernstige twijfel gerezen over zijn toekomstvooruitzichten, vooral sinds het ongeluk met de ruimtewarder Columbia op 1 februari 2003. Na de ramp met Columbia begon de NASA



eraan te twijfelen of het wel haalbaar was om Hubble te blijven onderhouden met shuttlevluchten. President George Bush besliste om de shuttles tegen 2010 uit dienst te nemen, en de nog resterende vluchten zouden prioritair dienen om het ruimtestation ISS te voltooien. Bovendien werd een ruimtevlucht naar Hubble als gevaarlijker beschouwd. Als bij de lancering van een shuttle naar het ISS het hitteschild beschadigd geraakt, kunnen de astronauten hun toevlucht zoeken in het ISS en daar wachten tot ze worden opgehaald door een tweede shuttle. Maar bij een vlucht naar de Hubble Space Telescope bestaat die mogelijkheid niet, omdat de baan van Hubble te sterk verschilt van die van het ISS. De toenmalige directeur van de NASA, Sean O'Keefe besliste daarom eerst dat er geen shuttlevluchten naar Hubble meer mochten worden uitgevoerd. In de plaats zou een robotsonde worden ontwikkeld die zich aan Hubble zou vasthechten en de telescoop gecontroleerd zou doen neerstorten (om te voorkomen dat hij later ongecontroleerd zou neerkomen, waarbij mogelijk brokstukken op bewoond gebied zouden kunnen vallen). De huidige directeur van de NASA, Mike Griffin, is op die beslissing teruggekomen, mede onder grote druk vanuit de wetenschappelijke wereld. Momenteel staat er nog één finale onderhoudsmisssie naar Hubble op het programma. Volgens de huidige planning zou die misssie moeten worden uitgevoerd door de ruimtewandelaar Atlantis, in september 2008. Tijdens de misssie zal een tweede ruimtewandelaar paraat staan op de lanceerbasis Cape Canaveral, om in geval van nood snel gelanceerd te kunnen worden.

De reparaties aan Hubble zijn dringend nodig. Er zijn nu zoveel gyroscopen uitgevallen dat er geen enkele reserve meer overblijft. Als er nog één gyroscoop het laat afweten, dan gaan de observaties eronder lijden, omdat het moeilijker



wordt om de telescoop correct te richten, en gericht te houden tijdens een waarneming. Bovendien zijn er al twee van Hubbles wetenschappelijke instrumenten defect. De ACS (*Advanced Camera for Surveys*), de belangrijkste en beste camera aan boord, ging in januari 2007 stuk, en is momenteel enkel nog beperkt bruikbaar voor ultravioletwaarnemingen. De spectrograaf STIS is al defect sinds 2004. Bij de reparatiemisssie van Atlantis in 2008 moet de STIS gerepareerd worden. Het is nog niet duidelijk of ook de ACS gerepareerd of vervangen kan worden.

*De 'Pillars of creation', een geboorteplaats van sterren. © NASA*

Dankzij de laatste onderhoudsbeurt zou de ruimtetelescoop tot in 2013 moeten kunnen functioneren. Dan wordt, als alles volgens plan verloopt, de *James Webb Space Telescope* (JWST) gelanceerd, de opvolger van Hubble.

*Jupiter met vlekken na de inslag van komeet Shoemaker-Levy 9 in 1994. © NASA*



*Een ring van stof rond het zwarte gat in het melkwegstelsel NGC 7052. © NASA*



# Studentenkoze

Libertad 1 is de eerste Colombiaanse satelliet, die op 17 april gelanceerd werd vanaf de kosmodroom Bajkonoer. Deze *Cubesat* van amper 0,995 kilogram is met één hand vast te houden en werd ontwikkeld door een team van professoren en studenten van de Universidad Sergio Arboleda in Bogotá. Zolang zijn batterijen het toelaten zal deze nanosatelliet vanop een hoogte tussen 660 en 787 kilometer boodschappen doorsturen. Libertad 1 werd bijna 50 jaar na de eerste Spoetnik gelanceerd en is het resultaat van een pedagogisch project met internationale allure. Hij is gebaseerd op het concept Cubesat van een Amerikaanse universiteit en werd met een Russisch-Oekraïense raket in een baan om de aarde gebracht. Zoals Libertad 1 zijn er nog veel andere voorbeelden.

Sinds een tiental jaar zijn er in onderwijsmilieus in heel de wereld teams van studenten ontstaan die zich toeleggen op de ontwikkeling van uiterst kleine satellietjes. Ze willen een nieuwe wereld bereiken - de extreme en moeilijk toegankelijke ruimteomgeving - en doen dat aan het einde van hun studies in groepsverband. Ze willen kleine, compacte, lichte, goedkope en betrouwbare kunstmaantjes ontwikkelen, bouwen en exploiteren. Meestal bestuderen die satellietjes het aardoppervlak (teledetectie of *remote sensing*), het heelal (sterrenkunde) of *in situ* de ruimte rond de aarde (straling, micrometeorieten, ruimterommel).

## Uitdagingen en risico's

Deze pedagogische benadering moet toekomstige ingenieurs, jonge onderzoekers en een nieuwe generatie studenten vertrouwd maken met de eisen en problemen van een ruimteproject en, vooral, met teamwerk. Deze aanpak is door zijn inter-

disciplinair karakter heel ambitieus en stoutmoedig en heeft heel wat troeven, even groot als de uitdagingen die overwonnen moeten worden:

- De studentensatellieten moeten licht, compact en goedkoop zijn en tegelijk degelijk. Daarvoor zijn technologische oplossingen nodig met innoverende systemen en instrumenten. Software voor de ontwikkeling van structuren, materialen en mechanismen en om te zien hoe die zich in de ruimte gedragen is onontbeerlijk. Het is ook belangrijk na te gaan wat de mogelijkheden zijn voor een *low cost* lancering, zodat de satelliet onder de beste voorwaarden de ruimte kan ingaan. Men moet ook grondstations ontwikkelen en bouwen voor de vluchtleiding en het verzamelen van gegevens.
- De kwalificatie van zogenaamde kant-en-klare *Components Off The Shelf (COTS)* tegen trillingen bij de lancering, het luchtledige, intense straling en temperatuurverschillen veronderstellen een solide kennis over de vooruitgang van de micro-elektronica en een perfecte kennis over de kenmerken en risico's van een ruimtemissie. Een correcte simulatie van de omstandigheden waarin de vlucht zal plaatsvinden is een essentiële voorwaarde. De studenten moeten zich ook bekwamen in *hands-on training*, een praktische opleiding over hightech innovaties, die ook *disruptive technologies* worden genoemd (en die een technologische sprong aanduiden).
- Een satelliet ontwikkelen, hoe klein ook, is een waar avontuur en vereist een planning in verschillende fasen: het eerste concept, de haalbaarheid, de ontwikkeling en de integratie. Die planning is noodzakelijk en men moet er zich ook aan houden. Een probleem is dat voor een team van studenten de kalender van een project niet overeenstemt met de duur van een studieprogramma. Een masteropleiding met stages en werk duurt slechts twee jaar. De universiteit of polytechnische school moet erover waken dat de continuïteit van het project verzekerd blijft door een dynamische aflossing van de wacht onder het wakend oog van een enthousiaste professor.
- Een ruimteprogramma verplicht een team om samen te werken door banden aan te knopen, via uitwisselingen en met internationale partnerschappen. Professoren, assistenten en studenten delen rond een experiment of een technologie hun kennis en competentie met anderen. In Europa bestaan er veel mogelijkheden: het netwerk *Top Industrial Managers for Europe (TIME)*, het programma Erasmus van de Europese Commissie, prijzen (zoals de Odisseaprijs van de Belgische Senaat) en beurzen voor stages of specifieke initiatieven bij ESA.

Professor Udo Renner  
van de Technische  
Universiteit Berlin,  
naast de microsatelliet  
Lapan-Tubsat, die voor  
Indonesië werd  
ontwikkeld. © TUB



# satellieten

■ Samenwerken bij de ontwikkeling van een kleine satelliet voor toegepast ruimteonderzoek kan een globale dimensie aannemen in het kader van technologische transfer: landen 'in ontwikkeling' of 'opkomende' landen die voor hun behoeften in ruimtesystemen geïnteresseerd zijn (voor het beheer van natuurlijke rijkdommen, waarneming van het milieu, voorkomen van risico's...) willen een kern van ingenieurs, onderzoekers en specialisten tot stand brengen met de hulp van universiteiten en hogescholen in Europa. Hiervan zijn er twee mooie voorbeelden: de University of Surrey (in het Verenigd Koninkrijk) en de Technische Universität Berlin (Duitsland). Dankzij de eerste kunnen instituten in Zuid-Korea, Portugal, Thailand, Chili, China, Algerije, Turkije en Nigeria (samen met de nodige knowhow) hun eigen microsatteliet verwerven. Meestal gaat het om een kunstmaantje voor aardobservatie. De tweede heeft Marokko en Indonesië geholpen bij de ontwikkeling van een microsatteliet voor aardobservatie.

De belangrijkste les die uit de studentenprojecten moet worden getrokken is dat de ruimte:

- een enorme stimulans vol innoverende uitdagingen is voor "grijze materie"
- de inzet is voor vakoverschrijdende activiteiten met praktische toepassingen
- een instrument is dat grenzen overschrijdt.

Instellingen voor hoger onderwijs in Duitsland, Italië, de Scandinavische landen en onlangs in Nederland (in het zog van ESTEC, het Europees Centrum voor Ruimteonderzoek en Technologie van ESA in Noordwijk) hebben dit goed begrepen. Daar werden groepen van studenten opgericht om kleine, heel kleine en uiterst kleine satellietjes te realiseren, van de ontwikkeling tot de exploitatie. Dat is niet helemaal zonder risico: voor jongeren is het een werk van lange adem, dat past in een logica van continuïteit. Vooral hun goede wil kan hard op de proef worden gesteld. Het satellietje dat ze zo minutieus hebben voorbereid voor een ruimtemissie kan bij een mislukte lancering of door een elektronische panne tijdens een van de eerste banen rond de aarde totaal verloren gaan...

## Engelse pioniers

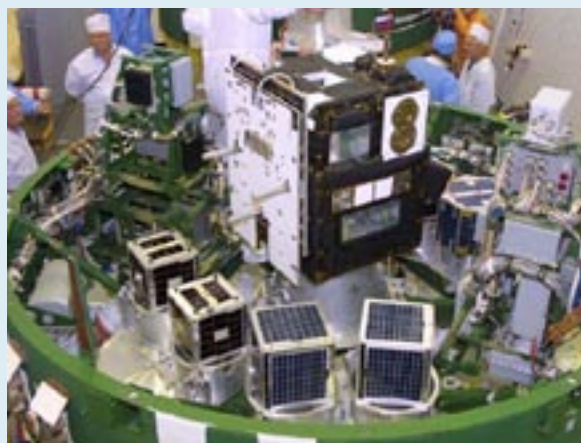
De trend om van micro- en nanosatellieten educatieve instrumenten te maken ontstond op het eind van de jaren '70 aan de



*De Universiteit van Aalborg in Denemarken geeft het voorbeeld met deze kubusvormige satelliet Aausat 2, die in de herfst in India wordt gelanceerd. © Aalborg University*



*De Russisch-Oekraïense lanceerraket Dnepr is afgeleid van de intercontinentale raket Satan en wordt vanuit een silo afgevuurd. Deze raket bracht al verschillende micro- en nanosatellieten in de ruimte. © ISC Kosmotras*



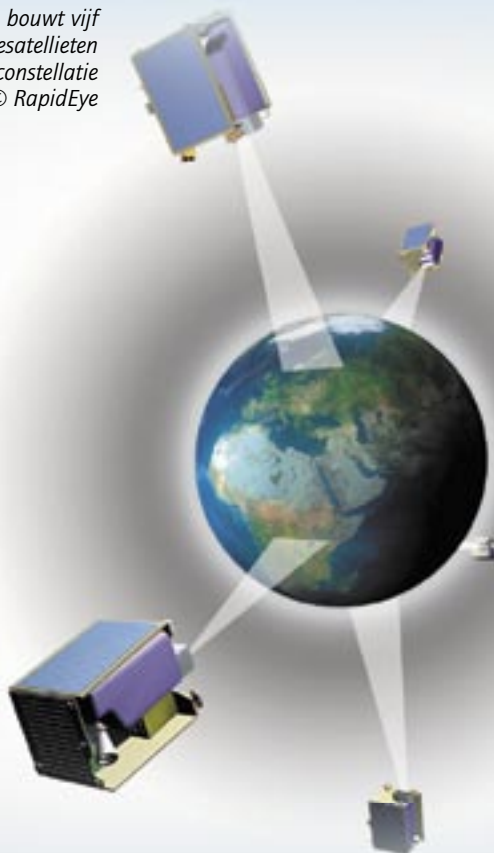
*Onder de neuskegel van een Dnepr-lanceerraket bevinden zich een hele reeks kleine en heel kleine satellietjes. © ISC Kosmotras*

University of Surrey in het Verenigd Koninkrijk. Sir Martin Sweeting was toen een jonge professor aan het departement van de elektronica-ingenieurs. Hij lanceerde 'de revolutie van de smallsats' door een groep van onderzoekers en studenten een kleine satelliet van 50 kilogram voor radioamateurs te laten ontwikkelen. Uosat 1 werd in twee en een half jaar ontwikkeld en werd in oktober 1981 gelanceerd. Hij was bijzonder omdat hij een programmeerbare microprocessor aan boord had. Een tweede Uosat werd in anderhalf jaar tijd gebouwd, in maart 1984 gelanceerd en zendt nog steeds signalen uit!

Nu is het kleine team van professor Sweeting op de universiteitscampus heel belangrijk geworden. Intussen gingen al 27 satellietjes succesvol de ruimte in en werd het *Surrey Space Centre (SSC)* opgericht om de kunstmanen te bouwen en te testen en stagiairs van over heel de wereld te ontvangen. In 1985 werd het bedrijf *Surrey Satellite Technology Ltd (SSTL)* opgericht om de universitaire knowhow ('goedkope' ruimtesystemen met krachtige toepassingen) te commercialiseren. Sinds de zomer van 2006 beschikt SSTL over een eigen infrastructuur, het *Tycho House*. Daar realiseren 220 mensen een jaarlijks zakencijfer van maar liefst 45 miljoen euro. De belangrijkste troeven van Surrey? Een synergie tussen academisch onderzoek en commerciële exploitatie en de formule van kant-en-klare geminiaturiseerde technologie voor innoverende missies in de ruimte.

SSTL wil de 'viciuze' cirkel van overdreven grote systemen met een groot risico en hoge kosten doorbreken door het gebruik van *COTS* (commerciële kant-en-klare bestanddelen) en *MEMS* (elektromechanische microsystemen). Kernbegrippen zijn: een korte ontwikkeling, lage prijzen en beheersbare risico's. Daardoor kon

SSTL bouwt vijf  
aardobservatiesatellieten  
voor de constellatie  
RapidEye. © RapidEye



SSTL het Galileo-systeem van ESA 'redden' door in minder dan 30 maanden tijd de kleine testsatelliet GIOVE A te leveren, die het bovendien heel goed doet.

Een ander succes van SSTL is een constellatie van kleine wendbare satellieten met multispectrale camera's voor de dagelijkse waarneming van de aarde. Deze *Disaster Monitoring Constellation (DMC)* bestaat uit vijf microsattelieten die gefinancierd en beheerd worden door Algerije, Nigeria, Turkije, het Verenigd Koninkrijk en China. In 2008 komt daar nog het Spaanse satellietje Deimos 1 bij. Ten vroegste eind dit jaar gaat een constellatie van vijf identieke microsattelieten voor het Duitse bedrijf RapidEye de ruimte in.

### Cubesat, een Amerikaanse referentie

Neem een kubus met zijden van 10 centimeter, een lichte en eenvoudige structuur en een massa van nauwelijks één kilogram met alle boordsystemen (standregeling, elektrische voeding, sensoren voor waarnemingen, zenders om te communiceren). Met dit Cubesat-concept kan een groep studenten snel vertrouwd geraken met ruimtevaarttechnologie. Het idee rijpte in Californië in 1999 en is het resultaat van de samenwerking tussen professoren van de California Polytechnic State University (Cal Poly) van San Luis Obispo en de Stanford University van Palo Alto. Op hun website ([www.cubesat.org](http://www.cubesat.org)) zijn het plan en de criteria van de standaardnanosatelliet terug te vinden, samen met een volledige kit om de satelliet te bouwen en een mechanisme voor een lancering met verschillende kunstmanen.

Zo'n 60 universiteiten en hogescholen in heel de wereld - waarvan een twintigtal in Europa - nemen aan het programma Cubesat deel. Ofwel willen ze met een heel kleine satelliet een project ontwikkelen, ofwel willen ze deel uitmaken van een wereldwijd netwerk voor de ontvangst van gegevens. Het educatieve belang van Cubesat is duidelijk en deze formule kent steeds meer een enthousiaste aanhang. Tussen het ontwerp van een missie en de lancering van een Cubesat verlopen minstens twee academiejaren.

De realisatie van een Cubesat zorgt voor heel wat uitdagingen omwille van het kleine volume en massa en de beperkte beschikbare elektrische energie. Om deze handicaps op te lossen is heel wat vindingrijkheid nodig rond technologische hoogstandjes voor de stabilisatie, het energieverbruik en de aanpassing van de nanosatelliet aan de geplande missie. Zo is het model *Triple Cubesat* ontstaan, dat lange instrumenten kan meenemen en meer ruimte ter beschikking heeft voor zonnecellen. De Technische Universiteit Delft (TU Delft) heeft met het project Delfi-C3 de beperkingen op het vlak van energie kunnen omzeilen door zijn nanosatelliet te voorzien van zonnepanelen die zich als bloembladen openen...

### Van de aarde naar de maan: een studentenrace in 2011?

De eerste Europese maansonde SMART 1 met elektrische voortstuwing was een groot succes en wekte interesse op bij Euro-

pese studenten. Waarom zou de maan geen reisdoel kunnen zijn voor kleine ruimtesondes? Momenteel wordt gedacht aan twee missies voor 2011-2012:

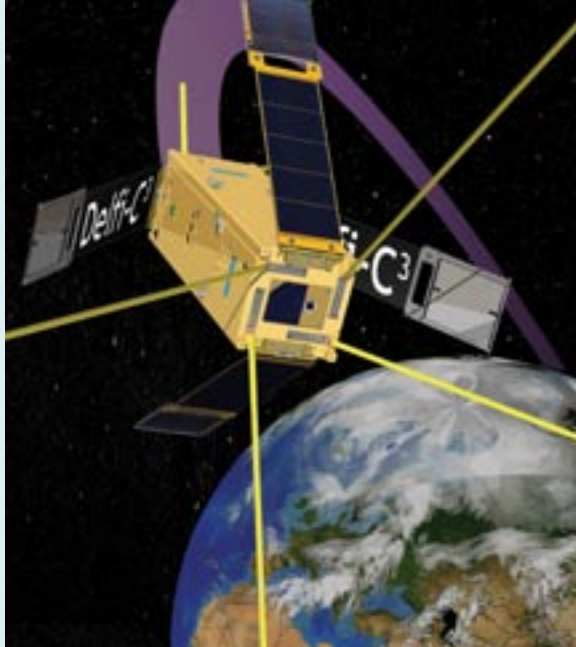
- In het Institut für Raumfahrtsysteme van de Universiteit van Stuttgart werken ongeveer 80 professoren en onderzoekers en 20 tot 30 doctoraatsstudenten. Ze willen de sonde BW 1 (Baden-Württemberg) naar de maan sturen en er vervolgens op te pletter laten storten. Professor Hans-Peter Roeser leidt het project en denkt aan vier missies in de komende 6 tot 8 jaar. *'Het gaat om een verticale benadering en we nemen wel enkele risico's. We willen ervoor zorgen dat onze studenten de uitdagingen van ruimtevaarttechnologie onder de knie krijgen. We willen tegen 2011-2012 met elektrische voortstuwing een sonde naar de maan sturen. We denken dat we deze maanmissie kunnen realiseren met een budget van 10 tot 12 miljoen euro.'*

- De educatieve afdeling van ESA werkt aan de *European Student Moon Orbiter (ESMO)*. Het project past binnen het *programma Student Space Exploration & Technology Initiative (SSETI)* en staat onder leiding van Roger Walker. De beslissing valt in de zomer van 2007. Teams van studenten uit Europa en Canada willen de Cubesat Lunette in een baan rond de maan brengen. Ze werken momenteel aan het satellietplatform en de nuttige lading. Alleen moet nog het nodige geld op tafel komen.

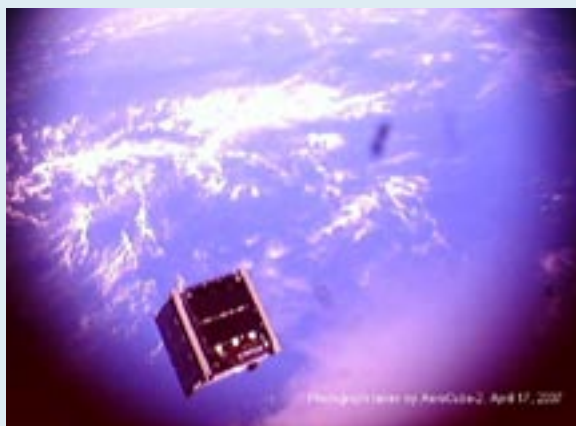
### LEODIUM... ad astra!

De vereniging *Liège Espace*, die verschillende departementen van de Université de Liège (ULg) en bedrijven in de omgeving van Luik verenigt, lanceerde einde 2004 het idee voor het project *Low Earth Orbit Demonstration of Innovation in University Mode*, kortweg LEODIUM, wat meteen ook de oude Latijnse naam voor Luik is. LEODIUM wil jongeren warm maken voor wetenschappelijke en technische studies en loopbanen. Het wil studenten doen deelnemen aan de voorbereiding van een satelliet aan het eind van hun studies en via stages in ondernemingen.

(vervolg op pagina 20)



De TU Delft zal zijn eerste nanosatelliet Delfi-C3 deze herfst lanceren met behulp van een Indiase raket.  
© TU Delft



Wanneer een Cubesat een andere soortgenoot fotografeert... Deze foto van Cal Poly n°4 werd, nadat hij in een baan om de aarde kwam, genomen door AeroCube 2 op 17 april 2007.  
© Cubesat



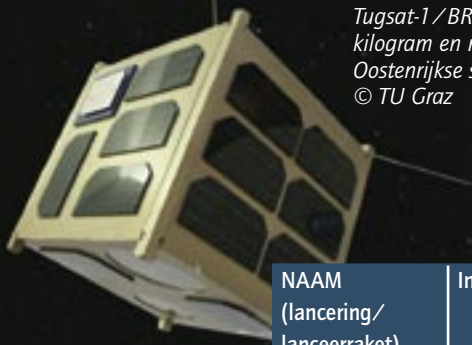
Professor Robbert J. Hamann toont de structuur van de Triple Cubesat die gebruikt zal worden voor de nanosatelliet Delfi-C3.  
© Th.P./SIC

## PROBA

België is op dit vlak actief met de ontwikkeling van de microsattelieten PROBA. PROBA-1, gelanceerd in 2001, is een satelliet voor aardobservatie en verschaft nog steeds dagelijks nuttige beelden van onze planeet vanuit de ruimte. Hij werd gebruikt door o.a. scholieren in het kader van het EduProba-project. Momenteel wordt gewerkt aan PROBA-2 die zal gelanceerd worden in 2008 en die naast de demonstratie van een heel aantal nieuwe technologieën ook de zon zal bestuderen. Meer informatie is te vinden via:

[www.belspo/res/rech/spatres/indus\\_nl.stm](http://www.belspo/res/rech/spatres/indus_nl.stm)  
[www.esa.int/esaMI/Proba\\_web\\_site/](http://www.esa.int/esaMI/Proba_web_site/)  
[www.eurospacecenter.be/probanl.htm](http://www.eurospacecenter.be/probanl.htm)

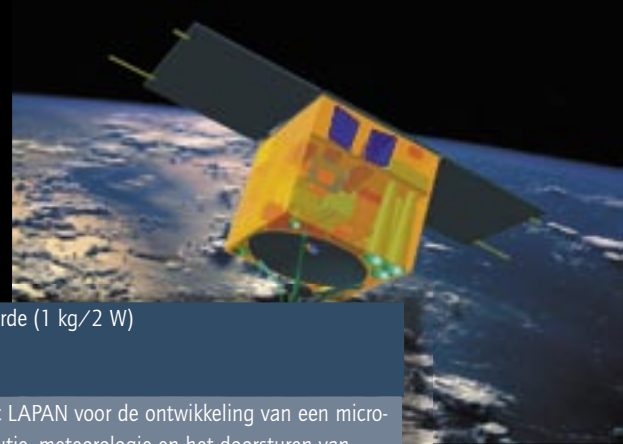
Tugsat-1 / BRITE weegt slechts één kilogram en moet de eerste Oostenrijkse satelliet worden.  
© TU Graz



## Tabel van studentensatellieten in Europa

NAAM (lancering/ lanceerraket)	Instelling (Land)	Doel van het project (massa/maximaal vermogen)
AAAU-II CUBESAT (2007/Indiase PSLV)	Aalborg Universitet (Denemarken)	Tweede Deense nanosatelliet van het type Cubesat voor een astrofysische missie (1 kg/3 W?)
ALMASAT 1 (2008/Russische Dnepr?)	Università di Bologna + Almaspace (Italië)	Alma Mater Satellite: microsatelliet voor onderzoek van de ruimte (12 kg/35 W)
AMSAT P3 EXPRESS (2008/Ariane 5)	Amsat-Deutschland + Universität der Bundeswehr München (Duitsland)	Satelliet voor radioamateurs, afgeleid van Amsat P3D, die al rond de aarde draait. Bedoeld om technologie te testen voor de ambitieuze Marssonde Amsat P5A (150 kg/350 W?)
AMSAT P5A MARS ORBITER (2011/?)	Amsat-Deutschland + Universität der Bundeswehr München (Duitsland)	Marssonde van radioamateurs, bedoeld om gespecialiseerde nanosatellieten uit te zetten of een capsule in de atmosfeer van Mars te laten afdalen. Project voor de ontplooiing van de ballonsonde ARCHIMEDES (Aerial Robot Carrying High-resolution Imaging and Direct Environmental Sensing instruments) (660 kg met voortstuwingssysteem?/350 W?)
ATMOCUBE (2010/Russische Dnepr?)	Università di Trieste (Italië)	Wetenschappelijke nanosatelliet met dosimeters en magnetometers om gegevens over het 'ruimteweer' te verzamelen (1 kg/2.3 W)
BEEBAT (2009/Russische Dnepr?)	TUB/Technische Universität Berlin (Duitsland)	Op 3 assen gestabiliseerde technologische nanosatelliet met microgeminatueriseerde inertiewielen en uitgerust met een picocamera (1 kg/1,5 W)
BEOSAT (2008/Russische Dnepr?)	TU Braunschweig/ERIC (Duitsland)	Onderzoek van het milieu, waarneming van micrometeorieten en ruimterommel. Geen recent nieuws beschikbaar over de ontwikkeling (45 kg/100 W)
BW 1 (2012/?)	Universität Stuttgart/IRS (Duitsland)	Minimaansonde van Baden-Württemberg, uitgerust met elektrische propulsie (arcjet en plasma) en met een camera die de maan 'rechtstreeks' kan overvliegen (200 kg/tot 1 kW)
COMPASS 1 CUBESAT (2007/Indiase PSLV)	FH/Fachhochschule Aachen (Duitsland)	Nanosatelliet van het type Cubesat, uitgerust met een Omnivision-sensor voor het maken van opnamen (1-2 kg/2 kW?)
DELFI C3 (2007/Indiase PSLV)	TU/Technische Universiteit Delft (Nederland)	Technologische Triple Cubesat, bedoeld om zonnecellen en -sensoren en een communicatiesysteem te testen. Origineel kunstwerk KISS (afdruk van een menselijke kus) aan boord (3 kg/10 W ?)
DESIRE/CERMIT (2011/Indiase PSLV ?)	Universität Stuttgart/IRS (Duitsland)	Demonstrator Satellite for Reentry Experiments/Controlled Earth Reentry Mini-vehicle to Improve Technology of ruimtesysteem met elektrische voortstuwing om een ruimtetuig te testen dat in de atmosfeer terugkeert (150 kg/500 W)
DOBSON SPACE TELESCOPE (2010/?)	TUB/Technische Universität Berlin (Duitsland)	Ontwikkeling van een waarnemingssysteem met hoge resolutie met de TUBsat-structuur. Onderzoeksproject voor een microsat-structuur. (100 kg/250 W ?)
DTUSAT 2 (2008/Russische Dnepr?)	DTU/Danmarks Tekniske Universitet (Denemarken)	Nanosatelliet van het type Cubesat om nieuwe geminatueriseerde bestanddelen en detectoren te testen, project voor het volgen van trekvogels (1 kg/2 W)
ESEO (2009/Ariane 5 of Sojoez of Vega?)	Education Department ESTEC (Nederland) + universiteiten en polytechnische scholen in Europa	ESA-programme Student Space Exploration & Technology Initiative (SSETI): European Student Earth Orbiter in een transferbaan voor waarnemingen van de aarde. Deelname van de Universit� de Liège bij de ontplooiing van de zonnepanelen (120 kg/200 W?)
ESMO (2012/Ariane 5 of Sojoez of Vega?)	Education Department ESTEC (Nederland) + universiteiten en polytechnische scholen in Europa	ESA-programme Student Space Exploration & Technology Initiative (SSETI): European Student Moon Orbiter of micromaansonde met elektrische of chemische voortstuwing? Deelname van de Universit� de Liège voor de camera die beelden met details van 10 meter moet maken (180 kg/400 W ?)
FLYING LAPTOP/ RENT A SAT 1 (2008/Indiase PSLV)	Universität Stuttgart/IRS (Duitsland)	Technologische microsatelliet die zoals een pc in een baan om de aarde werkt, voor waarnemingen met details van 25 meter, uitzendingen in Ka-band en tests voor de sonde BW 1 (100 kg/200 W)
HEIDELSAT (2009/?)	FH/Fachhochschule Heidelberg (Duitsland)	Wetenschappelijke Triple Cubesat om neerslag van kosmische straling op de aarde te meten (3 kg/6 kW)

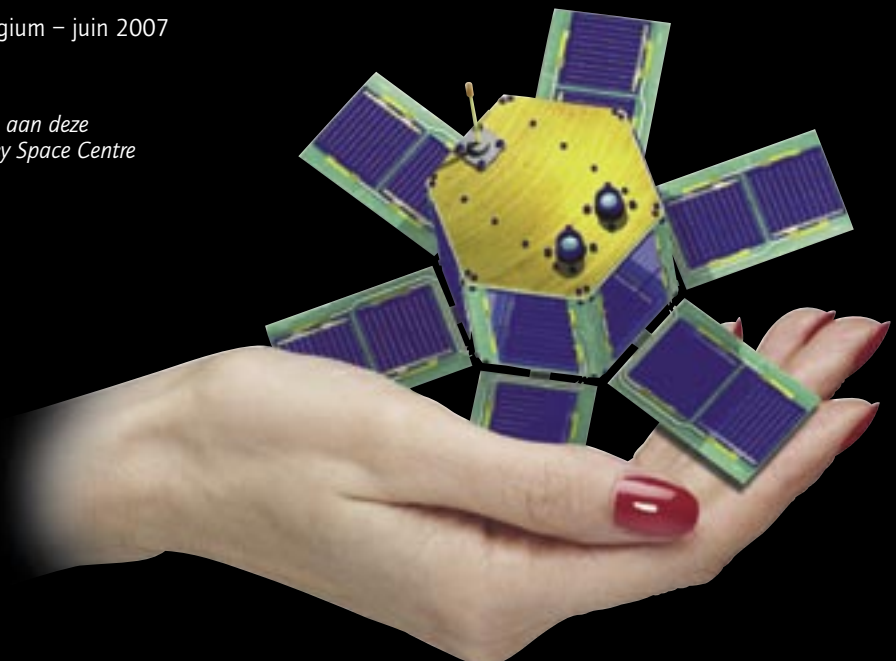
*De Flying Laptop is de eerste door studenten ontworpen satelliet van de Universiteit van Stuttgart. De 'vliegende pc' moet in 2008 met een Indiase raket worden gelanceerd. © IRS*



ITU-PSAT 1 (2008/Russische Dnepr)	Istanbul Teknik Üniversitesi (Turkije)	Nanosatelliet voor waarnemingen van de aarde (1 kg/2 W)
LAPAN-TUBSAT (2007)	Technische Universität Berlin TUB/ILR (Duitsland)	Samenwerking met het Indonesisch instituut LAPAN voor de ontwikkeling van een microsatelliet voor aardobservatie met hoge resolutie, meteorologie en het doorsturen van boodschappen. Lancering met een Indiase PSLV-raket (50 kg/14 W)
MicroPPTSat (2009-2010?)	Austrian Research Centers (Oostenrijk)	Tests met elektrische micromotoren (plasmajets) (1 kg/2 W)
NCUBE 3 (2008?)	Norsk Romsenter + Andøya Rocket Range (Noorwegen)	Technologische nanosatelliet, gerealiseerd door studenten voor de Noorse defensie, bedoeld voor de waarneming van de scheepvaart. Ncube 2 werd gelanceerd vanaf SSETI Express in oktober 2005 maar laat niets van zich horen, Ncube 1 ging verloren bij een mislukte lancering van de Dnepr-raket in juli 2006. Project Narom voor 2011 (1 kg/2 W)
OPTOS (2008/?)	INTA/Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (Spanje)	Technologische Triple Cubesat voor metingen "in situ" en waarnemingen (3 kg/6 W?)
PALAMEDE (2008/?)	Po liceo di Milano (Italië)	Technologische demonstratiesatelliet voor opnamen met middelhoge resolutie. Geen recent nieuws over de ontwikkeling (30 kg/40 W)
PALMSAT (2008/Russische Dnepr?)	University of Surrey (Verenigd Koninkrijk)	Picosatelliet voor de inspectie van objecten in de ruimte (minder dan 1 kg/2 W).
PERSEUS (2010/Indiase PSLV)	Universität Stuttgart/IRS (Duitsland)	Technologische minisatelliet voor het testen van elektrische voortstuwing (arcjet en plasma) van de sonde BW 1 (100 kg/500 W?)
SWISSCUBE (2009/?)	Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (Zwitserland)	Nanosatelliet van het type Cubesat, uitgerust met microsensoren om de gloed van de atmosfeer tijdens de nacht te bestuderen (1 kg/2 kW)
TUGSAT 1/BRITE-AUSTRIA (2008/Russische Dnepr?)	Technische Universität Graz + Universität Wien + Technische Universität Wien (Oostenrijk) + University of Toronto (Canada)	Verbeterde nanosatelliet van het type Cubesat, gestabiliseerd op 3 assen en de eerste Oostenrijkse satelliet. Maakt deel uit van de internationale constellatie Bright Target Explorer (BRITE) van vier identieke nanosatellieten voor astronomische waarnemingen van sterren (5 kg/6 W)
UNISAT 4B (2008/Russische Dnepr?)	Università di Roma 'La Sapienza' (Italië)	Test van een microsatelliet, afgeleid van Unisat 3 (in een baan om de aarde sinds juni 2004) en uitgerust om tekenen van nakende aardbevingen te bestuderen, met als doel een constellatie van satellieten tot stand te brengen (12 kg /15 W?)
UWE 2 (2009/?)	Universität Würzburg (Duitsland)	Experimentele nanosatelliet van het type Cubesat van de Universität Würzburg, bedoeld voor het testen van communicatie. Opvolger van UWE 1 die in oktober 2005 door SSETI Express werd uitgezet en met succes functioneerde (1 kg/2 W)
YES 2/SPACEMAIL (2006)	Delta-Utec Leiden (Nederland)	Young Engineers Satellite: demonstratie met behulp van een Russische Foton M3-capsule van een kleine opblaasbare microsatelliet die met behulp van een kabel (tether) naar de aarde terugkeert (20 kg voor de satelliet, 6 kg voor de kabel?)

© Theo Pirard/Space Information Center Belgium – juni 2007

*Aan de Universiteit van Surrey werken studenten aan deze picosatelliet die minder dan 1 kg weegt. © Surrey Space Centre*



(vervolg van pagina 17)

Om er studenten van het SSETI-programma bij te betrekken contacteerde doctoraatsstudent Jean-François Vandenrijt de ESA. De mechanismen voor de ontplooiing van de zonnepanelen voor de microsatteliet *European Student Earth Orbiter* (ESEO) wekte de interesse op van studenten in 2005-2006 (M. Bolland, G. Collignon, S. Cornez, X. Vandenplas) en 2006-2007 (L. Brixhe in het kader van een samenwerking met de hogeschool ISIL, A. Moxhet, J. Salazar, G. Schmetz). Deze activiteit werd gecoördineerd en gesuperviseerd door onderzoekers en docenten van het *Département d'Aérospatiale et Mécanique*. Luikse studenten (G. Gilles, P. Franssen, R. Woine) hebben voor de maansonde ESMO een microcamera voorgesteld om opnamen met een hoge resolutie te maken.

Bij het begin van het volgend academiejaar gaat de ULg twee masteropleidingen met een 'kosmisch' tintje aanbieden: ruimtewetenschappen (aan de Faculteit Wetenschappen) en ingenieur in lucht- en ruimtevaartwetenschappen (Faculteit Toegepaste Wetenschappen). Bij deze opleidingen zal er meer plaats zijn voor praktische activiteiten die binnen het bereik van de studenten liggen. Men denkt aan de realisatie van een Cubesat-nanosatelliet of een microsatteliet in samenwerking met de industrie, andere universiteiten of hogescholen. De ULg is hiermee niet aan zijn proefstuk toe. In de jaren '60 was de universiteit met zijn Astrofysisch Instituut en het LTAS (*Laboratoire de techniques aéronautiques et spatiales*, het huidige *Département d'Aérospatiale et Mécanique*) al een kern van moedige pioniers, die in Europa de uitdaging aangingen om instrumenten voor ruimtemissies te ontwikkelen.

**Théo Pirard**

*Het ESEO-team van de Universiteit de Liège: van links naar rechts P. Beckers, G. Kerschen, P. Vueghs, J. Salazar, G. Schmetz, L. Brixhe, A. Moxhet. © Th.P./SIC*



*In het kader van zijn educatief programma steunt ESA het project YES 2 om een capsule in de ruimte uit te zetten met behulp van een kabel. Studenten uit verschillende Europese instellingen hebben dit origineel experiment nauwgezet voorbereid onder leiding van Delta-Utec in Leiden.*



[www.sstl.co.uk](http://www.sstl.co.uk)

*Voorstelling van de projecten van Surrey Satellite Technology Ltd (SSTL) in Guildford (Verenigd Koninkrijk).*

[www.ee.surrey.ac.uk/SSC/CSER/UOSAT/oldindex.html](http://www.ee.surrey.ac.uk/SSC/CSER/UOSAT/oldindex.html)

*Geschiedenis van de ruimtevaartactiviteiten aan de University of Surrey in Guildford (Verenigd Koninkrijk).*

[www.irs.uni-stuttgart.de](http://www.irs.uni-stuttgart.de)

*Alle informatie over het Institut für Raumfahrtssysteme (IRS) van de Universität Stuttgart.*

[www.ilr.tu-berlin.de/RFA](http://www.ilr.tu-berlin.de/RFA)

*Info over microsattelieten bij het Institut für Luft- und Raumfahrt der Technischen Universität Berlin.*

[mtech.dk/thomsen/space/cubesat.php](http://mtech.dk/thomsen/space/cubesat.php)

*Een regelmatig bijgewerkt overzicht van de Cubesat-projecten.*

[cubesat.calpoly.edu](http://cubesat.calpoly.edu)

*De referentiesite voor het concept Cubesat, waarvan de plannen kunnen worden gedownload.*

[www.studentspace.aau.dk](http://www.studentspace.aau.dk)

*Het programma voor nanosatellieten aan de Aalborg Universitet (Denemarken).*

[www.sseti.net](http://www.sseti.net)

*Beschrijving van de huidige educatieve programma's (ESEO en ESMO) in het kader van het programma SSETI van ESA.*

[www.delta-utec.com](http://www.delta-utec.com)

*Informatie over het ESA-programma YES.*

[www.go-mars.de](http://www.go-mars.de)

*Vorbereidingen voor een 'amateurmissie' (Amsat Deutschland) naar de planeet Mars.*