

Science.

10 connection



Space Connection 53

GALILEO en GMES

De vlinderverzameling van het KMMA:
**een kleurrijk wetenschappelijk
instrument**





inhoud

Editoriaal

Entomologie

p.2 *De vlinderverzameling van het KMMA: een kleurrijk wetenschappelijk instrument*

Energie

p.7 *De windmolen slaat zijn wieken uit*

Tentoonstelling

p.13 *Van Rysselberghe in het Paleis voor Schone Kunsten*

Muziek

p.16 *De Astoriaconcerten vieren hun dertigjarig bestaan*

Elders

p.17 *Musea van heinde en ver*

Aeronomie

p.18 *Sterren jagen om nieuwe sterren te creëren*

Metrologie

p.22 *Mag het een ietsje meer zijn?*

Recht

p.26 *De delicate geschiedenis van de bestuursgeschillen in België*

3%-doelstelling

p.29 *Mobiliteit van onderzoekers: alle hindernissen van de baan*

Archeologie

p.32 *Rotskunst in Syrië*

Web

p.36

News & agenda

p.38



De vlinderverzameling van het KMMA

2



Mag het een ietsje meer zijn?

22



De delicate geschiedenis van de bestuursgeschillen in België

26



Rotskunst in Syrië

32

Space Connection



GALILEO en GMES

De Interuniversitaire attractiepolen: parel van het Federaal Wetenschapsbeleid

De zesde fase van het programma Interuniversitaire attractiepolen (IUPA) zal, na goedkeuring door de federale regering, worden voorgelegd aan de Interministeriële conferentie voor wetenschapsbeleid waarin alle ministers zitting hebben die in België voor onderzoek bevoegd zijn.

Dit programma, waarvan de eerste fase in 1987 werd opgezet door Guy Verhofstadt, toenmalig vicepremier en minister van Begroting, Wetenschapsbeleid en het Plan, beoogt samenwerkingsverbanden tot stand te brengen tussen de universiteiten van het noorden en het zuiden van het land (en, sinds de laatste legislatuur, tussen onze universiteiten en die van andere Europese landen) op alle gebieden van het fundamenteel onderzoek: nanomaterialen, fotonica, robotica, supramoleculaire chemie, neurowetenschappen, eiwitengineering, maar ook onderzoek naar kanker of diabetes, archeologie, geschiedenis van de middeleeuwen, macro-economie, rechten van het kind, ...

Het programma is sinds 1987 in omvang toegenomen. Het levert vandaag meer dan 2000 publicaties per jaar op en financiert 261 onderzoeksploegen die gespreid zijn over 36 netwerken. Voor de zesde fase (2007-2011) zou een budget van 146 miljoen euro worden uitgetrokken, dat wil zeggen driemaal meer dan de eerste fase waarmee veertien netwerken werden gefinancierd. Dit bedrag zal worden verdeeld

onder ploegen die volgens heel strikte regels door buitenlandse experts zullen worden geselecteerd.

Het succes van de Interuniversitaire attractiepolen bewijst dat een federaal wetenschapsbeleid belangrijk blijft. Door het aanmoedigen van synergieën tussen ploegen uit heel België en soms uit heel Europa die onderzoek doen over gemeenschappelijke onderwerpen, komen schaalvoordelen en drempel-effecten tot stand die nodig zijn om ons wetenschapspotentieel maximaal te benutten. Zij bevorderen op die manier de inschakeling van Belgische ploegen in internationale, en met name Europese, netwerken. De IUAP's zijn aldus een opvallend voorbeeld van deze Belgische Onderzoeksruimte die wij trachten te ontwikkelen.

U weet nu al dat via zijn wetenschappelijke instellingen of dankzij de talrijke onderzoeksprogramma's die op touw worden gezet, het Federaal Wetenschapsbeleid nog heel wat andere activiteiten in de steigers heeft staan. In dit tiende nummer van ons tijdschrift worden sommige van deze activiteiten opnieuw onder de aandacht gebracht. Ik wens u veel leesplezier toe.



Dr. Philippe Mettens

Voorzitter van het Federaal Wetenschapsbeleid



Dr. Philippe Mettens

Het Koninklijk Museum
voor Midden-Afrika onthult
'verborgen' collecties

De vlinderverzameling van het KMMA

een kleurrijk
wetenschappelijk
instrument

De vlindercollectie van het KMMA is ondergebracht in meer dan 4000 dozen in limba of een andere tropische houtsoort, die op hun beurt bewaard worden in 197 kasten in massief eikenhout.

Foto: San-Ho Correwyn © KMMA

Het Koninklijk Museum voor Midden-Afrika geniet, in het bijzonder door zijn buitengewone verzamelingen, internationaal aanzien in wetenschappelijke middens. Deze vermaardheid dankt het Museum niet enkel aan de diversiteit van unieke referentieverzamelingen op het vlak van mens- en natuurwetenschappen maar ook aan het indrukwekkende aantal objecten en specimen die ze bevatten. Toch vertegenwoordigen de in de zalen tentoongestelde stukken slechts 5 % van de totale museumverzameling. Vandaag wil het Museum de 'verborgen' collecties die enkel toegankelijk zijn voor wetenschappers, onthullen aan het grote publiek. Onder de titel 'Collecties van het KMMA' stelt het Museum een reeks tentoonstellingen en publicaties voor die informatie geven over de conservatie en het wetenschappelijk onderzoek van een specifiek deel van de verzameling.

De eerste tentoonstelling in deze reeks brengt een ode aan de schitterende vormen en kleuren van de verzameling vlinders en kleine motten uit sub-Saharaans Afrika.

De entomologische verzamelingen in de noordelijke vleugel van het Koloniënpaleis bevatten ongeveer 6 miljoen exemplaren. Binnen deze verzamelingen telt de collectie vlinders 500 000 exemplaren, waarvan 1800 holotypes en 10 000 genitaalpreparaten. De vlindercollectie is ondergebracht in meer dan 4000 dozen in limba of een andere tropische houtsoort, die op hun beurt bewaard worden in 197 kasten in massief eikenhout. Alle exemplaren zijn afkomstig uit sub-Saharaans Afrika en de omringende eilanden (voornamelijk Madagascarië en de Comoren).

Gewoonlijk deelt men de vlinders in twee grote groepen in: de dagvlinders (Rhopalocera), gekenmerkt door voelspriet met een knotsvormig uiteinde (rhopalo- = knots; -cera = hoorn), en op hun beurt onderverdeeld in 5 families, en de nachtvinders (Heterocera), gekenmerkt door voelspriet met verschillende vormen (hetero- = verschillend), soms draad- of veervormig, en onderverdeeld in 102 families. Sommige nachtvinders zijn veeleer overdag actief. Het overgrote deel van de nachtvinders bestaat uit erg kleine motjes en de meeste soorten behoren tot de primitiefste onder de vlinders. De entomologen klasseerden ze in een afzonderlijke groep – 'Microlepidoptera' genoemd – omwille van hun kleine gestalte, hoewel er fylogenetisch gezien ook vele soorten toe behoren met grote tot zeer grote afmetingen. De bekendste Microlepidoptera zijn de kledingmotten.

Momenteel zijn er wereldwijd meer dan 150 000 vlindersoorten bekend, waarvan er 41 500 in sub-Saharaans Afrika voorkomen. Ongeveer 4000 soorten daarvan zijn dagvlinders, de overige zijn nachtvinders en talrijke soorten wachten nog op ontdekking. Jaarlijks worden er

ongeveer 10 nieuwe soorten dagvlinders beschreven en een nog veel groter aantal soorten nachtvinders. Het onderzoek van het Afrikaanse continent staat op dit vlak nog niet heel ver. Zo is het aantal kleine nachtvinders van tropisch Afrika niet eens bij benadering bekend.

Jammer genoeg zullen vooral in Centraal-Afrika, door de snelle ontbossing en vernietiging van andere biotopen, vele kleine mottensoorten uitsterven nog voor ze ontdekt en benoemd zijn.

De vlinders van het KMMA: een lange traditie

In tegenstelling tot de meeste natuurhistorische instellingen in België, is het KMMA van bij de aanvang actief geweest op het vlak van de studie van vlinders. Vanaf het begin van de koloniale geschiedenis raakten vele Belgische kolonialisten in Congo gefascineerd door de Afrikaanse vlinders. De door hen verzamelde exemplaren vormen de basis van de huidige collectie. Ook vandaag schenken ervaren amateurs zeldzame exemplaren aan de museumcollectie.

Aan dagvlinders en grote motten die tot de best bekende en ongetwijfeld ook tot de meest geliefde insecten bij natuurliefhebbers en reizigers behoren, wordt veel meer aandacht besteed dan aan kleine motten. In het begin van de 20ste eeuw echter hebben enkele belangrijke studies van deze 'Microlepidoptera', waaraan het KMMA heeft meegewerkt, sommige Belgische entomologen aangespoord om in Centraal-Afrika deze insecten te verzamelen en zich meer op deze uitzonderlijke grote en gevarieerde groep toe te leggen.

Jammer genoeg zullen vooral in Centraal-Afrika, door de snelle ontbossing en vernietiging van andere biotopen, vele kleine mottensoorten uitsterven nog voor ze ontdekt en benoemd zijn.

Rhopalocera: Nymphalidae – Charaxes cynthia Butler. Spanwijdte 66 mm. Exemplaar verzameld door koningin Elisabeth. Foto: Jean-Marc Vandyck © KMMA



Rhopalocera: Pieridae
– *Belenois creona severina*
f. *subalba* (Hulstaert).
Spanwijdte 48 mm.
Oudste exemplaar van de
collectie, verzameld
in 1879.
Foto: Jean-Marc Vandyck
© KMMA



Vlinders van het
beschermd Bossematié-
woud, Ivoorkust:

Rhopalocera: Lycaenidae
– *Pentila hewitsoni* (Grose-
Smith & Kirby).
Spanwijdte 32 mm.
Foto: Jean-Marc Vandyck
© KMMA



Rhopalocera: Lycaenidae
– *Hypolycaena antifaunus*
(Westwood).
Spanwijdte 28 mm.
Foto: Jean-Marc Vandyck
© KMMA



Determinatie en 'gebruik' van de verzameling

De familie waartoe een bepaald exemplaar behoort, wordt bepaald met dichotomische tabellen. De snelste manier om het genus van een dagvlinder vast te stellen, is te bladeren door een geïllustreerd naslagwerk. Om de soort te bepalen echter, is het dikwijls nodig om het exemplaar te vergelijken met referentiemateriaal. Zo kunnen morfologische details en eventueel de genitaalorganen worden bestudeerd.

In tegenstelling tot de dagvlinders, waarover voldoende literatuur beschikbaar is, behoren de Afrikaanse nachtvlinders tot de moeilijkst op naam te brengen insecten ter wereld. De enige manier om een Afrikaanse nachtvlinder te determineren is door gebruik te maken van een referentiecollectie. Slechts drie verzamelingen laten toe de talrijke Afrotropische nachtvlinders op naam te brengen: het *Natural History Museum* (Londen), het *Museum für Naturkunde der Humboldt-Universität zu Berlin* (Berlijn) en het KMMA.

De kleine vlinders vragen om nog een aparte aanpak. Naast hun kleine afmetingen, vertonen hun morfologische structuren een enorme variatie aan vormen. Om deze groep te herkennen en te determineren moet men de verschillende organen en hun terminologie kennen. Bepaalde van deze kenmerken kunnen slechts met moderne optische apparatuur en met elektronenmicroscopen bestudeerd worden of na chemische behandelingen van de inwendige morfologische structuren toegepast onder strikte laboratoriumcondities. De hedendaagse studies naar identiteit en fylogenie binnenin een groep en tussen de groepen omvatten ook DNA-onderzoek.

Nieuwe soorten, holotypes en actualisering

Holotypes zijn exemplaren die dienden bij de beschrijving van een soort, ze vormen in feite de 'definitie' van een soort. Wanneer een entomoloog een nieuwe soort denkt ontdekt te hebben, vergelijkt hij zijn exemplaren met alle holotypes van de verwante soorten en

De tentoonstelling 'Vlinders' van het KMMA: schoonheid en wetenschap gecombineerd

Prachtige vitrines waarin vlinders lijken rond te fladderen, tientallen dozen boordevol exemplaren: de tentoonstelling biedt de bezoeker een blik op de omvang van de vlinderverzameling van het Museum en is tegelijk een initiatie in de studie van deze insecten: een identificatie-oefening, films over de preparatie van de verzamelde exemplaren, over de diversiteit van de schubben gezien door een elektronenmicroscop en zomeer. De panelen op een tweede niveau zijn bestemd voor de jongeren.

Een prachtige tentoonstelling die zowel kenners als enthousiaste insecten- of natuurliefhebbers, museumbezoekers en families kan boeien.



De nachtvlinders van de streek van de Taita Hills, Kenia:

Heterocera: Chrysopolomidae – *Chrysopoloma varia* Distant.
Spanwijdte 42 mm.
Foto: Jean-Marc Vandyck © KMMA



Heterocera: Arctiidae – *Agaltara nebulosa* Toulgoët.
Spanwijdte 54 mm.
Foto: Jean-Marc Vandyck © KMMA

duidt één exemplaar aan als holotype voor zijn nieuwe soort.

Deze holotypes zijn dus de belangrijkste exemplaren van een collectie, maar tevens de meest gemanipuleerde en gefotografeerde. Het KMMA beschikt momenteel over ongeveer 1800 holotypes. Om beschadigingen ten gevolge van de talrijke manipulaties te voorkomen, is het Museum in 2002 gestart met het digitaliseren van deze exemplaren.

Een gegevensbank van digitale foto's van de verzameling holotypes is gepubliceerd op het internet (www.metafro.be, zie *Science Connection* 10).

Behalve het toevoegen van nieuwe soorten wordt soms ook de naam van een soort gesynonymiseerd, of wordt de soort in een ander genus en meer uitzonderlijk in een andere familie ondergebracht. Al deze wijzigingen moeten in de collectie aangebracht worden, familie per familie.

Wetenschappelijk onderzoek: streven naar duurzame ontwikkeling

Het samenstellen en conserveren van een zo volledig mogelijke en permanent geactualiseerde verzameling is uitermate belangrijk voor het wetenschappelijk onderzoek en voor de bescherming van het natuurlijk milieu. Zo vormen de ongeveer 80 000 kleine moten van de huidige KMMA-verzameling een uitstekende basis voor taxonomisch en faunistisch onderzoek en voor studies op het vlak van evolutie, klimaatverandering, controle van schadelijke insecten, bosbeheer enz. en dit voor onderzoekers in de hele wereld. Om het onderzoek te vereenvoudigen, ontwikkelt het Museum momenteel een uitermate volledige relationele database, waarin elk exemplaar vergezeld is van een barcode die toelaat door middel van een handscanner uitgebreide informatie te consulteren. Dit is de modernste manier om aan collectiebeheer te doen. Vooral in het kader van duurzame ontwikkeling en bescherming van de biodiversiteit is dit werktuig bijzonder bruikbaar gebleken omdat kleine vlinders in bijna alle ecosystemen talrijk voorkomen.

Dit geldt ook voor agro-ecosystemen die ontstaan door menselijke activiteit, en waar talrijke soorten belagers zijn van landbouwgewassen of sierplanten.

De grootste bedreiging voor de vlinderpopulaties is de vernietiging van hun biotopen. Het verantwoord en selectief verzamelen van exemplaren in hun natuurlijk milieu door amateurs en professionele entomologen is er steeds meer op gericht een werktuig samen te stellen voor het uitwerken van actieplannen voor duurzame ontwikkeling en bescherming van de biodiversiteit.

Nachtvlinders, getuigen van de biodiversiteit

De streek van de Taita Hills (Zuid-Kenia) kent, vanwege een uitzonderlijk mild en gezond klimaat, een zeer snelle bevolkingstoename wat op haar beurt de ontbossing doet toenemen. Vandaag blijven er nog slechts kleine stroken oerwoud over op de toppen van de hoogste heuvels. Vier instellingen (Kenyatta Universiteit Nairobi, Universiteit Antwerpen, *National Museums of Kenya* en KMMA) werken samen aan een multidisciplinair project dat de biologische waarde van deze bosrestanten bestudeert. Een eerste analyse van de nachtvlinders, gevangen met lichtvallen, leverde een indrukwekkend resultaat op. Het gebied blijkt een zeer grote biodiversiteit te hebben bewaard. Enkel en alleen al in de familie *Noctuidae* werden er 82 soorten geïdentificeerd, waarvan er 14 nieuw zijn voor de wetenschap en uitsluitend in de Taita Hills voorkomen. De restanten van het Taita Hill-woud herbergen dus een zeer rijke fauna en dienen beschermd te worden.

Naar een duurzaam beheer van het woud

In West-Afrika in het algemeen, en in Ivoorkust in het bijzonder, alarmeerde de verdwijning van tropische wouden ten voordele van de landbouw zowel de lokale autoriteiten als de internationale organisaties. In een pilootstudie werd de samenstelling van de flora en fauna van het beschermde Bossematié-woud intensief onderzocht. In deze studie kwamen niet alleen de vertebraten en de planten aan bod maar ook de dagvlinders. De studie van de stalen toonde aan dat som-

De grootste bedreiging voor de vlinderpopulaties is de vernietiging van hun biotopen. Het verantwoord en selectief verzamelen van exemplaren in hun natuurlijk milieu door amateurs en professionele entomologen is er steeds meer op gericht een werktuig samen te stellen voor het uitwerken van actieplannen voor duurzame ontwikkeling en bescherming van de biodiversiteit.

Papilionidae et Charaxinae
van de Albertina Riftvallei:

Rhopalocera: *Papilionidae*
– *Graphium tynderaeus*
(Fabricius).
Spanwijdte 72 mm.
Foto: Jean-Marc Vandyck ©
KMMA



Rhopalocera: *Papilionidae*
– *Papilio rex mimeticus*
Rothschild.
Spanwijdte 107 mm.
Foto: Jean-Marc Vandyck ©
KMMA



Rhopalocera: *Nymphalidae*
– *Charaxes pollux* (Cramer).
Spanwijdte 69 mm.
Foto: Jean-Marc Vandyck ©
KMMA



11. Rhopalocera:
Nymphalidae – *Charaxes*
hadrianus Ward.
Spanwijdte 84 mm.
Foto: Jean-Marc Vandyck ©
KMMA



mige delen van het woud van zeer hoge kwaliteit waren, terwijl andere geleden hadden onder een te intensieve ontbossing. Deze informatie werd gebruikt om een zeer strikt kapplan op te stellen met het oog op een exploitatie die de biologische rijkdom eerbiedigt.

De gegevens repatriëren

Vanwege hun koloniale verleden, beschikken de meeste Europese instellingen over een schat aan biodiversiteit-informatie met betrekking tot andere continenten. Het door de Europese Unie gesubsidieerde *European Network of Biodiversity Information* (ENBI) verenigt 20 instellingen en heeft tot doel deze informatie ter beschikking te stellen van de landen van oorsprong. In een eerste fase digitaliseerden het KMMA, het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen en de Belgische Nationale Plantentuin de informatie over vier groepen uit hun respectievelijke collecties: vissen, vogels, dagvlinders en koffie. Tot deze grote hoeveelheid had men vroeger slechts toegang door zich fysiek naar deze instellingen te begeven. Via het internet zijn deze gegevens beschikbaar voor alle onderzoekers en belangstellenden over de hele wereld.

Wat de dagvlinders binnen dit project betreft, werden alle faunistische gegevens over twee families uit de Albertina Riftvallei bijeengebracht: *Papilionidae* en *Charaxinae*. De Albertina Riftvallei omvat de bergachtige streken ten oosten van de Democratische Republiek Congo en dus ook Rwanda, Burundi en een deel van Oeganda en van Tanzania. Om het nut van de gegevensbank nog te vergroten, werden ook de gegevens van Kenia toegevoegd zodat nu het hele gebied tot aan de Indische Oceaan bestreken wordt. Op verzoek van de Congolese onderzoekers werd hun een versie van deze gegevensbank overhandigd zodat ze nu over de gegevens beschikken, nodig om een beschermingsplan voor de streek op te stellen.

Ugo Dall'Asta en Jurate De Prins



De huidige windmolens zijn van een geheel nieuw type. Met hun langgerekte gestroomlijnde propellers en hun slanke stam lijken ze in niets meer op de massieve torentjes met brede vleugels die vroeger het platteland tooiden.

Vandaag dienen ze trouwens niet meer om graan te malen of om water uit de velden te pompen. De molens die tegenwoordig in België meer en meer opduiken hebben een heel andere opdracht: het produceren van elektriciteit.

De windmolen slaat zijn wieken uit

De ontwikkeling van windenergie vordert gestaag. Zowel in het noorden als in het zuiden van ons land zien elk jaar nieuwe projecten het daglicht. Als de milieueffectenrapporten afgewerkt zijn en de diverse vergunningen die dergelijke projecten vereisen zijn verworven, zullen in alle uithoeken van het land deze parken een voor een uit de grond schieten.

Het eerste windmolenpark op ons continentaal plat zal binnenkort een feit zijn. Dit project heet *C-Power* naar de naam van het Belgische bedrijf dat instaat voor de ontwikkeling en bouw van deze offshore-energiecentrale. Het windmolenpark zou vanaf 2007 uit de golven moeten oprijzen op de Thorntonbank, een zandbank die een dertigtal kilometer van de kust ligt.

Het park zal een zestigtal windmolens tellen en elke molen zal een vermogen hebben tussen 3,6 en 5 megawatt. Het doel is om een productiecapaciteit te bereiken van 216 MW tot 300 MW of, op jaarbasis, een productie van 710 GWh tot 1000 GWh. Dit is voldoende elektriciteit om 200 000 tot 300 000 gezinnen te bevoorraden volgens C-Power, dat schat dat zijn project op de Thorntonbank alle gezinnen in België gedurende drie weken per jaar van elektriciteit zou kunnen voorzien.

Voorlopig is er nog maar sprake van de bouw van zes windmolens, een meetmast en een aansluiting van dit windmolenpark op het Belgische elektriciteitsnet. In 2008 zouden er achttien windmolens bijkomen. Pas in 2010 zou de rest van het park uit het water oprijzen met 36 aanvullende turbines en andere technische uitrustingen, waaronder een tweede verbinding met het elektriciteitsnet op het land.

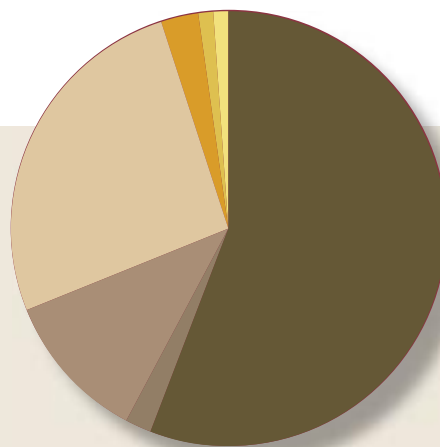
De windmolens op de oostelijke pier van de voorhaven van Zeebrugge.



Uitzicht op de windmolens van Zeebrugge vanaf het strand van Heist.



Het windmolenpark op de Thorntonbank (simulatie).



Elektriciteitsproductie per primaire energiebron in 2004

55,1%	■ Kernenergie
1,9%	■ Vloeibare brandstoffen
10,7%	■ Vaste brandstoffen
25,8%	■ Aardgas
0,2%	□ Biogas
2,8%	■ Diverse gassen (ook uit hoogovens, cokesovens en raffinaderijen)
1,5%	■ Afval, recuperatiestroom
0,4%	□ Waterloop- en stuwdamcentrales
1,5%	■ Pompcentrales
0,2%	□ Windenergie

Bron: Beroepsfederatie van de elektriciteitssector in België (www.bfe-fpe.be)

Drie vragen aan Noémie Laumont (Beheerseenheid van het Mathematisch Model van de Noordzee, BMM)

Science Connection – U hebt net een verkenningsmissie achter de rug naar de Thorntonbank met de *Belgica*, het oceanografisch schip van het Federaal Wetenschapsbeleid. Wat is het doel van een dergelijke missie?

Noémie Laumont – De doelstelling van de septembercampagne was de meting van het onderwatergeluid op de plaats waar de windmolens zullen komen en het toetsen van *remote sensing*-toestellen die ons zouden kunnen helpen bij de opvolging van de bentische fauna en het bodemreliëf. De campagnes van 2005 hadden als doel de “begintoestand” van het leefmilieu vast te leggen vóór de bouw van de windmolens. Dit zijn de *baseline studies* of studies van het “jaar nul”. Naast de geluidscampagnes waren er ook viscampagnes (onderzoek van het visbestand en het benthos) en maandelijkse vogeltellingen.

SC – Windenergie vertegenwoordigt slechts 0,13 % van de hernieuwbare energie. We zouden geneigd zijn te vragen of het dat allemaal wel waard is.

N.L. – Er is een begin aan alles... Ik denk dat er heel veel projecten aan de gang zijn, of onlangs afgewerkt zijn, en dat deze cijfers snel zullen evolueren. De ontwikkeling van hernieuwbare energie mag echter ook niet ten koste gaan van het leefmilieu, hoewel een zekere “milieukost” onvermijdelijk is. De rol van de BMM is het leefmilieu in de Noordzee te beschermen en ervoor te zorgen dat projecten met windmolenparken in de best mogelijke omstandigheden worden verwezenlijkt. Als het project van C-Power af is, zal het op zich al instaan voor 1% van de totale Belgische jaarlijkse productie. Dat is alleen al ongeveer 15% van de doelstellingen in België voor 2010, wat niet verwaarloosbaar is. En andere projecten van dezelfde omvang liggen ter studie...

SC – Zou de administratieve rompslomp voor de aanvraag van een bouwvergunning voor een windmolenpark niet vereenvoudigd moeten worden net als voor de zonnecellen?

N.L. – Er is wel een schaalverschil tussen een zonnepaneel dat we op ons dak zetten en een heel park met 60 windmolens met een hoogte van 100 m dat 30 km voor de kust wordt neergepoot in soms vrij extreme weers-



© Science Connection

omstandigheden... De mogelijke effecten op het milieu en de technische (en financiële) risico's zijn dus niet verwaarloosbaar!

Maar inderdaad, de administratieve papiermolen kan vereenvoudigd en beter geharmoniseerd worden. Het is immers een kruisweg langs de federale, gewestelijke en zelfs gemeentelijke overheden... Ze hebben allemaal hun eigen procedure. Toch wil ik onderstrepen dat onze zeemilieuwetgeving (wet ter bescherming van het mariene milieu van 1999) een van de meest vernieuwende is in Europa. Het project van C-Power op de Thorntonbank beschikt intussen over alle nodige vergunningen, zodat de bouw kan beginnen in 2007. Het is het eerste project in zijn soort in de Noordzee.

Opgetekend door P.D.



De windmolenparken op de website van de BMM: www.mumm.ac.be > Management > Activiteiten op zee > Windmolenparken



Noémie Laumont is licentiate biologie van de Universiteit de Liège en werkt al vijf jaar bij de Beheerseenheid van het Mathematisch Model van de Noordzee waar ze verantwoordelijk is voor de evaluatie van de effecten van de aanleg en exploitatie van windmolenparken in de Noordzee.

Het Federaal Wetenschapsbeleid haalt een frisse neus

Het Federaal Wetenschapsbeleid speelt ook een actieve rol in het kader van de ontwikkeling van schone energie en in het bijzonder windenergie in ons land. Het ondersteunt drie onderzoeksprojecten betreffende windenergie op zee en op het land.

“Het is in het kader van het programmaonderdeel “energie” van het tweede Plan voor de wetenschappelijke ondersteuning van een beleid gericht op duurzame ontwikkeling (PODO2) dat ons departement zich heeft ingezet op dit gebied”, legt Anne Fierens uit die deze dossiers beheert bij het Federaal Wetenschapsbeleid.

Van 2001 tot 2003 werd een eerste budget uitgetrokken voor offshorewindenergie. Het betrof een project dat werd gecoördineerd door het bureau 3E (Brussel) en waarbij teams betrokken waren van de universiteiten van Leuven en Gent. De doelstelling van het project was de mogelijkheden voor windenergie te evalueren op ons continentaal plat door er de geologische en geotechnische mogelijkheden te analyseren, de uit te sluiten gebieden (vaargeulen, socio-economische voorzieningen, milieubeperkingen...) aan te duiden alsook een register bij te houden van de windkracht en -richting. Een ander onderdeel van dit project bestudeerde in welke mate het Belgische hoogspanningsnetwerk de elektriciteitsproductie van een offshore-windmolenpark kon opnemen.

Het tweede project ondersteund door het Federaal Wetenschapsbeleid is gestart in 2003 en werd eind 2005 afgesloten. Het werd opnieuw gecoördineerd door 3E, samen met de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO) in Mol, de *Université Catholique de Louvain* en het Koninklijk Meteorologisch Instituut.

“Dit project was gericht op de verbetering van de beschikbare modellen om de wind te voorspellen door analyse van de beschikbare gegevens zoals de gegevens die al decennia lang verzameld worden door het KMI, maar ook door rekening te

De industriële ambities van Europa

De Europese vereniging voor windenergie (European Wind Energy Association, EWEA) overkoepelt hoofdzakelijk de industriëlen uit de sector, maar ook onderzoeksinstituten en verenigingen. Ze biedt een overzicht van de stand van zaken voor windenergie in Europa. In een recente uittekening van de vooruitzichten, schetst de EWEA enkele ambitieuze industriële doelstellingen. Tegen 2010 denkt de vereniging dat het realistisch is dat een Europees productievermogen voor elektriciteit van 75 000 MW wordt aangelegd waarvan 10 000 MW in zee. En tegen 2020 zelfs niet minder dan 180 000 MW, waarvan 70 000 offshore... waarbij we ook nog de voordelen moeten tellen voor het leefmilieu en de economie. Als deze doelstellingen bereikt worden, dan betekent dit een vertienvoudiging van het huidige industriële potentieel, inclusief tewerkstelling.



European Wind Energy Association (EWEA): www.ewea.org

Wallonië op het ritme van de wind

Windmolenparken zijn geen exclusieve specialiteit van het noorden van het land. Wallonië produceert nu al windenergie: getuige daarvan de talloze windmolenparken die op volle toeren draaien.

Bovendien heeft de Waalse overheid eind 2005 het licht op groen gezet voor een nieuw project in Warsage (Dalhem), in de provincie Luik. De vergunning betreft de installatie van vier windmolens van 2 MW. Hoewel de aanvraag aanvankelijk vijf windmasten betrof, werd deze teruggebracht tot vier om rekening te houden met de opmerkingen en vaststellingen van de overheid en de omwonenden.

In Villers-la-Ville zal een park met een vermogen van 16 MW (acht windmolens van elk 2 MW) operationeel worden in oktober van dit jaar. Dit moet elektriciteit verschaffen voor 10 000 huisgezinnen. Dit wordt bovendien het grootste park van zijn soort in Wallonië dat het programma voor windenergie voortzet dat werd opgestart tijdens de vorige legislatuur: van 23 MW geïnstalleerd in juni 2004, zijn er nu in totaal 150 MW goedgekeurd (wat voldoet aan het verbruik van 92 000 huisgezinnen).

De doelstelling van het Waalse Gewest is een elektriciteitsproductie van 370 GWh (ongeveer 150 windmolens) in 2010 met de windmolens die worden geïnstalleerd op

zijn grondgebied. Dit is al heel wat, maar nog ver van het totale potentieel voor Wallonië zoals dit werd aangehaald in het Mémorandum des énergies renouvelables 2004-2009 opgesteld door APERE (Association pour la promotion des énergies renouvelables), een onafhankelijke vereniging die zich inzet voor de ontwikkeling van hernieuwbare energiebronnen.

Volgens de berekeningen zou Wallonië tegen 2020 zo'n 1500 MW moeten kunnen produceren en dit met inachtneming van alle bepalingen in verband met de ruimtelijke ordening. Dit vertegenwoordigt een productiecapaciteit van 3000 GWh. Deze cijfers zijn vergelijkbaar met het offshore-project op de Thorntonbank. Het windmolenpark in zee zal 710 tot 1000 GWh produceren. Volgens de schattingen in hetzelfde memorandum, zou ons vermogen aan windenergie in de territoriale wateren in de Noordzee zo'n 24 000 GWh kunnen bereiken.



APERE:

www.apere.org

Administratie voor Energie van het Waalse Gewest:
energie.wallonie.be



Windmolens in Waals-Brabant

houden met parameters die de wind op het land beïnvloeden, zoals het reliëf, de oneffenheid van het terrein, ... Dit project omvat evenzeer de windenergie op zee als op het land”, voegt Anne Fierens toe.

Mariene ecologie

Het derde onderzoeksproject ten slotte komt voort uit het programmaonderdeel “Noordzee” in het PODO2 en gaat ook over mariene windenergie, hoewel het zich wat verder verwijderd van de problematiek van de elektriciteitsproductie. *“Het is echter zeer belangrijk voor een ander facet van “duurzame ontwikkeling”: het betreft indirect de weerslag op de biodiversiteit te evalueren van een windmolenpark in zee”,* verduidelijkt onze gesprekspartner.

Dit project wordt geleid door de *Université Catholique de Louvain* (Eenheid dierkunde, Afdeling biologie). Er zijn teams bij betrokken van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen (Departement vertebraten), de afdeling mariene biologie van de Universiteit Gent, het Vlaams Instituut voor de Zee (VLIZ) en de Beheerseenheid van het Mathematisch Model van de Noordzee.

Dit project loopt dit jaar ten einde en bestudeert de fauna en flora in vijf voor onze kust gezonken wrakken. Over het algemeen is onze zeebodem nogal zanderig. Onze onderzoekers kennen de fauna daar zeer goed. Dit geldt echter niet voor het gebied met de wrakken (zie *Science Connection* 02, p. 15). Wrakken of elke andere vaste structuur op de zeebodem bieden een complex leefmilieu voor de mariene fauna en flora. Deze eilandjes herbergen een heel andere fauna dan elders op de sedimentenbodem. Het is dus belangrijk om meer inzicht te verwerven in de weerslag die ze op de biodiversiteit kunnen hebben. Deze kennis kan dan ook uitgebreid worden naar het effect dat de offshorewindmolenparken kunnen hebben op de biodiversiteit.

Een niet te missen afspraak

In de sector van de windenergie tekent zich nu al de toekomst af voor het Federaal Wetenschapsbeleid. In februari wordt een nieuwe oproep tot het indienen van projectvoorstellen gelanceerd voor het programmaonderdeel “energie” van het Plan voor de wetenschappelijke ondersteuning van een beleid gericht op duurzame ontwikkeling. Hiermee zullen onderzoeksprojecten over twee en/of vier jaar gefinancierd kunnen worden.

Christian Du Brulle

Windenergie? Daar zit de zon voor iets tussen...

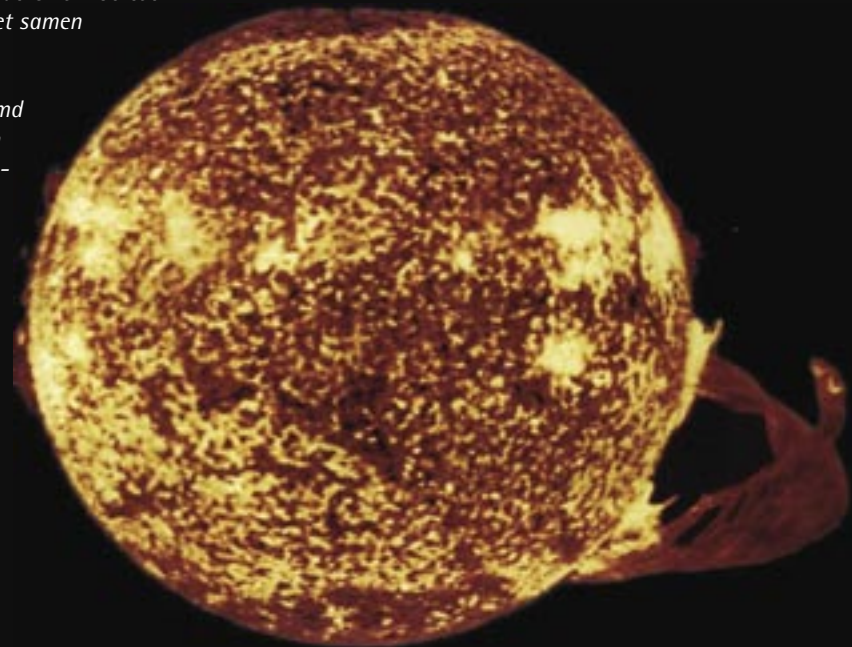
Om elektriciteit op te wekken met windenergie hebben we de zon nodig... Hoe verbazend ook, maar deze ster levert zowat al onze energie op aarde. Windenergie hoort daar ook bij stelt Windpower, een Deense vereniging voor windenergie die hernieuwbare energiebronnen aanmoedigt. Dit doet ze onder andere met een didactisch goed ontworpen, meertalige website (in het Deens maar ook in het Engels, Frans en Spaans).

De zon straalt elk uur zo'n 174 423 miljard kilowatt energie naar onze planeet. Ongeveer een tot twee percent van deze energie wordt omgezet in windenergie. Dat is zo'n 50 tot 100 keer meer dan de energie die door alle planten van onze planeet samen wordt omgezet in biomassa.

De streken rond de evenaar worden uiteraard veel sterker opgewarmd door de zon dan andere delen van de aarde. Warme lucht heeft een lagere dichtheid dan koude lucht en stijgt tot een hoogte van ongeveer 10 km. Vervolgens gaat deze lucht verder naar het noorden en het zuiden. Als de aarde niet zou draaien, zouden deze luchtstromingen de polen bereiken voordat ze afkoelen en opnieuw neerdalen om naar de evenaar terug te keren.



Windpower:
www.windpower.org





Vrije Universiteit Brussel

Meesterklassen Fysica

25 maart 2006

Wil je iets te weten komen over actuele onderwerpen zoals de Big Bang, de evolutie van dubbelsterren, zwarte gaten, scanners voor medische toepassingen, snaartheorie of gigantische deeltjesversnellers? Dan zijn de meesterklassen Fysica zeker iets voor jou!

Op 25 maart nodigt de Vrije Universiteit Brussel leerlingen en leerkrachten uit voor een debat met haar onderzoekers in verschillende domeinen van de fysica. Vier wetenschappers geven een overzicht van de activiteiten in hun onderzoeksdomein.

Het programma ziet er als volgt uit:

10:30-11:30	Inside Story: fysica in de geneeskunde - Peter Bruyndonckx
11:30-12:30	Dubbelsterren: wat zijn ze en wat doen ze? - Jean-Pierre De Greve
12:30-14:00	Lunch aangeboden door de Vrije Universiteit Brussel
14:00-15:00	Een moderne kijk op de Oerknal - Ben Craps
15:00-16:00	Van de Big Bang tot nu... en terug! - Jorgen D'Hondt
16:30-17:00	Fysica quiz met leuke prijzen - Steven Lowette

DEELNEMEN IS
VOLLEDIG GRATIS!

Contactnamiddag Wetenschappen

24 mei 2006

Wil je wetenschappen gaan studeren? Kom dan naar onze contactnamiddag op woensdag 24 mei, van 14u tot 17u. Naargelang je voorkeur krijg je een rondleiding in de onderzoeksruimtes en labo's van de vakgroepen Fysica, Chemie, Biologie, Bio-Ingenieurswetenschappen, Geografie, Computerwetenschappen en Wiskunde. Zo ontdek je wat wetenschappen studeren aan de Vrije Universiteit Brussel inhoudt.

INSCHRIJVEN voor één van deze activiteiten doe je door je naam en adres door te sturen naar dries.lauwers@vub.ac.be

Voor meer informatie bel naar 02/629.33.58.



Van Rysselberghe

in het Paleis voor Schone Kunsten

Met monografische tentoonstellingen plaatst het Paleis voor Schone Kunsten regelmatig een kunstenaar in de kijker. Deze keer richten we de schijnwerpers op 200 werken van de Belgische schilder Théo Van Rysselberghe (1862-1926), samen met Seurat en Signac een van de hoofdrolspelers van het neo-impressionisme.

Commissaris Olivier Bertrand hanteert voor Van Rysselberghe dezelfde succesformule als bij Rik Wouters in 2002: meesterwerken (*La Fantasia*, portretten van Maus en Verhaeren, *Schepen op de Schelde*, etc.) wisselen af met minder bekende, niet eerder vertoonde of verloren gewaande werken. Zo wil hij van wal steken met twee schilderijen die Van Rysselberghe inzond voor het eerste *Salon des XX*. Een ervan hing zomaar in de bibliotheek van de faculteit menswetenschappen van de *Université libre de Bruxelles*. Olivier Bertrand: “*We willen de schilder van zijn beste maar ook van zijn minder bekende kant laten zien.*” Van Rysselberghe komt in al zijn facetten aan bod – als schilder, etser, illustrator, beeldhouwer, ja zelfs als meubelontwerper – en krijgt het gezelschap van tijdgenoten als Seurat, Signac en Khnopff.

Een leven in de klaarte

Théo Van Rysselberghe staat alom bekend als spilfiguur van het neo-impressionisme. Critici prijzen hem de hemel in voor zijn sublieme schildertechniek. Maar de Gentse meester moet ook het verwijt van ‘academisch modernisme’ slikken. Nogal paradoxaal voor iemand die zich in de kringen van *Les XX* en de avant-garde bewoog.

Natuurlijk verbaast niemand zich over de vlijt waarmee Gent haar beroemde zoon in 1962 en 1993 in de bloemetjes zette. Maar waarom viel Théo Van Rysselberghe nooit de eer te beurt van een Brusselse retrospectieve? Zijn prachtige kleurenpalet, trefzekere hand en de schittering van zijn licht lieten sporen na in de geschiedenis van het neo-impressionisme. Na de dood van Seurat beschouwde zijn vriend Emile Verhaeren hem reeds als de duidelijke leider van die schilderbeweging. Wellicht heeft Van Rysselberghe niet de onmiddellijke overtuigingskracht van een Ensor, Khnopff of Rik Wouters, de Brabantse fauvist van wie tentoonstellingscommissaris

Olivier Bertrand in 2002 een fraai overzicht toonde in het Paleis voor Schone Kunsten. Volgens Robert Hoozee, directeur van het Museum voor Schone Kunsten in Gent en auteur van de catalogus bij de laatste overzichtstentoonstelling, zou het ‘academisch modernisme’ de uitzonderlijke zeggingskracht van het werk versluieren. “*In zijn werk bespeurt men niets marginaals en zelden is er iets van de sociale realiteit te zien. Van Rysselberghe schilderde een afstandelijk en respectueus beeld van een bepaalde maatschappelijke toplaag waarin hij zelf bewoog en waartoe ook zijn vrienden kunstenaars, zoals Emile Verhaeren, behoorden. (...) De bijna aristocratische beheersing, de classicistische etiquette van Van Rysselberghe kunst is op zichzelf echter een merkwaardig, enigszins raadselachtig fenomeen.*”

“Maar de kleur, vriend, de kleur!”

Robert Hoozee wijst op een fraaie paradox: de schilder lijkt de classicistische figuratie te willen voortzetten maar zoekt meteen de avant-gardisten op zodra hij de Brusselse academie verlaat. De tentoonstelling opent met twee werken die Van Rysselberghe in 1884 inzond voor het eerste salon van *Les XX*. De burgerij ontdekte er geschokt de impressionistische werken van Monet en Renoir. “*Hij schrikt er evenmin voor terug om in 1882 de eerste van drie reizen naar Marokko te ondernemen – toen nog een avontuurlijke expeditie,*” aldus Olivier Bertrand. Uit de briefwisseling van Van Rysselberghe blijkt een neiging tot ironie en zelfkritiek, een gebrek aan zelfvertrouwen, ja zelfs een onvermogen om de overdadige visuele impressies vast te leggen. Eind jaren 1880



*Emile Verhaeren dans son cabinet (rue du Moulin), 1892, olie op doek 85 x 75 cm.
© Koninklijke Bibliotheek van België, Archives et Musée de la Littérature, Brussel*

omarmt hij enthousiast het pointillisme van Seurat. “De splitsing van de lokaalkleuren in zuivere kleurvlekken, de stippeltechniek maar vooral de strenge compositietechniek die in Seurats wezenlijk klassieke concept van toepassing waren, raakten Van Rysselberghe diep in zijn behoefte aan orde en duurzaamheid,” schrijft Hoozee verder. Hij citeert een enthousiaste brief die de schilder in 1888 vanuit Marokko aan Verhaeren stuurde: “Maar de kleur, goede vriend, de kleur die dat alles heeft! Veelkleurige modder gedroogd in de zon – vuile witten, symfonieën van uitwerpse- len gevarieerd tot in het oneindige – en hier en daar (en steeds op de juiste plaats!) een mooie vlek ultramarijn, scharlaken- rood, gouden violet, lichtblauw, enkele bronzen en frisgroene accenten, en voilà – maar zo gecompliceerd dat men er niet moet aan denken om te proberen het te schilderen...”

“Hij leefde in de klaarte”

Hoozee ziet de marines en landschappen van Van Rysselberghe als typische natuurbeelden; zijn werk herleidt de menselijke figuur tot een type. Na het hoogtepunt van zijn pointillistische periode, met o.a. *De wandeling* (1901), *De lezing door Emile Verhaeren* (1903) en *Het thee-uurtje* (1904), keert Van Rysselberghe terug naar een traditioneler impressionisme, weliswaar met fauvisti-

sche invloeden. “Hij is zelf een bourgeois geworden,” vindt Olivier Bertrand. Maar laat er geen misverstand over bestaan: de kracht van licht en kleur die hij zijn leven lang zocht, blijft onverminderd in zijn werk aanwezig, tot aan zijn dood in 1926 in het Zuid-Franse Saint-Clair. Twintig jaar later zegt zijn vrouw over hem: “Hij was weinig geneigd tot ingekeerdheid en had overigens zelf geen duistere diepten te verbergen. Hij leefde in de klaarte.”

Xavier Flament



De retrospectieve *Théo Van Rysselberghe*:
www.bozar.be



Robert Hoozee en Helke Lauwaert, *Théo Van Rysselberghe neo-impressionist, catalogus van de tentoonstelling in het Museum voor Schone Kunsten van Gent, Pandora, 1993*. Olivier Bertrand e.a., *Catalogus van de retrospectieve, Paleis voor Schone Kunsten, Mercatorfonds & BARI, 2006*

Fantasia in handen van het KIK

Aan het einde van de 19de eeuw is Brussel een kruispunt van culturen. De avant-gardebewegingen in de kunsten krijgen voet aan de grond in de hoofdstad. Het is 1880 en Théo Van Rysselberghe, een jonge schilder afkomstig uit een intellectuele en gegoede familie uit de Franstalige Gentse burgerij, komt naar Brussel om enerzijds zijn kunstopleiding voort te zetten aan de Academie van Schone Kunsten (zijn inschrijving volgt vlak na van Gogh), en anderzijds om zich onder te dompelen in deze bruisende stad. Op een tentoonstelling in 1883, naar aanleiding van een eerste reis naar Noord-Afrika, ontmoet hij Emile Verhaeren die hem in contact brengt met al wie in de Brusselse avant-gardekringen vertoeft. Samen met Octave Maus is Van Rysselberghe in datzelfde jaar de initiatiefnemer voor de oprichting van een kunstenaarsgroep met internationale uitstraling: Les XX (1884-1894). Deze wordt gevolgd door La Libre Esthétique die ontbonden wordt in 1914. Bij beide groeperingen was de inbreng van Van Rysselberghe belangrijk door zijn veelvuldige contacten met Europese kunstenaars. Zo brengt hij Toulouse-Lautrec naar Brussel voor een tentoonstelling in 1902, nadat hij voor dezelfde kunstenaar reeds een tentoonstelling in Parijs had georganiseerd. Van Rysselberghe reist en legt contacten in heel Europa. Hij treedt bijvoorbeeld ook toe tot de Wiener Sezession. Vanaf 1887 komen zijn eerste werken tot stand in de stijl van het “divisionisme”. Het steunt op een 19de-eeuwse wetenschappelijke kleurenmethodiek waarbij men door het dicht naast mekaar plaatsen van kleurstippen de waarneming van andere kleuren creëert. Hij wordt algemeen beschouwd als een uitermate getalenteerd portrettist in deze pointillistische, en dikwijls nogal rigide, stijl waarin hij ook een reeks

landschappen schilderde en uiteindelijk zijn meesterwerk De lezing door Emile Verhaeren. Eén van de redenen waarom zijn schilderijen minder streng ogen is het gebruik van een variabele grootte van de stippen, dit in tegenstelling tot bijvoorbeeld Seurat. Vanaf 1908 schildert hij op een meer vrije manier, en hoewel men nog steeds de toets kan zien, evolueert hij naar een soort modern realisme met vooral aandacht voor kleur en licht. Intussen, in 1898, vestigt hij zich in Parijs. In Saint-Clair, in de buurt van het Zuid-Franse Le Lavandou, laat hij door zijn broer Octave in 1911 een huis bouwen. Daar overlijdt hij in 1926 op 64-jarige leeftijd, schilderend tot zijn laatste dagen.

Van Rysselberghe maakt een aantal grote schilderijen, “grandes machines” zoals hij ze zelf noemt, waarvan deze Arabische Fantasia de eerste is. De fantasia, het “Laab el baroud”, of “het spel van het poeder” is een populair ruitfeest, voornamelijk in Marokko. In een brief aan Verhaeren (15 mei 1884) omschrijft Van Rysselberghe het werken aan dit schilderij als volgt: “Ik heb een onstilbare drang om iets te doen. Ik heb deksels veel moed en ik werk volop aan mijn doek van Fantasia. Ik denk dat het lukt. Maar ik ben zo onzeker over wat ik doe, dat ik me soms afvraag of wat ik schilder niet absurd is. [...] In mijn Fantasia zoek ik naar een lichte en kleurrijke uitstraling. Ik zou willen dat de toeschouwer in mijn doek voelt dat het warm is en dat het feest is.”¹ Op de achterzijde van het werk staat tweemaal dezelfde Arabische tekst, waarvan de vertaling “jeux de la poudre” luidt. De andere “grandes machines” zijn *L'heure embrasée* (1898, nu in het museum van Weimar), *La lecture au jardin* (1902, Hotel Solvay in Brussel) en *De lezing door*

¹ Geciteerd uit het Frans in R. Feltkamp, *Théo Van Rysselberghe, 1862-1926*, Tiel, 2003, p. 32.



Emile Verhaeren (*Museum voor Schone Kunsten in Gent*), een sleutelwerk van Van Rysselberghe maar ook een doorsnede van de Franstalige intelligentsia van rond de eeuwwisseling.

In 1987 vertrouwden de Koninklijke Musea voor Schone Kunsten van België het schilderij *Fantasia* toe aan het Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium. Het is een olieverfschilderij op linnen doek (170 x 300 cm). De drager is gespannen op een spieraam dat verstevigd werd met twee dwarse en één horizontale lat. Het linnen doek is bestreken met een preparatielaag in lichtgrijze tint. Er waren geen sporen van een onderliggende tekening. De verflaag is redelijk dik en breed uitgesmeerd. Ophopingen en zichtbare penseelstreken zijn haast over de totale oppervlakte aanwezig naast enkele gladdere partijen uitgevoerd met een palletmes. Ook op andere werken die ons vroeger waren toevertrouwd, zoals *Potier arabe* en het *Portret van Octave Maus* (1885), werd deze techniek aangetroffen.

Een Meisjesportret (*Musée d'Art Moderne et d'Art Contemporain, Luik*), eveneens een olieverfschilderij op een linnen doek, werd in 1984 in het KIK behandeld. Het dateert ongeveer van dezelfde periode als de hogervermelde werken, maar onderscheidt zich door de picturale techniek die lichter is en levendiger in zijn toepassing waarbij de achtergrond wordt ingeschakeld.

Het schilderij vertoont schade onder de vorm van inkepingen in kruisvorm op het niveau van de schilderlaag en een kleine scheur van ongeveer 2 x 1,5 cm, in het midden van de compositie. Hier noteren we verlies van de schilderlaag

en kleine vervormingen van het doek. Ook waren hier en daar opstuwingen zichtbaar en afschilfering van de verflaag. Het werk was ook door een laag vuil bedekt.

De behandeling bestond eerst uit het conserveren van de beschadigde picturale laag en vervolgens uit het wegnemen van de kleine vervormingen van het doek door het draad aan draad verlijmen van de scheur. De verflaag werd gereinigd en het stof werd van de rugzijde afgenomen. De lokale lacunes werden gemastiekt en getouchéerd.

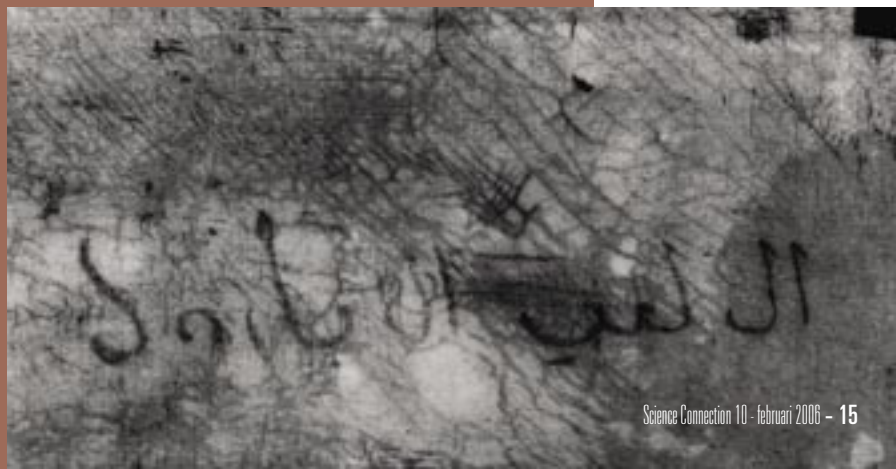
Erik Buelinckx / Dominique Verloo



R. Feltkamp, *Théo Van Rysselberghe, 1862-1926, Tielt, 2003*.
R. Feltkamp, *Théo Van Rysselberghe, 1862-1926. Catalogue raisonné, Brussel-Parijs, 2003*.

Théo Van Rysselberghe, *Fantasia - Jeux de la poudre*, gesigineerd en gedateerd rechtsonder: *Théo Van Rysselberghe Tanger 84*. Olie op doek, 170 x 300 cm (h x b), Brussel, Koninklijke Musea voor Schone Kunsten van België, inv. 4139.

Keerzijde: één van de opschriften in het Arabisch.



De Astoriaconcerten vieren hun dertigjarig bestaan

Op 20 oktober 2005 vierden een twintigtal musici met een schitterend en aangrijpend galaconcert het dertigjarig bestaan van de Astoriaconcerten. Ze brachten in het bijzonder hulde aan hun vriend Jerrold Rubenstein, een van de gangmakers van het eerste uur.

In 1975 organiseert Jerrold Rubenstein, een jong en beloftevol Amerikaans violist die in België woont, in het begin van het jaar een kamermuziekconcert in de salons van het Astoriahotel. Gedreven door zijn enthousiasme, energie en zin voor initiatief, wil hij met de steun van de hoteldirecteur een vervolg breien op het eerste concert. Dat heeft zo'n succes dat hij samen met enkele overtuigde melomannen op 27 november 1975 de vzw *Concerts Astoria Concerten* opricht. Achiël Samoy, redacteur bij de krant *Het Volk*, was de eerste voorzitter en werd opgevolgd door ridder Jacques Leduc. Jerrold Rubenstein is nog altijd artistiek directeur.

Dankzij de vriendschapsbanden die hij in de loop van zijn schitterende internationale carrière kon smeden, heeft Jerrold Rubenstein tijdens meer dan 1200 Astoriaconcerten zowel grote Belgische en buitenlandse virtuozen als talrijke veelbelovende jonge musici bijeengebracht, waaronder verscheidene laureaten van de Koningin Elisabethwedstrijd. Een voorbeeld daarvan is Aram Katchatourian die tijdens zijn verblijf in België zijn drie laatste sonates schreef vóór hij stierf, waaronder de *Sonate voor alto solo* die toen voor het eerst buiten de USSR werd gespeeld.

In het buitengewoon kader van het Astoriahotel vinden al 30 jaar lang elke zondag om 11 uur kamermuziekconcerten plaats van uitstekende kwaliteit. Het hotel met zijn uitgesproken belle-époque look en erkend hofleverancier, is een van de oudste en meest prestigieuze hotels van Brussel. De huidige eigenaar, Joëlle Goossens Bara-Devillers, herinnert eraan dat, op aansporing van koning Leopold II die een luxehotel wenste op de weg naar Laken en in het vooruitzicht van de wereldtentoonstelling van 1910, een van haar voorouders de verbouwing van zijn hotel Mengelle toevertrouwde aan architect Van Dievoet die zich liet inspireren door de beaux-artsstijl.

In het kader van de bicommunautaire culturele kredieten die het beheert, helpt het Federaal Wetenschapsbeleid de Astoriaconcerten hun doelstellingen te bereiken, met name het promoten van de klassieke muziek en meer bepaald de kamermuziek, het aanmoedigen van jonge veelbelovende Belgische en buitenlandse artiesten en de verspreiding van werken van Belgische componisten.

In datzelfde kader van muziekpromotie krijgen diverse verenigingen of manifestaties, zoals de *Internationale Week van het Orgel*, het *Festival van de Belgische hedendaagse muziek* waarop de componisten aanwezig zijn en de *Middagconcerten*, ook een financiële tegemoetkoming voor de uitbetaling van artiestengages.

De Middagconcerten werden in 1948 opgericht door Sara Huysmans. Het opzet was de toonkunst voor iedereen bereikbaar te maken en een historisch overzicht te geven van het kamermuziekrepertoire vanaf de barokperiode tot de hedendaagse muziek, met bijzondere aandacht voor het oeuvre van Belgische componisten.

In 1953 vroeg Sara Huysmans aan Dora van Creveld om toe te treden tot de raad van bestuur en vertrouwde zij haar het voorzitterschap toe in 1955. Dora van Creveld bekleedde de functie tot 1999. Daarna nam Ludo De Bie het voorzitterschap over tot december 2001. Momenteel is Berthe Ingber voorzitter. Sinds 1990 is de artistieke leiding in handen van pianist Jozef De Beenhouwer.

Elke woensdagmiddag dragen talrijke Belgische en buitenlandse artiesten bij tot het succes van de Middagconcerten die plaatsvinden in het auditorium Carel en Dora van Creveld in het Museum voor Oude Kunst. De laureaten van de Koningin Elisabethwedstrijd treden er regelmatig op.

Francis Swennen



De Astoriaconcerten: www.astoria-concerts.be

De Middagconcerten: www.concertsdemidi.be

Festival van Belgische hedendaagse muziek:
users.skynet.be/DANIELLE.BAAS/festival_2006_emergence_tt.htm



Musea van heinde en ver

In onze nieuwe rubriek over buitenlandse musea maken we een uitstap naar Lyon, hoofdstad van het Rhônedepartement. Lyon ontstaat in de eerste eeuw v.C. en wordt uitgeroepen tot hoofdstad van de Galliërs. Vanaf de jaren 1600 worden hier grote markten georganiseerd en de ontwikkeling van het bankwezen brengt handelaars uit heel Europa naar de stad. Ook de mondaine, intellectuele en artistieke elite vestigt zich hier.

In de 17de en 18de eeuw gaat de groei voort. De dames tooien zich in de befaamde Lyonese zijde, die ook wereldwijd de rijke interieurs verfraait. Lyon is beroemd om zijn *traboules* (geheime doorgangen tussen huizenblokken) en zijn tunnel die meestal potdicht zit bij een doortocht naar het zuiden. Vandaag is Lyon een metropool (het was ook de eerste stad die een HST-station kreeg) die na een aantal stedenbouwkundige ingrepen een modern en dynamisch imago heeft, maar tegelijk zijn traditie in ere houdt.

Lyon herbergt maar liefst dertig musea. Een greep uit het aanbod:

- Het Museum voor Schone Kunsten is ondergebracht in een voormalige abdij (die van *Les Dames de Saint-Pierre*) die in de 17de eeuw herbouwd werd. Het telt 70 zalen, verspreid over een oppervlakte van ongeveer 7000 m² en de kunstschaten gaan van het Egypte van de farao's tot Francis Bacon;
- Het Museum voor Hedendaagse Kunst werd in 1995 gebouwd op de *site de la Cité internationale* en organiseert om de twee jaar een biënnale rond actuele kunst;
- Het Historisch Museum van Lyon en het Internationaal Marionettenmuseum (bijgenaamd het Gadagne-

Het Museum voor Stoffen en Sierkunsten.



museum), dat momenteel gerenoveerd wordt (en in 2007 weer opengaat). In dit schitterende renaissancegebouw zit voor een deel de ziel van Lyon vervat. Hier woonden eertijds de Gadagnacci, een beroemde Florentijnse bankiersfamilie;

- Het Stoffenmuseum is volledig gewijd aan stoffen en mode. Vlak ernaast ligt het Museum voor Sierkunsten, één van de zeldzame "sfeermusea" in Frankrijk. De tentoongestelde voorwerpen en meubelen passen perfect in het kader: een voornaam herenhuis dat typisch is voor het klassieke tijdperk;
- *"Le Muséum"*, waarvan de oorsprong teruggaat tot 1772, bezit tal van collecties uit Afrika, Azië en Oceanië, en ligt langs de boulevard des... Belges. Het is momenteel gedeeltelijk dicht en heropent in 2007 onder een nieuwe naam: het *"Musée des confluences"*. Met andere woorden: een museum dat de raakpunten belicht tussen wetenschap en samenleving;
- Het Lumière-instituut ligt in het hart van de Monplaisirwijk, een historische plek waar de gebroeders Lumière destijds de cinematograaf uitvonden. Het Instituut herbergt zowel een bioscoopzaal, een bibliotheek als een museum. Het organiseert elke dag filmvertoningen, ook op andere locaties, en geeft werken over film uit bij *Actes Sud*.

De maquette van het toekomstige "Musée des confluences".
© Armin Hess - COOP IMMELB(L)AU



RUE DU PREMIER FILM LYON FRANCE



De musea van Lyon:
www.lyon.fr > culture > musées



De tuin van het Museum voor Schone Kunsten.

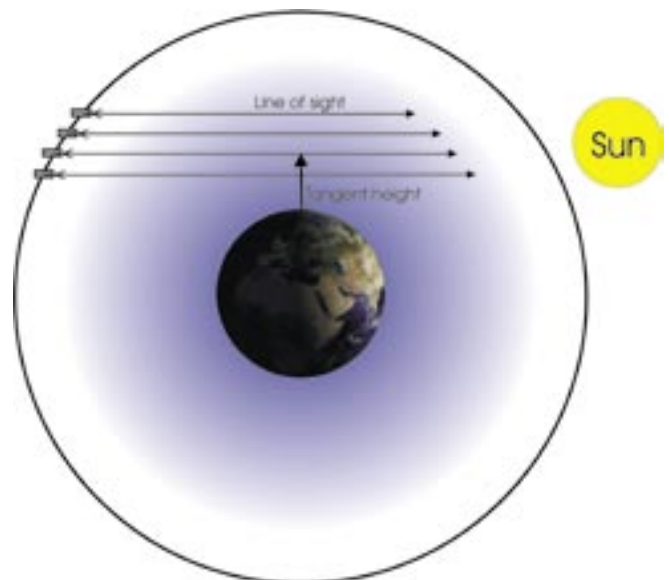
Sterren jagen om nieuwe

Iedereen weet intuïtief wat onze atmosfeer of dampkring is: het gasvormige omhulsel van de aardbol, opgebouwd uit een aantal lagen, waarvan de dichtheid geleidelijk afneemt met de hoogte, met een factor 5 per 10 km. De atmosferische lucht die we inademen bestaat grotendeels uit stikstof en zuurstof. Verder vinden we in de atmosfeer een reeks minoritaire of spoorgasen die, ondanks de minuscule hoeveelheden waarin ze voorkomen, de zonnestraling sterk kunnen beïnvloeden. Stratosferische ozon (op een hoogte van 15 tot 45 km) is de bekendste vorm van deze spoorgasen en heeft de eigenschap ultraviolette straling sterk te absorberen, wat onontbeerlijk is om de integriteit van het genetisch erfgoed van levende wezens in stand te houden.

Vaak stelt men zich de vraag hoe deze spoorgasen gemeten worden. Willen we binnen afzienbare tijd over meetgegevens op wereldschaal beschikken, dan moeten we deze spoorgasen vanuit de ruimte meten. Van de beschikbare waarnemingstechnieken is *remote sounding* door sterrenoccultatie zonder twijfel de elegantste. Ondanks de ingewikkelde naam is dit een bijzonder eenvoudige techniek, die snel door iedereen te begrijpen is. Op het middaguur kan men niet met het blote oog naar de zon kijken. Enkele uren later daarentegen, kunnen we probleemloos het avondrood van de zonsondergang bewonderen... Hieruit volgen twee conclusies:

- 's Avonds is de schijnbare lichtsterkte kleiner dan op het middaguur, wat voor de hand ligt aangezien het licht bij een lage zonnestand een langere weg door de atmosfeer heeft afgelegd. Met andere woorden, door de variatie van de lichtsterkte tijdens de dag te meten, verkrijgen we bepaalde gegevens over de lichtabsorberende gaskolom en de schijnbare toename ervan naarmate het hemellichaam dichterbij de horizon komt.
- Hierbij dienen we een tweede kanttekening te plaatsen: de ondergaande zon is rood, en niet geel zoals wanneer de zon de meridiaan passeert! Dit verschijnsel, avondrood genoemd, is te verklaren door het feit dat het blauwe licht uit het spectrum van het zonlicht het sterkst door zwevende deeltjes (in casu luchtmoleculen) wordt verstrooid, en het rode licht het minst. Resultaat van deze lichtverstrooiing: de gaskolom verwijdert geleidelijk de blauwe, groene en gele componenten van de invallende zonnestraling, zodat het oog alleen de rode component van het zonnenspectrum waarneemt. Door het 'verval' van de lichtsterkte van het hemellichaam waar te nemen, krijgen we bijgevolg meer informatie over de aard en dikte van de dampkring.

De efficiëntie waarmee het licht wordt verwijderd als functie van de golflengte (kleur) van de straling varieert bovendien niet altijd geleidelijk. Bepaalde moleculen absorberen de straling binnen een smal golflengtegebied: deze geabsorbeerde golflengte is terug te vinden in de zogeheten absorptielijn waarvan de 'diepte' een maat is voor de hoeveelheid gas tussen ons oog en de grensgebieden van de dampkring. Vermenigvuldigen we deze hoe-



Tijdens de occultatie worden verschillende metingen gedaan op verschillende tangentiële hoogten om de atmosferische samenstelling te bepalen.

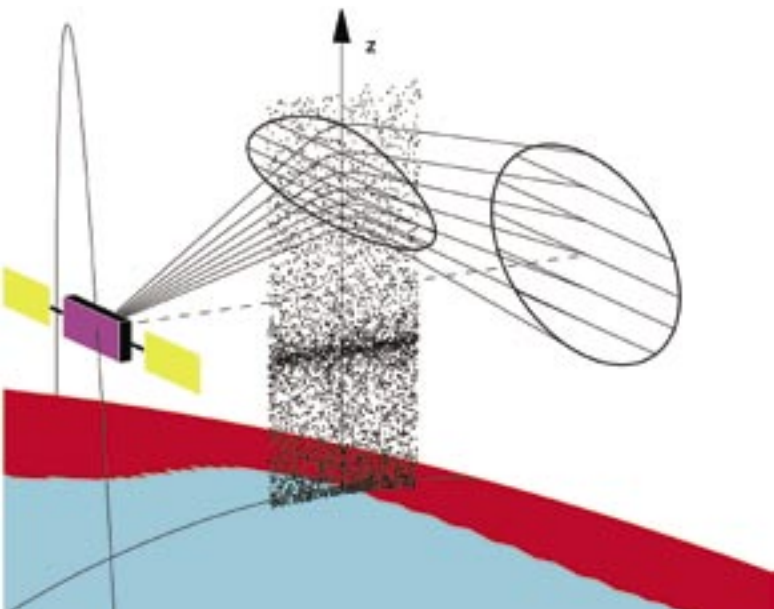
veelheid met het (in een laboratorium gemeten) lichtabsorberende vermogen van het gas, dan krijgen we de optische dikte voor de desbetreffende golflengte.

We beschikken nu over alle gegevens om deze methode vanuit de ruimte toe te passen. Hierbij observeren we de zon door middel van een spectrometer, een instrument dat de lichtsterkte op verschillende nuttige golflengten meet. Naarmate het instrument de eclips nadert, dat wil zeggen het gedeelte van de aardbol waar het nacht is, komt de gezichtslijn die de tangentiële hoogte bepaalt, dichterbij het aardoppervlak: in dit geval krijgen we een orbitale zonsondergang te zien, ook occultatie genoemd. Technisch gezien biedt deze methode een voordeel van onschatbare waarde. In een ruimteomgeving worden de meetinstrumenten immers zeer sterk beproefd: veroudering van sensoren, vertroebeling van de optica, storende achtergrondruis... Dit maakt een vergelijking met een lichtbron waarvan de lichtintensiteit gekend is, bijzonder moeilijk. Gelukkig is de occultatietechniek zelfkalibre-

sterren te creëren

rend. We hoeven alleen de zon buiten de atmosfeer waar te nemen en de volgende metingen daaraan te relateren naarmate de tangentiële hoogte afneemt: de verhouding tussen deze intensiteitwaarden is de atmosferische transmittantie die een directe aanwijzing is voor de gezochte optische dikte. Voeren we slechts één meting op een specifieke tangentiële hoogte uit, dan krijgen we vanzelfsprekend alleen de optische dikte langs dit optische traject. Indien we echter de meting tijdens de occultatie herhalen dan verkrijgen we de optische dikte op andere tangentiële hoogten. Die komen overeen met verschillende optische trajecten die dezelfde atmosferelagen onder verschillende hoeken snijden. Door de meetgegevens digitaal te verwerken op basis van een wiskundige methode, inversie genoemd, krijgen we de hoeveelheid gas in elke laag.

Het Belgisch Instituut voor Ruimte-Aeronomie (BIRA) heeft in 1992 de spectrometer ORA (*Occultation RAdiometer*)



Het ORA-experiment observeerde de ganse zonnenschijf, verplaatst en samengedrukt door atmosferische refractie.

aan boord van de Europese satelliet EURECA geplaatst. Deze spectrometer heeft gedurende 9 maanden meer dan 6000 occultaties van de zon gemeten. Hoewel het inversieproces bemoeilijkt werd door de combinatie van verschillende tangentiële hoogten in de waarneming van de volledige zonnenschijf, was het experiment ORA een succes dat bekroond werd door talloze wetenschappelijke publicaties. Dankzij ORA werd het mogelijk de uitstoot van vulkanische aerosolen veroorzaakt door de Pinatubo-uitbarsting te meten en het tweede ozonmaximum in de mesosfeer op een hoogte van ca. 90 km klimatologisch in kaart te brengen.

Op internationaal vlak heeft een tiental meetinstrumenten op basis van de occultatietechniek het mogelijk gemaakt de evolutie van belangrijke spoorgassen zoals ozon, stikstofdioxide, waterdamp e.d. te volgen. Het BIRA staat hoog aangeschreven voor zijn kennis op dat gebied en is om die reden lid van het *Solar Occultation Science Team* van NASA.

De occultatietechniek heeft echter ook beperkingen! Zo bedraagt de periode van de satellietbaan op een hoogte van 800 km bijvoorbeeld 100 minuten, zodat er slechts een dertigtal occultaties (zonsopgang en -ondergang) per dag mogelijk zijn. Gezien de geringe zonsbeweging bij elke aswenteling van de aarde blijft de breedtegraad van het tangentiële punt vrijwel constant, terwijl de lengtegraad zich ca. 25 graden verplaatst heeft. Afhankelijk van de helling van het baanvlak zijn er minstens twee maanden nodig om het volledige aardoppervlak te bestrijken. Dit tijdvenster is te groot in vergelijking met de temporele resolutie van de modellen voor chemisch transport in de atmosfeer.

Hoe kan de bemonsteringsfrequentie van de aardatmosfeer verbeterd worden? Het observeren van de maan en de planeten kan hier enig soelaas bieden. Het ligt echter voor de hand dat de sterren zich hiervoor het best lenen, niet het minst door hun alomtegenwoordigheid in alle richtingen. Op elk ogenblik tijdens de omwenteling van de satelliet zijn tientallen heldere sterren zichtbaar: dit is de techniek van de sterbedekking of sterrenoccultatie.

De Europese Ruimtevaartorganisatie ESA heeft in 1988 een oproep tot het indienen van voorstellen gedaan om een spectrometer te ontwikkelen en te installeren op ENVISAT, het grootste wetenschappelijke ruimtetuig dat ooit door Europa werd gebouwd. In samenwerking met Franse partners van de *Service d'Aéronomie* van het CNRS, en Finse partners van het *Finnish Meteorological Institute*, heeft het BIRA het ambitieuze project opgezet om een



Het instrument GOMOS en zijn voornaamste ingangsspiegel.

Het doublet van mesosferisch natrium, voor het eerst gemeten met de occultatietechniek. Let op de lage optische dichtheid (0.003).

sterspectrometer te ontwikkelen die de ontwikkeling van de ozonlaag in de tijd wereldwijd in kaart brengt. Dit project kreeg de naam *Global Ozone Monitoring by Occultation of Stars*. GOMOS was geboren!

In de daaropvolgende jaren verrichtten alle partners heel wat voorbereidings- en denkwerk naar de beste inversiealgoritmen die in staat zijn om geofysische informatie af te leiden van de occultatie van alomtegenwoordige sterren met een perfecte verticale resolutie langs de gezichtslijn, maar ook van sterren met een kleine lichtkracht (helderheid) die moeilijker op te sporen zijn.

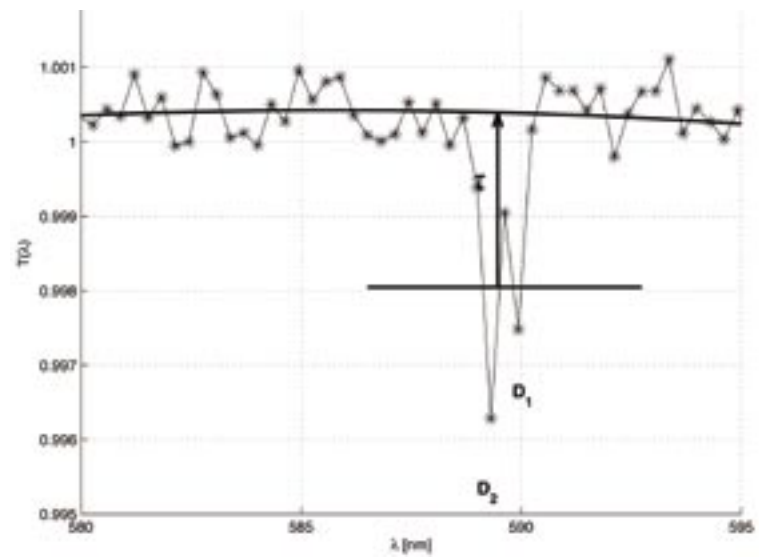
Bovendien moesten alle betrokkenen heel wat geduld uitoefenen als gevolg van de vertraagde lancering van ENVISAT en zijn draagraket Ariane 5. GOMOS werd uiteindelijk operationeel op 1 maart 2002, 14 jaar na het opstarten van het project. De missie die het GOMOS-instrument meekreeg, is kolossaal: ongeveer een miljoen sterrenoccultaties meten gedurende de verwachte levensduur van 4 jaar.

Zoals alle andere ruimte-experimenten kreeg ook GOMOS tegenslagen te verwerken: minder gevoelige sensoren dan verwacht, voortijdige slijtage van het richtmechanisme, waardoor in allerijl op het noodstelsel moest worden overgeschakeld... en andere incidenten. Zo vreesde men in januari 2005 nog dat het GOMOS-instrument ter ziele was gegaan, toen het zich niet op de gekozen sterren richtte. Maar dankzij het volhardingsvermogen van de ingenieurs kwam er terug hoop: zij bliezen in augustus het instrument nieuw leven in met een softwarepatch.

Ons team heeft al vier jaar een omvangrijke opdracht: al deze meetgegevens analyseren, valideren, verbeteren en interpreteren, met de hulp van onze partners in Parijs en Helsinki. Deze activiteiten hebben reeds publicaties opgeleverd in talloze toonaangevende internationale tijdschriften: ze handelen niet alleen over ozon, maar ook over di- en tristikstofoxides, stratosferische aerosolen, polaire wolken die verantwoordelijk zijn voor het gat in de ozonlaag en talloze andere stoffen die het bestek van dit artikel te buiten gaan.

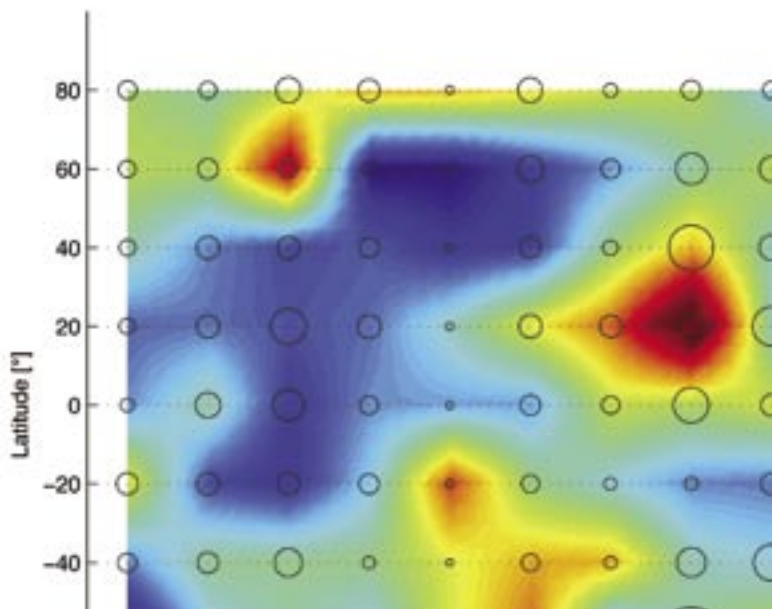
Voor een experiment van het formaat van GOMOS (200 000 000 euro) is elk 'nattevingerwerk' uit den boze. Dit neemt niet weg dat het wetenschappelijk onderzoek tot op zekere hoogte onvoorspelbaar is. Het volgende voorbeeld is tekenend voor ons instrument...

Iedereen is vertrouwd met het fonkelen van sterren. Deze scintillatie wordt veroorzaakt door de snelle microverplaatsing van sterrenstralen, willekeurig gespreid rond een middenpositie. De microverplaatsing is toe te schrijven aan turbulenties in de atmosfeer en is vergelijkbaar met het troebele beeld boven een vlam. GOMOS is uitgerust met een snelle fotometer die deze schijnbare variaties



in de lichtkracht van de ster volgt om de invloed op de gemeten transmittantie te corrigeren. Voor bepaalde observatiegeometrieën is deze correctie echter ontoereikend. Ons team heeft het eenvoudige idee gehad om een groot aantal spectra die binnen de tijd- en breedtegraadvensters worden gemeten, op te tellen: bedoeling hiervan was het vergroten van de signaalsterkte ten opzichte van de ruis en het elimineren van de resterende scintillatie. Tot onze grote verrassing hebben we vastgesteld dat in een atmosfeerlaag van de mesosfeer (op ca. 85 km hoogte) twee uiterst kleine absorptielijnen zichtbaar waren bij een golflengte van ongeveer 590 nanometer. De identificatie van deze absorptielijnen was eenvoudig: het betrof een absorptie door natriumatomen op precies dezelfde golflengte als die waarop de natriumlampen langs onze snelwegen een oranje licht uitstralen...

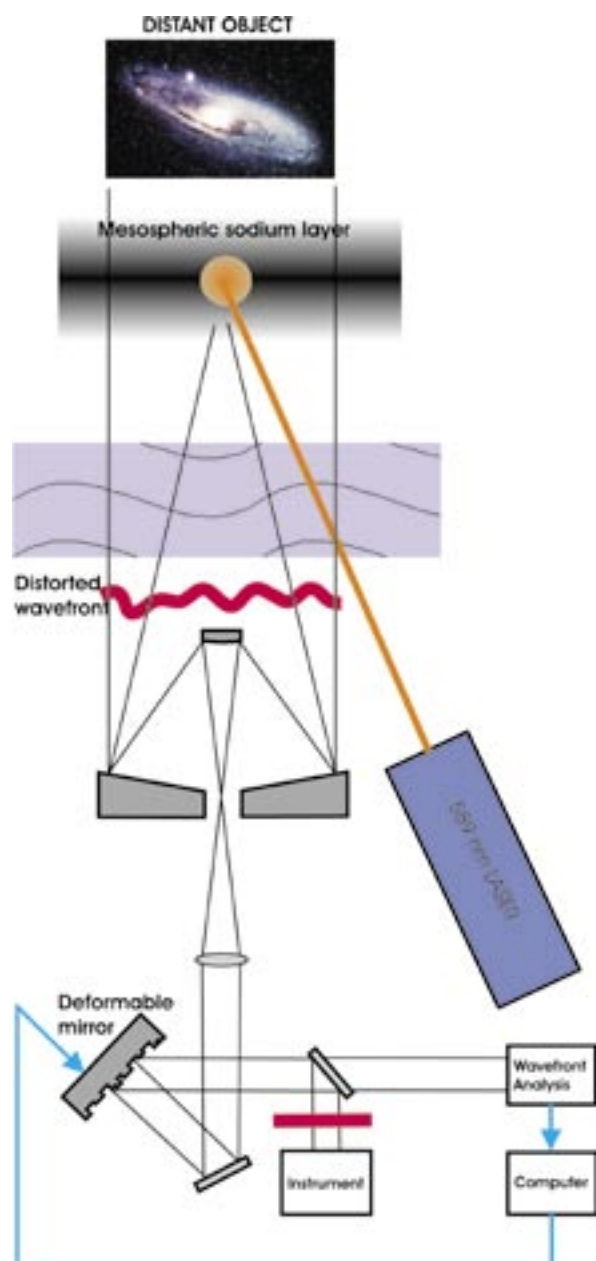
Deze natriumlaag in de mesosfeer vormt het overduidelijke bewijs dat elke dag tientallen tonnen natriumrijke meteorieten de aardatmosfeer binnendringen en verdampen (vallende sterren). Deze relatief verafgelegen atmosfeerlaag is ogenschijnlijk niets meer dan een curiosum voor een beperkte groep onderzoekers die zich met de geochemie van het zonnestelsel bezighoudt. Uiterekend onze collega-astronomen hebben een onverwachte waarde toegekend aan de natriumlaag tijdens hun onderzoek naar verafgelegen objecten in de ruimte. Voor de grote aardtelescopie is de atmosferische turbulentie een aanzienlijk probleem dat niet opgelost kan worden door de telescoopdiameter te vergroten, het golffront van de inkomende straling is grillig, terwijl dit vlak zou moeten zijn. Dit golffront kan echter snel in de telescoop worden geanalyseerd, zodat men het scintillatie-effect efficiënt kan corrigeren met krachtige computers en een sturing van de ogenblikkelijke spiegelverbuiging: de zogenaamde adaptieve optica. Helaas verzenden verafgelegen objecten onvoldoende fotonen om deze correctie uit te voeren. Bijgevolg is vlak naast het te observeren object een heldere referentiester nodig. De scintillatie van deze referentiester wordt geanalyseerd en op het verafgelegen object wordt dezelfde correctie toegepast. Het hemelgewelf is jammer genoeg onmetelijk groot en er zijn weinig sterren die voldoende lichtkracht hebben om als referentie gebruikt te worden. Dit probleem kan echter omzeild worden door... een kunstmatige ster te maken! Dat gebeurt als volgt. Een laserbundel die op de golflengte van de natri-



De allereerste, nooit eerder geproduceerde wereldkaart van de mesospherische natriumkolom (uitgedrukt in atomen per cm^2 , in de richting van het zenit).

umovergang is afgestemd stuurt een krachtige impuls naar het zenit. Op een hoogte van 85 km worden de fotonen geabsorbeerd door de atomen en opnieuw naar beneden gestuurd. Het door de turbulentie verstoorte golffront kan bijgevolg in elk hemelpunt worden geanalyseerd, zodat de correctie voor de adaptieve optica kan worden toegepast. Tot dusver konden alleen enkele gespreide laboratoria de dichtheid van de natriumlaag meten. Dankzij de resultaten van het GOMOS-experiment heeft ons team onlangs de eerste wereldkaart opgesteld voor de natriumlaag in de mesosfeer, een sympathiek huwelijk tussen zuiver onderzoek naar de samenstelling van de mesosfeer, met toegepast onderzoek waarbij bestaande sterren worden gebruikt om andere sterren te creëren...

Didier Fussen



Een kunstmatige en puntvormige lichtbron in de mesosfeer kan dienen als virtuele ster om de atmosferische turbulentie, die de accurate waarneming van verre voorwerpen verstoort, te corrigeren.

Meer

De GOMOS-missie:
envisat.esa.int/instruments/tour-index/gomos/

D.Fussen et al., *Global measurement of the mesospheric sodium layer by the star occultation instrument GOMOS*, *Geophysical Research Letters*, Vol. 31, L24110, doi:10.1029/2004GL021618, 2004

Loopbaan

1983 Proefschrift over de fysica van atoombotsingen (UCL)

1988 Belgisch Instituut voor Ruimte-Aeronomie.
 Geaggregeerde werkleider sinds 1998 en houder van een leeropdracht bij de UCL.



Het GOMOS-team met van links naar rechts: Filip Vanhellemont, Nina Matshvili, Jan Dodion, Christine Bingen, Didier Fussen.



Gietijzeren standaardgewicht
(ca. 1600)

Mag het een ietsje meer zijn?

De eerste gewichten en maten werden in de Oudheid al gebruikt voor handelsdoeleinden. Van standaardisatie was toen nog geen sprake en elke streek had zijn eigen eenheden. Zelfs als ze dezelfde naam droegen, verschilden ze nog in massa. Zo vertegenwoordigde een Venetiaans pond 9.216 granen, maar dat van Parijs 9.456. Waarom? Simpelweg omdat in de dogenstad tarwe diende als referentie, en in Parijs gerst, dat zwaarder is. Bij ons noteert E. Girard in zijn *Tabellen voor ingenieurs, om berekeningen te verkorten en te verlichten* uit 1841 dat “16 ons in Brussel en Nijvel 467,7 gram voorstellen en 470,2 in Antwerpen en Lier; 467,1 in Charleroy (sic) en Luik; 430,6 in Doornik, maar meer dan 430 in Dixmuiden.” Nog sterker: de verschillen hingen ook af van de gilden en de voorwerpen die gewogen moesten worden.

Dit alles maakte de zaken zeer ingewikkeld, vooral op administratief of wetenschappelijk gebied. Er waren een aantal pogingen om eenheid te scheppen, en het laat zich raden dat dit geen makkelijke opgave was. Zo creëerde Karel de Grote in 789 een ijkgewicht dat identiek moest zijn met het gewicht van het geld, aangezien dit ook werd gewogen (vandaar de verwijzing naar het

gewicht van geld in “licht geld, lichte waar”). Deze eenheidsmunt was de *pile de Charlemagne*.

Deze munt dateert uit 1668 en een kopie ervan wordt nog altijd bewaard in het *Musée national des techniques* van het *Conservatoire national des Arts et Métiers* in Parijs. Dit messing stuk omvat een doos met 20 mark (een mark staat gelijk met een half pond of acht ons) en dan elf maatjes die in elkaar passen en waarvan het gewicht 14, 8, 4, 2 en 1 mark vertegenwoordigt, dan 4, 2 en 1 ons, en ten slotte 4, 2 en 1 penningen (een achtste van een ons), en de rij wordt gesloten door het gewicht van 1 penning. Het geheel vertegenwoordigt een gewicht van 50 mark of 25 pond, en daarmee kunnen alle gewichten tussen een penning en 50 mark worden vergeleken.

“De Franse revolutie zet de eerste stappen in de richting van eenheid”, zegt Jacques Nicolas, directeur van de Dienst Kalibratie van de Federale Overheidsdienst “Economie, KMO, Middenstand en Energie”. In 1793 werd immers een *grave* (uit het Latijn *gravis* dat zwaar betekent) gedefinieerd als de massa van een kubieke centimeter gedistilleerd water bij een temperatuur van smeltend ijs.



Bleef nog het probleem om dit volume precies te kunnen meten... De afgeleiden zijn de bar of millier (1000 kilogram), de decibar (100 kilogram), de centibar (10 kilogram), de decigrave (100 gram), de centigrave (10 gram), de gravet (1 gram), de decigravet, de centigravet en de milligravet.

Zes jaar later, in 1799, wordt de grave vervangen door het kilogram en wordt de specificatie "smeltend ijs" vervangen door "4 graden Celsius", waarbij deze vloeistof de maximale dichtheid heeft.

Op wereldtentoonstellingen zoals in Londen in 1851 en in Parijs in 1855 en 1867 leerde het buitenland de voordelen van het metrieke stelsel appreciëren. Het gebruik van zorgvuldig bepaalde, universele en onveranderlijke ijkstandaarden vindt naar het einde van de 19de eeuw steeds meer ingang. Uiteindelijk ondertekenen zeventien landen -- waaronder België -- op 20 mei 1875 in Parijs de Conventie van de meter. Hierdoor krijgen de *Conférence générale des Poids et Mesures (CGPM)*, het *Comité international des Poids et Mesures* en het *Bureau international des Poids et Mesures* de bevoegdheid om wereldwijd op gebied van metrologie op te treden en de equivalentie te bewijzen tussen de ijkstandaarden van verschillende landen.

In september 1889, op de eerste Algemene conferentie van maten en gewichten, worden de internationale prototypes geplaatst in het beroemde paviljoen van Breteuil in Sèvres en daar verblijven ze nog altijd. Ze worden er bewaard in een kelder die enkele meters diep onder de aarde ligt, in een nagenoeg onveranderlijke atmosfeer, beschermd tegen stof... De massa van de ijkstandaarden is waarschijnlijk nu al meer dan een eeuw niet veel veranderd. Ze worden alleen -- om de dertig jaar ongeveer -- gebruikt voor ijkingen.

Elk land dat lid was van de CGPM heeft minstens één kopie gekregen. "België heeft er twee die worden bewaard in een kistje", vertelt ons Gérard Bairy, die eveneens verbonden is aan de Dienst Kalibratie.

Voortaan werd de kilogram gedefinieerd als de massa van een cylinder van geïrdieerd platina (90% platina en 10% iridium) met een hoogte gelijk aan de diameter, namelijk 39 mm, om het oppervlak zo klein mogelijk te houden wat de kans op verandering beperkt.

Massa of gewicht?

Ze worden inderdaad vaak verward. Maar wat is het verschil tussen massa en gewicht?

De massa van een voorwerp meet de hoeveelheid materie in dat voorwerp. De massa van een voorwerp is onveranderlijk, ongeacht zijn plaats in het heelal. De eenheid van massa is het kilogram.

Het gewicht meet de aantrekkingskracht van een hemellichaam op een voorwerp. Deze aantrekkingskracht wordt sterker met de massa van het hemellichaam. Het gewicht van een voorwerp varieert dus in het heelal en is afhankelijk van het hemellichaam waarop het zich bevindt. Gewicht wordt uitgedrukt in newton (N).

Massa en gewicht zijn dus verschillende grootheden en hun relatie wordt gegeven door de volgende formule: gewicht = massa x g, waarbij g (gelijk aan $\approx 9,81 \text{ m/s}^2$ op aarde) de intensiteit van de zwaartekracht voorstelt.

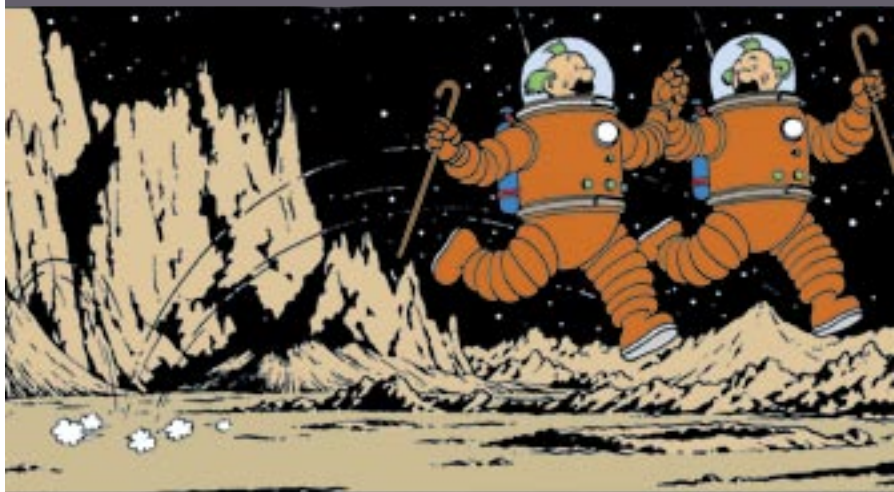
Op de vraag "Hoeveel weegt u?" moet u dus eigenlijk antwoorden: "Mijn gewicht is op aarde 686,7 newton en mijn massa bedraagt 70 kilo".

g is ongeveer zes keer minder op de maan (1,67 N/kg) dan op aarde, dus het gewicht van Jansen en Janssen moet dus worden gedeeld door zes op de maan (maar hun massa verandert niet...).
© Hergé / Moulinsart 2005



Meer

Ruimte voor experimenten, Elke en Wim Delvoye, Manuel Paiva, Federaal Wetenschapsbeleid, 2004 (boekje en cd-rom)



© Hergé / Moulinsart 2006



De massa wordt gemeten met een weegschaal

In 1901 werd de definitie van het kilogram, toen al zeventien jaar oud, bevestigd als eenheid van massa en niet van gewicht. Deze definitie is trouwens opgenomen in artikel 3 van de wet van 16 juni 1970 op eenheden, ijkstandaarden en meetinstrumenten.

Indertijd had de twintigste CGPM de verschillende nationale laboratoria gevraagd om na te denken over een nieuwe definitie voor de eenheid van massa op basis van fundamentele atoomconstanten.

Tegenwoordig is het kilogram nog steeds de enige grootte die wordt vertegenwoordigd door een materiële ijkstandaard, terwijl de meter gelijk is aan de afstand die het licht aflegt in $1/299\,792\,458$ van een seconde, en deze wordt dan weer sinds 1967 gedefinieerd als de duur van $9\,192\,631\,770$ golflengten van straling die vrijkomt bij de overgang tussen de twee ultrafijne niveaus van de basistoestand van cesium 133.

Er wordt dus nog steeds onderzocht hoe de eenheid van massa "gedematerialiseerd" kan worden. "We stellen een

zekere wedijver vast tussen de landen, in het bijzonder Duitsland, Engeland, de Verenigde Staten, Frankrijk, Italië, Japan en Zwitserland", merkt Jacques Nicolas op, "en we zullen zien wie zijn definitie van het kilogram zal kunnen opleggen. Trouwens," vervolgt hij, "metrologie omvat tegenwoordig veel meer dan de klassieke fysische maten: nu omvat de wetenschap ook gebieden als volksgezondheid, nanotechnologie, het leefmilieu, ... Deze wetenschap speelt echt in op de technische en industriële behoeften van een land". Handelingen die verband houden met maten stellen in de geïndustrialiseerde landen van de Europese Unie 4 tot 6 % voor van het BBP. Economische studies werden gevoerd in verschillende landen, met name in het Verenigd Koninkrijk en in Canada. De versterkingsfactor werd in het Verenigd Koninkrijk gevestigd op 130 tegen 1 en het rendement op het geïnvesteerde vermogen op 13 tegen 1 in Canada.

We citeren hier drie onderzoeken. Het eerste is de zogenaamde "Watt-weger" die zoekt naar de vergelijking van een mechanisch vermogen met een elektromagnetisch vermogen. De tweede methode is gebaseerd op de constante van Avogadro en probeert het aantal atomen te tellen in een bol van silicium. "We werken hier allemaal niet aan mee", betreurt Gérard Bairy, "omdat we niet de nodige menselijke middelen hebben. Metrologie wordt trouwens nergens in ons land gedoceerd...".

Het derde spoor probeert het kilogram te laten overeenstemmen met de massa van een bepaalde hoeveelheid atomen van één of ander element, in een collector verzameld met een bundel ionen van dat element. Momenteel is dit nog de minst precieze methode van de drie.

Het preciezer gedefinieerde kilogram zou overal reproduceerbaar zijn. Het zou niet meer nodig zijn om het te ijken aan een standaard die allengs zou veranderen door het hanteren (hoe zelden ook) en door fysisch-chemi-

In de grote familie van de eenheden...

Het kilogram is nu een wettelijke ijkreferentie, maar er zijn er nog andere die niet tot het internationale systeem behoren en die worden gebruikt in specifieke sectoren zoals de goudsmederij (het (metrieke) karaat = 0,2 gram met de wettelijke afkorting kt of ct).

Vergeten we ook de eenheden Celsius en Fahrenheit niet; de liter, de gallon (Engelse = 3,78 liter; Amerikaanse = 4,55 liter) en de baril (36 Engelse gallons en 42 Amerikaanse gallons); de meter, de mijl (1.852 meter), de kabellengte (= 120 vadem = 196 meter), de voet (0,3048 meter) en de duim (2,54 centimeter).

In de volumes kennen we de kubieke meter naast de stère (uit het Grieks στέρης dat "vast" betekent), een uitdrukking die alleen nog wordt gebruikt voor gestapeld brandhout en gebinhout.

Wisselagenten jongleren dan weer met \$, £, € en andere ¥... en we kennen verder nog Gregoriaanse, Romeinse, liturgische, orthodoxe, Juliaanse, Chinese, zonne- maan- of zonne-maankalenders...

sche reacties door contact met de omgeving. Een precie-
zere bepaling van deze variaties zal de komende jaren
zeker plaatsvinden, maar "het zal nog wel enige tijd
duren".

Pierre Demoitié



Dienst Metrologie in België:
www.mineco.fgov.be > marktregulering > metrologie

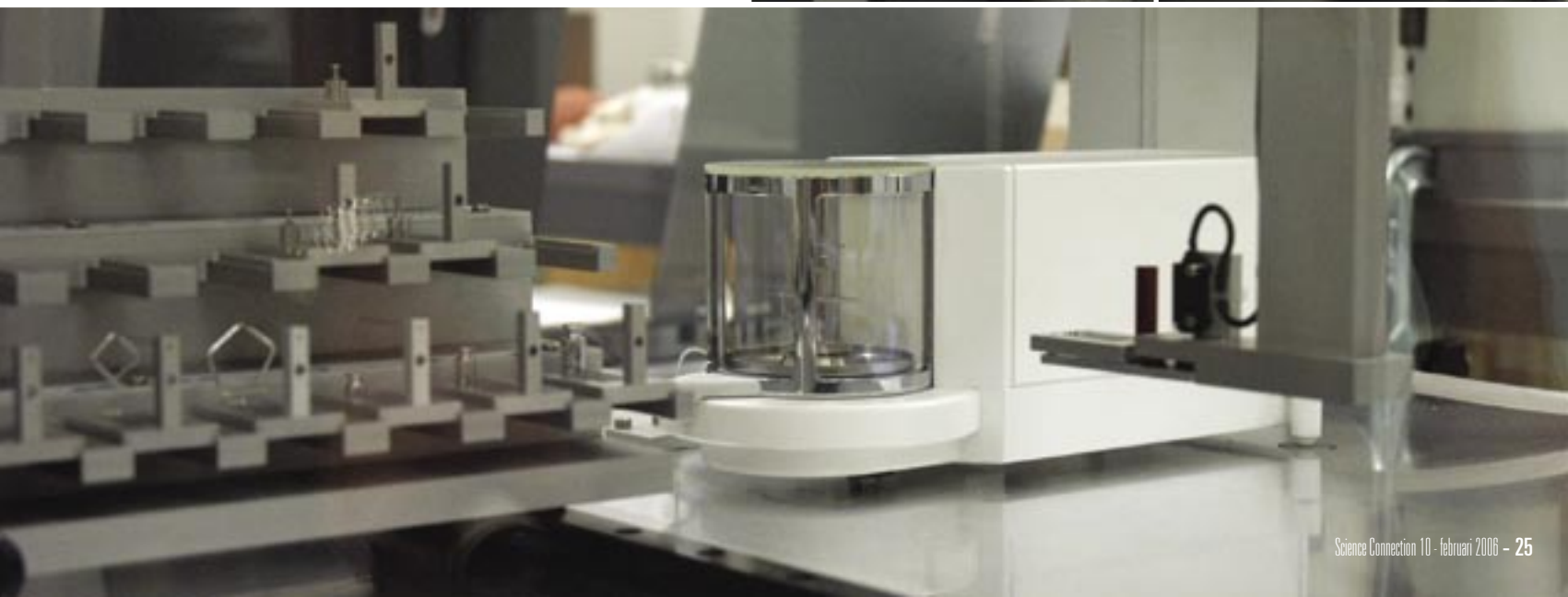
Het Institute for Reference Materials and Measurements (IRMM):
www.irmm.jrc.be

Het Bureau international des Poids et Mesures:
www.bipm.fr

De Internationale wereldorganisatie voor metrologie:
www.oiml.org

Euromet (European Collaboration in Measurement Standards):
www.euromet.org

*Het laboratorium van de Dienst Kalibratie van de Federale
Overheidsdienst "Economie, KMO, Middenstand en Energie".
© Science Connection*





De burger tegenover de administratie De delicate geschiedenis

Vonnisboeken van
de Rechtbank voor
Oorlogsschade van
Brussel.
© AR

van de bestuursgeschillen in België

Het Algemeen Rijksarchief heeft als hoofdopdracht de (overheids)archieven te bewaren, maar door de jaren heen heeft deze wetenschappelijke instelling zich ook gespecialiseerd in de uitgave van institutionele geschiedenissen van nationale, regionale en lokale instellingen uit het Ancien Régime of uit de hedendaagse periode. Deze onderzoeksprojecten worden vaak gerealiseerd met de financiële steun van het Federaal Wetenschapsbeleid in het kader van de actie tot stimulering van het onderzoek in de federale wetenschappelijke instellingen. Hier nemen we de gelegenheid te baat om een onderzoeksproject over de Belgische administratieve rechtscolleges voor te stellen.

Een wetenschappelijk onderzoeksproject ten dienste van de burger

Het onderzoeksproject, ondersteund door het Federaal Wetenschapsbeleid, startte in januari 2002 en werd beëindigd in december 2005. Twee historici, Isabelle Sirjacobs en Hans Vanden Bosch, inventariseerden onder leiding van

Rolande Depoortere (werkleider van het Rijksarchief in Anderlecht), alle administratieve rechtscolleges die sinds het einde van het Ancien Régime in ons land functioneerden en bestudeerden hun geschiedenis, bevoegdheden, organisatie en werking.

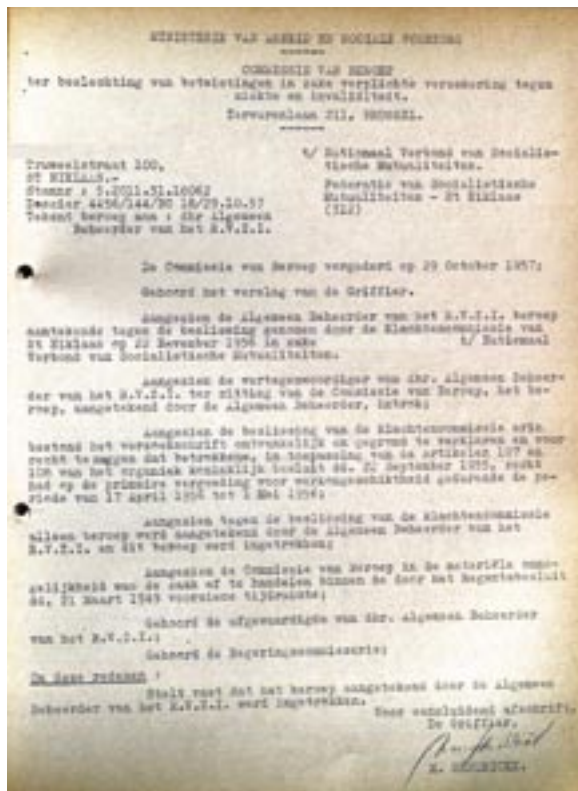
Dit was geen eenvoudige opdracht vermits het onderscheid tussen een administratieve en een rechtsprekende commissie niet altijd expliciet op te maken valt uit de wetgevende teksten (wetten, koninklijke besluiten en decreten van de Gewesten en Gemeenschappen). Enkel de rechtspraak, de rechtsleer en de afweging van de wetteksten aan een aantal criteria – uitgewerkt door juristen – maakten het in veel gevallen mogelijk de knoop door te hakken. Het grote aantal administratieve rechtscolleges, die zich uitstrekken over diverse domeinen zoals het belastingrecht, het oorlogsschaderecht, het sociaal recht, het recht op studietoelagen en hun wisselende gedaante, gaande van een beperkt comité dat jaarlijks maar enkele zittingen houdt tot een permanent orgaan bijgestaan door een secretariaat of griffie, verklaren

gedeeltelijk waarom deze instellingen zo weinig bekend zijn bij het grote publiek en waarom ze enig wantrouwen inboezemen bij de bevolking, die volgens bepaalde denkbeelden erg kritisch staat tegenover de veelzijdige en steeds groeiende overheidsadministratie.

De opsomming van alle administratieve rechtscolleges en de systematische weergave van hun bevoegdheden in een handige gids, bestemd voor het grote publiek én de wetenschappelijke wereld, beantwoordt aan een actuele behoefte van de burger. Op die manier toont het Rijksarchief het actuele karakter van zijn missie en zijn ambitie als archiefcentrum ten dienste van de burger. Het repertorium van de afgeschafte en de hedendaagse administratieve rechtscolleges verhult ook de polemieken niet die regelmatig in de rechtswereld en in de cenakels van de politiek werden gevoerd over de afschaffing van een groot aantal rechtscolleges en hun eventuele vervanging door volwaardige administratieve rechtbanken.

Het onderzoeksproject had ook een archiefcomponent die kadert in de fundamentele missies van het Rijksarchief. Er werd immers ook een overzicht gegeven van de bewaarde archieven van alle afgeschafte en actieve administratieve rechtscolleges en van de respectievelijke bewaarplaatsen. Het in kaart brengen van deze archiefbronnen zal de historici de kans bieden nieuwe onderzoekspistes uit te werken. Ook biedt het de burgers de kans zich onmiddellijk tot de juiste instantie te wenden, indien zij bepaalde informatie willen consulteren. Bovendien zal dit de Rijksarchivarissen toelaten hun wettelijke inspecties bij deze archiefvormers beter te plannen. Zij zullen ook ordeningsplannen uitwerken om de bestaande rechtscolleges te helpen bij de ordening van deze archieven en eventueel de bewaaromstandigheden te verbeteren. De archivarissen zullen de resultaten van het onderzoek eveneens gebruiken om de nodige selectielijsten op te stellen teneinde de administratieve rechtscolleges te adviseren over de bewaring van hun archieven. In deze selectielijsten zal worden bepaald welke documenten met juridische of historische waarde permanent moeten bewaard worden en welke documenten op termijn vernietigd mogen worden.

Het is immers van primordiaal belang dat er een vooruitziend beleid wordt ontwikkeld voor de overdracht van deze archieven naar het Rijksarchief want het aantal bestuursgeschillen en bijgevolg ook de gerelateerde archiefbescheiden zijn exponentieel toegenomen in de loop van de tweede helft van de 20ste eeuw. Bij wijze van voorbeeld kunnen we vermelden dat de Raad van State zo'n 11 000 arresten heeft uitgesproken tussen zijn oprichting in 1948 en 1965. Sinds 1966 werden reeds meer dan 100 000 arresten geveld. Zo'n 3 strekkende kilometer archieven worden momenteel bewaard op de griffie van de Raad van State en wachten op een eventuele overdracht naar het Rijksarchief.



Arrest van de Commissie van Beroep inzake de ziekte- en invaliditeitsverzekering van 29 oktober 1957. De naam van de betrokkene werd op de foto onleesbaar gemaakt uit privacy-overwegingen. © AR

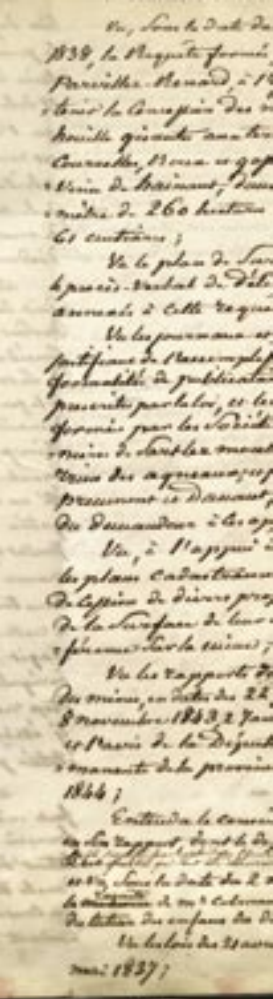
Een minutieus opzoekingswerk

Het opzoekingswerk was erg tijdrovend; zo werden ongeveer 1300 boeken en artikelen geraadpleegd. Hiervoor werd een beroep gedaan op de rijke administratieve bibliotheek van het Algemeen Rijksarchief, maar ook de gespecialiseerde universitaire bibliotheken werden bezocht. De beide leden van het wetenschappelijk begeleidingscomité, Marnix Van Damme, Staatsraad en hoogleraar aan de Vrije Universiteit van Brussel, en Jean-Pierre Nandrin, hoogleraar aan de *Facultés Universitaires Saint-Louis*, verstrekken de nodige goede raad respectievelijk op juridisch en rechtshistorisch vlak.

De archiefenquôte, die tot doel had de precieze bewaarplaats van de archieven van de administratieve rechtscolleges te weten te komen, werd gedeeltelijk in het Algemeen Rijksarchief en het Rijksarchief in de Provinciën gevoerd. In het tweede luik werden alle nog bestaande administratieve rechtscolleges gecontacteerd en gevraagd mee te werken aan een beknopte archiefenquôte over de aard, de omvang en de bewaaromstandigheden van hun archieven.

Het repertorium

Het repertorium van de Belgische administratieve rechtscolleges – dat momenteel ter perse is – behandelt niet minder dan 191 verschillende instellingen. Elke tekst over deze rechtscolleges is systematisch opgebouwd rond een aantal velden waarin de oprichting en de evolutie van het rechtscollege in zijn historische en politieke context wordt geplaatst. Ook de precieze bevoegdheden van het rechtscollege, het ressort, de werking en de procedure worden besproken. De teksten worden afgesloten met de vermelding van een aantal nuttige gegevens: de relevante wetteksten, een selectieve bibliografie, de contactgegevens en een korte beschrijving over de aard en de bewaarplaats van de archief-



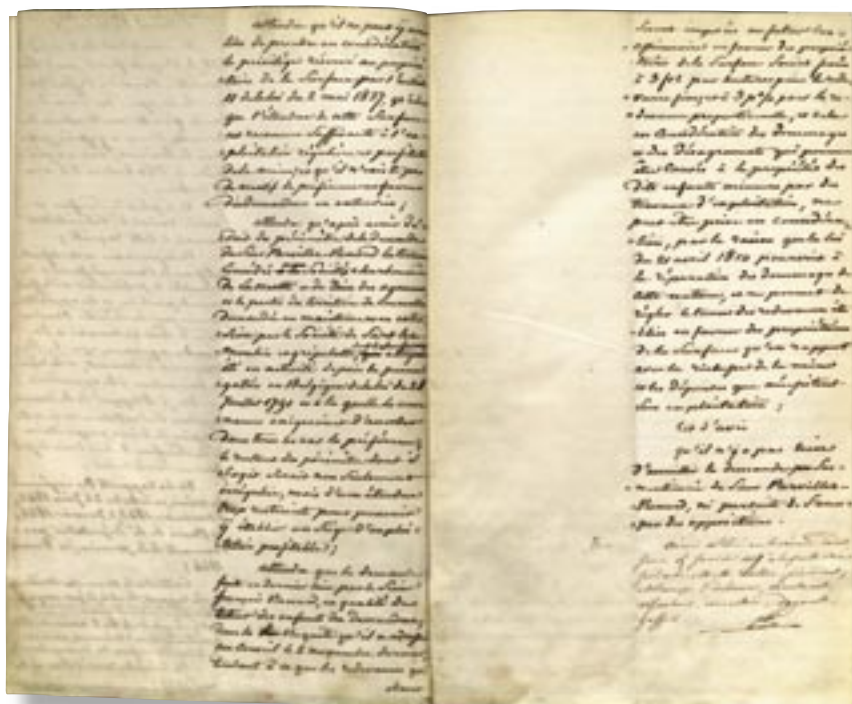
Arrest van de Mijraad van 15 januari 1847. © AR

bescheiden. De teksten werden per tijdperiode of per rechtsdomein in een aantal hoofdstukken gegroepeerd. Zo zijn er hoofdstukken over de 19de-eeuwse rechtscolleges (o.a. het Rekenhof, de Mijraad, de Muntcommissaris en de Beheerraad van de Proefbank voor Vuurwapens, om maar enkele te noemen), het militierecht en het recht op gewetensbezwaar, het belasting- en kiesrecht, het sociaal recht en het tuchtrecht. De aloude Werkrechtscollages (de voorlopers van de Arbeidsrechtbanken), de rechtscolleges ingesteld na de Eerste en de Tweede Wereldoorlog en de geregionaliseerde rechtscolleges vormen eveneens aparte hoofdstukken.

De gehanteerde structuur maakt het mogelijk het boek op verschillende manieren te raadplegen. Zo kan men snel de tekst over één of ander rechtscollege consulteren of het werk volledig doornemen. Het bevat niet enkel het repertorium, maar ook een inleiding over de historische evolutie van de afhandeling van de "geschillen van bestuur". Er wordt een overzicht geboden van de inspanningen van de wetgever om de burger, bij zijn conflicten met de administratie, de nodige garanties te bieden voor een onafhankelijke en onpartijdige afhandeling van zijn zaak. In dit opzicht bieden de debatten, die de politieke en gerechtelijke wereld reeds lange tijd voeren, een getrouwe weergave van de denkbeelden rond dit thema van de toenmalige en de huidige Belgische samenleving.

Rolande Depoortere / Isabelle Sirjacobs / Hans Vanden Bosch

Arrest van de Mijraad van 15 januari 1847. © AR



Isabelle Sirjacobs en Hans Vanden Bosch © AGR



Lectuur

SIRJACOBS Isabelle en VANDEN BOSCH Hans, DEPOORTERE Rolande (dir.), *Les juridictions administratives en Belgique depuis 1795. De administratieve rechtscolleges in België sinds 1795*, 2 dln. Algemeen Rijksarchief, Brussel, 2006, 1198 p.

Het boek is momenteel ter perse en is bestelbaar via www.arch.arch.be/index.html (rubriek publicaties) of via info.publicat@arch.be.



Loopbaan

Rolande Depoortere

- 1994: doctor in de geschiedenis aan de Universiteit Libre de Bruxelles en aanstelling bij het Algemeen Rijksarchief
- 1996: verantwoordelijk voor de hedendaagse gerechtelijke archieven in het Algemeen Rijksarchief
- 2000: lid van het Comité voor juridische zaken van de International Council of Archives
- 2001: verantwoordelijk voor het Rijksarchief in Anderlecht

Isabelle Sirjacobs

- 1991: licentiaat in de geschiedenis aan de Universiteit Libre de Bruxelles
- 1996-2001: assistente aan de ULB
- 2006: projectmedewerker aan het Algemeen Rijksarchief (ontsluiting van hedendaagse archiefbestanden)

Hans Vanden Bosch

- 1999: licentiaat in de geschiedenis aan de Katholieke Universiteit Leuven
- 2001: diploma van de interuniversitaire gespecialiseerde studie Archivistiek en Hedendaags Documentbeheer (Vrije Universiteit Brussel/Universiteit Gent/Katholieke Universiteit Leuven)
- 2006: projectmedewerker aan het project "Gids van de bronnen met betrekking tot de Eerste Wereldoorlog in België en Belgisch Kongo" (Algemeen Rijksarchief)

Mobiliteit van onderzoekers: alle hindernissen van de baan

Zes jaar geleden legde de Europese Commissie onder impuls van toenmalig eurocommissaris voor Onderzoek Philippe Busquin de grondslagen van de Europese Onderzoeksruimte. Tegelijkertijd bepaalde de Europese Raad in Lissabon dat Europa tegen 2010 de meest concurrerende en dynamische kenniseconomie ter wereld moest worden.

Zoals iedereen weet vereist de mondialisering van de economie een grotere mobiliteit voor onderzoekers. Hun aantal zal in Europa met 700 000 moeten toenemen om de 3%-doelstelling te halen. Of met andere woorden: om 3% van het BBP (Bruto Binnenlands Product) te investeren in onderzoek, een streefcijfer dat in maart 2002 werd vastgelegd in Barcelona (zie onze bijdragen over de “3%-doelstelling” in vorige nummers van *Science Connection*).

Om dat aantal te bereiken, heeft de Europese Unie een reeks instrumenten uitgewerkt om de loopbaan van onderzoeker aantrekkelijker te maken binnen de 25 EU-lidstaten. Het gaat in het bijzonder om: (1) regelgevings teksten, (2) een Europees Handvest voor Onderzoekers en een gedragscode voor hun rekrutering, en (3) een Europees netwerk van mobiliteitscentra.

De teksten

Elke lidstaat moet de toegang van onderzoekers tot zijn grondgebied vergemakkelijken door een hele reeks administratieve barrières op te heffen. Zo moeten onderzoekers die bijvoorbeeld een conferentie komen bijwonen gemakkelijker een visum voor kort verblijf kunnen krijgen¹, moet de arbeidskaart voor bepaalde categorieën onderzoekers afgeschaft worden² en moet de procedure voor de toelating van onderzoekers uit derde landen vereenvoudigd worden³. Het gaat hier om drie maatregelen waar elke lidstaat zo snel mogelijk werk van moet maken.

Concreet bevat de richtlijn een specifieke procedure voor de toelating van onderdanen van derde landen die in de Europese Gemeenschap een onderzoeksproject komen

verrichten van meer dan drie maanden. Het is daarbij de bedoeling de toelating van onderzoekers te vergemakkelijken en hun mobiliteit te bevorderen door de taak van de bevoegde immigratieautoriteiten in de lidstaten te verlichten en na te gaan of het onderzoeksproject geloofwaardig is en of de onderzoeker over de nodige kwaliteiten beschikt om het project tot een goed einde te brengen.

De richtlijn geldt echter niet voor asielzoekers en is niet bedoeld als tijdelijke beschermingsmaatregel. Ook doctoraatsstudenten die onderzoek willen verrichten voor hun doctoraatsverhandeling vallen niet onder de richtlijn, aangezien ze gedekt zijn door een andere richtlijn⁴.

De onderzoeksinstelling die een onderzoeker wil aanwerven, sluit met hem een “gastovereenkomst”, d.w.z. een juridische akte van contractuele aard waarbij de onderzoeker zich ertoe verbindt het onderzoeksproject te voltooien en de instelling zich ertoe verbindt hem te aanvaarden, op voorwaarde dat hij een verblijfsvergunning krijgt.

De lijst van de instellingen is nog niet klaar, maar zal uiteraard gebaseerd zijn op de lijst van de onderzoekscentra die vrijgesteld zijn van bedrijfsvoorheffing bij de rekrutering van onderzoekers (zie *Science Connection* 06, p 47).

Het handvest en de code

Het Europees Handvest voor Onderzoekers is een verzameling algemene beginselen en basisvereisten die de functies, verantwoordelijkheden en rechten van onderzoekers en van werkgevers en/of financiers van onderzoekers vastlegt. Het moet ervoor zorgen dat de aard van de verhouding tussen onderzoekers en werkgevers of financiers bevorderlijk is voor:

- succesvolle prestaties bij het genereren, overdragen, delen en verspreiden van kennis en technologische ontwikkeling
- de loopbaanontwikkeling van onderzoekers.

¹ Aanbeveling van de Raad van 12 oktober 2005 tot vergemakkelijking van de toelating van onderdanen van derde landen tot de Europese Gemeenschap met het oog op wetenschappelijk onderzoek.

² Aanbeveling van het Parlement van 28 september 2005 om de afgifte door de lidstaten te vergemakkelijken van eenvormige visa voor kort verblijf aan onderzoekers die onderaan zijn van een derde land en die zich met het oog op wetenschappelijk onderzoek verplaatsen in de Europese Gemeenschap.

³ Richtlijn 2005/71 van de Raad van 12 oktober 2005 betreffende een specifieke procedure voor de toelating van onderdanen van derde landen met het oog op wetenschappelijk onderzoek.

⁴ Richtlijn 2004/114 van de Raad van 13 december 2004 betreffende de voorwaarden voor de toelating van onderdanen van derde landen met het oog op studie, beroepsopleiding of vrijwilligerswerk.

Mercator (1512-1594), die eigenlijk Gerhard Kremer heette, begint zijn studies in 1530 aan de Universiteit van Leuven, onder leiding van de astronoom Frisius. Die maakt hem vertrouwd met de vorm en de weergave van de aardbol. Vanaf 1552 werkt hij een projectie van de aarde uit en in 1569 publiceert hij de 18 bladen van de "mercator-projectie" die scheepvaarders eindelijk een betrouwbare beschrijving aanreikt van de aardomtrek.



Het Handvest erkent ook de waarde van alle vormen van mobiliteit als middel voor het bevorderen van de professionele ontwikkeling van onderzoekers.

De Gedragscode voor de Rekrutering van Onderzoekers bevat een reeks bepalingen waaraan werkgevers en/of financiers zich moeten houden bij het aanstellen of rekruteren van onderzoekers. Deze bepalingen moeten de naleving waarborgen van waarden zoals transparantie van het rekruteringsproces en gelijke behandeling van alle kandidaten, in het bijzonder wat betreft de ontwikkeling van een aantrekkelijke, open en duurzame Europese arbeidsmarkt voor onderzoekers. Ze zijn een aanvulling

op de beginselen en basisvereisten in het Europese Handvest voor Onderzoekers. Instellingen en werkgevers die zich aan de Gedragscode houden verklaren zich ertoe te verbinden op een verantwoorde en respectvolle wijze te handelen en eerlijke raamvoorwaarden aan te bieden aan onderzoekers, met de duidelijke bedoeling bij te dragen tot de bevordering van de Europese Onderzoeksräume.

Het netwerk

Het Europese netwerk van mobiliteitscentra ERA MORE (*European Research Area MOBILE REsearchers*), telt vandaag niet minder dan 200 mobiliteitscentra in 33 landen. Deze centra (19 in België) bieden onderzoekers persoonlijke begeleiding.

Om de Europese Commissie te helpen bij de oprichting van dit Europese netwerk, hebben de deelnemende landen het verzoek gekregen om "bruggenhoofden" (of *bridgeheads*) op te richten die de nationale mobiliteitscentra moeten organiseren en coördineren.

In België vormen vier *bridgeheads* samen "Mercator", als eerbetoon aan de 16de-eeuwse cartograaf die zijn naam gaf aan de bekende projectie waarbij hij - volkomen terecht - Europa een centrale plaats gaf op de wereldkaart.

Deze *bridgeheads* zijn: het *Fonds national de la recherche scientifique* (Franse Gemeenschap), het ministerie van de

Drie vragen aan Didier Flagothier, verantwoordelijke voor de mobiliteit van onderzoekers bij het Federaal Wetenschapsbeleid

Science Connection – U bent één van de vier "bruggenhoofden" van het "Mercatornetwerk".

Wat betekent dat concreet?

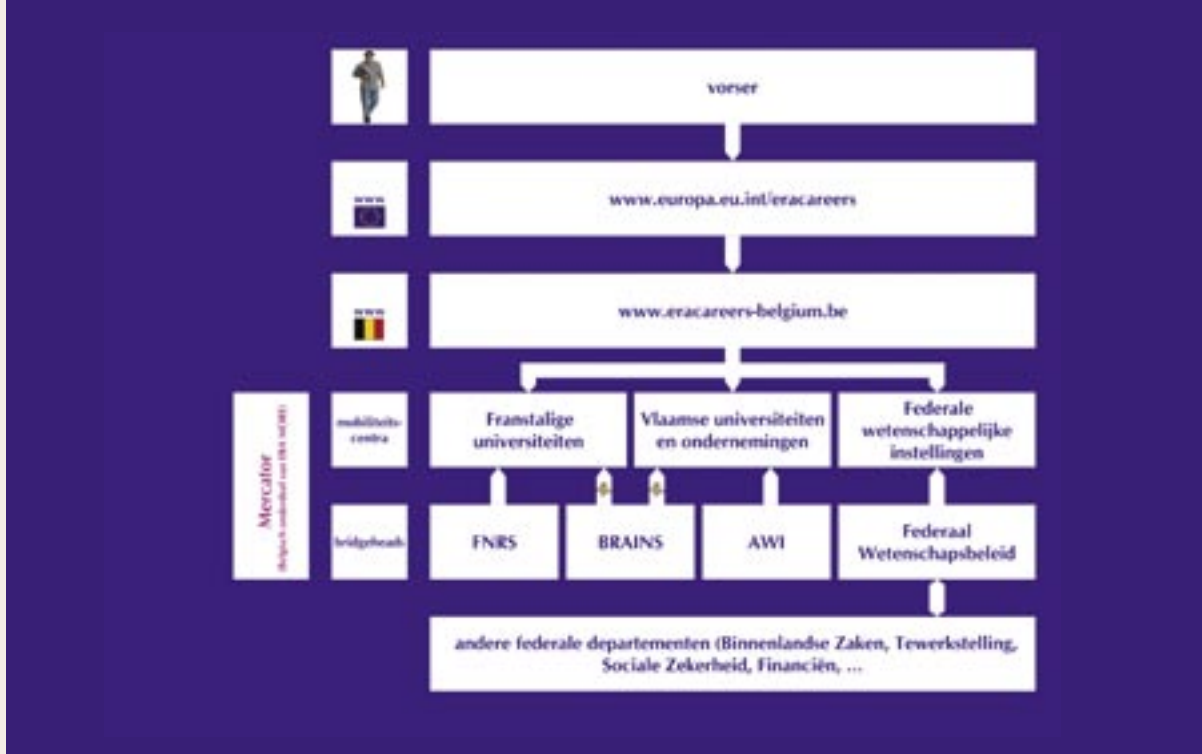
Didier Flagothier – De *bridgeheads* zijn belast met de organisatie van de nationale netwerken van mobiliteitscentra. Het netwerk voor België werd "Mercator" gedoopt. Onze taakverdeling hangt af van onze bevoegdheden en staat gedetailleerd beschreven in een contract met de Europese Commissie. Die heeft ons daartoe een budget toegekend van 200 000 euro voor drie jaar. De taken voor het federale niveau zijn: de algemene coördinatie van het netwerk, de externe communicatie, met onder meer de samenstelling van brochures, het onderhoud van de portaalsite, ...

SC – Welke problemen rijzen er bij de uitwerking van een dergelijk initiatief, in het bijzonder in België, waar er heel veel betrokken partijen zijn?

DF – Het moeilijkste was de voorbereiding van het project dat we moesten indienen bij de Europese Commissie. We moesten daarbij immers tegelijk het aantal tussenpersonen beperken, een uniek loket oprichten en rekening houden met de institutionele realiteit van het land. Als coördinator van het project moest het Federaal Wetenschapsbeleid het niet alleen voorbereiden, maar ook onderhandelen met de Commissie.

Bijna één jaar lang stonden we voortdurend in contact met de Europese administratie, om de structuur van het netwerk te verfijnen. Dat alles leverde uiteindelijk het unieke loket op: de Belgische portaalsite voor de mobiliteit van onderzoekers.

Achter dit unieke loket hebben de vier *bridgeheads* een zekere speelruimte, met respect voor elkaars bevoegdheden welteverstaan. Een vaste structuur zorgt voor een zekere eenvoudigheid bij de inhoud en de presentatie van de internetpagi-



Vlaamse Gemeenschap (*Administratie Wetenschap en Innovatie*), BRAINS (*Brussels Relocation and Interfacing Network for Scientists*) en het Federaal Wetenschapsbeleid, dat belast is met de algemene coördinatie van het Belgische netwerk.

Om de zaken te vergemakkelijken, heeft het netwerk één enkel contactpunt: de nationale portaalsite voor de mobiliteit van onderzoekers (zie *Science Connection* 02, p. 38).

Zoals te zien is op het schema is deze portaalsite rechtstreeks verbonden met zijn Europese tegenhanger en bevat ze allerlei praktische informatie (beurzen en financieringen, werkaanbiedingen, nationale wetgeving, ...).

Didier Flagothier



Portaalsite voor de mobiliteit van onderzoekers:
www.europa.eu.int/eracareers/

Belgische portaalsite voor de mobiliteit van onderzoekers:
www.eracareers-belgium.be

Europees Handvest voor Onderzoekers:
www.europa.eu.int/eracareers/europeancharter

na's van de mobiliteitscentra in heel het land. Ook de dienstverlening van de mobiliteitscentra is duidelijk gedefinieerd.

Uiteraard zijn er regelmatig vergaderingen waarop iedereen zijn mening geeft. Dat was (en is nog altijd) het geval bij de richtlijn voor de invoering van een wetenschappelijk visum.

In het voorjaar zal het Federaal Wetenschapsbeleid de drie andere *bridgeheads* en de 19 mobiliteitscentra uitnodigen voor een workshop. Op de agenda staan onder meer: de voorstelling van de *Guide for Mobile Researchers* die we momenteel samen met de Katholieke Universiteit Leuven aan het opstellen zijn, de omzetting van de richtlijn "wetenschappelijk visum" (een stand van zaken) en de nieuwe maatregelen in verband met de arbeidskaart.

SC – Over vier jaar 700 000 onderzoekers meer in Europa: droom of werkelijkheid?

DF – Ik ben altijd wat sceptisch geweest over dat cijfer. Om het te halen, moeten er eerst evenveel vacatures gecreëerd worden, en daarvoor moeten we 3% van het BBP investeren in onderzoek, het Europese gemiddelde. Voor België kunnen

we vrij optimistisch zijn, maar voor heel wat andere lidstaten oogt het plaatje veel minder rooskleurig. Met uitzondering van de Scandinavische landen, ook al zal hun 4% niet volstaan om het Europese gemiddelde naar boven te halen. Bovendien ziet het er na de voorbije besprekingen over de Europese begroting en het 7de Kaderprogramma in het bijzonder niet naar uit dat de O&O-uitgaven in Europa spectaculair zullen stijgen.

Toch moeten we optimistisch blijven en bedenken dat Lissabon en de 3%-doelstelling hoe dan ook onderzoek aanmoedigen en de weg aangeven die we moeten volgen.

Bovendien mogen we niet vergeten dat Europa meer onderzoekers opleidt dan de Verenigde Staten, maar er minder kan houden! Als we dit streefcijfer – 700 000 nieuwe onderzoekers – aanvaarden, moeten we verschillende pistes bewandelen: onderzoekers die vertrokken zijn, terughalen (bijvoorbeeld via de terugkeermantaten van het Federaal Wetenschapsbeleid); een wetenschappelijke loopbaan aantrekkelijker maken; onderzoekers aantrekken uit derde landen of het vrouwelijke onderzoekers met een gezin gemakkelijker maken om voor een wetenschappelijke loopbaan te kiezen.



Rotskunst

Talrijke valleien doorkruisen de basalthoogvlakte van de Hemma in Noordoost-Syrië, die een oppervlakte van meer dan 500 km^{v.1,3} bestrijkt. Honderden stenen bouwwerken en duizenden rotstekeningen illustreren er een menselijke aanwezigheid sinds de laatste vier millennia vóór onze tijdrekening. De *wadi Aweidje* in de schaduw van de oostelijke hoogvlakte, vertoont eveneens tevens talrijke sporen van het verleden. Hier wordt het landschap echter gekenmerkt door *tells*. Dit zijn artificiële heuvels gevormd door bewoningsslagen uit de opeenvolgende fasen van de geschiedenis.

Het zijn precies deze tells waarop de regionale archeologie zich traditiegetrouw tot dusver concentreerde. De recente exploratie van de nog ondoorvorste nabijgelegen hoogvlakte van de Hemma leverde echter verrassender resultaten op, zoals de grote stenen gebouwen en de rotstekeningen die aangetroffen werden in de kleine valleien. Sinds een dertigtal jaar werden dichte concentraties rotstekeningen in kaart gebracht in het Nabije Oosten, van Armenië tot Jemen en van de Verenigde Arabische Emiraten tot de Nijlvallei. Voor wat Syrië betreft, vormen de ontdekkingen in de Hemmaregio echter een heuse première.

In de loop van verschillende prospecties in het kader van de Belgisch-Syrische missie onder leiding van Paul-Louis van Berg (*Université Libre de Bruxelles*), werden concentraties versierde rotsen aangetroffen aan de rand van de hoogvlakte: zowel in Khishâm als in Kefra werden al meer dan 2000 gegraveerde blokken geregistreerd. Sinds 2004 wordt de stu-

die van Kefra geleid door de Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis in Brussel, in het kader van een onderzoeksproject gefinancierd door het Federaal Wetenschapsbeleid.

Historiek van een ontdekking

De eerste versierde rotsen werden toevallig ontdekt in 1995 door leden van de missie van Tell Beydar, een archeologische sleutelsite van de regio die door een Europees team wordt opgegraven. Vermits sindsdien alsmaar meer gelijkaardige vondsten werden gedaan, wees Paul-Louis van Berg (toen nog lid van de missie van Tell Beydar) het Algemeen directoraat voor oudheden en musea in Damascus in 1998 op het belang van deze onverwachte resultaten. Gelijktijdig maakt hij de eerste foto's en plannen van de vindplaats. Ook de resten van diverse gebouwen aan de rand en op de flanken van het hoogplateau werden in kaart gebracht.

Een jaar later vond een eerste prospectiecampagne plaats met systematische opmetingen van de streek. Gelet op de omvang van de geregistreerde resten, werd in 2001 de Belgisch-Syrische missie van Khishâm opgericht. De archeologische opgravingen werden gekoppeld aan kartografische en geo-morfologische studies (Universiteit Gent). Naast tientallen versierde rotsen werden in de loop van de prospectie opnieuw andere archeologische - en rotskunstvindplaatsen gelokaliseerd op de hoogvlakte van de Hemma, in het laatste geval in opmerkelijke hoeveelheden rond Kefra.

Alle gegevens betreffende de staat van bewaring, de afmetingen van de versierde rotsen en andere details worden genoteerd.



in Syrië

Patina en korstmossen

Zowat overal bleken zich telkens meerdere gegraveerde rotsen te bevinden tussen het hellingspuin op de flanken tussen de rand van het hoogplateau en de vlakte. Dit bleek tevens het geval voor de archeologische resten in steen, gebouwen die men eertijds nabij de thans afgebrokkelde rand van het plateau had gevestigd. De rotstekeningen waren op de meest gladde oppervlakten van de basaltblokken ingekerfd en werden zowat overal temidden van het hellingspuin aangetroffen, op een hoogte van zowat twintig meter boven de vlakte.

De kanten van de basaltblokken die naar het zuiden en het oosten gericht waren, vertonen vaak een uniform zwart patina, het zogeheten “woestijnverniss”, terwijl de overige vlakken bedekt zijn met korstmossen. De rotskunstenaars hadden een voorliefde voor de zwart gepatineerde vlakken, waarmee de lichtere, bruine of oranje tinten van de ingekerfde motieven mooi contrasteerden. De meest recente tekeningen (vooral Arabische namen en data), vertonen een helgrijze of witte tint.

Net zoals in andere rotskunstsites wereldwijd, versnelden natuurlijke en menselijke factoren de degradatie van dit patrimonium. Erosie en breuken als gevolg van drastische temperatuurschommelingen, maar ook de impact van wind en de aangroei van de korstmossen, tasten nog steeds de duurzaamheid van de rotsen aan. De archeologische vindplaatsen worden bovendien bedreigd door de bevolkingsaangroei en de recuperatie van stenen bouwmaterial, vandalisme en de ononderbroken passage van schapen en geiten.

Kefra: een opmerkelijke concentratie van gegraveerde rotsen

De site van Kefra strekt zich uit in een zone waar de basalt-hoogvlakte van de Hemma een cirkel beschrijft met een diameter van zowat 3 km. De vlakte en het plateau waarop nu katoen en graangewassen gedijen, worden intensief ontgonnen zodat de archeologische resten aan beide zijden van het puinstort aan de voet van het plateau bedreigd zijn. Het lokaliseren en het onderzoek van de rotskunst is dus ook een garantie voor de bewaring en de bescherming van een bedreigd patrimonium.

Om de studie te vergemakkelijken werd Kefra in 10 sectoren verdeeld (A tot J), elk begrensd door drie *wadi*beddingen (voor en na de winter droogstaand), wegen en allerhande



antieke constructies. Tijdens de eerste prospectie werden maar liefst 700 gegraveerde rotsen geregistreerd. Na een grondiger onderzoek van de verschillende sectoren, liep het aantal maar liefst op tot een duizendtal exemplaren!

Opzet van dit studieproject is de opmeting en analyse van deze vindplaats, waarbij achterhaald moet worden hoe de hoogvlakte gebruikt werd en welke gewoontes en religieuze overtuigingen de oorspronkelijke bewoners eropna hielden. Dit alles in afwachting van archeologische opgravingen die de functie en ouderdom moeten bepalen van de archeologische resten die gedeeltelijk bedolven zijn onder de gegraveerde rotsblokken. En uiteraard moet opgehelderd worden of de rotskunstenaars de bewoners waren van de woningen in de omgeving.

Een godenpantheon en... een bestiarium

Vrijwel alle rotstekeningen werden ingekerfd met een steen hamer en nergens werden sporen aangetroffen van schetsen of vooraf voorbereide oppervlakken. De figuren worden meestal weergegeven door gehamerde vlakken in de

De voornaamste wadi van Kefra op de grens van sectoren A en B. Op de voorgrond enkele versierde rotsen en, op de achtergrond, ronde structuren.



Gepiketteerde rotstekening: een jager spiest zijn lans in de muil van een leeuw. Op dezelfde rots, een langgerekte godheid op de rug van een dier.





Rotstekening met stier. De kunstenaar maakte handig gebruik van de natuurlijke randen van de rots als omlijsting.



Rotstekening met gazelle.



vorm van silhouetten zonder details binnen de omtreklijnen. Ze zijn zelden langer dan 30 cm en steevast schetsmatig. In tegenstelling tot andere sites van de Hemmahoogvlakte, illustreren de rotstekeningen van Kefra twee andere technieken, namelijk inkerving en afschrapping. In het eerste geval wordt de rots ingekerfd met een snijdend werktuig (een steen of metalen mes), terwijl in het tweede geval de rots met behulp van een steen afgeschraapt wordt, om de oorspronkelijk lichtere patina bloot te leggen. Vrij vaak werden beide technieken aangewend voor dezelfde rotstekening.

De motieven worden meestal in een natuurlijke positie op de verticale en schuine oppervlakken aangebracht, namelijk met hoofd of kop naar boven en met voeten of poten naar onder gericht. Enkel op vrijwel horizontale vlakken die vanuit verschillende hoeken bewerkt konden worden, treft men multidirectionele composities aan.

Het iconografische repertoire omvat zowel mensen als dieren, naast jachtaferelen, mythologische wezens en godheden. Dieren blijken het meest geliefkoosde onderwerp en worden in rijen voorgesteld, zometijde in verticale reeksen, hetzij alleen of in groep. Wilde dieren zijn het best vertegenwoordigd, met gazellen en ondefinieerbare gehoornde viervoeters (geiten, steenbokken, berggeiten), leeuwen, paarden en hertachtigen. Bij de gedomesticeerde dieren bijten runderen de spits af, gevolgd door honden, ezels en paarden, al dan niet met ruiter. Mensen worden doorgaans rechtstaand voor-

gesteld, in voor- of zijaanzicht, met gespreide benen en armen geheven in een gebaar van aanbidding. Het thema van personen die de handen uitreiken naar de snuit van een dier of die wapens of jachtgerei hanteren, heeft ook een grote bijval.

Kledij wordt slechts zelden afgebeeld. Hoewel mens en dier vaak individueel worden voorgesteld, treffen we beide zij aan zij aan in verschillende composities, soms als geïsoleerde elementen, soms als tegenspelers. De verhouding tussen mens en dier weerhield overigens opmerkelijk vaak de aandacht van de rotskunstenaars. Opvallend is dat geen van beiden in hun natuurlijke biotoop gesitueerd worden, zonder enige referentie dus naar een landschap of al was het maar een bodemlijn. Ten slotte trekken enkele geometrische elementen (goddelijke symbolen of voorstellingen van tempels?) de aandacht: de *desert-kites* bijvoorbeeld, grote jachtvallen bestaande uit een omheining met trechtervormige toegang waarin de opgejaagde dieren zich klem liepen en waarvan nog voorbeelden resten in de omgeving.

Duizenden jaren rotskunst

De datering is een van de pijnpunten in de studie van de rotskunst. De tekeningen worden immers maar zelden in een context aangetroffen die toelaat de ouderdom met precisie te benaderen en de rechtstreekse datering van de korstmossen staat nog maar in de kinderschoenen. Gelukkig beschikken we voor het Hemmagebied over enkele chronologische reddingsboeien dank zij de overeenkomsten tussen de lokale rotskunst en de Mesopotamische iconografie zoals bekend door de traditionele archeologie, naast enkele raaklijnen met de rotskunst van naburige streken. Overeenkomsten met de motieven van Mesopotamische (rol)zegels en stilistische analyse van details, wijzen uit dat de plaatselijke rotskunst vanaf het 3de millennium tot de neo-Assyrische periode (vroeg 1ste millennium) beoefend werd.

Schematische voorstellingen van mens en dier, eventueel van beide in de context van jachtaferelen in een stijl verwant met die van het Hemmagebied, zijn bekend uit Oost-Anatolië, Jordanië, de Negev- en Sinaiwoestijnen, Saoedi-Arabië en Jemen. Onze rotstekeningen vertegenwoordigen dus een Syrische schakel in een wijdvertakte traditie die het Nabije Oosten van noord naar zuid doorkruist.

De site van Kefra in de Hemma hoogvlakte in Noordoost-Syrië.



Rotstekening met leeuw en gazelle.
Het roofdier wordt aangevallen door een
man gewapend met een lans.

Tekens op de rotswand

De populariteit van wilde dieren, de vele jachttafereelen, het voorkomen en de afbeelding van *desert-kites*, laten er geen twijfel over bestaan dat de overlevingskansen in het gebied van de Hemma ooit nauw verbonden waren met het succes van jachtpartijen en het gevangen houden van de prooi. Vraag is echter, waarom dit alles zo uitvoerig in beeld moest gebracht worden. Was de regio een bedevaartsbestemming, een obligate passage of rituele plaats van samenkomst voor jagers? Liet men er steengeworden herinneringen achter aan geslaagde jachtpartijen of stellen de rotstekeningen dankoffers voor aan de goden?

Wat er ook van zij, de voorstelling van goden en hun symbolen toont alvast aan dat tenminste een aantal van de rotstekeningen een godsdienstige functie hadden. Nauwelijks een verrassing, want in de beschavingen van het oude Nabije Oosten werd geen enkel kunstwerk geproduceerd als *Kunst an sich*. Al deze voorstellingen van dieren, haast tot vervelens toe herhaald zonder enig ander doel dan de afbeelding op zich, vormen allesbehalve een louter anekdotische voorstelling. We moeten dus wel besluiten dat deze rotstekeningen zoenoffers voorstellen, dankgetuigenissen voor de steun van een of andere godheid, tenzij ze de rituele praktijken zelf weerspiegelen waarmee hun bescherming afgedwongen werd. Het is inderdaad zo dat doorheen de geschiedenis van het tweestromenland een intiem verband aanwijsbaar is tussen wat afgebeeld wordt en het onderliggende concept. Met andere woorden, het mag dus niet uitgesloten worden dat rotstekeningen van bovenaardse wezens geacht werden een eigen kracht te bezitten. Tenslotte wees de ruimtelijke studie van Kefra op concentraties van versierde rotsblokken rond een of twee grotere blokken versierd met talrijke personages of complexe tafereelen. In het laatste geval gaat het daarbij meestal om een jachttafereel (een jager en zijn prooi, leeuwen of hondachtige dieren die een hert of aanverwante viervoeter achterna zitten). In de onmiddellijke omgeving van deze grote rotsblokken worden kleinere stukken basalt aangetroffen met de voorstelling van doorgaans slechts een of twee geitachtige of aanbeddende figuren. Het gaat hier

als het ware om kleine verzamelingen aangevuld door tekens nieuwe rotskunstenaars, tenzij ze de spil vormden van rituele praktijken.

Blik op de toekomst

Sinds vijf jaar ontsluit de prospectie van de basalthoogvlakte het bestaan van een opmerkelijk rijkgeschakeerd aspect van de menselijke verbeelding die een periode bestrijkt van vier millennia en die de traditionele iconografie verrijkt zoals die tot dusver bekend was van rol- en stempelzegels, muurschilderingen en gebakken kleifigurines uit de urbane centra van Noord-Mesopotamië. De blootgelegde rotstekeningen kunnen ons tezelfdertijd ongetwijfeld nieuwe gegevens aanreiken om de leefgemeenschappen die ze voortbrachten beter te begrijpen. En ten slotte lijdt het maar weinig twijfel dat de rotstekeningssites die nu reeds werden gelokaliseerd slechts een voorbode van zijn van nieuwe vondsten.

De bewoningsresten op de flanken van het basaltplateau ten slotte, vormen ongeacht hun datering een ander hoofdstuk in de archeologie van een gebied waar de aandacht al te lang toegespitst bleef op de artificiële puinheuvels in de aangrenzende vlakte.

Serge Lemaitre



Archeologie en rotskunst in het Hemmagebied:
www.espasoc.org/2005/he5_1acc.html



1994 *Licentiaat Kunstgeschiedenis en Archeologie (Université Libre de Bruxelles)*
2004 *Doctoraatsthesis "Les peintures rupestres de l'est du Bouclier canadien"*
Assistent, Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis

Algemeen zicht op de site Kefra, met een concentratie van versierde rotsen in het stortpuin van de flank tussen de rand van het hoogplateau en de vlakte.





Duurzame info in opdracht van de POD “Duurzame Ontwikkeling”

Duurzame info vervangt de vroegere vulgariserende website over duurzame ontwikkeling, Billy-globe (www.billy-globe.org). Het is een echte goudmijn, met nieuws, artikels, projecten, heel veel links, o.a. naar onderzoekscentra en bedrijven, en een agenda met evenementen rond dit thema. U kan de inhoud beperken tot specifieke thema's of de informatie filteren volgens het doelpubliek: groot publiek, jeugd, professionals. Interessant zijn ook de rubrieken “Ik doe iets”, over dingen die u dagelijks zelf kan doen, een verklarende woordenlijst, een bibliotheek en een vormingsgids. Deze aantrekkelijke website heeft een zoekmotor, en men kan zich inschrijven op een nieuwsbrief.

Talen: Nederlands, Frans

www.duurzame-info.be

Metafro Infosys door het Koninklijk Museum voor Midden-Afrika

Metafro Infosys (Metadata African Organization-Information System) is een catalogus met gegevens en bronnen rond Centraal-Afrika, met inbegrip van Angola, Burundi en Rwanda. Dit informatiesysteem is het resultaat van een onderzoeksprogramma dat in 1998 gelanceerd werd met de steun van het Federaal Wetenschapsbeleid in het kader van de eerste fase van het Plan voor de wetenschappelijke ondersteuning van een beleid gericht op duurzame ontwikkeling.

Er staan gegevens in over personen (onderzoekers), projecten, organisaties, resultaten (publicaties, octrooien) en producten, infrastructuur (laboratoria en bibliotheken), en uitrusting.

Een breed gamma van vakgebieden wordt hierbij bestreken: economie, politiek, landbouw, zoölogie, geologie, ... In totaal zijn ongeveer 1500 documenten (artikels, boeken, rapporten...) raadpleegbaar. Uitvoerige beschrijving van het patrimonium en de activiteiten van het museum: vier bibliotheekcatalogi, zes onlinecollecties, inlichtingen over de onderzoeksprojecten en de partnerinstellingen.

Taal: Engels
www.metafro.be/



Greenfacts.org door vzw GreenFacts

GreenFacts is een onafhankelijke vzw in Brussel. Het publiceert betrouwbare samenvattingen van wetenschappelijke consensusrapporten over gezondheid en leefmilieu. Deze rapporten, die de wetenschappelijke stand van zaken beschrijven, zijn opgesteld door experts voor internationale organisaties zoals de Wereldgezondheidsorganisatie, de Landbouw- en Voedselorganisatie FAO of de Europese Commissie.

De publicaties van GreenFacts zijn geschreven in een toegankelijke taal; ze worden voorgesteld in een gebruiksvriendelijke structuur met drie niveaus die steeds meer details bevatten (waarbij het derde niveau het consensusrapport zelf is). De kwaliteit en de onpartijdigheid van de publicaties worden gegarandeerd door strikte procedures: zo wordt de tekst herlezen door onafhankelijke experts en finaal goedgekeurd door de wetenschappelijke raad van GreenFacts.

GreenFacts heeft als doelstelling de niet-specialisten te voorzien van neutrale wetenschappelijke informatie over gezond-



heid en milieu, en aldus bij te dragen tot een serener en rationeler debat over de belangrijke maar gevoelige vragen in verband met gezondheid en leefmilieu.

Talen: Website: Duits, Engels, Spaans, Frans, Nederlands.
Dossiers: Engels (soms vertaald in het Duits, Spaans en/of Frans)
www.greenfacts.org

Space Pole (Bestemming Ruimte) door het Federaal Wetenschapsbeleid

Website van de 'ruimtepool' van het Federaal Wetenschapsbeleid, die de volgende wetenschappelijke instellingen groepeerd: het Belgisch Instituut voor Ruimte-Aeronomie, het Koninklijk Meteorologisch Instituut, de Koninklijke Sterrenwacht van België en het Planetarium.

Hij bevat een aantal vulgariserende hoofdstukken over het thema ruimte: de beroepen die aan bod komen, de geschiedenis van het ruimteonderzoek in België (met een tijdslijn), vier dossiers met foto's en video's, en een discussieforum.

Talen: Engels, Nederlands, Frans
www.spacepole.be



En verder...

Duurzame ontwikkeling
door de POD "Duurzame Ontwikkeling"

Portaalsite rond duurzame ontwikkeling: nieuws, documenten en oproepen tot het indienen van projecten.
www.duurzameontwikkeling.be

Plan 2004
door de POD "Duurzame Ontwikkeling"

Website van het tweede federale plan inzake duurzame ontwikkeling (2004-2008).
www.plan2004.be



Gemeenschappelijke catalogus van de bibliotheken van de federale overheidsdiensten
door de FOD "Personeel en Organisatie"

Catalogus en bestelling van artikels, monografieën en tijdschriften in de bibliotheken van de federale overheidsdiensten.
www.bib.belgium.be

Denis Renard

Wedstrijd

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

Omer Bril (8820 Torhout), Hendrik Callewier (2018 Antwerpen), Francis Cauwels (1652 Alseberg), Jean-Paul Coppin (9310 Herdersem), Xavier Delacourt (3000 Leuven), Edgard De Mol (1653 Dworp), Raymond De Ruytter (1970 Wezembeek-Oppem), Martinka Rosselle-Czifrus (8900 Ieper), Johan Schuddinck (9280 Denderbelle) en Bart Wilms (3945 Ham).

Het juiste antwoord was "Het kerkhof van Brussel in Evere". Dit kerkhof strekt zicht uit over 38 hectare en is gelegen in Evere. Het werd aangelegd in 1877 en men kan er de grafzerken vinden van vele bekenden zoals Pierre-Théodore Verhaegen (stichter van de Vrije Universiteit Brussel), de vroegere burgemeesters van de hoofdstad (Max, Buls, Anspach, De Brouckère, De Mot), de componist van de *Brabançonne* François Van Campenhout of van de schilder Louis David.

In dit nummer maakt u kans op het boek *Honderd schatten uit de Koninklijke Bibliotheek van België* uitgegeven door het Mercatorfonds (240 pagina's – 59 euro) ter gelegenheid van de 175ste verjaardag van België. Hiervoor geeft u het correcte antwoord op de vraag:

In Kanton (Guangzhou) werkte de Belg Jules Van Aalst voor de keizerlijke Chinese douane. Dankzij hem kon de eerste conservator van het Muziekinstrumentenmuseum (MIM) een zeldzaam instrument verwerven. Zelfs zó zeldzaam dat algemeen wordt aangenomen dat het MIM het enige westerse museum is dat er een exemplaar van bezit. Wat is de naam van dit instrument?

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

Raad

Op de ministerraad van 23 december werden de leden van de Federale Raad voor Wetenschapsbeleid (FRWB) aangeduid. De FRWB werd opgericht bij koninklijk besluit van 8 augustus 1997. Hij is samengesteld uit 33 leden die worden aangeduid door de gemeenschappen en de gewesten. 12 leden worden aangeduid door de minister van Wetenschapsbeleid.



De FRWB:
www.belspo.be/council



Onderzoeksschip

© Science Connection

De ministerraad ging akkoord met een haalbaarheidsstudie over de aankoop van een nieuw oceanografisch onderzoeksschip voor de vervanging of de modernisering van de Belgica.

De Belgica werd in oktober 1984 in gebruik genomen om opdrachten van openbaar nut op het vlak van wetenschappelijk onderzoek en technologische ontwikkeling uit te voeren. Het schip houdt toezicht op de kwaliteit van het mariene milieu en voert talrijke expedities voor wetenschappelijk onderzoek uit.

De Belgica is eigendom van de Belgische staat en staat onder het toezicht van het Federaal Wetenschapsbeleid. De Belgica voert per jaar zo'n 3250 uren effectieve prestaties op zee uit. Dat komt overeen met ongeveer 35 000 manuren van wetenschappers aan boord. Jaarlijks nemen 210 onderzoekers, waaronder 50 buitenlandse onderzoekers, deel aan de onderzoekscampagnes van de Belgica.

Gezien de leeftijd van het schip zal het aantal missies op zee geleidelijk aan verminderen. Ook de wetenschappelijke en technische uitrustingen zijn verouderd. Men schat dat de Belgica nog tot 2014 operationeel zou zijn. Het schip dient dus te worden vervangen of gemoderniseerd. Hiervoor zal het Federaal Wetenschapsbeleid in samenwerking met de Beheerseenheid van het mathematisch model van de Noordzee een haalbaarheidsstudie opstarten. De analyse zal zo'n 70 000 euro bedragen.

Musea



© Belpress

Onze federale musea openen binnenkort twee nieuwe tentoonstellingsruimten voor hun collecties. Op 21 maart opent het Museum voor Japanse kunst in Laken zijn deuren. Het vroegere koetshuis werd omgebouwd tot tentoonstellingsruimte voor de wapenuitrusting, kamerschermen, rolschilderingen, keramiek, zegels en Japans beeldhouwwerk.

In 2007 is het de beurt aan het Magrittemuseum. Het zal een onderkomen vinden in het Museum voor hedendaagse kunst in het gebouw Altenloh. De collecties 19de-eeuwse kunst zullen verhuizen naar de Schildknaapstraat waar momenteel de tentoonstelling «Made in Belgium» loopt.



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

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



Conferenties, colloquia en diverse activiteiten

9 en 10 maart 2006

SOS Invasions !

Planetarium van de Koninklijke Sterrenwacht van België en het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen (Meer: www.biodiversity.be)

16 en 17 maart 2006

4th European Business Summit. Building a Europe of Excellence: Turning knowledge into growth

Site van Turn & Taxis (Meer: www.ebsummit.org)

van 13 tot 19 maart 2006

Printemps des sciences

in de Franstalige universiteiten (Meer: www.printempsdessciences.be)

30, 31 maart en 1 april 2006

Campin in Context

Maison de la culture, Doornik (Meer: Dominique Van Wijsberghe; dvw@kikirpa.be)

van 27 tot 29 april 2006

WetenschapsEXPOsciences

Heizel (Meer: www.jsb.be)

van 16 tot 19 mei 2006

Fifth International Symposium on Hormone and Veterinary Drug Residue Analysis

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

Tentoonstellingen

Koninklijke Bibliotheek van België

> 30 september 2006

Honderd schatten uit de Koninklijke Bibliotheek van België

Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium

> 10 maart 2006

De Duitse negatieven van het KIK (1917-1918)



Ontdek de polen met BE-POLES - 25 maart 2006

Heb je zin in een virtueel wetenschappelijk avontuur aan de Noord- of Zuidpool? Wil je weten waarom onze wetenschappers de koude trotseren en onderzoeken op de polen? Heb je behoefte aan een klare wetenschappelijke kijk op de relatie poolonderzoek en klimaatverandering?

Kom dan naar het **BE-POLES-symposium op zaterdag 25 maart 2006 in het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen**.

Belgisch poolonderzoek is onvoldoende bekend buiten de wetenschappelijke gemeenschap. Niettemin draagt het in grote mate bij aan het begrijpen van milieucrisissen van de 21ste eeuw. Een efficiëntere communicatie vanuit de wetenschappelijke wereld naar het brede publiek is daarom noodzakelijk.

BE-POLES, de cluster van Belgische wetenschappers aan het polaire front, wil hier iets aan doen. Het wil de rol van het wetenschappelijk onderzoek in de poolstreken meer in het daglicht stellen. In deze context worden een reeks voordrachten gebracht die een mix vormen van avontuur, sfeer en wetenschappelijk onderzoek aan de Noord- en Zuidpool.

Het symposium opent de deuren om 10.15 uur. Er zijn 10 voordrachten van elk een half uur gepland. Het einde van het symposium is voorzien rond 17.30 uur. Je kan tijdens het symposium op verschillende momenten instappen. Deelname is kosteloos.

Je kan het **gedetailleerd programma** van het symposium bekijken op de website <http://www.belspo.be/antar> onder de rubriek "Latest news".

Info en vrijblijvend inschrijven kan via e-mail naar Sandra.Vanhove@polarfoundation.org of fax naar 0032 (0)2 543 06 99. Geef hierbij je naam en het aantal deelnemende personen.

Hoe je het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen kan bereiken kan je vinden op www.natuurwetenschappen.be/information/visitor



Het slaat gemiddeld 37 miljoen keer per jaar. Hoe werkt het? Wat is bloed-druk? Wat gebeurt er bij een hartinfarct of bij een ander hartfalen? Op deze en vele andere vragen wil het Museum voor Natuurwetenschappen een antwoord geven op de tentoonstelling "HartsTocht" die op 14 december door Prinses Astrid werd ingehuldigd. Ze werd er rondgeleid door Pierre Coulon, hoofd van de educatieve dienst, Camille Pisani, algemeen directeur van het Museum en Philippe Mettens, voorzitter van het Federaal Wetenschapsbeleid. © Th. Hubin IRScNB/KBIN



Nationale Plantentuin

van 12 mei tot 3 september 2006

Bruegel Revisited

Koninklijk Museum voor Midden-Afrika

> 31 augustus 2006

Congo: Natuur & Cultuur

(Meer: www.congo2005.be)



> 15 oktober 2006

Vlinders. Collecties van het Koninklijk Museum voor Midden-Afrika



© Papilio zalmoxis © KMMA

Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis

21 maart 2006

Heropening van het Museum voor Japanse kunst en de Musea van het Verre Oosten

> 30 april 2006

Er was eens... Sprookjes in beeld

in de Hallepoort

> 28 mei 2006

Mensen in hun wereld

van 29 maart tot 27 augustus 2006

Kunst uit Tibet. De collectie Léon Verbert.

> 29 oktober 2006

Art nouveau - art deco in het Museum voor Blinden



Roodkapje, geïllustreerd sprookje uitgegeven door "Nos Loisirs", België, 20ste eeuw. © KMKG

Koninklijke Musea voor Schone Kunsten van België

van 17 maart tot 23 juli 2006

Bing

(Meer: www.expo-bing.be)

Museum voor Natuurwetenschappen

20 en 21 maart 2006

De Belgica in de haven van Brussel

> 30 juni 2006

Mosselen natuur

8 en 9 juli 2006



Opendeurdagen aan boord van de Belgica in Zeebrugge

> 5 november 2006

HartsTocht



© Th. Hubin IRScNB / KBIN

Paleis voor Schone Kunsten

> 21 mei 2006

Théo Van Rysselberghe

> 28 mei 2006

Het verlangen naar schoonheid. De Wiener Werkstätte en het Stoclethuis.

Site van Turn & Taxis

> 1 mei 2006

Einstein, anders bekeken

(Meer: www.alberteinstein.be)

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

van 21 april tot 6 augustus 2006

Lambert Lombard, peintre de la Renaissance

(Meer: www.liege.be/musees)

(In samenwerking met de Koninklijke Bibliotheek van België en het Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium, zie *Science Connection* 09, p. 47)

De volledige agenda (stages, creatieve activiteiten, ...) kan worden geraadpleegd op de internetsite www.belspo.be > focus > agenda en op de internetsites van de Federale wetenschappelijke instellingen.



De permanente collecties van de musea zijn gratis toegankelijk elke eerste 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:

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

Science Connection is het gratis magazine van het Federaal Wetenschapsbeleid.

Verantwoordelijke uitgever:

Dr. Philippe Mettens, Wetenschapsstraat 8, 1000 Brussel

Coördinatie:

Pierre Demoitie (F) en Patrick Ribouville (N)

+ (32) (0)2 238 34 11

scienceconnection@belspo.be

www.scienceconnection.be

Redactie:

Benny AUDENAERT, Ana Maria BENGOTXEA (*Université libre de Bruxelles*), Erik BUELINCKX (Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium), Ana Maria CEBOLLA (*Université libre de Bruxelles*), Guy CHERON (*Université libre de Bruxelles*), Ugo DALLASTA (Koninklijk Museum voor Midden-Afrika), Pierre DEMOITIE (Federaal Wetenschapsbeleid), Jurate DE PRINS (Koninklijk Museum voor Midden-Afrika), Caty DE SAEDELEER (*Université libre de Bruxelles*), Christian DU BRULLE, Didier FLAGOTHIER (Federaal Wetenschapsbeleid), Xavier FLAMENT (Paleis voor Schone Kunsten), Didier FUSSEN (Belgisch Instituut voor Ruimte-Aeronomie), Alain JORISSEN (*Université libre de Bruxelles*), Axelle LEROY (*Université libre de Bruxelles*), M. LIPSHIT, J. McINTYRE, Théo PIRARD, Dimitri POURBAIX (*Université libre de Bruxelles*), Denis RENARD (Dienst voor wetenschappelijke en technische informatie), Patrick RIBOUVILLE (Federaal Wetenschapsbeleid), Francis SWENNEN (Federaal Wetenschapsbeleid), Kris VANDERHAUWAERT (Federaal Wetenschapsbeleid) en Dominique VERLOO (Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium)

Dank aan:

Gérard BAIRY en Jacques NICOLAS (FOD Economie, KMO's, Middenstand en Energie), Benoit BERNARD (*Université libre de Bruxelles*)

Abonnement:

abo.scienceconnection@belspo.be

www.scienceconnection.be

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

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

Lay out en druk:

www.gevaertgraphics.be

Het volgende nummer verschijnt in april 2006.

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

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

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

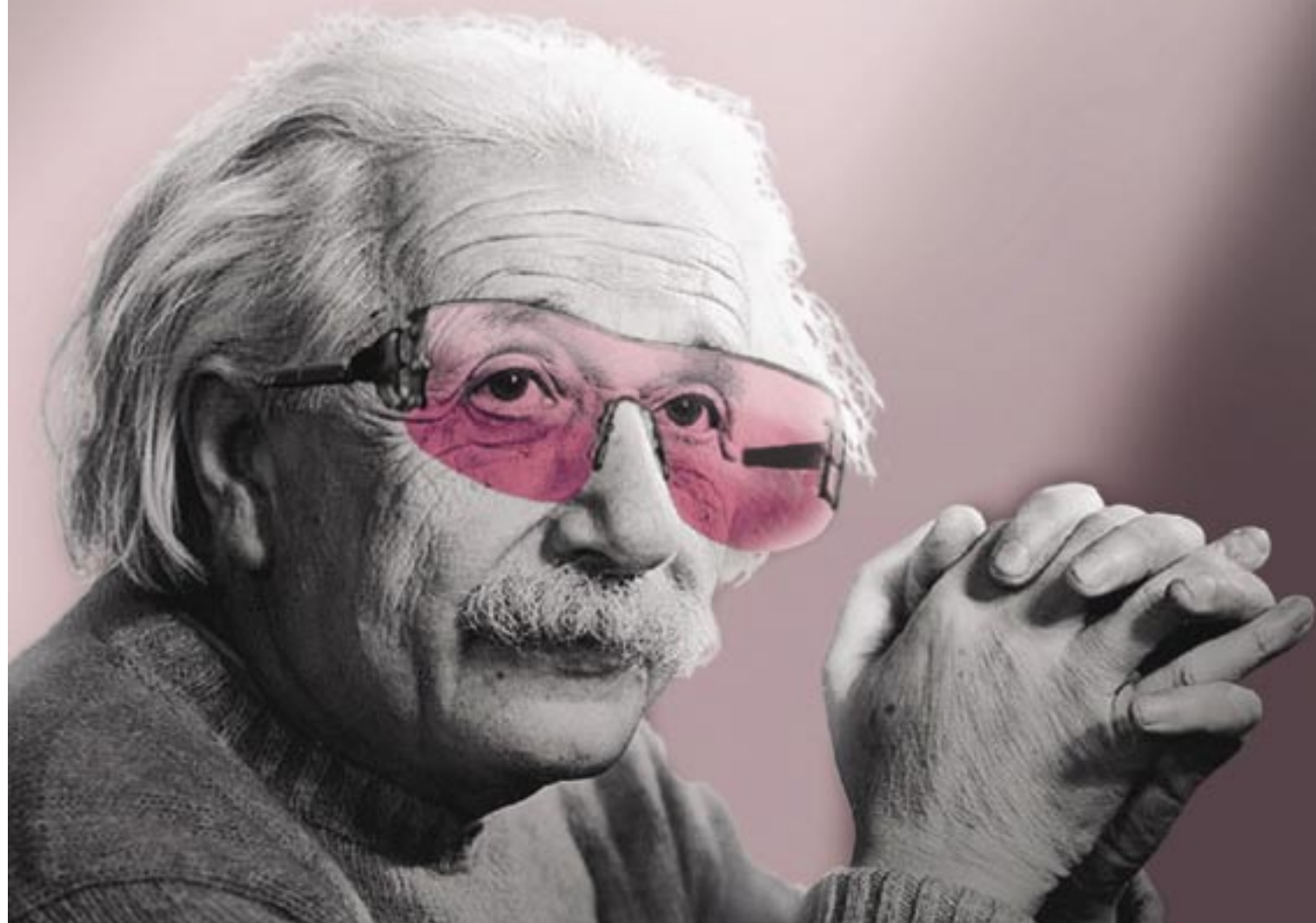
Science Connection is lid van de Vereniging van Wetenschappelijke en Culturele Tijdschriften (www.arsc.be) en van de Unie van Uitgevers van de Periodieke Pers (www.upp.be).

© Federaal Wetenschapsbeleid 2006.

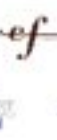
Reproductie is toegelaten mits bronvermelding.

Mag niet worden verkocht.

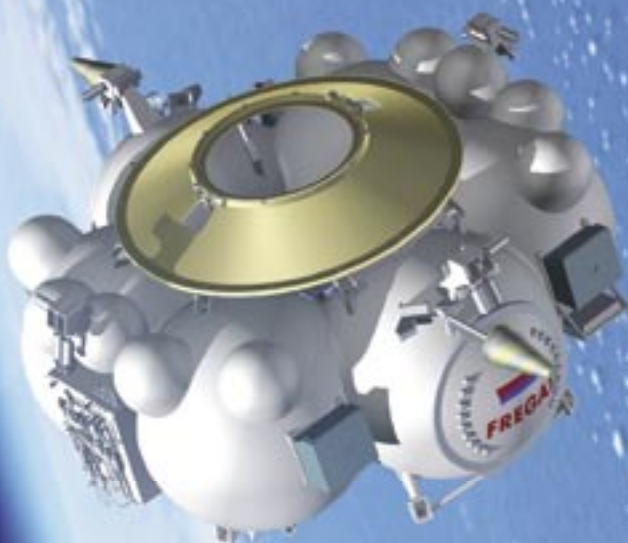
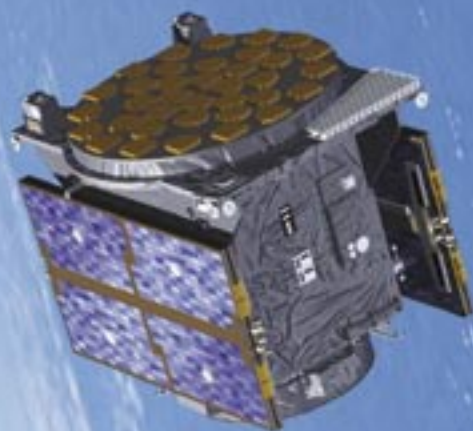
EXPO EINSTEIN ANDERS BEKEKEN



TOUR & TAXIS 15.12.2005 - 01.05.2006
www.alberteinstein.be info: 02 549.60.49



53 *Space* connection



GALILEO en GMES:

globale toepassingen voor Europa

GALILEO en GMES: globale toepassingen voor Europa

- 2 Meer ruimte voor meer Europa
- 3 Een andere ESA?
- 4 De Europese ruimtevaart op middellange en lange termijn

- 6 De «primeurs» en uitdagingen van Galileo
 - Een programma in drie stappen
 - De toepassingen: een explosieve markt
 - Weten waar je bent... met kosmische atoomklokken
 - Een dienstverlening met «vijf sterren»
- 9 EGNOS: voorloper van Galileo
- 9 De Galileo-ontvangers van Septentrio
- 10 Interview met Rainer Grohe, directeur-generaal van Galileo Joint Undertaking

- 12 GMES, een stukje van de GEOSS-puzzel
- 14 GMES Service Elements (GSE): de ruimte ten dienste van het milieu
- 15 België van de partij met Vegetation en STEREO
- 16 Eén enkel oproepnummer bij rampen
- 18 Dr. Volker Liebig, directeur van de ESA-programma's voor aardobservatie
- 20 Eumetsat, een mogelijke medespeler bij GMES
- 22 2006-2010: de nieuwe Europese satellieten voor aardobservatie

- 24 Actualiteit
 - ESA-ministerraad in Berlijn: nadruk op exploratie en competitiviteit
 - Neurowetenschappen in de ruimte: elektro-encefalografie (eeg) bij virtuele navigatie
 - Exoplaneten: astrometrie ten dienste van exobiologie
 - Een Belg aan het hoofd van de International Astronautical Federation (IAF)
 - Lancering ESA-ruimtevaartproject BELISSIMA

Foto voorpagina:

GIOVE, de eerste proefsatelliet van het Galileo-systeem
© ESA



Meteosat Second Generation 1, alias Meteosat 8, kan dankzij zijn multispectraal "gezichtsvermogen" stormen waarnemen van zodra ze ontstaan. Deze opname toont beginnend onweer als gele vlekken boven Spanje en Marokko.
© Eumetsat

Meer ruimte voor meer Europa

Er zijn drie grote programma's waarbij de Europese ruimtevaartorganisatie ESA en de Europese Commissie (via een kaderovereenkomst), ruimtevaartorganisaties en agentschappen, de industrie en de uitbaters van satellietssystemen met elkaar samenwerken. Het gaat om het burgerlijk systeem voor satellietnavigatie Galileo, het systeem GMES voor de waarneming van het milieu en veiligheid en de informatie- en communicatienetwerken met hoog debiet voor afgelegen streken en ontwikkelingslanden. Het zijn allemaal initiatieven met wereldwijde toepassingen en ze laten de militaire instanties op strategisch vlak dan ook niet onverschillig. Dertig jaar na haar geboorte draait ESA nu een bladzijde om. ESA en de verschillende nationale ruimtevaartagentschappen staan niet langer alleen. De Europese ruimtevaartorganisatie heeft een aantal uitbaters van satellietssystemen doen ontstaan die nu wereldwijd een referentie zijn. Zo staat Arianespace in voor het transport van satellieten naar de ruimte, onder meer met de Ariane-raketten. Eumetsat (hoofdzetel in Darmstadt) baat de Europese weersatellieten uit. Inmarsat (Londen), Eutelsat (Parijs), Hellas Sat (Nicosia en Athene), Hispasat (Madrid), SES Astra (Betzdorf in het Groothertogdom Luxemburg), SES Sirius (Stockholm), Telenor Satellite (Oslo) en Türksat (Ankara) zijn allemaal operatoren van satellieten voor telecommunicatie en televisie. In 2007 komt er ook een exploitant voor het Galileo-navigatiesysteem. Die zal, met technologie voor zogenaamd duaal gebruik (burgerlijk en militair), moeten samenwerken met het *European Defence Agency*. De Europese Unie (EU) is dit agentschap voor defensie momenteel aan het oprichten.

Een andere ESA?

Op 5 en 6 december 2005 vond in Berlijn de eerste ministerraad plaats van de Europese ruimtevaartorganisatie ESA na de kaderovereenkomst met de Europese Unie (EU) en in de context van de Europese Ruimteraad. "We kunnen geen nieuwe programma's lanceren op deze ministeriële bijeenkomst. In 2008 zullen we dat wel opnieuw kunnen doen", aldus Stéphane Janichewski. Hij is bij de Franse ruimtevaartorganisatie *Centre National d'Etudes Spatiales* (CNES) onder meer verantwoordelijk voor strategie, programma's en internationale betrekkingen. Janichewski vertelde dit in september 2005 naar aanleiding van een seminarie van de CNES-filialen Prospace en I-Space over *De institutionele ruimtevaartmarkt ter ondersteuning van de commerciële markt: een noodzaak of een pluspunt?* Op het seminarie werd een stand van zaken opgemaakt van de belangrijkste problemen die Europa nog moet oplossen:

- de Europese positie bij de verdere opbouw en de exploitatie van het *International Space Station* (ISS);
- de strategie van de EU-lidstaten met betrekking tot de Europese lanceerraketten in 2008: de *Ariane 5*, *Vega* en *Sojoez*;
- de eerste activiteiten voor het programma *Global Monitoring for Environment & Security* (GMES) op ESA-niveau, zeg maar het ruimtesegment. "GMES zal een test case zijn voor de ontwikkeling van operationele satellieten die moeten beantwoorden aan de noden van een institutionele markt. Bij dit programma is de EU de piloot, die zijn noden moet structureren. Wanneer dat is gebeurd zal men ook andere institutionele markten kunnen structureren en uit de onzekere fase geraken, waarin we ons nu bevinden." En hij besluit: "We moeten een nieuw kader bepalen zodat de ruimtevaart evolueert naar toepassingen."

Michel Courtois sprak over het werkplan van de ministeriële ESA-raad (overigens de eerste met 17 lidstaten, Griekenland en Luxemburg werden onlangs ESA-lid). Hij is directeur van ESTEC, het ESA-centrum voor ruimteonderzoek en -technologie in Noordwijk, Nederland. "Het is een plan dat draait rond ontdekking en competitiviteit. [...] We bespraken met de Commissie het probleem van de fair return, maar we konden geen beter systeem vinden. In ieder geval moeten we blijven investeren in ruimtevaart. Als we de verhoogde bijdragen van België, Spanje en Zwitserland samenleggen, dan komt deze groep van drie landen op de derde plaats na Duitsland en Frankrijk!"

ESA kampt niet alleen met het probleem van de industriële organisatie tussen de verschillende ESA-lidstaten. Ze moet ook rekening houden met het feit dat er vanwege de Europese Commissie nog een aantal beslissingen op zich laten wachten in verband met de financie-

ring van het ruimtevaartprogramma. Dat is een gevolg van de vertraging bij het vastleggen van de financiële enveloppe van de EU voor de periode 2007-2013. Het zevende kaderprogramma voor onderzoek en technologische ontwikkeling voorziet een luik *Ruimte en Veiligheid*. "De EU instanties hebben een andere visie op ruimtevaart: men wil efficiëntere systemen, die beantwoorden aan onmiddellijke noden." Courtois legt de nadruk op het demonstreren van technologische vooruitgang, met toepassingen die niet te ver in de toekomst liggen. "Daarbij moeten we meer systematisch te werk gaan bij technologische transfers en de nadruk leggen op zogenaamde spin-in [nvdr: dit is de transfer van technologie uit andere industriële sectoren zoals de luchtvaart, de automobiëlindustrie en de informatica in de ruimtevaart]. We moeten de sleuteltechnologieën bepalen bij het verderzetten van GMES en Galileo."

"We moeten zo snel mogelijk geld zien te vinden", zegt Michel Courtois over het nieuwe kader voor de Europese ruimtevaart. "Maar we moeten ook de kosten verminderen door partnerschappen aan te gaan met de laboratoria in de verschillende landen. Er komt al een mechanisme op gang om de middelen beter te verdelen, maar de realisatie van een heus netwerk van verschillende centra laat nog op zich wachten. We willen graag een nieuwe dynamiek tot stand brengen."

Hoe hij de toekomst van ESA binnen de Europese Unie ziet? "ESA heeft voor veel primeurs gezorgd. Nu moeten we deze organisatie een nieuwe impuls geven en binnen een Europese context reorganiseren. Er staat van alles te gebeuren en iedereen bereidt er zich op voor. In ieder geval doet het allemaal nieuwe ideeën ontstaan. Er wordt momenteel grondig nagedacht en er zijn veel uitwisselingen. Wat er precies gaat gebeuren kan niemand voorspellen. In ieder geval beleven we opwindende tijden."

(Lees ook de rubriek "Actualiteit" voor meer informatie over de ESA-ministerraad van Berlijn.)

Het ruimtevaartbeleid van de Europese Unie wordt bepaald op de Europese Ruimteraad. Die vond voor het eerst plaats in november 2004 in Brussel.
© ESA



De Europese ruimtevaart op

De beslissingen die op de komende ministeriële ESA-raden zullen worden genomen - in het bijzonder op de bijeenkomst in 2008 in Nederland - zullen gevolgen hebben voor de Europese ruimtevaart. Zal die de nu vastgelegde plannen op middellange en lange termijn kunnen waarmaken? ESA bewijst al 30 jaar dat internationale samenwerking waardevol is. Maar nu moet de globale dimensie van de programma's van de Europese ruimtevaart ook zijn volle uitdrukking krijgen in een Europese Unie met 25 en weldra 27 lidstaten.

Tijdens het 56ste congres van de *International Astronautical Federation (IAF)* in Japan verwees directeur-generaal Jean-Jacques Dordain van ESA naar drie belangrijke verworvenheden van het Europees ruimteonderzoek:

- dertig jaar wetenschappelijk en technologisch succes;
- de aanwending van ruimtesystemen in het leven van de Europese burgers;
- het beheersen van zowel de troeven als de risico's van gezamenlijke programma's.

In de toekomst wordt deze samenwerking de basis van drie pijlers, waarop de Europese ruimtevaartstrategie steunt. Deze drie pijlers vormen een onlosmakelijk geheel. Het gaat om:

- samenwerking binnen ESA én tussen de lidstaten van de Europese Unie;
- samenwerking tussen de EU en andere ruimtegrootten in de wereld;
- samenwerking tussen verschillende generaties, zodat kennis en knowhow worden doorgegeven.

Met haar ruimtesonde Ulysses is de Europese ruimtevaartorganisatie de enige die de gebieden boven de polen van de zon verkent. Ulysses draait al 15 jaar in een baan rond de zon.
© ESA

Dordain ziet een toenadering tussen ESA (de wereld van de ruimtevaart) en de Europese Unie (de wereld van de burger) bij het gezamenlijk initiatief GMES: *“De ESA heeft té lang de neiging gehad zelf haar noden te bepalen. Het is belangrijk dat we voor een dialoog zorgen tussen wie ruimtevaartsystemen levert en wie ze nodig heeft. Die dialoog is noodzakelijk om te zien of een mogelijke oplossing technisch haalbaar en financieel mogelijk is. We moeten voor een actieplan zorgen. Niet alleen voor de Europese burger, maar ook voor de wereldburger. GMES moet de Europese motor zijn van wereldwijde samenwerking tussen wie de middelen heeft en wie ze wil gebruiken.”*

De Europese Ruimteraad laat deze nieuwe Europese strategie duidelijk zien. Daar komen op ministerieel niveau de in totaal 25 lidstaten van de EU bijeen (waaronder ook de 17 ESA-lidstaten), samen met Noorwegen en Zwitserland (die wel ESA-lid zijn, maar niet tot de EU behoren).



ESA :
www.esa.int
European Space Policy :
europa.eu.int/comm/space/

Afkortingen:

- ACEP: Ariane 5 Consolidation and Evolution Preparation
- ARTA: Accompagnement en Recherches et Technologies d'Ariane 5
- ARTES: Advanced Research in Telecommunications Systems
- CSG: Centre Spatial Guyanais
- ELIPS: European Programme for Life and Physical Sciences and Applications utilising the International Space Station
- EOEP: Earth Observation Envelope Programme
- EPS: Eumetsat Polar System (weersatellieten in een polaire baan)
- FLPP: Future Launchers Preparatory Programme (nieuwe generatie lanceerraketten)
- GMES: Global Monitoring for Environment & Security (samenwerking met Europese Unie)
- ISS: International Space Station
- JWST: James Webb Space Telescope
- LISA: Laser Interferometer Space Antenna
- MTG: Meteosat Third Generation (weersatellieten in een geostationaire baan)
- VERTA: Vega Research & Technology Accompaniment

middellange en lange termijn

	Ministerraad 2005	Ministerraad 2008	Visie 2015
Verplichte activiteiten (wetenschappelijke programma's en basisactiviteiten)	Niveau van de middelen 2006-2010	Niveau van de middelen 2009-2013	<i>Cosmic Vision</i> bijna voltooid: missies <i>BepiColombo</i> , <i>LISA</i> , <i>GAIA</i> , <i>JWST</i> , <i>Solar Orbiter</i> gelanceerd Start van het programma <i>Cosmic Vision 2025</i>
Exploratie	Beslissing over de missie <i>ExoMars</i> en voorbereiding van de deelname van Europa aan toekomstige internationale missies naar de maan	Beslissing over de missie <i>Mars Sample Return (MSR)</i> voor het terughalen van bodemstalen van Mars Deelname aan de ontwikkeling van een ruimteschip in het kader van internationale samenwerking Deelname aan missies naar de maan	Missie <i>Mars Sample Return (MSR)</i> Demonstratie van een bemand ruimteschip voor verkenningmissies Deelname aan onbemande en bemande missies naar de maan
International Space Station (ISS)	Tweede fase van de programma's voor de exploitatie van het internationaal ruimtestation <i>ISS</i> en <i>ELIPS</i> (voor 2006-2007)	Bevestiging van de verdere exploitatie van het ISS en de verderzetting van <i>ELIPS</i>	Einde van het ISS
Navigatie		Definitiefase voor de tweede generatie van het <i>Galileo</i> -programma	Eerste operationele <i>Galileo</i> -constellatie vanaf 2010 Instandhouding van de satellieten (einde in 2017) Ontwikkeling van de tweede generatie aan de gang
Telecommunicatie	Uitbreiding van het programma <i>ARTES</i> Demonstratie missies op het vlak van telecommunicatie, in het bijzonder voor het zware platform <i>Alphasat</i>	Uitvoering met het partnerschap tussen operatoren en leveranciers voor missies met innoverende toepassingen en de ontwikkeling van de bijbehorende technologie	Ondersteuning van het gebruik van geavanceerde toepassingen in multimedia via satelliet, rekening houdend met spits-technologische ontwikkelingen, voor meer mobiele toepassingen en met kleinere terminals die in hogere frequenties werken
Lanceerraketten	Programma <i>ACEP</i> Uitbreiding van het programma <i>Ariane 5/ARTA</i> (2007-2010) Besluit over de infrastructuur van het <i>Centre Spatial Guyanais (CSG)</i> in Kourou 2006-2008 Programma <i>VERTA</i> Programma <i>FLPP</i> 2006-2009	Beslissingen over een scenario voor de ontwikkeling van nieuwe lanceerraketten en de bijbehorende programma's om ze te ontwikkelen en te bouwen	De ontwikkeling van een <i>Next Generation Launcher</i> is bezig (beslissing moet in 2008 vallen)
Aardobservatie ■ onderzoek van de aarde/ Eumetsat ■ GMES	■ Programma <i>EOEP 3</i> ■ Beslissing voor de studie voor de ontwikkeling van de weersatellieten van het volgende decennium ■ Eerste ruimtesegment van het programma <i>GMES (GMES 1)</i>	■ Van <i>EOEP 3</i> naar <i>EOEP 4</i> ■ Beslissing voor de ontwikkeling van kunstmanen voor Eumetsat (post- <i>EPS</i> en <i>MTG</i>) ■ Beslissing over de satellieten voor <i>GMES</i> , afhankelijk van de bevestiging van de bijdrage van de EU aan dit programma ■ Eerste operationele <i>GMES</i> -diensten	■ Programma <i>EOEP 4</i> bezig ■ Ontwikkeling post- <i>EPS</i> en <i>MTG</i> (derde generatie) bezig ■ <i>GMES</i> operationeel: diensten beschikbaar voor veiligheid Ontwikkeling van de volgende generatie satellieten
Technologie	Vorbereidende activiteiten: ■ voor technologische demonstratiemissies in de ruimte, in het bijzonder vliegen in formatie ■ voor een nieuw programma, transfer van spin-ins en technologie voor dubbel gebruik	Ontwikkeling van vastgelegde demonstratiemissies Verderzetting van de evolutie, gebonden aan de financiering van de EU Bepaling van een technologisch programma in verband met veiligheid	De in 2005/2008 goedgekeurde technologische ontwikkelingen staan op volwassen niveau Nieuwe diensten en toepassingen van ruimtevaartsystemen
Strategische elementen buiten programmatische	Interne organisatie en industrieel beleid Benadering van een nieuwe aanpak en een strategie van uitbreiding	Nieuwe relatie tussen ESA en de EU die de huidige kaderovereenkomst overschrijft Evolutie en financiële hervorming van ESA	Een nieuwe ESA in het kader van de instellingen van de Europese Unie

(Naar een tabel opgesteld door de werkgroep ESA-Ministerraad)

De primeurs en uitdagingen van Galileo



Zegt *Galileo* je nog weinig? Over tien jaar moet het even gewoon klinken als *GPS* nu. Hoewel zeer weinig mensen weten dat *GPS* eigenlijk *Global Positioning System* betekent, behoort deze afkorting nu in heel de wereld tot het dagelijks taalgebruik.

Het programma *Galileo* van civiele navigatiesatellieten wekt in heel de wereld heel wat belangstelling op. Maar toch hebben de Europese landen moeilijk hun meningsverschillen kunnen overstijgen bij de verdediging van hun nationale en industriële belangen. De ontwikkeling van het systeem dreigde wegens problemen met de financiering vertraging op te lopen. De Amerikaanse concurrent *GPS 3* moet in 2014 operationeel zijn en dat kon wel eens een probleem worden voor *Galileo*. Jacques Barrot, vicevoorzitter van de Europese Commissie, is belast met transport en energie en verantwoordelijk voor het programma. Hij vertrouwde aan de vroegere Europese Commissaris Karel Van Miert een bemiddelingsopdracht toe. Die slaagde er op 5 december vorig jaar in de verschillende verantwoordelijkheden te verdelen onder de vijf landen die het meest aan *Galileo* bijdragen, namelijk Duitsland, Frankrijk, het Verenigd Koninkrijk, Italië en Spanje.

Twee proefsatellieten met de naam *Galileo In Orbit Validation Element (GIOVE)* moeten de toegekende frequenties verzekeren en de verschillende sleuteltechnologieën testen zoals zenders, krachtige dipoolantennes en atoomklokken. *GIOVE A* werd gebouwd door de universiteit van Surrey in het Verenigd Koninkrijk. Hij werd getest te ESTEC in Noordwijk in Nederland en op 28 december 2005 met behulp van een Sojoez-raket gelanceerd vanaf de kosmodroom van Bajkonoer in Kazachstan. *GIOVE A* kwam in een cirkelvormige baan terecht op een hoogte van 23.616 kilometer, waarin de *Galileo*-kunstmanen zullen rondraaien.

De tweede satelliet *GIOVE-B* wordt gebouwd door het bedrijf *Galileo Industries*. Hij wordt in de lente eveneens met een Sojoez-raket gelanceerd. Het ESA-grondstation in

Redu in de provincie Luxemburg maakt zich op om mee het *Galileo*-systeem in de ruimte te testen. ESA heeft bij *Galileo Industries* vier satellieten besteld om het systeem in een baan om de aarde te valideren en te testen. Ze zullen in 2008 met twee Sojoez-raketten gelanceerd worden zodat met preoperationele activiteiten kan begonnen worden. Maar deze fase valt duurder uit dan gepland was en dat heeft de ondertekening van het uiteindelijke contract vertraagd. Men is het er nu over eens dat de *Galileo*-constellatie van satellieten pas in 2012 zal klaar zijn.

GIOVE A is de eerste proefsatelliet van het *Galileo*-systeem. Hij werd gebouwd onder leiding van de universiteit van Surrey.
© ESA

De toepassingen: een explosieve markt

Marktonderzoek over de mogelijke toepassingen van navigatiesatellieten toont aan dat de producten en diensten op dit vlak explosief zullen toenemen. Naar schatting overschreed het zakencijfer in 2004 alleen al met het Amerikaanse *GPS* een bedrag van 30 miljard euro, waarvan 23 miljard voor producten en 7 miljard voor diensten. Men verwacht dat deze markt tegen 2020 een cijfer van 276 miljard euro zal bereiken: 178 miljard voor producten en 98 miljard voor diensten. Goed voor heel wat nieuwe jobs, wat de zakenwereld en de politici wel even moet doen duizelen. Vooral omdat zowat alle mogelijke sectoren ermee te maken krijgen:

- men zal zich kunnen lokaliseren met behulp van een mobiele telefoon en zelfs in een omgeving met een complexe infrastructuur zijn weg niet meer kunnen verliezen;
- de wegensector zal er gebruik van maken voor het onderhoud van de infrastructuur (wegen, bruggen, toltunnels), het in de gaten houden van het verkeer, het volgen van transporten, hulpdiensten...;
- in de luchtvaart zal het aantal vluchten buiten de huidige corridors in alle veiligheid kunnen toenemen en de vluchtcontrole zal overal in de wereld vliegtuigen gemakkelijker kunnen doen landen en opstijgen;

Een programma in drie stappen

Met de lancering van *GIOVE A* beginnen de eerste signaal- en navigatieproeven. Daarmee is de werkelijke realisatie van het Galileo-systeem begonnen. Twee andere stappen moeten leiden tot een operationele constellatie van 30 satellieten. Dat zal in totaal een investering betekenen van ongeveer 3,8 miljard euro over een periode van 10 jaar.

2005-2007

De twee proefsatellieten *GIOVE A* en *GIOVE B* moeten frequenties in L-band (1,2 en 1,6 GHz) testen en valideren en kritische technologie zoals nieuwe atoomklokken uittesten. Contract voor de concessie (een partnerschap tussen de openbare en de private sector) en aanduiding van een zogenaamde *Toezichthoudende Autoriteit*.

2008-2010

Lancering van vier preoperationele satellieten voor de validatie van het Galileo-systeem in een baan om de aarde. Begin van operationele diensten met de concessiehouder. De kosten van deze *In Orbit Validation-fase (IOV)*, uitgevoerd door ESA voor de joint venture *Galileo Joint Undertaking (GJU)*, worden geraamd op 1,3 miljard euro. Daarvan neemt ESA de helft voor zijn rekening. (*)

2010-2012

Lancering, onder verantwoordelijkheid van de concessiehouder, van de 26 operationele satellieten van de Galileo-constellatie, die in totaal uit 27 operationele en drie reservesatellieten zal bestaan (in elk baanvlak 9 + 1 kunstmanen). Deze fase zal het openbaar-privaat partnerschap 2,5 miljard euro kosten (1/3 + 2/3).

(*) België heeft besloten om, via het Federaal Wetenschapsbeleid, voor 4,79% of 26,5 miljoen euro deel te nemen. Daardoor kan de Belgische industrie deelnemen aan de tests van het Galileo-systeem en aan het demonstreren van de diensten. Het gaat onder meer om Septentrio (ontvangers), Alcatel Alenia Space ETCA, Alcatel Alenia Space Antwerp, VitroCiset EPB, Space Applications Services en Trasy Space. Andere contracten moeten nog worden toegekend.

Wat maakt Galileo zo bijzonder?

- het is het eerste grote industrieel project van de EU in een veelbelovende spijttechnologische sector;
- het is het eerste civiele systeem voor satellietnavigatie, naast het Amerikaanse *Global Positioning System (GPS)* en het Russische *Global Navigation Satellite System (GLONASS)*, die ontworpen zijn in een militaire context en behoren tot de defensie-infrastructuur;
- het is het eerste project van de EU in een partnerschap tussen de publieke en de private sector;
- het is de eerste strategische infrastructuur van de EU en staat onder controle van de EU. De EU zal voor het eerst beschikken over een grote publieke infrastructuur, die een bijzondere rol speelt bij onze veiligheid en met een voor iedereen duidelijke strategische dimensie;
- het project is een belangrijke stimulans is voor internationale samenwerking

- op zee kunnen de vaarroutes verbeterd worden en is er een meer efficiënte hulpverlening mogelijk in geval van schipbreuk of bij een botsing;
- de spoorwegen zullen satellietnavigatie nodig hebben voor het volgen van grote konvooien van snelle treinen;
- de uitbating van energiebronnen zal efficiënter gebeuren en dus meer rendabel zijn als gevolg van betere prospectie en een veiligere infrastructuur;
- de landbouw, de visserij, de elektriciteitsverdeling, de bescherming van mensen, de vrijetijdsindustrie... zullen allemaal te maken krijgen met GPS en Galileo.

Weten waar je bent... met kosmische atoomklokken

Met behulp van navigatiesatellieten kan men zijn positie op de aarde bepalen. Dat gebeurt door het meten van de afstanden tussen vier satellieten in een baan om de aarde en een ontvanger-calculator. Nu gebruiken we nog het Amerikaanse GPS, maar weldra ook het Europese Galileo-systeem. De metingen gebeuren via signalen die uiterst nauwkeurig de tijd aangeven van atoomklokken aan boord van de navigatiesatellieten. Die klokken worden voortdurend gekalibreerd met andere klokken op de aarde, zodat ze allemaal refereren naar eenzelfde gechronometreerde situatie. De ontvanger berekent de positie door in nanoseconden de tijd te meten die signalen, afkomstig van vier satellieten aan de hemel, erover doen om de ontvanger te bereiken. Hoe nauwkeuriger en stabiel het tijdssignaal van de atoomklokken aan boord van de satellieten, des te preciezer is de plaatsbepaling.

Het civiele Galileo-systeem zal samen met het militaire GPS kunnen worden gebruikt en er dus complementair mee zijn. Het heeft een aantal bijzondere troeven die tot nieuwe toepassingen zullen leiden:

- twee rubidiumklokken met een stabiliteit van 10 nanoseconden over 24 uur (één nanoseconde is één miljardste van een seconde) zijn verbonden met twee passieve waterstof-maserklokken met een stabiliteit van één nanoseconde, die voor het eerst in de ruimte worden gebruikt. Hierdoor kan men zijn positie tot één meter nauwkeurig bepalen en bijvoorbeeld weten op welk rijvak van een snelweg een auto rijdt...
- een krachtiger signaal, dat elke Galileo-satelliet uitzendt in tien frequentiekanalen in de L-band (1,2 en 1,6 GHz(*)). Zo kunnen Galileo-ontvangers ook binnen in gebouwen en op moeilijk terrein worden gebruikt...
- een "integriteitsboodschap" zal de zekerheid verschaffen dat de satellieten die voor de positiebepaling worden gebruikt, betrouwbaar zijn. Dat is van bijzonder belang voor bijvoorbeeld het luchtverkeer, de beveiliging van transporten, activiteiten met een hoog risico, verzekeringsfirma's...

Galileo zal overigens ook uitgerust zijn om noodsignalen op te vangen en te lokaliseren in het kader van het zoek- en opsporingssysteem Kospas-Sarsat. Dit wereld-

De dertig satellieten van de Galileo-constellatie zullen traag boven onze hoofden rond de aarde draaien. Met behulp van deze kunstmanen zullen we onze plaats kunnen bepalen op de aarde, op zee en in de lucht.
© ESA





Galileo zal de prestaties van het GPS-systeem nog verbeteren, zoals in de landbouw en bij het wegverkeer.

© Alcatel Alenia Space

wijd systeem werd in het leven geroepen door Frankrijk, Canada, Rusland en de Verenigde Staten en heeft reeds ongeveer 20.000 mensen het leven kunnen redden die het slachtoffer waren geworden van een ongeval of in een gevaarlijke situatie terecht kwamen (zie ook www.cospas-sarsat.org)

() Na onderhandelingen op internationaal niveau kreeg het Europees systeem Galileo navigatiefrequenties van de International Telecommunication Union (ITU). Maar om de rechten op die frequenties te kunnen behouden moest een eerste experimentele satelliet ten laatste midden 2006 gelanceerd worden.*



Een dienstverlening met "vijf sterren"

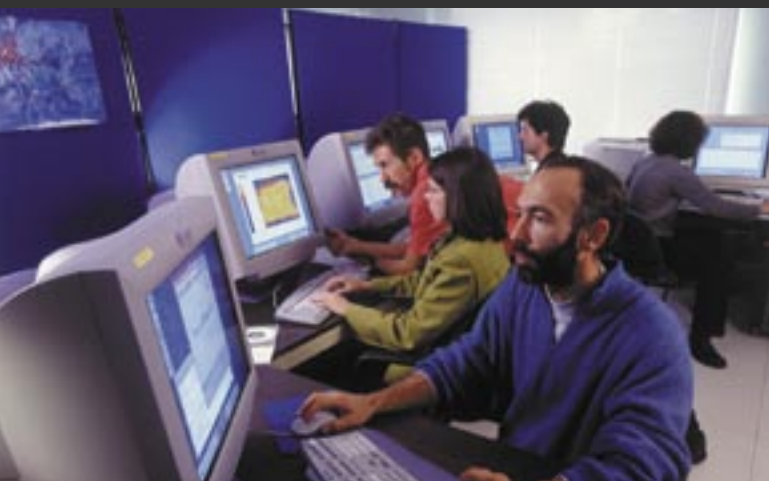
Enmaals operationeel zal Galileo het zijn Amerikaanse evenknie GPS niet gemakkelijk maken. Galileo zal wereldwijd een vijfsterrendienstverlening met aanbieden. Een overzicht.

De "sterren" van Galileo	Kenmerken
NAVIGATIE	
1. Open diensten (vrij)	Gratis gebruik voor elke GPS/Galileo-ontvanger. Plaatsbepaling in de orde van één meter.
2. Commerciële diensten (betalend)	Cryptische en beschermende signalen met een "integriteitsboodschap". Plaatsbepaling met een nauwkeurigheid van enkele centimeters, gegarandeerde dienstverlening voor elke betalende toegang.
3. Diensten <i>Safety of Life</i> (vrij)	Zelfde prestaties als bij de open diensten met gecertificeerde ontvangers met dubbele frequentie. Hoger integriteitsniveau voor toepassingen op het vlak van beveiliging in de transportsector.
4. Openbare gereguleerde diensten (betalend en beveiligd)	Garantie van een continue dienstverlening met betrouwbare en vertrouwelijke signalen voor politie, douane, brandweer, militaire en humanitaire operaties en bij crisissen.
OPSPORINGS- EN REDDINGSDIENST	
5. Humanitaire diensten SAR/Search & Rescue (gratis)	Deelname aan het internationaal systeem SARsat voor directe ontvangst van noodsignalen en plaatsbepaling.

EGNOS, voorloper van Galileo

Europa biedt over zijn grondgebied van de Atlantische Oceaan tot de Middellandse Zee nu al diensten aan op het vlak van satellietnavigatie. Het systeem *European Geostationary Overlay Service (EGNOS)* is momenteel reeds operationeel. Het bereidt de terminals voor die met Galileo uiterst nauwkeurig posities moeten bepalen. EGNOS wordt ontwikkeld door Alcatel Space voor ESA in het kader van een programma met de Europese Commissie en Eurocontrol. Het gaat erom de bestaande signalen van het Amerikaanse GPS en het Russische GLONASS te verbeteren door ze via drie geostationaire communicatiesatellieten - waaronder ARTEMIS - door te sturen en gebruik te maken van een netwerk van grondstations.

De tijdmetingen worden doorgestuurd met de nodige correcties en met gegevens over de ionosfeer (die communicatie kan verstoren), samen met informatie voor "integriteitsboodschappen" (die de juistheid van de positiebepaling garanderen). Men bekomt vooral kwalitatieve synchronisatiegegevens, waardoor een plaatsbepaling met een nauwkeurigheid van één tot twee meter mogelijk is. En dat wekt de belangstelling op van verantwoordelijken voor vluchtcontrole en veilige transporten. De operator van EGNOS is de *European Satellite Services Provider (ESSP)*, een onderneming die door zes leveranciers van navigatiediensten voor de luchtvaart is opgericht en die in Brussel is gevestigd. Tijdens een eerste fase zal ESSP verantwoordelijkheid voor de levering van EGNOS-signalen van ESA overnemen. ESSP moet de EGNOS-operaties kwalificeren en optimaliseren. De "open diensten" van EGNOS, een gratis toegang voor gebruikers, zijn sedert begin dit jaar beschikbaar (zie ook www.essp.be).



EGNOS wordt gevolgd vanuit Toulouse in Frankrijk. EGNOS moet de prestaties van het Amerikaanse GPS en het Russische GLONASS verbeteren.
© Alcatel Alenia Space

De Galileo-ontvangers van Septentrio

Het bedrijf *Septentrio Satellite Navigation* in Leuven kreeg een contract om de ontvangers voor Galileo te ontwikkelen. Die moeten ook compatibel zijn met de systemen GPS en GLONASS. Met het contract behoort Septentrio tot de groten van de Europese ruimtevaart. Het gaat zijn knowhow valoriseren met de commercialisering van hoogtechnologische componenten voor satellietnavigatie. Septentrio zal een internationaal consortium leiden met QinetiQ in het Verenigd Koninkrijk, de Technische Universiteit Delft (TU Delft) en Ursa Major in Nederland, Orban Microwave Products (OMP) in België, Deimos Space in Spanje en Skysoft in Portugal en is een spin-off van het *Interuniversity Micro-Electronics Centre (IMEC)*. De Belgische pionier Septentrio schrijft aldus geschiedenis als waardige opvolger van de wiskundige en geograaf Mercator (1512-1594), wiens kaarten ontdekkers en verkeners in staat stelden hun positie op de wereldbol terug te vinden.

De apparatuur wordt sinds 2004 getest en werkt naar behoren. De eerste ontvanger in de Galileo-frequenties werd in september 2004 afgeleverd. Het ESA-contract voor de validatie van het Galileo-systeem in een baan om de aarde (2006-2010) heeft de technologische voorsprong van Septentrio bevestigd en nog versterkt. Met de eerste GLOVE-satelliet kan Septentrio de Galileo-signalen evalueren en zijn technologische knowhow demonstreren bij het gebruik van de ontvangers. Dit is ook het meest zichtbare bestanddeel van het systeem, want het legt de link tussen de gebruiker op de grond en het systeem in de ruimte. De goede werking ervan is even belangrijk als de atoomklokken en de zenders aan boord van de dertig satellieten van de constellatie.

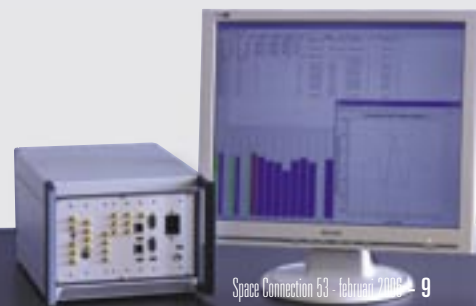
Peter Grogard is directeur van Septentrio en benadrukt de voortrekkerrol die zijn bedrijf van 40 ingenieurs en technici speelt sinds het begin van het Galileo-programma. "We zijn pioniers op het vlak van de ontvangst van GPS- en GLONASS-signalen. We hebben als eersten in Europa een ontvanger gebouwd die met beide systemen werkt, gebaseerd op technologie die we al beheersen. Dat we van in het begin al beschikken over Galileo-ontvangers is cruciaal voor een succesvolle doorbraak van het Europese navigatiesysteem."

 Meer
www.septentrio.com



Peter Grogard staat aan het hoofd van het Septentrio-team.
© Septentrio

Septentrio in Leuven ontwikkelde de eerste ontvanger van het Galileo-systeem (links), die nu getest wordt.
© Septentrio



Rainer Grohe

Directeur-generaal van Galileo Joint Undertaking

“Het civiele systeem Galileo zal eerder dan het Amerikaanse GPS 3 ontplooid worden en wereldwijd meer betrouwbare en nauwkeurige diensten leveren.”



© Th.P./SIC

Voor de ontwikkeling en de validatie in een baan om de aarde van het Galileo-systeem staat momenteel *Galileo Joint Undertaking (GJU)* in. GJU is voor de Europese Raad en de Europese Commissie (Directoraat-generaal Transport en Energie) verantwoordelijk voor de goede uitvoering van een programma met de eerste zes Galileo-satellieten. GJU steunt op de technische competentie van ESA bij de realisatie van GalileoSat, het ruimtesegment van het systeem, en bij de nodige infrastructuur op de aarde. Dat houdt in dat het systeem moet werken zoals het hoort en dat onder de vastgelegde financiële voorwaarden. Tegelijk moet GJU ook onderhandelen over het concessiecontract met de operator van het systeem.

Rainer Grohe is sinds 2003 directeur-generaal van GJU. Deze Duitse ingenieur is zowat de orkestleider van Galileo tot de ontplooiing en de exploitatie ervan worden toevertrouwd aan een openbare-private concessiehouder (*). *Space Connection* vroeg hem naar de huidige stand van zaken.

Space Connection – U bent verantwoordelijk voor het beheer van het Galileo-systeem tijdens de ontwikkelingsfase. Loopt alles zoals voorzien?

Rainer Grohe – *Galileo Joint Undertaking* is een efficiënt pallet dat enthousiast talent uit Europa, China en Israël verenigt. Alles evolueert zoals voorzien en zelfs nog beter. U moet begrijpen dat dit programma bijzonder ambitieus is. In Europa ging geen enkel bedrijf met een dergelijke complexiteit ons vooraf.

SC – Is deze sleutelpositie van GJU niet zeer delicaat? GJU bevindt zich immers op een kruispunt van ESA, de Europese Unie, de Europese industrie en internationale partners.

RG – Wanneer men mij contacteerde om directeur te worden, was ik gefascineerd door de vooruitzichten van de globale uitdaging van Galileo voor de toekomst van Europa. Die uitdaging bestaat erin een huwelijk tot stand te brengen tussen politiek, industrie en onderzoek enerzijds met een groeiend aantal partners anderzijds. Enerzijds zijn er

de lidstaten van ESA en de Europese Unie, aan de andere kant China en Israël, die betrokken willen worden bij de financiering en de realisatie van het systeem. Dan is er nog de Europese industrie met zijn eigen geschiedenis en aard.

SC – De komende maanden zullen er voor Galileo naast ESA nog drie andere medespelers op het toneel staan: de GJU, de concessiehouder en de toezichthoudende autoriteit. Hoe zal de onderlinge organisatie verlopen?

RG – Deze autoriteit heeft het eigendomsrecht van het systeem, inbegrepen de intellectuele rechten die te maken hebben met de ontwikkeling. De lidstaten van ESA en de EU hebben als basisidee aanvaard een civiel systeem te bouwen in een openbaar-privaat partnerschap. GJU is verantwoordelijk voor de ontwikkelingsfase tot de validatie in een baan om de aarde van het systeem. Tijdens deze fase worden twee proefsatellieten en vier preoperationele satellieten gelanceerd. Daarna is het aan de aandeelhouder *Galileo Operating Company (GOC)* om het systeem verder te ontwikkelen en operationeel te houden. In de loop van 2008 geeft GJU de fakkel door en houdt op te bestaan. De Raad voor Transport heeft in juni 2004 beslist de *Galileo Supervisory Authority* in het leven te roepen. Die zal de regelgevende autoriteit van het systeem en zijn toepassingen zijn.

SC – Europa heeft nu de beschikking over het operationeel systeem EGNOS, een voorloper van Galileo. Hoe gaat de overgang van EGNOS naar Galileo verlopen?

RG – EGNOS maakt gebruik van GPS- en GLONASS-signalen en heeft een commerciële operator. Die moet niet bijdragen tot de financiering, aangezien het systeem reeds betaald is, en is alleen maar uitbater. Anders is het met de Galileo-concessiehouder, die de ontplooiing van de constellatie moet meefinancieren en verantwoordelijk is voor de uitvoering. Het idee is dat EGNOS en Galileo twee onafhankelijke systemen zijn die parallel evolueren. Maar eenmaal Galileo ontplooid is, zal EGNOS erin geïntegreerd worden.

SC – Voor Galileo moet Europa de technologie beheersen van de atoomklokken, die het hart zijn van elke satelliet. Ze moeten kunnen functioneren onder verhoogde straling. Hoe staat het met deze Europese technologie?

RG – Europa is in staat de goede werking van de atoomklokken te beheersen en ze te produceren op basis van de voorziene criteria, die inhouden dat ze nauwkeuriger en betrouwbaarder moeten werken. Er is inderdaad maar één leverancier in Zwitserland met de technische competentie op het vlak van atoomklokken. Het is waar dat er dus een zeker risico is, zeker op het vlak van het weerstandsvermogen van deze klokken aan hoge straling. Met een systeem dat zo ambitieus is als Galileo moet men risico's nemen. Ik heb er alle vertrouwen in dat we zullen kunnen beschikken over goed presterende klokken aan boord van de Galileo-satellieten.

SC – Zal Galileo echt de concurrentie kunnen aangaan met het GPS-systeem, dat al gratis diensten aanbiedt?

RG – Ik heb alle vertrouwen in een commercieel succes voor Galileo. Tot nu toe hebben de Amerikanen niet de bedoeling GPS te gebruiken voor commerciële doeleinden, aangezien het gefinancierd wordt door het Departement van Defensie. In tegenstelling tot GPS zal Galileo de beschikbaarheid, betrouwbaarheid en integriteit van zijn signalen wereldwijd garanderen. Eigenlijk zullen we geen concurrent zijn van het Amerikaanse GPS. We hebben besloten samen te werken bij het gratis open signaal, met een ontvanger die compatibel is met zowel Galileo als GPS(**). De twee systemen vullen elkaar dus aan zodat ze nog efficiënter en betrouwbaarder zijn.

SC – Denkt u dat Galileo ons een nieuw tijdperk binnenleidt?

Inderdaad! Als men rekening houdt met de hoge nauwkeurigheid van de tijdsmetingen door Galileo, dan moet daar een lawine van innovaties op volgen, niet alleen op het vlak van navigatie, maar ook bij synchronisatie en andere toepassingen. Het tijdperk van Galileo zal ons nieuwe mogelijkheden doen ontdekken, die we ons nu nog niet eens kunnen indenken.



Galileo op het internet

EGNOS : www.esa.int/esaNA/egnos

Galileo : europa.eu.int/comm/dgs/energy_transport/galileo/

Galileo Industries : www.galileo-industries.net

Galileo Joint Undertaking: www.galileoju.com

GLONASS : www.glonass-center.ru

GPS : gps.faa.gov/

De Galileo-satellieten zullen uitgerust zijn met rubidiumklokken en passieve maser-waterstofklokken, die de tijd met een grote nauwkeurigheid meten.
© ESA

(*) *De concessiehouder van Galileo zal het grootste openbare-private partnerschap ooit in Europa zijn. De aandeelhouders-stichters van de groep die het concessiecontract met GJU onderhandelen zijn: AENA en Hispasat (Spanje), Alcatel en Thales (Frankrijk), EADS en TeleOp (Duitsland), Finmeccanica (Italië), Inmarsat (Verenigd Koninkrijk). Het contract moet in de loop van dit jaar gefinaliseerd worden.*

(**) *GPS bestaat uit een constellatie van 24 satellieten, verdeeld over zes baanvlakken op een hoogte van 20.200 kilometer. Het systeem werd sinds 1978 ontwikkeld voor het Amerikaans Ministerie van Defensie. Momenteel bestaat het uit 30 operationele satellieten, waaronder de eerste vernieuwde Block-IIR, gelanceerd in september 2005.*

Toepassingen waar je niet meer omheen kan...

Nu al is satellietnavigatie belangrijk in het leven van elke dag, net zoals elektriciteit, mobiele telefoons en televisie. Met plaatsbepaling met behulp van tijdssignalen vanuit de ruimte kan men op elk ogenblik de positie kennen van een vrachtwagen of een trein, kan een schip zijn koers aanhouden of kan een automobilist zijn weg terugvinden in een vreemde stad. Maar men kan er ook een verloren container of een gestolen voertuig mee terugvinden, bepalen hoelang het nog duurt alvorens een bus op komst is, een gevangene met huisarrest volgen met een elektronische armband, kinderen vanop afstand in de gaten houden tijdens vakanties of een verloren trekker in de bergen te hulp snellen... De toepassingen zijn zo goed als onbeperkt.

Veel producten en diensten in verband met positiebepaling via satelliet zijn onontbeerlijk, zeg maar onmisbaar, geworden bij alle activiteiten waarvoor nauwkeurige topografische kennis nodig is: mijnbouw, het oppompen van petroleum, de bouw van olieleidingen, het leggen van elektrische leidingen in landelijke streken, het plaatsen van zenders voor telecommunicatie, de teelt van gewassen, wegbeheer, efficiëntere hulpverlening... Met het Amerikaanse GPS zijn al deze toepassingen al beschikbaar, maar met het Galileo-systeem zullen ze nog heel wat nauwkeuriger en veiliger worden.

Weersatellieten leveren een globale kijk op onze atmosfeer. Dit panoramisch beeld toont de toestand van de atmosfeer op 18 januari 2005.
© Eumetsat



GMES

een stukje van de GEOSS-puzzel:

van *global* naar *local*, van de ruimte naar de aarde

Het milieu beter begrijpen, de capriolen en de wisselende gemoedstoestand van het weer voorspellen, erop toezien dat onze wereld zo veilig mogelijk is... Het zijn grote uitdagingen van de 21ste eeuw. De wereldgemeenschap worstelt met een bijzonder complex systeem van allerlei verschijnselen: de cycli van lucht, water en koolstof, de vochtigheidsgraad en het belang van het ijs op onze planeet, natuurlijke vervuiling en menselijke activiteit, het reflecterend vermogen van het aardoppervlak en de oceanen, de bewegingen in de aardkorst, de invloed van de zonnestraling en de ruimte, de gevolgen van ontbossing en woestijnvorming...

Men wil aan deze veranderingen op wereldschaal het hoofd bieden door een hele waaier van wetenschappelijke disciplines te mobiliseren. Er moet een synergie ontstaan van alle mogelijke systemen voor waarneming, detectie en analyse. Dat is de betekenis van het *Global Earth Observation System of Systems (GEOSS)*. Daarvoor werd in februari 2005 tijdens een wereldtop in Brussel een tienjarenplan aanvaard. Het intergouvernementeel organisme *Group on Earth Observations (GEO)*, die gevestigd is op de hoofdzetel van de *World Meteorological Organisation (WMO)* in Genève, staat in voor de harmo-

Redu: een Belgische schakel in het Galileo-verhaal

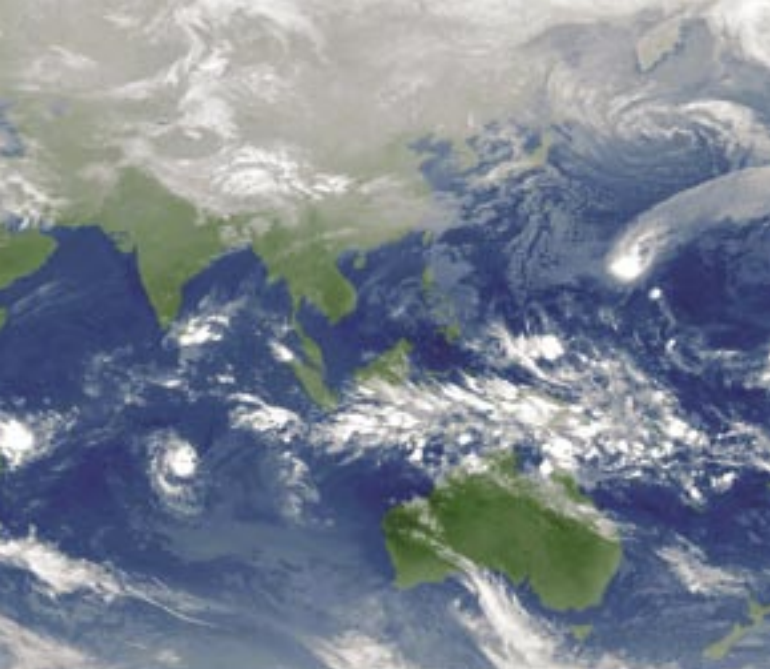
Dit jaar worden de eerste Galileo-satellieten in een baan om de aarde uitgetest en de concessie ondertekend. ESA en de Europese industrie hebben een hele grondinfrastructuur gerealiseerd. Daarmee kunnen de sleuteltechnologieën van de vier preoperationele satellieten worden getest en gevalideerd tijdens de ontwikkelings- en kwalificatiefase, en nadien ook van de 26 andere operationele satellieten van de constellatie tijdens de ontplooiing en de exploitatie van het systeem.

ESA heeft in Redu in de provincie Luxemburg de beschikking over een grondstation van waaruit applicatiesatellieten worden gevolgd en getest en over een controlecentrum voor de satelliet "made in Belgium" *PROBA 1*, die het aardoppervlak waarneemt. Redu maakt deel uit van een wereldwijd netwerk van stations, van waaruit men de twee *GIOVE*-satellieten kan volgen en hun boordsystemen testen. Ze maken gebruik van frequenties in de L-band, dankzij de nieuwe technologie die ze aan boord hebben om signalen te genereren. *GIOVE A* moet een in Europa ontwikkelde rubidiumatoomklok testen. *GIOVE B* zal in zijn baan om de aarde vanuit Redu getest worden en zal voor de eerste keer een passieve waterstof-maserklok aan boord hebben.

Nu al staat het ESA-station van Redu een mooie toekomst te wachten voor het Galileo-systeem. Een Belgisch consortium onder leiding van *VitroCiset* EPB en met *Trasys Space* en *Space Applications Services*, haalde het contract binnen voor de geïntegreerde logistiek van het grondsegment met het oog op de ontwikkeling van de constellatie, die uit 30 satellieten zal bestaan.

Onder deze koepel van het ESA-station van Redu bevindt zich een L-bandantenne, waarmee de Galileo-signalen kunnen worden ontvangen.
© VitroCiset/ESA





nisatie van de inspanning. Sinds 1 september 2005 is de Franse geofysicus José Achache er de eerste directeur van. Hij was de verdediger van het idee *Global Monitoring for Environment and Security (GMES)*, toen hij bij ESA verantwoordelijk was voor het programma voor aardobservatie. “Met GMES heeft Europa een kleine voorsprong gekregen, maar als we niet oppassen, zullen we worden ingehaald en het voordeel van deze voorsprong verliezen”, stelde hij onlangs met enige bezorgdheid vast.

GMES zal de Europese bijdrage aan GEOSS zijn en moet vanaf 2008 operationele diensten leveren. Op dit vlak is Europa een pionier. Na een eerste periode (2001-2003), waarbij de middelen en de noden werden geanalyseerd, is GMES begonnen met de operationele dienstverlening (2004-2008) met programma's die gefinancierd worden door het zesde kaderprogramma (goed voor 100 miljoen euro) en door ESA (83 miljoen euro). Het gaat om een bijdrage aan essentiële beleidspunten van de Europese Unie, zoals het zesde milieu-actieplan, een strategie voor duurzame ontwikkeling en het buitenlands beleid en gemeenschappelijke veiligheid. De Europese Ruimteraad van november 2005 en de ministeriële ESA-Raad in Berlijn in december vorig jaar hebben het belang bevestigd van GMES bij de rol die Europa in de wereld te spelen heeft.

Het actieplan GEOSS betekent de gecoördineerde mobilisatie van de verschillende systemen waarmee we een veranderende aarde beter willen begrijpen, de metamorfose die nu bezig is beheersen en ons aanpassen aan een zich veranderende situatie. GEOSS moedigt de oprichting aan van een wereldwijde en efficiënte infrastructuur, de integratie van waarnemingsstations in situ en in de ruimte en het inschakelen van nationale en regionale hulpmiddelen in een netwerk. Het wil verschillende systemen samenbrengen, ze onderling laten samenwerken en de problemen oplossen bij de transfert van technologie en intellectuele kennis voor producten en diensten.

Het GMES-programma zal de Europese Unie helpen


autonome en politiek onafhankelijke beslissingen te nemen op wereldschaal. GMES heeft een rol te spelen bij communautair beleid in verschillende domeinen: landbouw, visserij, buitenlands beleid, natuurlijke risico's, milieubescherming, duurzame ontwikkeling, de veiligheid van ons voedsel... Het moet ook nieuwe innoverende diensten met toegevoegde waarde aanmoedigen en werd daarvoor overigens uitgekozen als een project dat snel van start moet gaan in het kader van het Europees groei-initiatief.

Een eerste reeks diensten moet vanaf 2008 operationeel zijn. Men wil de continuïteit bij het verzamelen van gegevens garanderen, gebruikers betrekken bij het aanbieden van diensten en producten en technologie voor teledetectie en waarnemingen in situ integreren. Er zijn drie “pilotdiensten” die van een “versnelde” behandeling kunnen genieten:

- spoedinterventies, door het versterken van de Europese capaciteit om te reageren op crisissen en noodsituaties die het gevolg zijn van natuurrampen of menselijk falen;
- het monitoren van grondgebruik in het kader van een beleid van duurzame ontwikkeling, met het opstellen van gedetailleerde kaarten en geografische informatiesystemen;
- informatieproducten en indicatoren van het mariene milieu, in de context van de toepassing van een thematische strategie die de zeeën, oceanen en kustgebieden wil beschermen, beter begrijpen en behouden.



*PROBA 1 doet ook aan aardobservatie. Deze kleine Belgische satelliet kan vulkanen vanuit de ruimte waarnemen, zoals hier de Etna op Sicilië.
© ESA-ESRIN-Redu*



Envisat is de meest complexe Europese satelliet voor de waarneming van het milieu. Deze acht ton zware kunstmaan draait sinds maart 2002 in een baan om de aarde.
© Alcatel Alenia Space

GMES Service Elements (GSE): de ruimte ten dienste van het milieu

“In 2020 zou elke burger via het internet in staat moeten zijn de toestand van zijn eigen leefmilieu te kennen, zowel globaal als in zijn eigen dorp.” Zo omschrijft Josef Aschbacher, programmacoördinator bij het directoraat aardobservatie bij ESA, de ambitieuze uitdagingen van GMES. Met de doelstellingen voor 2008 voor ogen is ESA al begonnen met GMES onder de vorm van de *GMES Service Elements (GSE)* in het kader van het programma *Earthwatch*. Het gaat over specifieke thema's, die momenteel worden uitgevoerd. Ze moeten een operationele synergie doen ontluiken tussen de verschillende centra en laboratoria in de landen van de Europese Unie. En ze tonen de grote verscheidenheid aan toepassingen die in het kader van GMES het daglicht zullen zien. Onderstaande tabel geeft een overzicht met vermelding van de betrokken Belgische partners.

Eerste reeks GSE-projecten (nu in fase 2)

GUS (GMES Urban Services)

Stedelijke cartografie om de uitbreiding van steden en grondgebruik op te volgen. Indra/Spanje + Belgische partners Eurosense en ControlWare (a)

GSE Forest Monitoring

Opvolgen van de bossen en bepaling van de veranderingen die aan de gang zijn. GAF/Duitsland

SAGE (Service for the provision of Advanced Geo-information on Environment pressure and state)

Richt zich op het beheer van watervoorraden en de bescherming van de bodem. InfoTerra/Duitsland (a)

Risk-EOS (Earth Observation Services)

Voor de evaluatie van de risico's van overstromingen en bosbranden. Astrium/Frankrijk + Belgische partner Eurosense

TerraFirma

Verzameling met radarinterferometrie van alle gegevens over grondverplaatsingen bij openbare werken. NPA Satellite Mapping/Verenigd Koninkrijk

GMFS (Global Monitoring for Food Security)

Geheel van diensten om beter de link te leggen tussen de landbouw en de voedselproblemen, in het bijzonder in Afrika. VITO/België + overige Belgische partners GIM, Trasys en AVIA-GIS

CoastWatch

Globale informatiedienst voor de kuststreken in Europa. EADS/Frankrijk + Belgische partner GIM (a)(b)

ROSES (Real-Time Ocean Services for Environment and Security)

Reeks van verschillende diensten voor operationele oceanografie, in het bijzonder voor de controle in real time van de waterkwaliteit en van oliewinning op zee. Alcatel/Frankrijk (b)

Icemon

Oceanografisch systeem voor het opvolgen van het ijs op de zeeën

in de poolgebieden. Nansen Remote Sensing and Environmental Center/Noorwegen en Norwegian Meteorological Institute + Belgische partner ControlWare (c)

Northern View

Voor de verzameling van gegevens over ijsbergen, gletsjers, bevroren rivieren en meren, grondgebruik in de Noordpoolcirkel. C-Core/Canada met het Canadees ruimtevaartagentschap Canadian Space Agency (CSA) (c)

(a) In fase 2 zijn deze projecten geïntegreerd in het project Land Information Services (voor CoastWatch het luik "aarde")

(b) In fase 2 zijn deze projecten geïntegreerd in het project Marine and Coastal Services (voor CoastWatch het luik "zee"). De Beheerseenheid Mathematisch Model van de Noordzee zal ook een bijdrage leveren aan dit project.

(c) In fase 2 zijn deze projecten geïntegreerd in het project Polar Information Services

Tweede reeks projecten die momenteel in fase 2 komen

Respond

Om snel te kunnen beantwoorden aan de vraag naar kaarten, satellietbeelden en geografische informatie tijdens interventies van humanitaire organisaties. InfoTerra/Verenigd Koninkrijk + Belgische partner Keyobs

PROMOTE (Protocol Monitoring for the GMES Service Element)

Houdt zich bezig met de observatie van onze atmosfeer. KNMI/Nederland + Belgische partners Belgisch Instituut voor Ruimte-Aeronomie (BIRA) en ControlWare

Nieuw project in fase 1

GMES Maritime Security

Richt zich op het afleveren van een Recognised Maritime Picture dat meer efficiënte identificatie mogelijk maakt van schepen die bij illegale transporten betrokken zijn. Telespazio/Italië

Belgische inbreng bij Zuid-Afrikaanse constellatie van satellieten

De Universiteit van Stellenbosch in Zuid-Afrika ontwikkelt kleine satellieten voor bodemonderzoek en voor de waarneming van natuurlijke rijkdommen. Het zijn de ZASat-satellieten die vanaf 2006 de ruimte ingaan. Ze worden gerealiseerd en gecommmercialiseerd via de spin-off *Sun Space & Information Systems Ltd.* Het doel is de realisatie van een Afrikaanse constellatie van mini-aardobservatiesatellieten in samenwerking met Nigeria, Algerije en Kenia in het kader van technologische transfers. Vlaanderen is betrokken bij de ontwikkeling van een hyperspectraal instrument (meer dan 200 kanalen voor waarnemingen in het extreem ultraviolet tot het nabij infrarood) voor het programma *African Resource Management Constellation (ARMC)*. Het departement geomatica en bosbeheer van de Katholieke Universiteit Leuven (KUL) en het bedrijf *OIP Sensor Systems* in Oudenaarde werken aan het Zuid-Afrikaanse project mee, respectievelijk bij de verwerking van gegevens en bij de realisatie van het optisch systeem (zie ook www.sunspace.co.za).



© Zosat

PEGASUS: een aanvulling van satellieten voor aardobservatie

De *Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO)* in Mol is begonnen met het ambitieuze programma *Policy support for European Governments by Acquisition of Information from Satellite and UAV borne Sensors*, kortweg PEGASUS, dat kan bijdragen aan het Europees initiatief GMES. Samen met Verhaert Space, filiaal van het Britse bedrijf QinetiQ wil men een *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* ontwikkelen. Dat moet maandenlang op een hoogte van zowat 20 kilometer het aardoppervlak in hoge resolutie waarnemen. De *High Altitude Long Endurance UAV (HALE-UAV)* heeft een spanwijdte van 16 meter en weegt ongeveer 30 kilogram. Hij zal uitgerust zijn met een digitale camera (10 kanalen), die details van 20 centimeter op de grond kan zien. HALE-UAV, ook wel Mercator 1 genaamd, wordt gefinancierd door de Vlaamse Gemeenschap. De ontwikkeling en integratie van de digitale camera zal gefinancierd worden door het Federaal Wetenschapsbeleid. In het kader van PEGASUS wil men het volgende decennium een twintigtal onbemande Mercator-vliegtuigjes de lucht insturen. Hun waarnemingen vullen mooi de gegevens aan van aardobservatiesatellieten (zie ook www.pegasus4europe.com).



Elke twee dagen leveren de *Vegetation*-instrumenten aan boord van *SPOT 4* en *SPOT 5* een globaal beeld van vegetatie en geologische verschijnselen. Hier zien we de vervuiling, veroorzaakt door de vulkaan Etna op Sicilië...
© VGT-VITO

België van de partij met Vegetation en STEREO

België heeft sinds 1986 onder de naam *Telsat* en daarna *STEREO* en *Vegetation* nationale programma's ontwikkeld voor de verwerking van beelden van aardobservatiesatellieten. Deze programma's ondersteunen en vullen het Europese GMES-initiatief aan. Voor de periode 2001-2006 kregen de programma's *STEREO* en *Vegetation* 14 miljoen euro. Dit budget dient voor de financiering van:

- het programma *Vegetation* voor de wetenschappelijke exploitatie van de gegevens van de instrumenten *Vegetation 1* en *Vegetation 2* aan boord van de aardobservatiesatellieten *SPOT 4* en *SPOT 5*;
- het programma *Support to the Exploitation and Research of Earth Observation (STEREO)*, dat onderzoeksteams ondersteunt in universitaire centra en wetenschappelijke instellingen om de gegevens van aardobservatiesatellieten te gebruiken voor wetenschappelijk onderzoek en toepassingen inzake milieubeheer.

Deze programma's financieren 45 projecten (zie hiervoor ook <http://telsat.belspo.be>).

Het Federaal Wetenschapsbeleid heeft verder nog in het kader van bilaterale overeenkomsten met Frankrijk aan VITO in Mol opgedragen het beeldverwerkingscentrum CTIV (1998-2008, zie www.vgt.vito.be) voor *Vegetation*-opnamen te ontwikkelen. Daar worden de beelden van de twee instrumenten *Vegetation 1* en *Vegetation 2* bewerkt, gecorrigeerd, in een geografisch referentiekader geplaatst, gearchiiveerd en verspreid naar de hele internationale gebruikersgemeenschap.

In 2006 gaat tenslotte het nieuw onderzoeksprogramma *STEREO II* (2006-2013) van start. Het is goed voor een investering van 25,85 miljoen euro.

A satellite image showing a large, swirling typhoon over a coastal region of Japan. The typhoon's eye is visible as a dark, circular center surrounded by concentric rings of white clouds. The surrounding land is dark, and the ocean is a lighter, textured grey.

Eén enkel

De satelliet Envisat maakte deze opname van de tyfoon Kirogi in het zuiden van Japan.

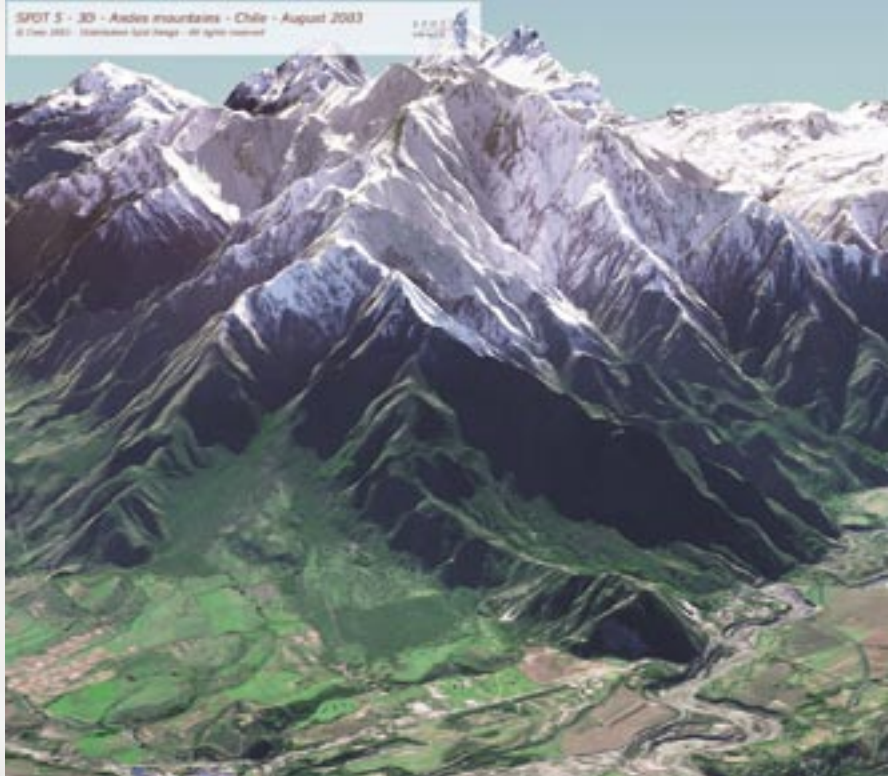
© ESA

oproepnummer bij rampen

Een weinig bekende toepassing van aardobservatiesatellieten krijgt momenteel een wereldwijde dimensie. Het *International Charter "Space and Major Disasters"* is een wereldwijd humanitair initiatief en is het gevolg van een samenwerking tussen ESA en de Franse ruimtevaartorganisatie CNES tijdens de conferentie Unispace III in juli 1999 in Wenen. Sinds juni 2000 is het operationeel. *"Vier jaar later is het een succes dat we nooit durfden vermoeden. Het is heel indrukwekkend hoe we ondertussen konden beschikken over de hulpmiddelen die de ruimtevaart ons geeft en hoe die evolueerden."* Het was een vaststelling die gemaakt werd tijdens een colloquium in juli 2005 bij de UNESCO in Parijs.

Het charter moedigt de samenwerking aan tussen verschillende ruimtesystemen bij grote rampen. Het levert een soepel kader waardoor de toegang tot gegevens van een groot aantal aardobservatiesatellieten gemakkelijker is. Op korte tijd kan deze informatie van satellieten gegevens vanop de grond en vanuit de lucht aanvullen. Er bestaat één enkel oproepnummer, waardoor landen die te maken krijgen met een natuurramp of een technologische catastrofe zo snel mogelijk beroep kunnen doen op de satellieten van de deelnemers aan het charter. Wie in een bepaald land de vereiste toelating heeft kan bij een aardbeving of een grote ramp een operator bellen in de ESA-vestiging ESRIN in Frascati bij Rome. Die moet in de verschillende ruimtevaartorganisaties de ingenieur met wachtdienst contacteren, zodat de verschillende satellietssystemen zo snel mogelijk ten dienste kunnen staan van het getroffen land. Het gaat niet alleen om aardobservatie. Ook geneeskunde via satelliet of satellietnavigatie behoren tot de mogelijkhe-

Door de verwerking van de gegevens van de SPOT 5-satelliet kon deze driedimensionale opname van het Andesgebergte gemaakt worden. Het beeld met een resolutie van 5 meter toont de regio van Santiago (Chili).
© Spot Image



den. En ook grondstations en systemen voor de behandeling en archivering van gegevens kunnen worden ingeschakeld. Gedurende de vijf jaar dat het charter bestaat werd het al meer dan 80 keer geactiveerd bij atmosferische rampen, geologische catastrofes of technologische ongelukken. Het is bijzonder belangrijk op korte termijn te kunnen beschikken over herhaalde radarwaarnemingen en optische beelden met een hoge resolutie en over de hulp van specialisten.

CNES, ESA, NOAA (USA), CSA (Canada), ISRO (India) en CONAE (Argentinië) zijn reeds lid van het charter. Het Japanse JAXA wil er ook bij betrokken worden. Al deze partners willen hun aardobservatiesatellieten ter beschikking stellen bij een noodsituatie, van zodra er contact is met de operator van dienst in Frascati. Ook Rusland, China en Brazilië toonden belangstelling om deel te nemen aan het charter. De satellieten Proba, SPOT, ERS 2 en Envisat van Europa, de Amerikaanse NOAA-weersatellieten, de Indiase IRS-kunstmanen, de Argentijnse SAC C en de Canadese Radarsat 1 zijn ter beschikking. Op 15 november 2005 kwam daar nog de Disaster Monitoring Constellation (DMC) van microsattelieten bij. Die worden gerealiseerd met technologische ondersteuning van de universiteit van Surrey in het Verenigd Koninkrijk en zijn eigendom van Algerije, Nigeria, het Verenigd Koninkrijk, Turkije en China. Verwijzend naar het charter is er steeds meer sprake van

de oprichting van een *Disaster Management and Space Coordination Organisation (DMISCO)* binnen de UNO. DMISCO zal rampen op een gecoördineerde manier aanpakken en daarbij kunnen beschikken over stabiele hulpmiddelen en systemen in de ruimte.

 Meer
www.disasterscharter.org



Deze opnamen van de SPOT 5-satelliet tonen de verwoesting die de tsunami aanrichtte. Hier het gebied rond Banda Atjeh in Indonesië, links een opname van 8 december 2004, rechts een opname van 29 december 2005.
© Spot Image

Dr. Volker Liebig

directeur van de ESA-programma's
voor aardobservatie



© Th.P./SIC

« We willen met GMES niet opnieuw doen wat al bestaat. We willen vooral de gaten opvullen op het vlak van informatie over het milieu en veiligheid. »

Sinds oktober 2004 staat Dr. Volker Liebig aan het hoofd van de ESA-programma's voor aardobservatie. Hij leidt ook het centrum ESRIN in Frascati, waar waarnemingsgegevens worden verwerkt en gearchiveerd. Deze Duitse geofysicus is gespecialiseerd in onderzoek van het geomagnetisme in de poolgebieden. Zo nam hij deel aan een wetenschappelijke expeditie naar Antarctica. Na een tussenstop in de ruimtevaartindustrie kwam hij aan de leiding van de afdeling aardobservatie van het Duitse ruimtevaartprogramma. Deze specialist van de milieu-problemen op onze aarde legt uit waarom GMES zo belangrijk is voor Europa.

Space Connection: GMES is een gezamenlijk programma van ESA en de Europese Commissie. Wat is de rol van ESA bij dit initiatief?

Volker Liebig – GMES is een Europees systeem voor de waarneming van het milieu en veiligheid, zowel met behulp van satellieten als met apparatuur in de lucht en op de grond. ESA is verantwoordelijk voor het ruimte-segment met de nodige grondinfrastructuur voor het verzamelen en verwerken van gegevens. We hebben geïnvesteerd in activiteiten die de GMES-diensten voorbereiden en de Sentinel-missies in een baan om de aarde voorbereiden.

SC – Zal GMES uw belangrijkste steunpilaar worden?

VL – De programma's voor aardobservatie steunen op twee grote luiken. Het eerste luik beoogt de verderzetting van de wetenschappelijke Earth Explorer-missies. Ze spelen een sleutelrol bij de Living Planet-strategie van ESA. Het doel is de ontwikkeling van nieuwe technolo-

gie, bedoeld voor toekomstige toepassingen op het vlak van aardobservatie. We willen elke twee jaar een Earth Explorer-missie realiseren rond thema's die worden gekozen door onderzoekers. Het tweede luik bestaat erin deze technologische missies tot een zekere maturiteit te brengen zodat ze deel kunnen uitmaken van activiteiten met een operationeel karakter en beantwoorden aan de noden van Europa. Er zijn missies van de organisatie Eumetsat voor meteorologie, klimatologie en in de toekomst ook oceanografie. En er is het programma GMES, dat inderdaad het belangrijkste element van ons beleid moet worden.

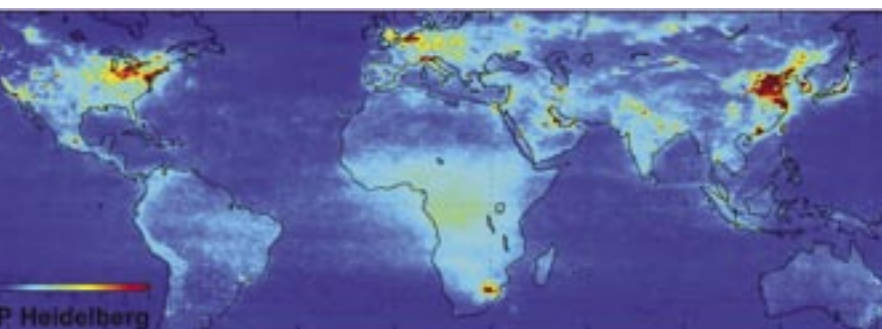
SC – De eerste Earth Explorer-missie verliep niet zoals gepland. De kunstmaan Cryosat ging op 8 oktober verloren bij de lancering met een Russische Rokot-raket, die als betrouwbaar wordt beschouwd. Wat zijn de gevolgen van deze mislukking voor het programma voor aardobservatie?

VL – Het was een groot verlies. Cryosat moest de dikte van het poolijs nauwkeurig en regelmatig meten en objectieve gegevens leveren over de opwarming van het klimaat. Deze mislukking volgt op een lange reeks Europese successen op het vlak van de waarneming van de aarde: de Meteosat-weersatellieten, de twee ERS-radarsatellieten, Envisat en PROBA 1. De mislukking brengt de ESA-strategie niet in gevaar. We ontwikkelen momenteel drie andere satellieten, die voor het eind van dit decennium moeten gelanceerd worden. En we denken eraan een nieuwe Cryosat te bouwen, die over drie jaar de ruimte kan ingaan.

SC – Wat zijn de Sentinel-missies die u in het kader van GMES ontwikkelt?

VL – ESA wil eerst en vooral niet opnieuw uitvoeren wat al bestaat maar vooral de gaten opvullen die er zijn op het vlak van de informatie over het milieu en voor veiligheid. ESA en de Europese Commissie hebben samen vastgesteld wat die lacunes zijn. Voor het GMES-programma stelt ESA een operationeel waarnemings-systeem voor met als naam Sentinel. We denken aan vier

Dankzij de waarnemingen van de aardobservatiesatelliet Envisat kunnen we goed de vervuiling op onze planeet waarnemen. Die vinden we vooral in het noordoosten van de Verenigde Staten, de Benelux en het noorden van Frankrijk, China, Korea en Zuid-Afrika.
© Envisat





of vijf soorten Sentinel-missies, die moeten beantwoorden aan de noden die ESA en de Commissie samen hebben bepaald. Het idee dat aan de basis van GMES ligt is in feite hetzelfde als wat gold voor het Galileo-systeem van navigatiesatellieten. Het heeft te maken met de onafhankelijkheid van Europa dat op zijn eigen bronnen van globale informatie moet kunnen rekenen. Nu hangen we nog af van de beschikbaarheid - in een internationaal kader - van gegevens, afkomstig van Amerikaanse bronnen. Het GMES-systeem zal de Europese waarnemingscapaciteit ten dienste stellen van GEOSS. Het doel daarvan is een wereldwijd netwerk voor de waarneming van het milieu te doen ontstaan. Dat is iets waar al jaren vraag naar is..

SC – GMES moet vanaf 2008 operationeel zijn en wordt gezamenlijk gefinancierd door de Europese Commissie en ESA. Wat zal het aandeel zijn van de Commissie, met het oog op het feit dat de financiële vooruitzichten voor het zevende kaderprogramma voor onderzoek en technologie (financiële perspectieven voor 2007-2013) nog niet duidelijk zijn?

VL – De Commissie beschouwt de uitvoering van GMES als een grote prioriteit voor Europa maar kon haar budget nog niet vastleggen. ESA heeft besloten verder te gaan om de continuïteit van de gegevens die we met de Europese aardobservatiesatelliet Envisat bekomen te kunnen verzekeren. We rekenen erop dat er van de kant van de Europese Unie de nodige financiering voor GMES zal komen.

SC – Wie zal de operator zijn van het GMES-systeem? Moet er een autoriteit komen om het systeem te exploiteren?

Ik neem als referentiepunt wat er gebeurt in de meteorologie. Eumetsat baat met het gekende succes de meteorologische satellieten uit die door ESA zijn ontworpen en ontwikkeld met de Europese industrie. Nu zijn er de Meteosat-kunstmanen in een geostationaire baan en in de toekomst de METOP-satellieten in een polaire baan. Wat betreft de verspreiding en het gebruik van gegevens over het weer en het klimaat toont de organisatie Eumetsat dat de rollen efficiënt verdeeld zijn tussen ESA als uitvoerende organisatie en Eumetsat als uitbatend agentschap. Eumetsat zou deze rol als operator kunnen spelen voor minstens twee families van Sentinel-satellieten, die de atmosfeer en de oceanen zullen bestuderen. Er is nog een leemte op het vlak van satellieten die het aardoppervlak waarnemen. Het is een schakel die in Europa nog ontbeekt. Misschien kan de Commissie in het kader van GMES een operationeel agentschap oprichten voor "aardse" toepassingen. ESA kan deze rol tijdelijk waarnemen.

SC – Wat is voor u de belangrijkste uitdaging van het GMES-programma?

Naast de financiering is de belangrijkste hinderpaal dat we met heel verschillende gebruikers te maken krijgen. GMES biedt een waaier aan toepassingen. Daarbij zijn specialisten op het vlak van de atmosfeer betrokken, veiligheidsdiensten, verantwoordelijken bij natuurrampen, plannenmakers bij ruimtelijke ordening... GMES combineert systemen in de ruimte met hulpmiddelen op de aarde. Het zal een succes worden als het een polyvalent hulpmiddel wordt met een groot aantal mogelijke producten. De uitdaging bestaat er dus in zo efficiënt mogelijk aan het grootste deel van de noden tegemoet te komen.

Het programma GMES moet milieurampen helpen voorkomen en een rol spelen bij hulpverlening wanneer ze zich voordoen..
© Alcatel Alenia Space

GMES op het Internet

- BASCOE : bascoe.oma.be
- DMC International Imaging : www.dmcii.com
- Earth Explorer/Living Planet : www.esa.int/esaLP/
- Earth Observations : www.eoportal.org
- EU Satellite Centre : www.eusc.org
- GEO : earthobservations.org/
- GEOSUCCESS : www.geosuccess.net
- GMES : www.gmes.info
- België en GMES : telsat.belspo.be/gmes/
- GEOSS : www.epa.gov/geoss/
- InfoTerra : www.infoterra-global.com
- RapidEye : www.rapideye.de
- SPOT Image : www.spotimage.fr
- Végétation : www.vgt.vito.be

De ESA-satelliet GOCE behoort tot het programma Earth Explorer. Hij moet het gravitatieveld van de aarde met grote nauwkeurigheid in kaart brengen.
© EADS Astrium





Het indrukwekkende METOP-observatorium tijdens tests in Toulouse. De eerste METOP wordt in juni gelanceerd in een quasi-polaire baan. Hij zal de atmosfeer waarnemen, ons de werking ervan doen helpen begrijpen en de bestanddelen analyseren.

© EADS Astrium

“Tijdens de eerste 25 jaar van de 21ste eeuw zal de Europese organisatie voor de exploitatie van weersatellieten Eumetsat steunen op zijn capaciteiten en zijn ervaringen met operationele meteorologie. Het wil een ware Europese referentie worden, dankzij operationele satellieten voor aardobservatie, in meteorologie, klimatologie en activiteiten in verband met de waarneming van het milieu. In deze context past ook onderzoek van de oceanen, de biosfeer en natuurlijke catastrofes, in de mate dat die in wisselwerking zijn met het weer en het klimaat.”

Zo ziet Eumetsat zijn strategie voor de volgende twintig jaar. Eumetsat – met zetel in het Duitse Darmstadt – is een intergouvernementele organisatie met 18 lidstaten, 10 landen die samenwerken. Weinig mensen weten dat Eumetsat deel uitmaakt van ons dagelijks leven. Televisiekijkers zijn het gewoon te zien hoe de wolkenmassa's boven Europa bewegen, dankzij de Meteosat-beelden. Maar Eumetsat doet veel meer: de meteorologische diensten hebben in *real time* toegang tot waarnemingen en meetgegevens uit de ruimte over de atmosfeer en het klimaat boven continenten en oceanen.

Terwijl de Europese Unie en de ESA hun capaciteit voor de waarneming van het milieu op aarde en voor veiligheid vergroten met het GMES-programma, neemt Eumetsat een plaats in als operationeel agentschap voor de waarneming van de atmosfeer, de oceanen en het natuurlijk milieu met behulp van satellieten. Eumetsat heeft al jaren ervaring met het waarnemen van het weer op de aarde en biedt een hele reeks diensten en producten aan. Een nieuwe conventie uit 1996 opende ook de weg voor onderzoek van de klimaatsveranderingen. De Deen Lars Prahm leidt Eumetsat sinds 2004 en ziet goed in dat zijn organisatie een belangrijke rol te spelen heeft in het GMES-systeem. *“GMES is van strategisch belang voor Eumetsat”,* vertelt hij. *“Om er een Europese realiteit van te maken moet onze organisatie uiteindelijk ook actief betrekken worden bij talloze wereldwijde initiatieven.”*

Eumetsat,

een mogelijke medespeler bij GMES

Momenteel bestaat het Meteosat-systeem uit vier operationele satellieten. *Meteosat 5* (sinds 1991) bevindt zich boven de Indische Oceaan, *Meteosat 6* (1993) en *Meteosat 7* (1997) boven de meridiaan van Greenwich, net als *Meteosat 8* alias *Meteosat Second Generation 1* (*MSG 1*), die in 2002 werd gelanceerd en operationeel werd in januari 2004. Bij de Europese industrie werden drie andere *MSG*-satellieten besteld. Ze moeten binnen de komende tien jaar worden gelanceerd en tot 2020 operationeel zijn. Op 21 december vorig jaar werd *Meteosat 9* (alias *MSG 2*) al in een baan om de aarde gebracht. De satelliet moet de voortzetting verzekeren van de waarnemingen met *MSG 1*. De oudere *Meteosats* zullen uit dienst worden genomen. Om het kwartier maakt elke *MSG* een opname in twaalf spectrale banden en een beeld met het instrument *Geostationary Earth Radiation Budget* (*GERB*). Dat maakt een stralingsbilan van de aarde (de door onze planeet weerkaatste en uitgezonden straling). Het Belgisch Koninklijk Meteorologisch Instituut (*KMI*) heeft een team opgericht dat de *GERB*-gegevens verwerkt en informatie in bijna *real time* ter beschikking stelt.

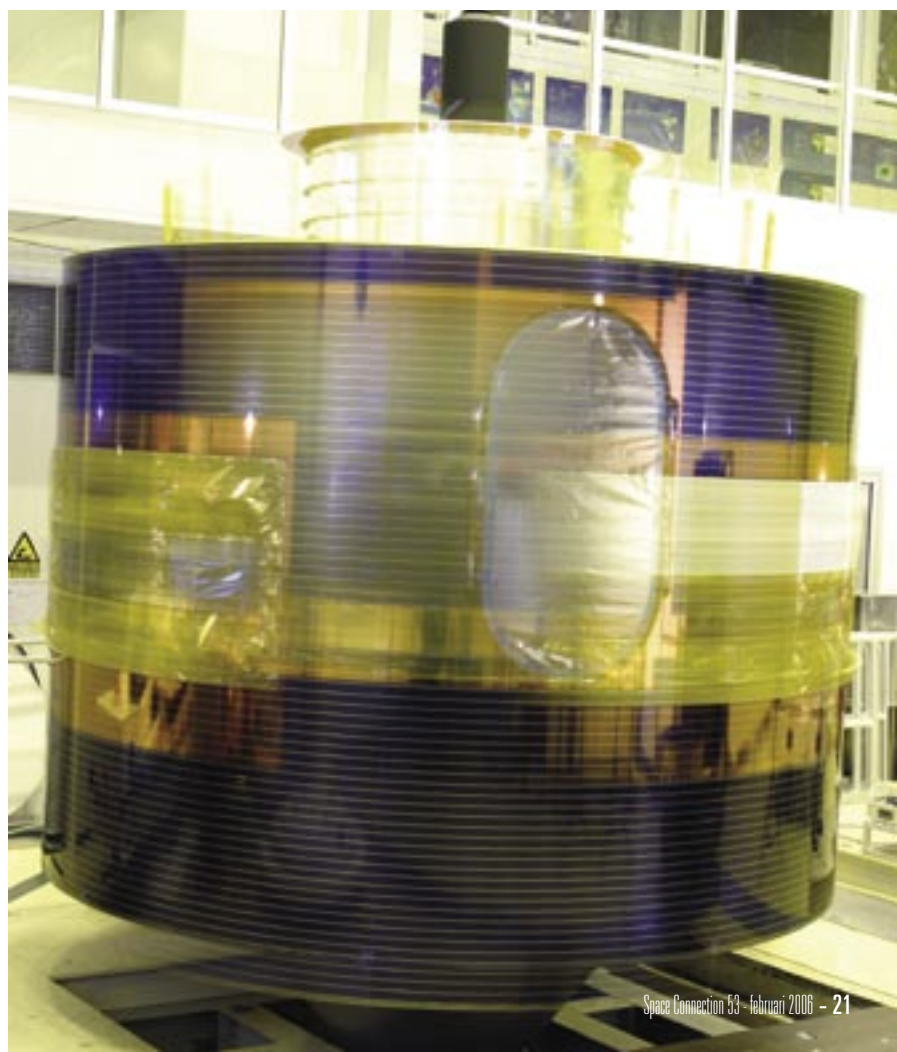
Samen met ESA en de Europese industrie bereidt Eumetsat het systeem *Eumetsat Polar System* (*EPS*) voor met de 4,2 ton zware *METOP*-satellieten in een quasi-polaire baan op 800 kilometer hoogte. Drie *METOP*-satellieten zullen gelanceerd worden met Sojoez-raketten vanaf de basis Bajkonoer, de eerste in juni. Ze zullen worden geëxploiteerd in samenhang met de volgende polaire satellieten van de *National Oceanic and Atmospheric Administration* (*NOAA*) in de Verenigde Staten. De *METOP*-satellieten van Eumetsat zullen in de voormiddag overvliegen, terwijl de *NOAA*-kunstmanen hun waarnemingen in het begin van de namiddag zullen uitvoeren.

Tegelijk met het gebruik van de nieuwe *Meteosat*- en *METOP*-satellieten wil Eumetsat de verspreiding van producten verbeteren en de exploitatie van de waarnemingsgegevens vergemakkelijken. Het systeem Eumetcast maakt gebruik van de uitzendcapaciteit met hoog debiet op communicatiesatellieten van Eutelsat. Afrikaanse landen kunnen gemakkelijk de gegevens gebruiken van *Meteosat* en het instrument *Vegetation* aan boord van *SPOT*-satellieten dankzij ongeveer vijftig ontvangstations. Die werden ontwikkeld en geïnstalleerd door Alcatel Alenia Space in het kader van het project *Préparation à l'Utilisation de MSG en Afrique*, kortweg *PUMA*. Eumetsat is medefinancier, samen met de Europese Commissie en de World Meteorological Organisation (*WMO*). Men denkt nu ook aan de ontwikkeling van een Eumetcast-dienst voor Latijns-Amerika.

Met de *Satellite Application Facilities* (*SAF*) zet Eumetsat een gedecentraliseerd netwerk op, dat zijn voordeel haalt uit de knowhow van nationale meteorologische instituten en andere partners. Elk van deze gespecialiseerde centres of excellence - momenteel zijn er acht gepland - heeft vijf jaar tijd om specifieke toepassingen te ontwikkelen die ter beschikking komen van Eumetsat en zijn gebruikers. Op die manier hoopt Eumetsat zo'n 150 producten te kunnen aanbieden voor het programma *GMES*. Ze hebben te maken met meteorologie (voorspelling, modellering), klimatologie (stromingen, wind, ijs), aardwetenschappen (vulkaanuitbarstingen), de waarneming van het milieu (toestand van de vegetatie, vervuiling, overstromingen, ozon...), economisch management (visserij, bossen, watervoorraden, landbouwproductie...). Het Koninklijk Meteorologisch Instituut doet mee met vier *SAF*-centra voor onder meer de waarneming van het klimaat, ozonwaarnemingen, operationele hydrologie en beheer van watervoorraden.

Satellieten van de reeks Meteosat Second Generation bevinden zich op 35.800 km hoogte boven de evenaar. Ze nemen ineens een halfmond van de aarde waar. Hier zien we tests met een MSG-kunstmaan in Cannes.
© Alcatel Alenia Space

 Meer
www.eumetsat.int



De nieuwe Europese satellieten voor aardobservatie (2006-2010)

De volgende vijf jaar zal Europa een dertigtal satellieten in de ruimte brengen, die onze planeet van kop tot teen gaan bekijken. Het is een uitdrukking van de creativiteit en de wil van de wetenschap en de industrie om nog beter alle factoren te leren kennen waarmee onze planeet te maken heeft en laat ook de Europese know-how op dit vlak zien.

ESA maakt nog steeds gebruik van de tweede *ERS*-satelliet en zijn unieke kunstmaan voor aardobservatie *Envisat*. Maar ze zullen vervangen worden door enerzijds goedkopere, anderzijds meer gespecialiseerde satellieten. In het kader van het programma *Earth Explorer* wil ESA technologische missies realiseren en nieuwe instrumenten ontwikkelen. Die moeten gedetailleerd de verschijnselen analyseren die een invloed uitoefenen op het milieu. Commerciële aardobservatiesatellieten en kunstmanen voor dubbel gebruik (burgerlijk en militair) zullen in ware constellaties worden ontplooid en garanderen dat met regelmaat foto's worden gemaakt en gegevens verzameld.

Europa mobiliseert zich voor de ontwikkeling van betaalbare ruimtesystemen in het kader van het GMES-programma van de EU en ESA. Het *Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)* en de Duitse industrie, het Franse *Centre National d'Etudes Spatiales (CNES)* en de Franse industrie werken aan kleine satellieten en nieuwe instrumenten. Die moeten efficiënt en tegen het eind van dit decennium beantwoorden aan de noden van GMES op het vlak van de waarneming van het milieu en veiligheid. Men bestudeert constellaties van satellieten in een baan om de aarde en aardobservatiesatellieten die in formatie vliegen. Een mooi voorbeeld van een dergelijke constellatie is het systeem van microsattelieten *Disaster Monitoring Constellation (DMC)* van het Surrey Space Centre (zie ook www.dmcii.com en www.sstl.co.uk).

Voor meer informatie over de aardobservatiesatellieten die nu operationeel of in ontwikkeling zijn, zie www.eohandbook.com en www.eoportal.org.

De komende jaren zullen verschillende reeksen van satellieten, waarvan sommige in formatie vliegen, permanent de aarde in de gaten houden met optische systemen en radars.
© CNES/Pierre Carril



Jaar van lancering: NAAM	Belangrijkste sensoren (beste resolutie)	Kenmerken van de missie [massa bij de lancering] (land of organisatie)
2002-2005: DMC/DISASTER MONITORING CONSTELLATION (eerste generatie)	Multispectrale detector (32 m, 4 m voor China-DMC)	Multinationale constellatie van kleine satellieten voor de waarneming van catastrofes en risicogebieden [100 kg] (Surrey Space Center, met Algerije, Nigeria, het Verenigd Koninkrijk, Turkije, China).
2003-2012: MSG/METEOSAT SECOND GENERATION	Multispectrale detector (1 km)	Weersatellieten in een geostationaire baan op 35.800 kilometer boven de evenaar [2,1 t] (ESA/Eumetsat).
2005: EARTH EXPLORER CRYOSAT	<i>Synthetic Aperture Interferometric Radar Altimeter</i> (metingen in de orde van een cm)	Eerste <i>Earth Explorer</i> missie voor de waarneming van het ijs aan de polen [711 kg] (ESA). Mislukte lancering op 8 oktober 2005. Plannen voor een nieuwe satelliet Cryosat-R te lanceren in 2009.
2005: TOPSAT	Multispectrale detector met hoge resolutie (2,5 m)	Aardobservatiesatelliet voor duaal gebruik op 800 km hoogte [100 kg] (Verenigd Koninkrijk).
2006-2007: SAR-LUPE	<i>Synthetic Aperture Radar</i> in X-band (minder dan 1 m)	Constellatie van vijf militaire satellieten op 500 km hoogte [770 kg] (Duitsland).
2006-2012: METOP/EPS	Radiometer, metingen met microgolven, scatterometers (100 m)	Drie polaire meteorologische kunstmanen, afgeleid van Envisat en uitgebaat in combinatie met Amerikaanse NOAA-weersatellieten (ESA/Eumetsat).
2006: TERRASAR-X	<i>Synthetic Aperture Radar</i> in X-band (minder dan 1 m)	Commerciële radarsatelliet op 600 km hoogte [1,3 t] (Duitsland).
2007: EARTH EXPLORER GOCE	<i>Electrostatic Gravity Gradiometer</i>	<i>Gravity field and steady-state Ocean Circulation Explorer</i> , een geofysische kunstmaan die het zwaartekrachtsveld van de aarde uiterst nauwkeurig moet meten [1,2 t] (ESA).
2007-2008 : COSMO-SKYMED	<i>Synthetic Aperture Radar</i> in X-band (5 m)-	Constellatie van vier radarsatellieten voor duaal gebruik. Gebruikt met de Franse Pleiades-satellieten in het kader van <i>ORFEO (Optical and Radar Federated Earth Observation)</i> [1,7 t] (Italië).
2007: EARTH EXPLORER SMOS	<i>Microwave Imaging Radiometer Aperture Synthesis</i> (50 km)	<i>Soil Moisture and Ocean Salinity</i> voor metingen van het vochtigheidsgehalte van de bodem en het zoutgehalte van de oceanen [600 kg] (ESA).
2007: RAPIDEYE	Multispectrale detector (6,5 m)	Constellatie van vijf commerciële satellieten op 620 km hoogte [150 kg voor elke satelliet] (Duitsland).
2008: EARTH EXPLORER AEOLUS	<i>Atmospheric Laser Doppler Instrument</i> (1 km)	<i>Atmospheric Dynamics Mission</i> voor driedimensionale modellering van de bewegingen in de atmosfeer (ESA).
2008-2009: PLEIADES	Multispectrale detector met hoge resolutie (1 m)	Vervanging van de SPOT-satellieten door een paar satellieten met dubbel gebruik op 830 km hoogte [1 t] (Frankrijk).
2008 of 2009 JASON-2	Radaraltimeter (nauwkeurigheid tot 20 cm)	Operationele oceanografische satelliet, voor metingen van de topografie van de oceanen [553 kg] (Frankrijk/Eumetsat)

actualiteit



De Belgische afgevaardigden op de Ministerconferentie van Berlijn.
© A.Heynen

ESA-ministerraad in Berlijn: nadruk op exploratie en competitiviteit

De voor ruimtevaart verantwoordelijke ministers van de 17 lidstaten van de ESA zijn kwamen op 5 en 6 december 2005 bijeen tijdens een ESA-Raad in Berlijn. De ministers willen een Europese ruimtevaart met een visie, die gebaseerd is op exploratie en competitiviteit. België was er vertegenwoordigd door Minister van Economie, Energie, Buitenlandse Handel en Wetenschapsbeleid Marc Verwilghen, bijgestaan door zijn administratie van het Federaal Wetenschapsbeleid.

De ministers keurden de verderzetting van een reeks lopende programma's goed en werden het eens over belangrijke nieuwe initiatieven. Die moeten Europa een duidelijke strategie en tastbare middelen geven bij de verkenning en de exploitatie van de ruimte. Ze benadrukten dat er in Europa een competitieve ruimtevaartsector moet blijven bestaan.

De ministers bevestigden nog eens dat het van strategisch belang is dat Europa onophoudelijk zijn wetenschappelijke, technologische en industriële capaciteit op het vlak van ruimtevaart verbetert. Zo kan men voldoen aan de verwachtingen van de Europese burgers op het vlak van het milieu, veiligheid en levenskwaliteit.

De ministers beslisten dat het van essentieel belang is de Europese samenwerking in de ruimte te blijven versterken. Daarvoor moet er een Europees ruimtevaartbeleid komen, waarbij de programma's van ESA en de Europese Unie worden geïntegreerd, samen met nationale en industriële programma's.

Zo moet een "kritische massa" worden bereikt, waardoor Europa de concurrentie in de wereld het hoofd kan bieden.

Het Belgisch standpunt

Een uittreksel uit de tussenkomst van Minister Marc Verwilghen over het Belgisch standpunt in verband met de resoluties en de programma's, die aan de ministers tijdens de ESA-Raad werden voorgelegd:

[...]

- *We kunnen ons vinden in de voorstellen van de directeur-generaal in verband met het niveau van de middelen voor de periode 2006-2010. We betreuren evenwel dat het wetenschappelijk programma niet méér ondersteuning krijgt. Het is één van de steunpilaren van ESA, maar verloor op 10 jaar tijd 20% van zijn middelen.*
- *Wat het internationaal ruimtestation betreft willen we dat het Europees laboratorium Columbus zo vlug mogelijk wordt gelanceerd. Maar voor mij is het niettemin essentieel dat onze Amerikaanse partner voorafgaand ernstige garanties biedt over de deblokering van de middelen.*
- *In verband met lanceerraketten ondersteunen we het voorgestelde ontwerp van resolutie en nog meer het principe waardoor het gamma lanceerraketten, dat ontwikkeld werd in het kader van of in samenwerking met ESA, voor missies van het Europees ruimtevaartagentschap moet worden gebruikt. Zoals dat ook in de Verenigde Staten gebeurt zou dat de levensvatbaarheid van onze lanceerraketten op international vlak gevoelig doen toenemen. Dit sluit aan op de algemene wens om ESA preferentieel gebruik te laten*

Berlijn: de belangrijkste beslissingen

Kort samengevat kan men de resultaten van de ministeriële ESA-Raad in Berlijn als positief beschouwen, in de mate dat er een consensus was om de Europese ruimtevaart een stevigere basis te geven:

- hoewel nationale reflexen moeilijk uit te roeien zijn, wordt men er zich van bewust dat we onze eenheid moeten versterken tegenover nieuwe opkomende ruimtegrootmachten als China en India;
- Europese lanceerraketten krijgen voorrang voor de lancering van satellieten van ESA en, in mindere mate, gouvernementele kunstmanen;
- het wetenschappelijk ESA-programma krijgt voor het eerst sinds lang dezelfde middelen;
- de lidstaten werden het eens over een aantal nieuwe activiteiten - wel op een meer bescheiden ritme dan een deel van de Europese industrie zou willen
- die moeten bijdragen aan het behoud van essentiële capaciteiten van onze industrie;
- tenslotte, en dat werd in het bijzonder door België ondersteund, was er de herbevestiging van de essentiële plaats die programma's voor wetenschappelijke en technologische ondersteuning bij de ESA-projecten innemen.

maken van technologie die in de diverse ESA-programma's werd ontwikkeld.

- In verband met onze deelname aan nieuwe optionele programma's [...] zullen we verder blijven investeren in huidige en toekomstige lanceerraketten op eenzelfde niveau als voorheen. We zullen meer nadruk leggen op technologische programma's en wetenschappelijk onderzoek ondersteunen.

Ter herinnering: de deelname van een land aan ESA-activiteiten bestaat uit een deelname aan zowel *verplichte* programma's (berekend op basis van het bruto binnenlands product) als *optionele* programma's. Voor de periode 2006-2010, en in het kader van een constante jaarlijkse enveloppe van ongeveer 180 miljoen euro voor de ruimtevaart, zal België een bedrag van ongeveer 430 miljoen euro investeren in de nieuwe in Berlijn goedgekeurde programma's. Dit bedrag komt bovenop de verbintenissen die ons land in het verleden al is aangegaan tijdens ministeriële ESA-raden in Edinburg (2001) en Parijs (2003).

Bij de belangrijke toezeggingen van Minister Verwilghen in Berlijn hoort een bijkomende en substantiële bijdrage aan de technologische programma's *GSTP* en *ARTES* en aan het programma *PRODEX*, ter ondersteuning van wetenschappelijk onderzoek. Dit zijn zeer cruciale programma's, waarmee Belgische onderzoekers en ruimtevaartbedrijven aan de top kunnen blijven staan en hun knowhow verder kunnen ontwikkelen. Ook de programma's voor verkenning van de ruimte *AURORA* en voor onderzoek in microzwaartekracht *ELIPS* liggen ons land nauw aan het hart. Voor het laatste programma heeft Minister Verwilghen 25,6 miljoen euro over, goed voor een Belgische bijdrage van 8%. Daarmee behoort ons land tot de top 3 van de deelnemers...

Kris Vanderhauwaert



www.bhrs.be/docum_nl.stm

Neurowetenschappen in de ruimte: elektro-encefalografie (eeg) bij virtuele navigatie

door G. Cheron, A. Leroy, A. Bengoetxea, C. De Saedeleer, A. Cebolla, M. Lipshitz, J. McIntyre
Laboratorium voor Neurofysiologie en Bewegings-
biomechanica, Université Libre de Bruxelles

Onderzoek in gewichtloosheid voor een betere kennis van de mechanismen van het evenwichtsvermogen van de mens

Bij hun terugkeer uit de ruimte worden astronauten geconfronteerd met een complexe gewaarwording. Ze verliezen het evenwicht of worden duizelig. Zelfs kleine bewegingen met het hoofd veroorzaken in het lichaam een overdreven gevoel. Door een lichte beweging voorwaarts van het hoofd krijgt men het gevoel voorover te vallen. Dagelijkse activiteiten die we normaal gesproken automatisch uitvoeren, zoals stappen, vergen in de periode van aanpassing aan de aardse zwaartekracht een grote concentratie. Dit is het gevolg van de gewichtloosheid tijdens de ruimtevlucht en wordt veroorzaakt door een verandering van het evenwichtssysteem dat gestuurd wordt door *vestibulaire receptoren* in het binnenoor. Dit voorbeeld toont aan hoe ons zenuwstelsel enerzijds gevoelig is voor veranderende omgevingsfactoren, maar zich anderzijds ook heel goed kan aanpassen.

Vestibulaire signalen

De signalen die afkomstig zijn van de halfcirkelvormige kanalen, de ogen en het binnenoor worden geïntegreerd in groepen neuronen in de hersenen. Deze zogenaamde vestibulaire kernen bevinden zich op het niveau van de hersenstam (dit is de verlenging van het ruggemerg die de twee hersenhelften ondersteunt). Vanuit deze kernen wordt de informatie naar de *kleine hersenen* gestuurd (die zich achteraan de hersenstam en de hersenen bevinden en instaan voor het coördineren van bewegingen en

het behouden van het evenwicht). De vestibulaire signalen worden ook naar verschillende zones van de hersenschors gestuurd.

Ruimtelijke oriëntatie en een dynamisch beeld van het lichaam

De neuronale systemen zorgen ervoor dat ons lichaam zich ruimtelijk kan oriënteren. Dat is onontbeerlijk voor de instandhouding van een dynamisch beeld van het lichaam binnen de herenstructuur. Dit dynamisch beeld heeft betrekking op het lichaam maar ondersteunt het idee dat verschillende hersenzones gelijktijdig actief zijn om een dynamische voorstelling van de positie van het lichaam te verzekeren en waaruit het beslissingen kan nemen en activiteiten uitvoeren.

In deze context is informatie in verband met de zwaartekracht essentieel. Een verandering van de complexe neuronale processen kan voor redelijk grote evenwichtsproblemen zorgen.

Veel neus-, keel- en ooraandoeningen hebben te maken met evenwichtsproblemen. En hoe ouder de patiënt, hoe meer die aandoeningen optreden.

Het team van professor Cheron. Van links naar rechts: Caty De Saedeleer, Axelle Leroy, Guy Cheron, Ana Bengoetxea, Erwan Busoni, Ana Maria Cebolla, Jaap Spek en Marie-Aurélie Bruno.   P.D.

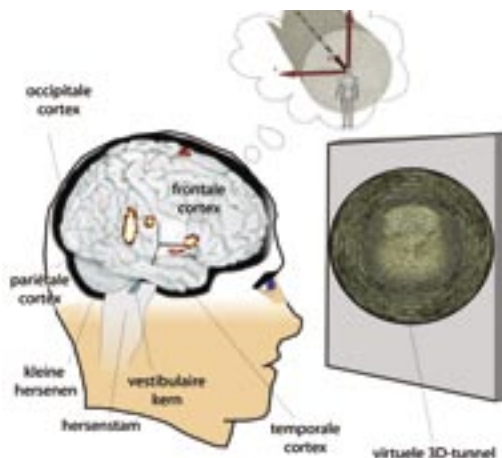


Om deze problemen beter te begrijpen moeten onderzoekers over een experimenteel model beschikken, waarbij het evenwichtssysteem op omkeerbare wijze wordt verstoord. In dit opzicht zijn experimenten in gewichtloosheid gerechtvaardigd omwille van de aanpassingsproblemen van ruimtevaarders aan gewichtloosheid en van de verschillende evenwichtsproblemen die vele mensen plagen. Onderzoek tijdens een Spacelabmissie met de spaceshuttle (vlucht STS 90 in 1998) heeft bij ratten zogenaamde neuronale plasticiteit vastgesteld op het niveau van de cortex van de kleine hersenen, dit als gevolg van de afwezigheid van zwaartekracht. Door deze neuronale plasticiteit kunnen ruimtevaarders zich aan gewichtloosheid aanpassen. Die uit zich in structurele veranderingen in de neuronen van de kleine hersenen, die sensorïële impulsen ontvangen en deze geven signalen door die verband houden met de zwaartekracht (Holstein et al., 2002). De belangrijkste neuronen van de kleine hersenen vertoonden na 16 dagen gewichtloosheid belangrijke structurele veranderingen en eveneens sporen van een belangrijke degeneratie.

De veranderingen in de kleine hersenen kunnen verklaard worden door een overdreven prikkeling van de neuronen. Dat leidt tot een sneeuwbaaleffect waardoor cellen kunnen veranderen, nieuwe *synapsen* (ruimtes tussen zenuwcellen) ontstaan of vertakkingen degenereren. De meeste van deze veranderingen worden slechts enkele dagen na de terugkeer op aarde merkbaar maar zijn omkeerbaar. Desondanks zorgen ze in de kleine hersenen tijdens lange vluchten voor problemen. De kleine hersenen worden immers meer en meer als een belangrijk orgaan voor coördinatie gezien, niet alleen op motorisch vlak, maar ook bij de verwerking van sensorïële informatie en cognitie in het algemeen (het vermogen om iets te leren, zoals taal, te redeneren, waar te nemen, te onthouden en te concentreren).

Deze voorbeelden tonen aan dat ons evenwicht grondig verstoord wordt wanneer de zwaartekrachtreferentie verandert en dat deze verstoring niet alleen functioneel is, maar zich ook uit in ultrastructurele veranderingen die beroep doen op de genetische machinerie van de betrokken neuronen (Pompiano, 2002).

Schematische voorstelling van de verschillende structuren in de hersenen die belangrijk zijn voor beweging en evenwicht. Het beeld van de hersenen is gemaakt via functionele magnetische resonantie (Indovina et al., 2005). De zones die actief zijn tijdens visuele perceptie in zwaartekracht zijn gekleurd. Het is een ingewikkeld netwerk waarbij verschillende zones van de hersenen (pariëtaal, temporaal, prefrontaal, frontaal) betrokken zijn. De virtuele tunnel die tijdens de Neurocog-experimenten werd gebruikt is voor het gezicht van de proefpersoon geplaatst. Die krijgt de indruk werkelijk te bewegen.



Van evenwicht tot cognitie: het ontluiken van dynamische geheugens

Het voorbeeld van de verstoring van het evenwichtsgevoel kan dan wel duidelijk zijn, het is veel moeilijker in te zien welke de gevolgen zijn van de zwaartekrachtinformatie op meer complexe cognitieve hersenfuncties.

Nochtans worden onze meeste dagdagelijkse activiteiten gepland, georganiseerd en gecontroleerd in een referentiekader waarin zwaartekracht een centrale rol speelt. Gravitationele informatie is permanent aanwezig, ook bij andere sensorïële informatiebronnen zoals het zicht, het gehoor en de proprioceptie (informatie vanuit de spieren en gewrichten). Onze hersenen voegen al deze waarnemingen samen volgens interne modellen van de interactie tussen het handelend lichaam en zijn omgeving. Dankzij dit complex systeem kunnen onze hersenen toekomstige gebeurtenissen voorspellen en er zo goed mogelijk op reageren. Hoewel ze verspreid zijn over verschillende neuronale zones, staan deze dynamische geheugens permanent in relatie met sensorïële informatie. Het is een ware tweerichtingscommunicatie, de orders op basis van de interne modellen bepalen tegelijk de voor een handeling noodzakelijke perceptieve kwaliteit en de handeling zelf. Het concept van het interne model werd aanvankelijk uitgewerkt in het kader van motorisch onderzoek. Maar het kan nu worden toegepast in een meer algemeen kader van de werking van de hersenen en omvat tegelijk het cognitieve en het affectieve.

Ruimtelijk navigeren in een virtuele realiteit

Een van de domeinen die bijzonder geschikt zijn voor onderzoek van de relatie tussen motoriek, sensorïële integratie en cognitie is dat van de ruimtelijke beweging van het menselijk lichaam (Berthoz, 2002). Zo kunnen we om onze weg terug te vinden in een vreemde stad verschillende strategieën gebruiken. We kunnen tegelijk geografische en architecturale referentiepunten gebruiken (navigatiestrategie met referentiepunten), of informatie van het evenwichtsorgaan en het plaatsgevoel gebruiken en het aantal bochten of afgelegde afstanden onthouden. In dat geval gaat het om een strategie van de integratie van wegen.

De hippocampus speelt een overheersende rol bij deze verschillende navigatiestrategieën. Dit bijzonder deel van de hersenen speelt ook een rol bij het opslaan van nieuwe herinneringen (O'Keefe en Nacel, 1978).

Zonder deze structuur zouden we niet in staat zijn nieuwe gebeurtenissen te onthouden. Dit deel van de hersenen bevat neuronen die slechts actief worden wanneer men zich op een specifieke plaats bevindt (zogenaamde *place cells*). Deze neuronen behoren dus tot een heuse mentale kaart waarmee we door onze aardse omgeving kunnen bewegen.

Een tragisch voorbeeld van de rol van de hippocampus vinden we terug bij Alzheimerpatiënten waar de hippocampus belangrijke

beschadigingen vertoont. Zo kloppen deze patiënten bij het begin van hun ziekte vaak bij een buur aan, terwijl ze er zeker van zijn dat ze voor hun eigen huis staan. De belangrijkste problemen in verband met het ruimtelijk geheugen zorgen ervoor dat deze mensen vaak automatische handelingen uitvoeren op vreemde plaatsen (zich bijvoorbeeld scheren aan de ontbijttafel). Andere soorten neuronen in de *thalamus* en de *limbische cortex* spelen eveneens een rol bij ruimtelijke oriëntatie, in het bijzonder de neuronen die de richting van het hoofd sturen (Taube, 1998). Deze neuronen hebben een voorkeur voor een horizontale oriëntatie van het hoofd en zouden aldus zorgen voor orthogonalisatie van het hoofd, in tegenstelling tot de *place cells* van de hippocampus.

Elektro-encefalografie tijdens virtuele navigatie

Op middellange termijn lijkt de evaluatie via functionele beeldvorming van de structuren die bij de aanpassing van de hersenen aan gewichtloosheid zijn betrokken weinig waarschijnlijk. Apparatuur voor functionele beeldvorming weegt immers veel en neemt veel plaats in.

De enige manier om dit soort onderzoek op een redelijke wijze bij de mens uit te voeren is het registreren van de veelvuldige *elektro-encefalografische activiteit (eeg)* tijdens opdrachten in virtuele navigatie. Dat hebben we uitgevoerd tijdens de missie *Odyssey* van Frank De Winne, gefinancierd door het Federaal Wetenschapsbeleid, en vervolgens tijdens de missies *Cervantes en Increment 9, 10 en 11*. Waarover gaat het juist? Daarvoor moeten we eerst begrijpen wat aan de basis ligt van deze eeg-activiteit.

Die stemt overeen met de elektrische activiteit van de hersenen en kan geregistreerd worden met behulp van oppervlakte-elektroden op de schedelhuid. Het eeg-sigitaal wordt beschouwd als de som van de elektrische potentialen in de omgeving van neuronen. Deze stromen ontstaan door de synaptische activatie van dendrieten (uitlopers van het cellichaam van een zenuwcel) van talloze piramidale neuronen van de hersenschors. De neuronen van de cortex zijn het centrum van een spontane activiteit die onder controle staat van diepere structuren, waaronder de *thalamus* die een ware orkestleider is. Het eerste eeg-ritme dat bij de mens werd beschreven was het alfaritme van 8-12 Hz (Berger, 1929). Dat overheerst vooral in de achterste delen van de hersenen en is vooral aanwezig wanneer een persoon in een toestand van rust is met de ogen gesloten. Berger toonde als eerste aan dat alleen al het openen van de ogen het alfaritme kan desynchroniseren. Desynchronisatie is de naam die men geeft aan de afzwakking van de amplitude of aan het afremmen van de ritmische bestanddelen van de eeg. Dit rustritme wordt dus sterk beïnvloed door visuele influxen.

Deze eenvoudige vaststelling opende de poort voor de analyse van de interactie tussen spontane activiteit van de cortex en activiteit die ontstaat doordat vezels informatie uit verschillende bronnen doorgeven.



Hoewel eeg's bij neurologisch en psychiatrisch onderzoek intensief worden gebruikt, bleven ze bij de cognitieve en gedragswetenschappen lange tijd op de achtergrond. Dat kwam doordat de gemakkelijk te herkennen golven slechts voorkomen in een toestand van rust (alfa-golf) of slaap (delta-golf). Tijdens het ontwaken maken deze golven plaats voor een zwakke en gedesynchroniseerde amplitude.

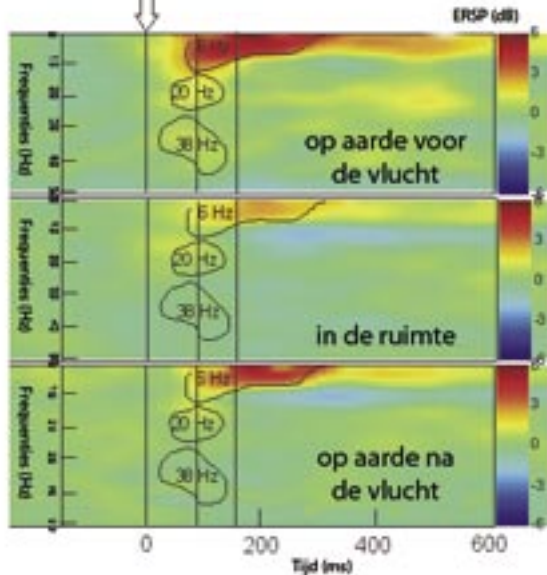
Het voorkomen van een omgekeerde relatie tussen een bewuste of cognitieve activiteit en de amplitude van het hersenritme werd nog versterkt door de overheersing van bepaalde trillingen bij epilepsie en anesthesie, twee toestanden die verband houden met bewustzijnsverlies (Stétiade, 2001).

Er is sinds kort steeds meer interesse voor eeg-golven en golven in de hersenen in het algemeen. Dat heeft te maken met de fundamentele ontwikkelingen op het vlak van de neurowetenschappen. De golven die aan het oppervlak van de hersenen worden verzameld worden niet alleen beschreven zoals in het verleden, maar ze kunnen nu ook gekwantificeerd en geïnterpreteerd worden op basis van verschillende soorten onderliggende neuronen (Whittington en Traub, 2003). Men kon bijvoorbeeld aantonen dat de trillingen van groepen neuronen bij de slaap kunnen afhangen van wat men in een wakkere toestand heeft meegemaakt (Wilson en Mc Naughton, 1994). De synchrone activiteit van netwerken van trillende neuronen wordt nu beschouwd als een fundamentele stap, die de activiteit van geïsoleerde neuronen verbindt met het globale gedrag van het individu. Het nieuwe domein dat uit de neuronale oscillaties ontstaat heeft een multidisciplinair platform gecreëerd met onder meer de psychofysica, de cognitieve psychologie, de biofysica, de neurowetenschappen, modellering, de fysica, de wiskunde en de filosofie (Buzaki en Draguhn, 2004).

De sleutel tot de oscillaties in de hersenen is terug te vinden in het synchroon proces. De neuronen die via de synaptische verbindingen in interactie zijn, passen hun frequentie zo aan dat ze met elkaar in fase komen. Verschillende soorten neuronale circuits zijn geneigd een ritmische activiteit voort te brengen. Bij een navigatieopdracht moeten verschillende soorten informatie geïntegreerd worden voor een optimale perceptie, anticipatie en actie. Elke etappe van het navigatieproces zou logischerwijze vergezeld moeten gaan door synchrone activiteiten van neuronen in specifieke frequenties. We menen dat deze echte

Deze foto toont Frank De Winne tijdens virtuele navigatie aan boord van het internationaal ruimtestation ISS terwijl zijn Russische collega Sergej Zaljoetin toekijkt op het verloop van het experiment.

Versijning van het eerste beeld van de tunnel



Spectrale eeg-analyse

zich ook hersynchroniseren ten overstaan van diezelfde gebeurtenissen.

Onze benadering van de eeg-activiteit in verband met virtuele navigatie, begonnen tijdens de vlucht van Frank De Winne, is origineel in die zin dat deze hersengolven tijdens verschillende navigatieopdrachten geregistreerd worden. De ruimtevaarder neemt door een cilindervormig masker, aangepast aan het scherm van een draagbare computer en bevestigd op zijn hoofd, een reeks bewegende beelden waar die een tocht door een driedimensionale tunnel voorstellen. Daarbij worden bochten onder verschillende hoeken beschreven, zowel naar boven, beneden, links als rechts.

synchronie beïnvloed wordt door de zwaartekracht, die op macroscopisch vlak de lucht die we inademen rond onze planeet vasthoudt. Maar ze dringt ook door in onze cellen en beïnvloedt waarschijnlijk ook de werking van onze hersenen.

Het lijkt ons verstandig deze problematiek te onderzoeken via de analyse van de oscillaties in de hersenen. Want deze oscillaties kunnen beïnvloed worden door zowel intrinsieke neuronale mechanismen als mechanismen van netwerken die zelf afhangen van de biochemie in de hersenen.

Elke hersentoestand gaat gepaard met specifieke oscillaties. Maar bij bijzondere gebeurtenissen zoals visuele stimulatie, geheugenwerk of navigatie komen voorbijgaande trillingen kijken. Wanneer deze gebeurtenissen zich voordoen kan een oscillerende activiteit tijdens rust desynchroniseren of ophouden, zoals het mu-ritme dat op de sensorieel-motorische cortex wordt geregistreerd, en een sneller ritme van het type gamma doen ontstaan in de voorste zones van de hersenen. De eeg-oscillaties kunnen dus in functie van gebeurtenissen hun spectrale kracht doen toenemen of verminderen, maar ze kunnen

Op het eind van elke navigatieopdracht moet de ruimtevaarder op een maquette zo goed mogelijk het afgelegde parcours aanduiden. Met psychofysische analyse van een navigatieopdracht aan het *Collège de France* in Parijs (Prof. A. Berthoz) en aan de Academie van Wetenschappen in Moskou (Dr. M. Lipshitz) kon men een score uitwerken die een beeld geeft van hoe de proefpersoon het traject reproduceert. Daarbij wordt rekening gehouden met fouten bij het overzetten van de rotatiehoeken die tijdens de virtuele navigatie worden waargenomen.

Een van de eerste analyses heeft te maken met eeg-onderzoek bij de voorstelling van het eerste beeld van de tunnel. De resultaten in figuur 3 tonen een nettovermindering van de amplitude in bepaalde frequenties, in het bijzonder op het niveau van de theta-oscillaties (3-7 Hz). Op de aarde neemt de spectrale kracht van het theta-ritme bij een eerste blik op het beeld van de virtuele tunnel toe om een maximale waarde te bereiken rond 100 tot 170 ms. In een toestand van gewichtloosheid is die toename veel minder sterk, wat wijst op het bestaan van een storing in de hersenen die verband houdt met een visuele perceptie van de omgeving.

Gaia vertrekt in 2011 met een Sojoez-Fregatrazet en zal gedurende een missie van vijf jaar het zowat miljard sterren dat hij in kaart gaat brengen zowat honderd keer waarnemen. Daaruit zal de afstand, de beweging en de helderheid van de sterren worden afgeleid. Gaia zal naar verwachting duizenden nieuwe exoplaneten en bruine dwergen ontdekken.

© ESA



Opdat mensen in een nabije toekomst langdurige ruimtemissies zoals bijvoorbeeld naar Mars zouden kunnen ondernemen, moeten we beter de invloed van de gewichtloosheid op de hersenen in het algemeen en op de cognitieve functies in het bijzonder kennen. Zoals we zagen beschikken de neurowetenschappen nu over nieuwe onderzoeksmiddelen en fundamentele theoretische grondslagen en is er goede hoop dat men de

invloed van de gewichtloosheid op de cognitieve functies van de mens in de eeg-oscillaties in de hersenen zal kunnen ontcijferen.

De afwezigheid van zwaartekracht is dus een unieke gelegenheid waarbij men kan trachten te begrijpen hoe een voor het leven op de aarde fundamentele kracht geïntegreerd is in de globale werking van de hersenen.

Exoplaneten: astrometrie ten dienste van exobiologie

door A. Jorissen (ajoriss@ulb.ac.be) en D. Pourbaix (dpourbai@ulb.ac.be)
FNRS, Université Libre de Bruxelles

In de wetenschap gaat het er zelden rechtlijnig aan toe. Mayor en Queloz zochten eigenlijk bruine dwergsterren en ontdekten in oktober 1995 de eerste exoplaneet (een planeet die rond een andere ster draait). Bradley zocht jaarlijkse parallaxen van sterren en ontdekte in 1729 de jaarlijkse aberratie. De satelliet Gaia moet in 2011 gelanceerd worden en is een hoeksteen van het astronomisch programma van de Europese Ruimtevaartorganisatie. Gaia moet de beweging van sterren in ons melkwegstelsel meten zodat we beter hun dynamica kunnen begrijpen. Maar hij moet ook een indrukwekkende oogst aan exoplaneten opleveren. Het *Institut d'Astronomie et d'Astrophysique* van de ULB (IAA-ULB) zal daarbij een essentiële rol spelen. D. Pourbaix staat namelijk aan het hoofd van coördinatie-eenheid 4 van het Gaia-consortium voor de analyse van gegevens. Deze eenheid moet de astrometrische, fotometrische en spectroscopische waarnemingen van elk niet enkelvoudig object in model brengen en in het bijzonder de baanelementen afleiden van binaire of veelvoudige systemen

Met Gaia zal men als nooit tevoren de eigenschappen van exoplaneten statistisch kunnen onderzoeken. Bij sterren zoals de zon op een afstand van minder dan 200 parsec van de zon (één parsec is gelijk aan 3,26 lichtjaar) moet Gaia meer dan 2000 exoplaneten zoals Jupiter vinden, in omloopbanen die tussen 0,1 en 10 astronomische eenheden van elkaar liggen (één astronomische eenheid is de afstand van de aarde tot de zon en is ongeveer 150 miljoen kilometer) en die banen nauwkeurig astrometrisch bepalen. Planeten met een massa zoals de planeet Uranus zullen kunnen worden waargenomen wanneer ze op een afstand tussen twee en enkele honderden astronomische eenheden rond hun ster draaien. De speurtocht van Gaia naar exoplaneten rond nabije sterren zal bovendien het pad effenen voor de selectie van doelen voor de missie *DARWIN*. Daarbij zal men op zoek gaan naar planeten zoals de aarde met een spectrale signatuur van vegetale fotosynthese doorheen ozonlagen. Dergelijke exoplaneten moeten inderdaad gezocht worden rond sterren zoals de zon met reuzenplaneten die op meer dan drie

astronomische eenheden afstand van hun ster draaien. Dergelijke planeten beschermen namelijk andere planeten zoals de aarde tegen inslagen van kometen, die in de weg zouden kunnen staan van de evolutie van levende wezens. De ontdekking van systemen met meerdere planeten is in deze context eveneens belangrijk. Men kan er een analyse mee uitvoeren van de *stabiliteitszone* van planeten zoals de aarde in dergelijke systemen. Bovendien kunnen de eigenschappen van andere systemen met meerdere planeten misschien licht werpen op de regel van Titius-Bode. Die laat in ons zonnestelsel een zekere regelmaat zien in de afstanden van de planeten tot de zon. Het is maar de vraag of die regelmaat toevallig is of dat er toch een onderliggend natuurkundig proces onder verborgen ligt?

Met de fotometrische capaciteit van Gaia zal men ook de duidelijkere relatie kunnen nagaan tussen het metaalgehalte van een ster en de kans op het bestaan van een exoplaneet errond.

Met de enorme oogst aan gegevens van Gaia zullen de onderzoekers de statistische eigenschappen van de omloopbanen en in het bijzonder de verdeling van de massa van de exoplaneten kunnen analyseren. Momenteel zijn ongeveer 170 exoplaneten



*Schijnbare beweging aan de hemel van een ster met een massa zoals de zon op een afstand van 50 parsec of ongeveer 160 lichtjaar, een eigenbeweging van 50 duizendsten van een boogseconde per jaar en met een planeet met een massa van 15 keer Jupiter op een afstand van 0,6 astronomische eenheden. De groene streep toont het parallactisch effect als gevolg van de beweging van de aarde rond de zon. De rode streep staat voor de globale schijnbare beweging - 30 keer vergroot -, met inbegrip van de storende invloed van de planeet. De achtergrondfoto van de hemel is niet op dezelfde schaal voorgesteld.
© European Southern Observatory*

bekend. Ze hebben een (minimale) massa in de orde van 0,05 tot 10 keer de massa van de planeet Jupiter. De eigenschappen van deze planeten hebben nieuwe vragen opgeroepen. Verschillende van deze objecten (zoals de “hete Jupiters” in een zeer dichte baan rond hun gastster) passen niet in de traditionele theorieën over het ontstaan van planetenstelsels. Die veronderstellen dat reuzenplaneten ontstaan in cirkelvormige banen op een afstand van verschillende astronomische eenheden van hun ster (een astronomische eenheid is de gemiddelde afstand tussen de aarde en de zon).

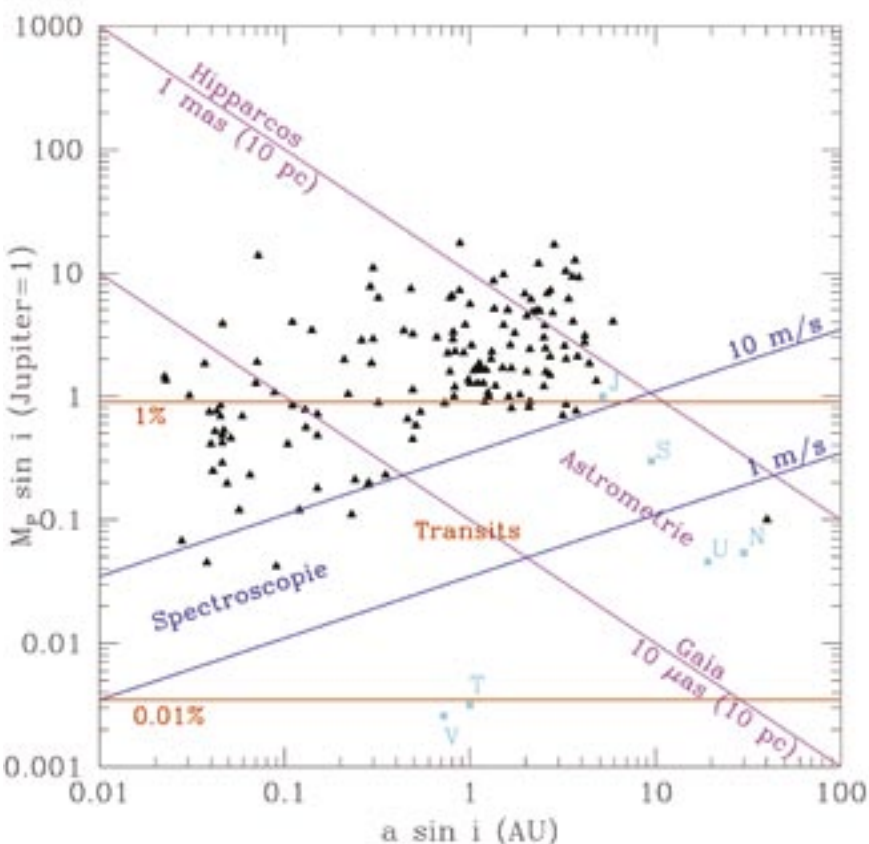
De stellaire reisgezellen kunnen in twee groepen worden verdeeld: *planeten en bruine dwergen*, die uitsluitend gasvormig zijn. Maar de grens tussen beide soorten objecten is niet heel duidelijk. Ze kunnen in min of meer dezelfde banen draaien en eenzelfde massa hebben. Onderzoekers hopen dat Gaia aanwijzingen zal leveren, waarmee men beter kan begrijpen hoe deze twee soorten hemellichamen ontstaan. Dat moet gebeuren door hun verschillende eigenschappen te vergelijken: de grootte en de vorm van hun baan, hun massaverdeling...

Om beter te begrijpen onder welke omstandigheden systemen van planeten ontstaan moeten we planeten waarnemen die minder massief zijn dan Jupiter. We moeten ook de objecten die we al kennen beter karakteriseren op het vlak van hun massa en hun baanelementen. We zouden ook volledige stelsels moeten waarnemen met planeten die ook op verre afstand van hun ster draaien. Met astrometrische waarnemingen met een nauwkeurigheid in de orde van 20 microboogseconden, zoals met Gaia, moeten onderzoekers deze doelstellingen kunnen bereiken.

Het komende onderzoek sluit op natuurlijke wijze aan bij het werk dat het IAA-ULB tot nu toe uitvoerde in het kader van de analyse van gegevens van de satelliet *Hipparcos*, een voorloper van Gaia. Wanneer een ster vergezeld wordt door een lichtzwakke planeet of een andere ster, dan heeft dat een verstoring van de baan van de ster als gevolg. Als deze verstoring groot genoeg is om gemeten te kunnen worden, dan kan op basis van de waarnemingen van Hipparcos de astrometrische baan bepaald worden, anders gezegd de helling van het baanvlak aan de hemel. Daaruit kan in combinatie met de spectroscopische baanelementen, die vanaf de aarde worden bekomen, en een eenvoudige veronderstelling in verband met de massa van de zichtbare ster, ook de massa van de onzichtbare begeleider bepaald worden.

Zonder astrometrische gegevens kan slechts een ondergrens voor deze massa bepaald worden. Dat gaf in het verleden aanleiding tot een felle controverse of bepaalde begeleiders die ontdekt waren met de spectroscopische dopplermethode eigenlijk wel planeten zijn. Onze astrometrische gegevens hebben ondubbelzinnig aangetoond dat dat in de meeste gevallen zo is. Bovendien heeft het IAA-ULB met zijn grote ervaring ook kunnen vaststellen dat pas ontdekte begeleiders van sterren, zoals rond de ster 55 Cancri, eveneens planeten zijn.

De verwerking van de gegevens van honderdduizenden sterren met eventuele planeten zal een enorme rekenkracht vergen. De Franse ruimtevaartorganisatie CNES zal op zijn computers codes gebruiken die bij het IAA-ULB werden ontwikkeld. Tests om de betrouwbaarheid van de astrometrische gegevens na te gaan, zijn een essentieel bestanddeel van deze codes. De banen van exoplaneten, ontdekt door Gaia, zullen immers worden afgeleid uit een uiterst zwak signaal. Omdat het om uiterst lichtzwakke sterren gaat zullen ze niet bevestigd kunnen worden door spectroscopische metingen vanaf de aarde.



Capaciteit van de verschillende methoden om exoplaneten te ontdekken met betrekking tot de straal van de baan/massa. De driehoeken komen overeen met exoplaneten die in 2005 bekend waren en zijn afgeleid met de spectroscopische dopplermethode.

Een Belg aan het hoofd van de IAF

Na 18 jaar werk bij ESA ter promotie van de ruimtevaart staat Philippe Willekens sinds 1 september 2005 aan het hoofd van de *International Astronautical Federation*. De IAF werd in 1950 opgericht en is de oudste internationale vereniging op het vlak van ruimteonderzoek en -technologie. Voor België is er alleen het *Centre spatial de Liège* lid van. De IAF staat elk jaar gedurende vijf dagen in de spots met een tentoonstelling en conferenties in een grote stad. Uit heel de wereld komen dan verantwoordelijken, onderzoekers, ondernemers, industriëlen, juristen en medespelers van het ruimtevaartgebeuren samen.



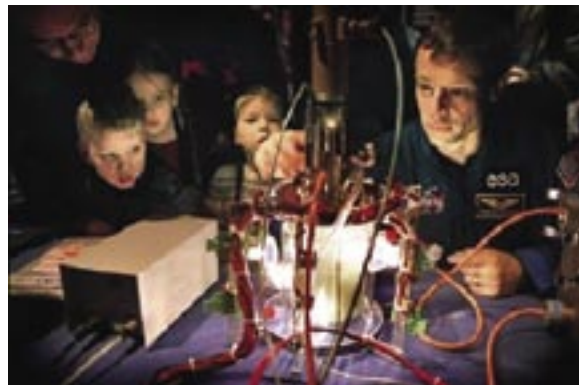
Philippe Willekens
© Th.P./SIC

“We willen de gebruiker dichter bij het product brengen. Het product, dat is de ruimte met zijn vele kanten. De gebruiker, dat is de generatie jongeren die de fakkel moeten overnemen. Ik haal mijn energie uit mijn passie voor ruimteonderzoek”, zegt Philippe Willekens. Zijn talent als animator gebruikt hij om kinderen van 6 tot 10 jaar, jongeren in het secundair onderwijs, studenten aan de universiteit én het grote publiek (tijdens de luchtvaartshow van Le Bourget bijvoorbeeld) te sensibiliseren. Als verantwoordelijke voor educatieve projecten bij ESA heeft hij onophoudelijk projecten op Europese schaal opgezet om jongeren activiteiten in de ruimte te laten uitvoeren. Een voorbeeld daarvan is het programma *Student Space & Technology Initiative (SSTI)* met door studenten ontwikkelde apparatuur (zie ook www.iafastro.com).

Lancering ESA-ruimtevaartproject BELISSIMA

Op 16 september 2005 ging bij VITO het ESA-ruimtevaartproject BELISSIMA van start. Het project heeft tot doel het effect en het gedrag te bestuderen van endocriene disruptoren, geneesmiddelen en andere microcomponenten (chemisch, biologisch) in een gesloten kringloopsysteem voor afvalverwerking, waterhergebruik, luchtzuivering en voedselproductie tijdens langdurige bemande ruimtemissies. De resultaten zullen niet alleen zeer relevant zijn voor ruimtevluchten, maar ook voor gesloten kringloopsystemen voor afval- en waterbehandeling op aarde.

Tijdens langdurige bemande ruimtemissies, bijvoorbeeld een verblijf op een planetaire basis of een missie naar Mars, zal het onmogelijk zijn om terug te vallen op een constante bevoorrading van water, gassen of voedsel vanaf de aarde. In tegenstelling tot fysicochemische zuiveringssystemen, bieden bioregeneratieve levensondersteunende systemen de mogelijkheid om eetbare biomassa te produceren vertrekkende van (metabolische) afvalproducten. Dit laat een gelijktijdige voedselproductie en afvalreparatie toe, twee belangrijke aspecten van levensondersteunende technologie. Europese onderzoekers hebben daarom een



De Zweedse astronaut Christer Fuglesang rond een bioreactor (gebouwd door EPAS) waarin *Arthrospira* wordt gecultiveerd.
© ESA

bioregeneratief levensondersteunend systeem ontwikkeld dat MELISSA heet. MELISSA is een acroniem voor *MicroEcological Life Support System Alternative* en bestaat uit een gesloten kringloop gebaseerd op de activiteit van microorganismen en hogere planten (onder meer groenten). De drijvende kracht is de recuperatie van voedsel, water en zuurstof uit organisch afval geproduceerd door de bemanning. De kringloop is geïnspireerd door biologische transformaties die optreden in natuurlijke meren. Meer details zijn terug te vinden op www.estec.esa.int/ecls/

Via het geproduceerde afval kunnen micropolluenten zoals zware metalen, hormonen, transformatieproducten van farmaceutische producten, pathogene organismen of hun virulentiegenen geïntroduceerd worden in de kringloop. Inzichten in het gedrag en de effecten van deze componenten in natuurlijke ecosystemen en gesloten kringlopen zijn tot op heden zeer beperkt. Het bestuderen van het gedrag ervan onder de gecontroleerde condities van de MELISSA-kringloop is dan ook het belangrijkste doel van het BELISSIMA-project.

Microscopisch beeld van Arthrospira, een bacterie die in de MELISSA-kringloop gekweekt wordt en die zal verwerkt worden tot voedsel voor de astronauten.
© SCK•CEN



Het BELISSIMA-project wordt financieel gesteund door de Europese Ruimtevaartorganisatie en het Federaal Wetenschapsbeleid en wordt gecoördineerd door VITO. Het Studiecentrum voor Kernenergie (SCK•CEN), het Laboratorium voor Microbiële Ecologie van de Universiteit Gent en het bedrijf EPAS zijn de belangrijkste partners. Zij werken nauw samen met de andere MELISSA partners, o.a. de *Université Blaise Pascal* in Clermont-Ferrand. Het is de bedoeling dat het BELISSIMA-onderzoek de kern vormt van een langdurige activiteit om meer inzicht te krijgen in gesloten kringlopen en dat het bijdraagt tot het ver-

spreiden van waterhergebruik en afvalrecyclagescenario's. Met dit nieuwe project willen de onderzoekscentra VITO en SCK•CEN, Mol versterken als een centrum voor toekomstige ontwikkelingen in ruimtevaarttechnologie, in aanvulling met andere activiteiten rond *Advanced Life Support*, innoverende nieuwe materialen, stralingsdosimetrie, teledetectie & aardobservatie en ecologie van extreme omgevingen.

(Communiqué van VITO-Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek)



Opname van Brussel door de SPOT 5-satelliet.
© Spot Image