

Science

18

connection



De Belgische zuidpoolbasis wordt werkelijkheid



inhoud

cartografie

p.2 Teken mij 'Europa'

archeologie

p.6 Lapita en tapa: De erfenis van de eerste Austronesische kolonisatie van Oceanië

natuur

p.10 De zwarte doos van Afrikaans hout
p.15 De waarde van tropische wouden voor koolstofopslag en klimaatregeling

kunst

p.19 België op opticaprenten

infrastructuur

p.22 Een nieuw netwerk voor wereldwijde wetenschap

kunst

p.25 Europese art nouveau: een te koesteren erfgoed

poolbasis

p.28 Een zomer met zuidpooltemperaturen

standpunt

p.32 De Nationale Plantentuin moet voor iedereen toegankelijk blijven

elders

p.34 Musea van heinde en ver: München

web

p.36 Focus op sites

verjaardag

p.38 Jeugd en Wetenschap van België viert 50ste verjaardag

news

p.39

agenda

p.40



De zwarte doos van Afrikaans hout

10



België op opticaprenten

19



Een nieuw netwerk voor wereldwijde wetenschap

22



De Nationale Plantentuin moet voor iedereen toegankelijk blijven

32

Space Connection



Heliofysisch onderzoek in België



Op 12 oktober werd de Nobelprijs voor de vrede toegekend aan Al Gore en het *International Panel on Climate Change* (IPCC). Ze krijgen de prijs voor hun "inspanningen om de kennis over de klimaatverandering die veroorzaakt wordt door de mens te versterken en te verspreiden en voor de grondslagen die ze gelegd hebben voor de maatregelen die moeten getroffen worden om dit tegen te gaan".

Nog in april van dit jaar organiseerde het Federaal Wetenschapsbeleid in Brussel de vergadering van de IPCC Working Group II.

De door het Federaal Wetenschapsbeleid ontwikkelde expertise op dit vlak over een periode van zowat 20 jaar omvat:

- de studie van het "klimaatstelsel" en zijn ontwikkeling (waarbij Antarctica een voorkeursgebied vormt) en het verband tussen het klimaat en de dynamiek van de atmosfeer;
- de analyse van de impact van klimaatveranderingen op verschillende activiteitensectoren en op kwetsbare ecosystemen in België en elders;
- de ondersteuning van de uitwerking van strategieën om de uitstoot van broeikasgassen te verminderen en van strategieën om zich aan te passen aan de klimaatveranderingen.

Meer dan een kwart van het totaalbudget van het onderzoeksprogramma ter ondersteuning van een beleid gericht op een duurzame ontwikkeling die door het Federaal Wetenschapsbeleid werd opgezet, wordt besteed aan studies die verband houden met klimaatveranderingen.

Aldus kunnen vele tientallen teams gemobiliseerd worden die verspreid zijn over alle universiteiten van het land, over regionale onderzoekscentra en over federale wetenschappelijke instellingen zoals het Koninklijk Meteorologisch Instituut, het Belgisch Instituut voor Ruimte-aeronomie, het Koninklijk Museum voor Midden-Afrika en het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen.

Daarnaast moet ook de niet onbelangrijke deelname worden gevoegd van het Federaal Wetenschapsbeleid aan:

- aardobservatieprogramma's en aan de ontwikkeling van satellietuitrusting voor de studie van het klimaat;
- de financiering van een reeks onderzoeksprojecten die gelinkt zijn aan de thema's transport en energie en die onrechtstreeks het beleid mee ondersteunen om minder broeikasgassen uit te stoten.

© Shutterstock





Teken mij 'Europa'

Formatting Europe – Mapping a Continent, 10 eeuwen kaarten van Europa uit de collecties van de Koninklijke Bibliotheek van België

De kaart van Europa afkomstig uit de eerste volledige editie van de 'Atlas' (1595) van Gerard Mercator (1512–1594), verschenen in Düsseldorf kort na het overlijden van de belangrijke cartograaf.
© KBR

Sinds vele eeuwen stelt de mens de hem omringende wereld voor op kaarten. Gedreven door zijn nieuwsgierigheid zoekt hij een middel om zich te oriënteren en zo zijn omgeving te ontdekken en te beheersen. Hij probeert de omtrekken en de grenzen voor te stellen van het stukje wereld dat hij kent, dat hem toebehoort of dat hij wil veroveren. Daarna ziet de Europese mens hoe zijn kennis van de wereld voortdurend groter wordt, hoe zijn geografie evolueert op het ritme van de ontdekkingen en zijn grenzen op het ritme van de geschiedenis. De cartografische voorstelling van een continent verandert bijgevolg onder invloed van ontdekkingen en geografische veranderingen en past zich tegelijk voortdurend aan de technische kennis van de cartografie van het ogenblik aan. De tentoonstelling *Formatting Europe - Mapping a Continent* stelt Europa voor in al zijn vormen en vestigt in een retrospectieve van 1000 jaar de aandacht op de evolutie van zijn cartografische voorstelling van de 11de tot de 20ste eeuw.

Net als boeken vertellen ook kaarten een verhaal. Ook wanneer twee kaarten eenzelfde plaats voorstellen, kan het verhaal dat wordt verteld heel verschillend zijn. De vorm van een kaart is afhankelijk van de cartograaf, van zijn kennis en van zijn technische en artistieke vaardigheden, maar ook van het publiek tot wie hij zich richt en dus van de boodschap die hij wil of moet overbrengen. *Portulanen* bijvoorbeeld, kaarten die bestemd waren voor de scheepvaart en vanaf de 13de eeuw in Italië werden vervaardigd, gaven op vrij nauwkeurige wijze de kustlijnen, havens, eilanden en windrichtingen weer, maar verstrekten geen inlichtingen over het binnenland. Logischerwijze concentreerden de cartografen zich op wat nuttig kon zijn voor zeevaarders. Meer algemeen moeten we erop wijzen dat precisie niet altijd de eerste zorg was van de cartografen, niet alleen vroeger maar ook vandaag. In een discipline die eerst en vooral nuttig wil zijn, is wetenschappelijke nauwkeurigheid slechts een van vele parameters. De getekende kaarten kunnen thematisch zijn – allegorisch, politiek, toeristisch, economisch – en hun graad van precisie kan sterk variëren.



Bartolomeo Lasso, Kaart van de Europese kusten, ca. 1588. In de hoeken we vaak gaten van spijkers, wat bewijst dat ze veelvuldig werden gebruikt op zee.
© KBR

Daar ze getuigen van de ontwikkeling van de mens, van zijn kennis en van de mentaliteiten, zijn kaarten waardevolle historische documenten. 'T-O'-kaarten zijn daarvan een opmerkelijk voorbeeld. In de middeleeuwen kende de cartografie een periode van verval in Europa. De Kerk legde haar visie op. In de overtuiging dat de aarde vlak was en door water omgeven, verwierp zij het beeld van een bolle aarde dat Pythagoras al in de 6de eeuw voor Christus had getekend. Bijgevolg werd de zee voorgesteld als een cirkel 'O' rond de wereld die in de vorm van een 'T' in drie continenten was verdeeld: Afrika, Azië en Europa. Op de miniatuur hiernaast, die een T-O-kaart illustreert, treffen we op elk continent een personage aan. Het zijn de zonen van Noach die, volgens de Bijbel, na de zondvloed elk een deel van de wereld kregen: *Africa* voor Cham, *Asia* voor Sem en *Europa* voor Jafet. Deze miniatuur is afkomstig uit een handschrift van Jean Mansel, ontvanger van Filips de Goede in Hesdin, en behoort wellicht tot de mooiste en beeldrijkste voorstellingen van een T-O-kaart.

Vanaf de 16de eeuw streefde de wetenschappelijke cartografie grotere nauwkeurigheid na. Gerard Mercator, die geldt als de grondlegger van de moderne cartografie, boekte opmerkelijke wetenschappelijke vorderingen in het voorstellen van de wereld. Met behulp van een systeem van projectie slaagde hij erin de wereld heel precies voor te stellen op een vlak oppervlak. De vele kaarten die hij vervaardigde, werden later samengebracht in een Atlas. Mercator is de eerste die het woord 'atlas' heeft gebruikt om een bundel van kaarten te



Deze wereldkaart, getekend op een folio van een handschrift van de abdij van Egmond waarin Sallustius voorkomt (11de eeuw), stelt de wereld heel schematisch voor in drie delen. © KBR

Miniatuur met een voorstelling van een T-O-kaart, illustratie bij folio 281v van het handschrift La fleur des histoires van Mansel, 15de eeuw.
© KBR

Portugal, de wereld rond in de 16de en 17de eeuw

Naar aanleiding van het Portugese voorzitterschap van de Raad van de Europese Unie, treedt het Paleis voor Schone Kunsten in de voetsporen van de Portugese ontdekkingsreizigers. De schilderijen, beelden, manuscripten, kaarten, boeken en Kunstkammer-curiosa die in De wereld rond verzameld zijn, geven een rijk beeld van een 'nieuwe wereld' in wording.

In de 16de en 17de eeuw spanden de avontuurlijke zeevaarders van Portugal hun zeilen op zoek naar nieuwe werelden en grootse schatten. Al snel strekte het Portugese

wereldrijk zich uit van de Azoren tot Oost-Timor, met handelsroutes langs de westkust van Afrika, Brazilië, Sri Lanka, Indonesië, China en Japan. Door de contacten met deze voordien onbekende regio's ontstond een wederzijdse uitwisseling van kennis, technieken en ideeën. Deze culturele beïnvloeding leidde tot de creatie van hoogst originele kunstwerken, sommige bedoeld voor export, andere dan weer voor eigen gebruik.

De wereld rond toont een 180-tal kunstschaten die de diversiteit van de culturen illustreren die deel uitmaak-

ten van het Portugese handelsrijk. De kunstwerken zijn tentoongesteld in de hoofdstukken Portugal, de Indische Oceaan, China, Japan, Brazilië, West- en Centraal-Afrika.

Het grootste luik van de tentoonstelling, Portugal, behandelt de historische en wetenschappelijke achtergrond van de ontdekkingsreizen. Dit luik focust op de uitwisseling van kennis met de volkeren die de Portugezen op hun tochten ontmoetten en de revolutionaire impact van de Portugese ontdekkingsreizen op Europa. Geïllustreerde kaarten, navi-

benoemen. Een atlas bood het grote voordeel dat hij heel gemakkelijk te gebruiken was in vergelijking met de wereldbollen die zich moeilijker lieten vervoeren. Gerard Mercator maakte ook 'de grote wandkaart van Europa', de eerste kaart op groot formaat van dit continent. Deze 'grote kaart'

vormt ook de basis voor de kaart van Europa in de eerste volledige editie van zijn *Atlas*. Van de 'grote kaart' bestaat er vandaag geen enkel origineel exemplaar meer dat nog volledig is. Gelukkig werden facsimile's wel heel nauwgezet bewaard.

Satirische kaart van Europa, 1855.
© KBR



gatie-instrumenten, zeldzame manuscripten en vroege drukken nemen de bezoeker mee in het kielzog van de zeevaarders en tonen aan hoe snel de Portugezen hun geografische kennis uitbreidden.

Ten slotte is er nog een hedendaags luik, dat ingaat op het vervolg van de grote ontdekkingen, de huidige globalisering, met werk van o.a. Berry Bickle, Ernesto Neto, João Pedro Vale en Antonio Ole.

Hoogtepunten van De wereld rond zijn de exotische Kunstkamer-objec-

ten die door de Habsburgers, de Medici en andere aristocratische families verzameld werden; zeldzame 16de-eeuwse wereldkaarten van Portugese en Florentijnse cartografen; gegraveerde ivoren jachthoorns en zoutvaatjes uit West- en Centraal-Afrika; Indische parelmoeren kelken met kostbare goud-zilveren omranding; kruisbeelden met complexe graveringen uit Sri Lanka; een levensgroot olieschilderij van een Braziliaanse kannibaal; Japanse nambanschermen; een groot wandtapijt dat de ontdekking van India uitbeeldt...



Tentoonstelling :

De wereld rond. Paleis voor Schone Kunsten van Brussel, van 26 oktober 2007 tot 3 februari 2008, van dinsdag tot zondag van 10 tot 18 uur, donderdag tot 21 uur.

Als vakgebied met vele facetten kan de cartografie ook minder ernstig zijn, zoals blijkt uit deze satirische kaart waarop de verschillende landen worden voorgesteld door een dier, een typisch voorwerp of een personage. Terwijl een enorme beer Rusland voorstelt, wordt Italië gesymboliseerd door een met de pauselijke tiara getooide hond; Ierland rookt een pijp. In tegenstelling tot de andere landen zien we bij België, dat in die tijd een bescheidener plaats innam op het Europese politieke toneel, geen enkel duidelijk teken of attribuut. Als bron van lering kan de cartografie ook een heel didactische rol vervullen, zoals deze schoolkaart heel mooi illustreert. In de praktijk werd deze kaart in de klas gebruikt waar ze aan een muur werd opgehangen. We zien hoe de grenzen van de verschillende landen met dikke gekleurde strepen zijn benadrukt. Zo was de kaart duidelijk leesbaar voor alle leerlingen. Ook hier is het nut van de kaart bepalend voor de stijl.

Deze verschillende atlanten en kaarten zijn slechts enkele voorbeelden van de stukken die in het kader van de tentoonstelling in de schijnwerpers worden gesteld. Het thema 'Europa' wordt geïllustreerd in de grote verscheidenheid en rijkdom van de verzamelingen van de Koninklijke Bibliotheek: met de hand getekende kaarten, gedrukte kaarten, prenten, munten en medailles. Globaal wordt de klemtoon gelegd op de algemene kaarten van Europa, aangevuld met enkele detailkaarten. Chronologisch voorgesteld bieden deze kaarten, in heel uiteenlopende stijlen en ook elk met een verschillende bestemming, een verrassende kijk op de geografische evolutie van het continent en van zijn voorstelling. Tegelijk met deze tentoonstelling wordt een catalogus gepubliceerd en wordt een studiedag georganiseerd gewijd aan de geschiedenis van de Europese cartografie. Door met name via deze tentoonstelling deel te nemen aan de verjaardag van de ondertekening van het Verdrag van Rome op 25

maart 1957, het stichtingsverdrag van de Europese Unie, getuigt de Bibliotheek van de geschiedenis van de Europese cartografie van gisteren in afwachting dat die van morgen wordt ontdekt, de cartografie van deze Unie die nog steeds blijft evolueren.

Aline Duvivier

Lectuur

BRACKE W., DANCKAERT L., DE CANDT C., SILVESTRE M., *Formatting Europe - Mapping a continent*, Koninklijke Bibliotheek van België, Brussel, 2007.

Tentoonstelling

Formatting Europe - Mapping a Continent.
In het kader van het kunstenfestival europalia.europa.
Koninklijke Bibliotheek van België - Houyouxzaal
Van 17 november 2007 tot 8 februari 2008 (maandag tot zaterdag van 10 tot 17 uur)



Schoolkaart van Europa, getekend volgens het systeem van L.J.V. Gérard, 1864.
© KBR



Onversierde tapa,
westelijk Polynesië.
ET 35.5.48.

© Raoul Pessemier, KMKG.

Lapita en tapa

De erfenis van de eerste Austronesische kolonisatie van Oceanië

Lapita en tapa

De Franse ontdekkingsreiziger Jules Dumont d'Urville, die twee reizen op de Stille Oceaan had ondernomen, stelde bij zijn terugkeer in 1831 een vierdelige opsplitsing van deze oceaan voor aan de *Société de Géographie* in Parijs. De toen aanvaarde onderverdeling en nomenclatuur zijn nog steeds in gebruik: Polynesië (vele eilanden), Micronesië (kleine eilanden) en Melanesië (zwarte eilanden, verwijzend naar de huidskleur van de autochtone bevolking). Maleisië, dat oorspronkelijk gezien werd als een deel van Oceanië, is inmiddels bij Azië opgenomen. Deze terminologie, gebaseerd op subjectieve criteria, bleef verankerd in ons taalgebruik ondanks de invoering van een meer correcte opsplitsing in de jaren 90: het Nabije Oceanië (van Papoea-Nieuw-Guinea tot de Salomoneilanden) en het Verre Oceanië (de overige eilanden: Vanuatu, Samoa, Frans-Polynesië, Nieuw-Zeeland, ...).

Tijdens het Pleistoceen, vanaf 40 000 jaar voor onze jaartelling, verschenen de eerste bevolkingsgroepen in de Stille Oceaan. Vanuit het noordwesten bevolkten ze het deel van Oceanië dat toen de Sahul-landmassa vormde. In opeenvolgende migraties werd het hele Nabije Oceanië, tot en met de Salomoneilanden, gekoloniseerd. Deze Pleistoceenvolkeren, die Papoeatale spraken, zouden echter nooit het Verre Oceanië bereiken. Dit gebied bleef onbevolkt tot de komst van de Austronesiërs, die omstreeks 3000 v.Chr. vanuit Taiwan vertrokken en voorouders waren van de Lapitavolkeren.

De Lapita, de eerste Austronesische bewoners van Oceanië

In de eerste helft van het tweede millennium v.Chr. meerden nieuwkomers aan op de stranden van de Bismarckeilanden, behorende tot Papoea-Nieuw-Guinea. Het waren goede zeevaarders die hun cultuur en Austronesische taal meebrachten. Hun ontmoeting met de autochtone Papoeabevolking op de Bismarckarchipel zou leiden tot het ontstaan van de Lapitacultuur. Het zijn de Lapitavolkeren die de rest van Oceanië koloniseren in nauwelijks 450 jaar: Vanuatu, Fiji, Samoa, Frans-Polynesië, ...

'Lapita' is een archeologische term die duidt op een materiële cultuur gekenmerkt door aardewerk dat men versierde met behulp van kleine getande kammen, te vergelijken met de Polynesische tatoeagekammen. Tijdens opgravingen die werden uitgevoerd op de verschillende eilandengroepen van Oceanië, kwamen talrijke scherven en andere voorwerpen aan het licht, zoals vishaken, sieraden gemaakt van schelpen, maar ook paalgaten die samen een beeld geven van het grondplan van de nederzettingen. Dankzij het archeologische onderzoek is onze kennis van de oude geschiedenis van dit werelddeel er sterk op vooruit gegaan.

Tegenwoordig bevestigen de meeste specialisten dat de Austronesiërs, en vervolgens de Lapitagroepen, tijdens hun migraties het tatoeagegebruik en de productie van tapa (boombaststoffen) verspreidden. Dat deze praktijken, evenals

andere kenmerken, voorkomen van Nieuw-Guinea tot oostelijk Polynesië, zou aan hen te danken zijn.

In het kader van het onderzoeksproject "Boombaststoffen uit oostelijk Polynesië en Melanesië" van de Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis en in 2006-2007 gefinancierd door het Federaal Wetenschapsbeleid, wordt het verband onderzocht tussen de Lapitaceraamiek, de tapa- en de tatoeagekunst, onder meer op basis van de studie van de versieringselementen, met als doel de invloed en de erfenis van de Lapitacultuur bij de latere, zogenaamd etnografische culturen van Oceanië nader te bepalen.

De tapa of boombaststof

Voordat de Europeanen Oceanië koloniseerden, kenden de inheemse bevolkingsgroepen er geen geweven stoffen. De *tapa*, of boombaststof, was echter op alle vlakken gelijkwaardig. Ze speelde dezelfde functionele, symbolische en esthetische rol. De tapaproductie was een groeps- en meestal ook een vrouwenaangelegenheid. Ze produceerden de tapa in grote hoeveelheden en volgens technieken die nauwelijks verschilden tussen de eilandengroepen.

Deze niet geweven stof wordt gemaakt op basis van de binnenbast van bepaalde boomsoorten. Op de baststroken wordt geklopt om ze wijder en dunner te maken en om verschillende lagen aaneen te zetten. De vezels hechten zich aan elkaar door hun gomachtige substantie en kunnen worden samengevoegd tot grotere lappen, die men al dan niet versiert.

Het eigenlijke productieproces vangt aan met de winning van de binnenbast. De bomen die hiervoor worden omgehakt, zijn meestal twee jaar oud. De baststroken worden gereinigd en glad geschraapt om de latex te verwijderen. Nadien laat men ze in water weken gedurende een periode die varieert van enkele uren tot verscheidene dagen, naargelang men gisting beoogt of niet. Na het drogen wordt de bekomen vezelige pasta, afhankelijk van de dikte, met een houten of soms stenen klopper bewerkt tot een dunne uitgestreken lap. Een boomstam of omgekeerde kano doet hierbij dienst als aambeeld. Vervolgens laat men de stof opnieuw drogen. De lappen worden nu uitgerekt met behulp van stenen. Om een groter doek te vervaardigen, worden verschillende stroken aan elkaar gekleefd, gelijktijdig met of vóór het aanbrengen van de versiering.

Door de talrijke toepassingen waren de tapa onmisbaar in het leven van de Oceaniërs en bewezen ze hun nut bij zowat alle maatschappelijke activiteiten. Het afgewerkte tweedimensionale product werd vooral gebruikt voor de vervaardiging van doordeweekse of feestelijke kledij (lendendoeken, tunieken, schoudermantels tegen de regen, 'poncho's', hoeden, gordels, luiers, ...) en van gebruiksvoorwerpen (kamerschermen, muskietennetten, bedspreiën, wanddecoratie, tapijten, ...). Soms worden ook driedimensionale objecten aangetroffen, zoals

maskers, schilden en menselijke figuurtjes. Ze hebben een houten geraamte waarrond een tapa wordt opgespannen.

De tapa werden in dagelijkse en/of ceremoniële context gebruikt. Net zoals stoffen bestemd voor eigen gebruik, werden de stukken met een publieke of rituele functie ontworpen door de, doorgaans vrouwelijke, gemeenschap. Het gaat hierbij om huwelijksgeschenken, bruidssluiers, ceremoniële kamerschermen, goddelijke schoudermantels die de aanwezigheid van een godheid in een beeld symboliseren, lijkwaden, kostuums voor overgangsruten, ... Voorts vervulde de tapa een functie als geschenk of ruilmiddel, maar niet op dezelfde wijze als geld. Niet de materiële verrijking was het vooropgestelde doel, maar het uitbouwen van complexe verhoudingen tussen mensen.

De versiering

De meeste tapa uit Oceanië zijn onversierd (pagina 6). Enkel de gekleurde exemplaren, voorbehouden voor bijzondere gelegenheden, bleven bewaard in musea. Omwille van hun kwetsbaarheid en omvang, gaat de bewaring van tapa vaak met moeilijkheden gepaard. Ze werden immers niet gemaakt met het oog op een lange levensduur. Daarom is het uitzonderlijk dat we nu over deze stukken beschikken.

Er bestaan talrijke versieringsmethodes. Sommige vindt men in gans Oceanië terug, zoals de beschildering met de vrije

*Tapa versierd met de vrije hand, Samoa. ET 38.15.51.
© Raoul Pessemier, KMKG.*





*Tapa versierd met een tablet, westelijk Polynesië. De tablettechniek is een vorm van mechanisering van het versieringsprocédé. Men gebruikte een soepel tablet in plantaardig materiaal met een reliëfdecor of een harde houten tablet met uitgeholde of in reliëf aangebrachte motieven. De tekeningen werden zichtbaar nadat men met behulp van een prop een kleurstof op de tabletten of tapa wreef.
ET 4164.
© Raoul Pessemier, KMKG.*

hand (pagina 7), terwijl andere eigen zijn aan een bepaalde regio. Zo maakt men vooral in westelijk Polynesië (Samoa, Tonga, Fiji, ...) gebruik van het verfbad en de matrijs, een vorm van mechanisering van het maakproces (hierboven). De versiering met behulp van sjablonen is dan weer typisch voor de Fiji-eilanden (pagina 9), het uitsnijden van motieven voor de Cook-eilanden en het tekenen van parallelle lijnen met behulp van een getand bamboestaafje voor de eilanden van Hawaiï. Het bekende ruitjesmotief is kenmerkend voor Futuna en werd gedrukt met behulp van een werktuig gemaakt uit de nerf van een kokospalmblad (pagina 9).

De kleurstoffen zijn van plantaardige of minerale oorsprong. Om verf te maken worden de pigmenten vermengd met water of olie. Naargelang de boomsoort varieert de natuurlijke kleur van de binnenbast tussen wit, erg in trek op sommige eilandgroepen, en geelbruin. Bij de kleurstoffen zijn de aardtinten het meest voorkomend: bruin, oker, rood, geel en zwart, terwijl groen, onttrokken aan plantensap, en blauw zelden worden gebruikt. In sommige streken worden de tapa bij gelegenheden gedrenkt in geparfumeerde olie.

De versiering op boombaststoffen is uiterst gevarieerd. In Polynesië hebben zich enkele gemeenschappelijke, steeds terugkerende versieringselementen ontwikkeld omwille van de gezamenlijke herkomst van de volkeren uit deze regio (zie hoger). In Melanesië, waar men een veel grotere diversiteit

kan vaststellen, is er nog geen gespecialiseerde studie van de motieven gebeurd. Meestal worden de tekeningen op boombaststoffen beschreven aan de hand van vergelijkbare Europese motieven. De westerse benamingen (kepermotief, zandloper, windmolenwieken, ...) betekenen echter niets voor de Oceaniërs. Bovendien houden onderzoekers bepaalde onderdelen van de tekening soms foutief voor geometrische motieven, terwijl het aanvankelijk ging om visgraten, *trochus* (schelpen), bloemen van de schroefpalm of de bananenboom, duizendpoten, ...

Verschillende motieven, hun onderlinge combinatie en de schikking in registers zijn terug te vinden op de Lapitaceramiek en in de tatoeagekunst. Het zijn precies deze overeenkomsten die in het kader van het onderzoeksproject Actie 1 worden bestudeerd, op basis van onder meer de tapa die bewaard zijn in Belgische verzamelingen.

De verzamelingen van de KMKG en het KMMA

De Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis (KMKG) en het Koninklijk Museum voor Midden-Afrika (KMMA) beheren op dit moment twee verzamelingen die samen goed zijn voor 109 boombaststoffen uit Oceanië. De twee collecties vormen aanvankelijk één geheel, bewaard in het Jubelparkmuseum. De allereerste stukken, afkomstig uit Hawaiï, werden waar-

schijnlijk verworven aan het begin van de 20ste eeuw, maar zouden dateren van de 19de eeuw. De schenkingen en aankopen volgden elkaar snel op, tot in 1967 beslist werd de collectie te verdelen tussen de twee instellingen. Dit was een tegemoetkoming aan de wens van de autoriteiten om het Museum van Tervuren om te vormen tot een Belgisch *Musée de l'Homme*. Hierna volgde een reeks uitwisselingen van stukken tussen beide musea met het oog op een doelmatige organisatie van de studiegebieden en de verzamelingen. Na de definitieve verdeling in 1978-1979 waren beide tapacollecties een eigen lot beschoren. Een vijftigtal stukken uit Melanesië en een deel van westelijk Polynesië wordt bewaard in het KMMA in Tervuren, terwijl de overige exemplaren, afkomstig uit heel Polynesië, zijn ondergebracht in de reserveruimtes van de KMKG. Door de moeilijkheden die het tentoonstellen van tapa met zich meebrengt (conservatievoorwaarden, kwetsbaarheid van de stukken, ...) en de aanzienlijke ruimte die hiervoor nodig is, worden slechts een tiental exemplaren permanent tentoongesteld in het Jubelparkmuseum. Twee stukken zijn te zien in het KMMA. Dankzij het vermelde onderzoeksproject kunnen deze belangrijke, maar bij het grote publiek vrij onbekende verzamelingen worden bestudeerd. Bovendien gebeurt dit vanuit een originele, vernieuwende invalshoek.

Dankzij het onderzoeksproject "Boombaststoffen uit Melanesië en Polynesië" kan men niet enkel preciseren welke de verbanden zijn tussen de eerste bewoners van de eilanden in Oceanië en de etnologische bevolkingsgroepen die de Europese zeevaarders aan het einde van de 18de eeuw hebben ontmoet, maar het zal ook leiden tot een synthese aangaande de tapaproductie in Melanesië. Meer bepaald zal er een catalogus verschijnen van de verzamelingen van de KMKG en KMMA ter afsluiting van het eerste deel van het onderzoeksproject.

Madeleine Brilot



*Tapa versierd met een sjabloon, Fiji-eilanden. ET 38.15.52.
© Raoul Pessemier, KMKG.*

*Tapa, Futuna. Het fijne trappenmotief is kenmerkend voor dit eiland.
ET 93.1. © Raoul Pessemier, KMKG.*



De zwarte doos van Afrikaans hout

Het Afrodendro-project van het KMMA

*Rhizophora mucronata uit
Gazi Bay, Kenia.
Foto N. Schmitz © KMMA.*

Houtbiologie: onderzoek op het meest vertrouwde en het meest complexe materiaal

In de levende natuur is hout veruit het meest voorkomende weefsel. Overal waar het niet extreem droog of extreem koud is, zijn houtige planten van nature uit aspectbepalend: het zijn er de dominante componenten van de vegetatie. Zelfs waar de natuurlijke begroeiing heeft plaatsgemaakt voor landbouw en bewoning, is het moeilijk om bomen en struiken weg te denken uit het landschap. Let maar op de laan- en sierbomen uit onze verstedelijkte omgeving. Omdat bomen en struiken vooral uit hout bestaan, is hout dan ook kwantitatief gezien het belangrijkste materiaal in de levende natuur. Bovendien is de associatie tussen de mens en hout altijd bijzonder sterk geweest sinds de vroegste tijden. Vandaag is dit nog steeds zo. Hout is in onze leefwereld zo gewoon dat men er nauwelijks bij stilstaat. Het is wereldwijd nog steeds het belangrijkste bouw materiaal. Heel wat voorwerpen uit onze dagelijkse omgeving bestaan geheel of gedeeltelijk uit hout. Niet te vergeten is ook het papier dat ook in het bos geboren is en dat niets anders is dan verwerkt hout. In ontwikkelingslanden is hout bovendien de belangrijkste energiebron.

Hout is ook een onvoorstelbaar complex organisch materiaal, zowel chemisch, fysisch en biologisch. Hoewel het ontzettend veel toepassingen kent en dit sinds tienduizenden jaren, zijn de eigenschappen nog lang niet allemaal bekend. We kunnen dus nog alle mogelijkheden ervan optimaal benutten en verkeerd gebruik helemaal uitsluiten.

Hout is onderhevig aan zwellen bij toenemende vochtigheid en krimpen bij uitdroging. Soms kan het barsten of krom trekken. Dit zijn eigenschappen van fysische aard. Studie van die eigenschappen is een houttechnologisch thema. Een hele reeks houtkenmerken ontstaan tijdens het biologische proces van de boomgroei. Ze zijn het thema van de houtbiologie. Sommige daarvan worden genetisch gecontroleerd. Het zijn houtanatomische kenmerken met weinig variabiliteit die dan ook toelaten om de houtsoort te identificeren van allerhande objecten uit de kunst, de houthandel en -nijverheid, maar ook van archeologische vondsten en fossielen. Andere houtanatomische kenmerken zijn gekenmerkt door een sterke variabiliteit. Interessant is dat deze variabiliteit een spiegel is van het milieu waar de boom in groeit. Van de variabele houtanatomische kenmerken zijn er met een lage frequentie die typisch kunnen zijn voor een bepaalde standplaats, de kwaliteit van de bodem bijvoorbeeld. Ze wijzigen niet of nauwelijks in de loop van het leven van de boom. Andere vertonen een hoge frequentie: hun variabiliteit verloopt op het ritme dat gedicteerd wordt door het wisselende milieu (de weersomstandigheden, de vervuilingsgraad, de radioactiviteit in de atmosfeer, ...). Het zijn deze laatste kenmerken die toelaten om het milieu dat de boom ondervindt van jaar tot jaar te reconstrueren. De methode om deze houtbiologische eigenschappen af te lezen en te analyseren is de dendrochronologie, een subdiscipline van de houtbiologie. Dendrochronologie decodeert



Bemonstering van de cambiale zone van *Milicia excelsa* (iroko) in Luki, DRC.
Foto M. Ngoma © KMMA

het geheugen van bomen uit de hoogfrequente houtanatomische variabelen. De best gekende van die variabelen is de jaarringbreedte. De meeste dendrochronologische studies hebben dan ook de analyse van jaarringbreedten als object. Wiskundig uitgedrukt komt dit neer op een tijdreeksanalyse. Dendrochronologie heeft haar eigen begrippen, methodes, tijdschriften en andere fora en onderzoeksgroepen, zowel gouvernementeel als privé, die voltijds met het thema bezig zijn. Het is dus een zelfstandige wetenschappelijke discipline. De meest gekende toepassingen zijn dateringen van kunsthistorische objecten en klimaatreconstructies waar regelmatig geruchtmakende successen worden geboekt.

Tropische dendrochronologie: de grote uitdaging

Een grote uitdaging voor de dendrochronologie is de studie van groeipatronen van tropische bomen. Bij tropische bomen zijn de groeiringen, als ze al aanwezig zijn, dikwijls niet scherp afgelijnd en is er ook lang niet altijd zekerheid over het jaarlijkse karakter ervan. Er is nu eenmaal heel weinig gekend over groeiritmiek van tropische bomen. Nochtans bevatten ook deze ringen een schat aan informatie over klimatologische veranderingen. Bovendien is precieze informatie over boomgroei cruciaal is bij het uitstippelen van een bosbeheersplan dat gericht is op duurzame koolstofopslag of ook op een duurzame productie van een bijzonder waardevol natuurlijk materiaal: het tropisch hout. De enige manier in de tropen om die informatie te verwerven is een grondige studie van de patronen die de groei in het hout heeft achtergelaten.

Tropische dendrochronologie is het centrale thema van het onderzoek van het laboratorium voor Houtbiologie van het Koninklijk Museum voor Midden-Afrika. In het kader van het door het Federaal Wetenschapsbeleid gesubsidieerde Afrodendro-project wordt alles in het werk gesteld om een belangrijke stap te zetten bij het decoderen van ecologisch relevante informatie uit het hout van tropische bomen. Er worden hiertoe methodes gebruikt uit de planten解剖学, de numerieke analyse, maar ook de isotopenscheikunde en er wordt samengewerkt met verschillende instituten in België (Universiteit Gent en Vrije Universiteit Brussel) en het buitenland (Forschungszentrum Jülich en Universiteit Wageningen). Het onderzoeksmateriaal komt uit het xylarium van Tervuren. Er is veldwerk in mangroves, Miombo-lichtbos en het dicht tropisch regenwoud.

Voor houtanatomische waarnemingen is een microtomielaboratorium nodig waar de coupes gemaakt worden.
Foto C. Van Poucke 2006
© KMMA



Mangroves als laboratorium voor tropische dendrochronologie

De uitdaging van de tropische dendrochronologie is enorm. Tropische bossen strekken zich nog steeds uit over een gebied van honderden miljoenen hectaren met duizenden boomsoorten, elk met typische kenmerken die meestal heel sterk verschillen van het beperkte aantal bomen uit de gematigde bossen. Tropische bomen worden nauwelijks of niet wetenschappelijk bestudeerd. De ecologische omstandigheden in de tropen zijn divers en geven aanleiding tot totaal verschillende vegetatietypes van dicht tropisch regenwoud tot gebergtebos, lichtbos en verschillende savannes die, niet te vergeten, ook uit bomen en struiken bestaan verspreid over een grastapijt. "Het" tropisch woud bestaat niet.

Een van de tropische bossen is zeer speciaal, maar toch behoorlijk overzichtelijk: de mangroves. Het zijn de bossen die in het zeewater groeien langsheen de tropische kusten. De temperaturen zijn er tropisch, het is er modderig ten gevolge van regelmatige overstromingen door zeewater met een zwakke golfslag en er is toevoer van zoet water. Mangroves bestaan uit een relatief beperkt aantal soorten op een niet al te uitgestrekt gebied en er is een overheersende milieugradiënt: deze van het zoutgehalte in het bodemwater. Ze zijn daarom geschikt voor het uitwerken van methodes die in een latere fase kunnen toegepast worden in een bredere context.

Het laboratorium voor houtbiologie doet in de mangroves (vooral in Gazi Bay, Kenia) intensief onderzoek naar de waterhuishouding van de bomen en wat dit voor sporen achterlaat in het hout. In de eerste plaats zijn die sporen houtanatomisch van aard, maar ook de concentraties van stabiele isotopen van koolstof en zuurstof bleken een geweldig interessante indicatorwaarde te vertonen.

Het zoutgehalte van de mangrovebodem hangt samen met de overstromingsfrequentie van de site, de daaropvolgende verdamping van het zeewater en de invloed van zoetwater, via neerslag en rivieren. Dicht bij de zee worden de bomen tweemaal per dag overstroomd en heeft het bodemwater een vrijwel constant zoutgehalte dat gelijk is aan dat van zeewater, ca. 34 ‰. Hoe verder landinwaarts, hoe minder vaak de bomen overstroomd worden en hoe sterker de zoutaccumulatie in de bodem: verdamping van zeewater doet de zoutconcentratie stijgen. Analooq is er tijdens het regenseizoen een lager zoutgehalte in de bodem dan tijdens het droogseizoen.

In essentie bestaat hout uit vezels voor de stevigheid, vaten voor de sapgeleiding en parenchym voor een brede waaier biochemische processen. Houtbiologisch onderzoek in de mangroves heeft voor het eerst heel duidelijk aangetoond dat de dichtheid van de vaten een goede weerspiegeling is van het zoutgehalte van de bodem. Een hoge vatendichtheid is voordelig onder stresserende omstandigheden waarbij het watertransport in de boom in gevaar kan komen. Een hoge zoutconcentratie heeft namelijk, net als droogte, een verhoogde kans op het ontstaan van luchtbellen in het geleidingsweefsel waardoor het volledig kan blokkeren en sapstroom onmogelijk maakt. Wanneer er veel vaten in het hout voorkomen, dan zijn de kansen om moeilijke omstandigheden te overleven ook groter. De vatendichtheid bij mangroves bleek gradueel te stijgen naarmate de zoutconcentratie in de bodem toeneemt, maar ook bij de overgang van het regen- naar het droogseizoen. Tijdens het regenseizoen wordt bij *Rhizophora mucronata* een band donker gekleurd hout gevormd (ten gevolge van een lage vatendichtheid) en tijdens het droogseizoen een band licht gekleurd hout (ten gevolge van een hoge vatendichtheid). Deze seizoensgebonden variatie ligt aan de basis van jaarlijkse ringen en opent dus interessante perspectieven op jaarringanalyses en klimaatreconstructies.

Van anatomie naar atomen

Het boomgeheugen kan niet enkel uit de houtanatomie afgelezen worden, ook de scheikundige samenstelling heeft kenmerkend een en ander te vertellen. De houtcellen zijn vooral opgebouwd uit koolstof, zuurstof en waterstof. Een kleine fractie van elk van die elementen heeft meer neutronen dan de tabel van Mendelejev vertelt. Deze fractie is om die reden zwaarder: het zijn de isotopen waarvan er stabiele en radioactieve bestaan. Wanneer de jaarringen van mangrove in heel kleine fragmenten (20 µm dik) opgedeeld worden en onderzocht op hun isotopen, dan blijkt heel duidelijk een cyclisch patroon in de isotopoverhoudingen: op de overgang tussen regen- en droogseizoen is er systematisch een piek in de concentratie van zwaar koolstof (^{13}C) en zwaar zuurstof (^{18}O). Groeiringen van mangroves laten zich kennelijk scherp aflijnen wanneer hun isotopoverhoudingen op hoge resolutie bekeken worden. De vraag is nu wat het onderzoek op grote regenwoudbomen zal opleveren.

Wanneer de bompiek kan helpen

Hout bevat niet enkel stabiele isotopen. Er is bijv. ook het voor archeologische dateringen ontzettend belangrijke radioactieve ^{14}C . De concentratie van ^{14}C in de atmosfeer is afhankelijk van het magnetische veld van de aarde, de activiteit van de zonnevlekken, de verbranding van fossiele brandstoffen en ook van testen met atoombommen. De concentratie van radioactief koolstof in de atmosfeer bereikte ten gevolge van nucleaire testen een piek in 1962-1963 en nam sindsdien geleidelijk af. Doordat bomen koolstof en dus ook radioactief koolstof opnemen en inbouwen in hun hout, komt diezelfde atmosferische piek ook in het jaarringpatroon overal ter wereld voor. Dit is een interessant gegeven voor tropische dendrochronologie. Waar onzekerheid heerst over het jaarlijkse karakter van groeiringen, wordt geprobeerd om de bompiek in het hout terug te vinden en wordt vervolgens gekeken hoeveel ringen sindsdien gevormd werden. Zo is het gebleken dat de ringen van wengé, het zwarte hout uit Congo, dikwijls maar niet altijd, jaarringen zijn.

Miombobomen als weerstation

Het Miombowoud is een lichtbos (de boomkruinen raken elkaar niet en tijdens het droge seizoen laten de bomen hun bladeren vallen) dat een enorm gebied (groter dan het dichte regenwoud) in Zuidoost-Afrika bestrijkt. Hier blijken de jaarringen wel degelijk goed afgelijnd te zijn, maar het blijft een houtanatomisch thema om ze te herkennen: zonder microscopische analyse lukt het niet. Het interessante aan groeiringen van Miombobomen is de klimatologische informatie die ze bevatten. Het blijkt immers dat de neerslag in de maanden december en januari sterk bepalend is voor de breedte van de ringen. Omgekeerd kunnen dus de ringbreedtes van jaarringen omgerekend worden naar neerslaggegevens en op die

manier de instrumentele meteorologische waarnemingen aanvullen voor plaatsen en periodes waar die niet bestaan. Dit is belangrijk voor een grondige analyse van het El Niño-fenomeen.

Luki: het bastion van tropische bosbouw

Voor het ogenblik gaat de meeste aandacht van het Afrodendro-project naar het halfbladverliezende regenwoud in het Mayombegebied in het westen van Congo, meer bepaald het Lukireservaat. Dit reservaat kent een roemrijk verleden op het gebied van tropisch bosonderzoek. Een aantal belangrijke bosbouwkundige technieken werden er ontwikkeld, net na de Tweede Wereldoorlog. In samenwerking met het ERAIFT (*École régionale post-universitaire d'Aménagement et de Gestion Intégrés des Forêts et Territoires tropicaux*) van Kinshasa en WWF installeert het KMMA er een laboratorium voor onderzoek op bosproducten, waaronder hout. Het onderzoek richt zich vooral op analyse van boomgroei, o.a. om documentatie te leveren voor dossiers van koolstofopslag. Hiervoor is meer en meer belangstelling vanuit internationale organisaties en de Wereldbank. Het Afrodendro-project heeft in het Lukireservaat geweldige kansen voor onderzoek dat bovendien relevant is zowel voor de ontwikkeling van een verarmde regio als voor de grote debatten op internationaal niveau.

Entandrophragma utile (sipopboom) uit het Luki-reservaat, DRC. Foto H. Beeckman © KMMA



Dwarse doorsnede van de cambiale zone van Milicia excelsa (iroko). Foto H. Beeckman © KMMA



Het gelijkvloerse gedeelte van het xylarium van Tervuren, alfabetisch geklasseerd. Foto C. Van Poucke © KMMA

Het xylarium van Tervuren: de tweede grootste houtcollectie ter wereld

Een xylarium is een botanische verzameling die uitsluitend bestaat uit houtstalen en hiervan afgeleide collecties (preparaten en fotografisch materiaal). Een xylarium kan eventueel los staan van een herbarium, wellicht het best gekende type van een botanische verzameling. Het is natuurlijk belangrijk dat zaden, vruchten, bloemen en bladeren beschikbaar zijn om de authenticiteit van xylariumspecimens na te gaan, maar een xylarium heeft heel wat andere bestaansredenen. Hout is immers zowel in de levende natuur als in materiële cultuur enorm belangrijk en levert referentiemateriaal voor diverse wetenschappen zoals technologie, ecologie, fysiologie, plantensystematiek, kunstgeschiedenis, archeologie en paleontologie.

Dwarse coupe van de cambiale zone van iroko (Milicia excelsa).
Foto H. Beeckman © KMMA

Het xylarium van Tervuren bevat stalen van 60 000 specimens en 13 600 soorten houtige planten afkomstig van heel de wereld. Een groot gedeelte van de begeleidende databank

van de collectie is online gepubliceerd. Ze bestaat in essentie uit informatie over de abstracte (de soorten of meer algemeen de taxa) en de concrete entiteiten (de specimens of de stalen). Er zijn niet minder dan 71 983 vernaculaire en/of handelsbenamingen opgenomen, wat de databank bijzonder geschikt maakt voor houthandel en -nijverheid. Het gebeurt immers niet zelden dat er onduidelijkheid bestaat over een handelsbenaming of dat een bekende soort wordt aangeboden op de markt onder een naam die niet of weinig bekend is.

Hans Beeckman, Ilse Boeren, Camille Couralet, Maaïke De Ridder, Nele Schmitz, Wim Tavernier, Benjamin Toirambe en Anouk Verheyden



Het xylarium van Tervuren: www.metafro.be/xylarium



Beeckman, H., Collecties van het KMMA. Hout. 2007. Tervuren: KMMA, 112 p.



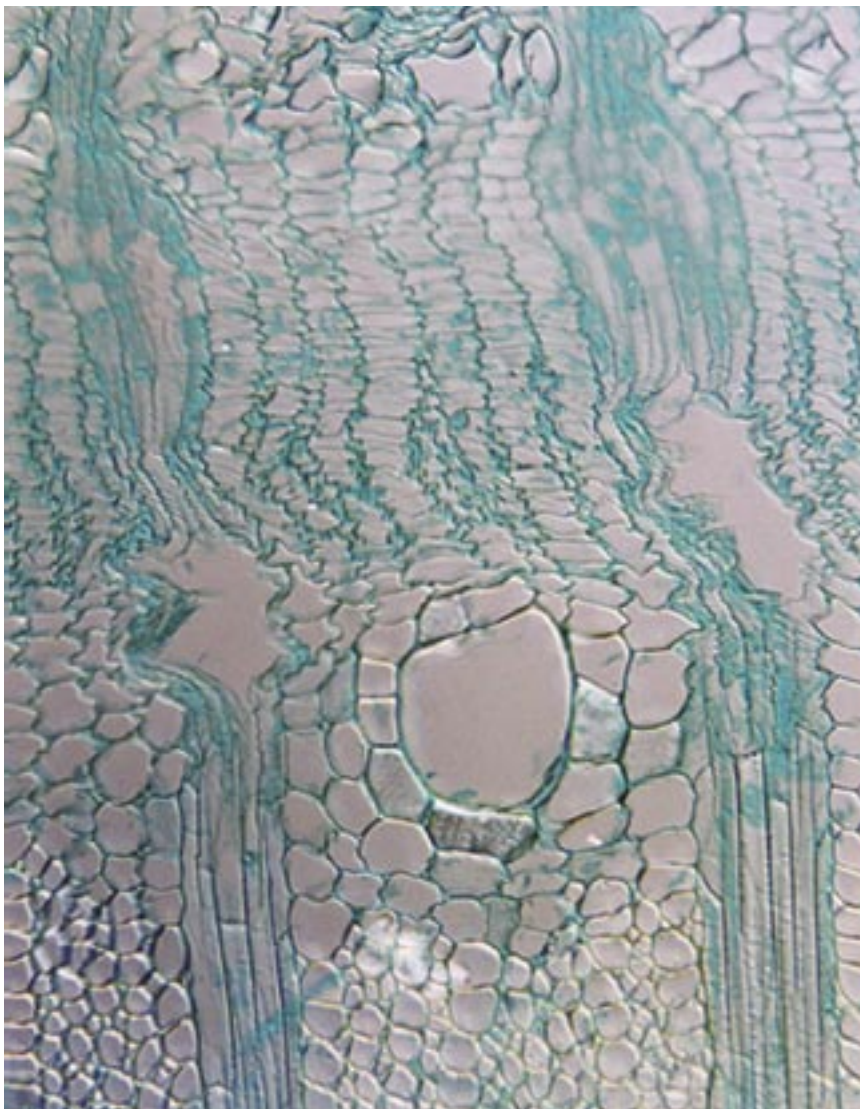
Hou't vast! Hout en woud in Afrika

Een ondoordringbare, broeierige en gevaarlijke plek: dat is voor vele mensen het Afrikaanse woud. Romantische verhalen van onverschrokken ontdekkingsreizigers, de Congolese avonturen van stripheld Kuifje en de mythe van Tarzan zijn aan dit beeld natuurlijk niet vreemd.

De tentoonstelling "Hou't vast!" vertelt een ander verhaal. Het hele verhaal. Van bossen in vele vormen waar mensen leven, wonen en werken. Bossen waar wij allemaal van afhankelijk zijn voor een leefbaar klimaat en, niet te vergeten, voor de waardevolle grondstof die het hout is. Het verhaal ook van het bos dat kwetsbaar is en waarvan een beheer gericht op duurzaamheid heel wat wetenschappelijke informatie nodig heeft. Een waarschuwing: Hou't vast!

Bekijk het regenwoud vanuit een satelliet en zijn hout door een microscoop. Luister naar de verhalen van het hout van prauwen, maskers, stoelen, beelden, instrumenten, raamkozijnen, het hout ook voor energieopwekking... Leef je uit in creatieve projecten of muzikale workshops. Hou't vast!, ook letterlijk: voel aan limba en iroko, ruik aan sapelli of bewonder zebrano. En discussieer mee over de toekomst van het bos en zijn rol bij onze eigen overlevingskansen.

Koninklijk Museum voor Midden-Afrika, tot 31 augustus 2008, van dinsdag tot vrijdag van 10 tot 17 uur; zaterdag en zondag van 10 tot 18 uur.
www.africamuseum.be



De waarde van tropische wouden

voor koolstofopslag en klimaatregeling

Op 26 en 27 februari 2007 vond in Brussel onder auspiciën van de Staatssecretaris voor Ontwikkelingssamenwerking en het Koninklijk Museum voor Midden-Afrika (KMMA) de Internationale Conferentie over de Bossen van de Democratische Republiek Congo (DRC) plaats. Deze topconferentie bracht alle belanghebbenden samen met de bedoeling ambitieuze plannen te smeden voor een betere

bescherming en een duurzamer beheer van het bospatrimonium in de DRC. De verwachtingen waren hooggespannen. Vooral voor de klimaatregulerende functie van het tropische woud worden in de toekomst belangrijke financiële compensaties verwacht. In deze bijdrage gaan we dieper in op die globale milieudiensten van het bos en haar mogelijke instrumenten van vergoeding.

Het Afrikaanse woud
© KMMA



© KMMA

Biofysische rol in klimaatregeling

Tropische wouden hebben een dubbele invloed op het klimaat van de aarde. Enerzijds kunnen ze via fotosynthese het belangrijkste broeikasgas kooldioxide (CO_2) immobiliseren. Maar door respiratie of directe verbranding kan die ook terug vrijgesteld worden. Zijn de tropische bossen dan een koolstofbron of een koolstofput? Anderzijds komen ze door hun spectrale eigenschappen en evapotranspiratie mogelijk ook rechtstreeks tussen in de warmtehuishouding van de aarde. Vormen de tropische bossen de airco van Gaia?

Koolstofbron of koolstofput?

Sinds het begin van de industriële revolutie is de atmosferische concentratie van CO_2 gestegen van 280 tot 360 ppm (*parts per million* of deeltjes per miljoen). Dit is voornamelijk toe te schrijven aan de verbranding van fossiele energiedragers, maar vaak wordt vergeten dat landgebruikverandering nog steeds 20-25% van de totale koolstofemissies veroorzaakt. De tropische ontbossing van 10-15 miljoen hectare per jaar vormt daarbij het kernprobleem. Tropische bossen bevatten immers enorme voorraden koolstof die opgeslagen zitten in biomassa en bodem. Na bosvernietiging komt de CO_2 in de atmosfeer terecht, heel snel bij verbranding, eerder traag bij microbiële afbraak van detritus. Soms wordt verondersteld dat oerwoudbodems weinig koolstof bevatten. Dat klopt voor de arme zandbodems van het Amazonebekken, maar niet voor de moerasbossen van het Afrikaanse en Aziatische regenwoud. Zo heeft recent onderzoek in opdracht van *Wetlands International* aangetoond dat bij ontbossing van moeraswoud in Indonesië ten behoeve van olie-palmplantages niet alleen de woudbiomassa wordt verbrand, maar het terrein ook wordt gedraineerd, zodat de metersdikke veenlagen traag maar zeker mineraliseren. Wanneer deze CO_2 -emissies worden meegerekend, wordt Indonesië meteen de derde grootste broeikasgasproducent ter wereld, na de VS en China. Ook de DRC is als gevolg van zijn negatieve bosbalans (meer ontbossing dan bosherstel) een grote bron van broeikasgassen in de categorie 1,5 – 5 gigaton C over de laatste 50 jaar. Deze cijfers illustreren duidelijk het belang van bosbehoud voor het stabiliseren van de broeikasgasuitstoot.

Bosbehoud vermijdt broeikasgasuitstoot, maar leidt het ook tot extra broeikasgasvastlegging? De atmosferische kool-dioxideconcentratie bedraagt 360 ppm of 0,177 gram koolstof per kubieke meter. Via het fotosyntheseprocess slagen bomen erin

houtweefsel aan te maken met een koolstofconcentratie van 250-500 kg per kubieke meter. Deze concentratie met een factor 1,4 miljoen en meer illustreert hoe efficiënt autotrofe planten zijn in het vastleggen van koolstof. Maar volgens de theorie zijn natuurlijke bossen lui, omdat de opbouw van biomassa door fotosynthese ongeveer in evenwicht is met de afbraak door respiratie. Recente *eddy flux*-metingen hebben echter aangetoond dat zelfs onverstoorde tropische wouden nog steeds een netto-ecosysteemproductie vertonen. Deze vertaalt zich niet noodzakelijk in verdere biomassatoename maar bijvoorbeeld in export van opgeloste organische stof via de waterlopen. Bosherstel van in het verleden vernietigd woud leidt uiteraard tot snelle koolstofvastlegging, zowel in biomassa als in bodem, ten bedrage van meer dan 7,5 ton C per hectare per jaar. Daarbij verkiezen zowel projectontwikkelaars als lokale gemeenschappen vaak snelgroeiende exoten, maar omwille van het biodiversiteitsherstel zijn inheemse boomsoorten zeker te verkiezen, gezien het geëvolueerd voedselweb dat ze met zich meebrengen. Daarenboven is hun hout vaak dichter, wat hun geringere volume-aanwas althans gedeeltelijk compenseert.

De airco van Gaia?

Als sinds het ontstaan van Lovelock's Gaitheorie in de jaren zeventig van vorige eeuw zijn er vermoedens dat tropische wouden een belangrijke rol spelen in het regelen van het aardse klimaat. De energiebalans van een landbedekking wordt vooral bepaald door de partitie van de zonnestraling over albedo en latente warmte. Bedekking van het aardoppervlak met bos pleegt te leiden tot een verlaagd albedo (opwarming) maar tegelijk tot verhoogde evapotranspiratie (afkoeling). Bij tropische bossen domineert de evapotranspiratieve koeling over de opwarming door verlaagd albedo. Daarom leidt bosbehoud in de tropen tot koeling van de planeet, terwijl ontbossing leidt tot verminderde evapotranspiratie en verminderde donderstormen, wat op zijn beurt resulteert in een netto-opwarming van het klimaat. Dit suggereert verder dat het wereldwijd monitoren van de oppervlaktetemperatuur van de landbedekking een krachtige indicator vormt voor ecosysteemintegriteit.

Bosbehoud en bosherstel in het internationale klimaatbeleid

Uit het voorgaande overzicht blijkt dat tropische bossen een belangrijk koelend effect hebben op het wereldklimaat, enerzijds via hun koolstofimmobilisatie en anderzijds via hun grote evapotranspiratieve capaciteit. Destructie van het tropisch woud vernietigt mede zijn globale milieudiensten. Wordt deze service door de wereldgemeenschap erkend? En worden landen die zorg dragen voor hun tropisch bospatrimonium op één of andere manier vergoed voor deze onschatbare dienst aan de wereldgemeenschap? In de Bosprincipes van de UNCED-conferentie (Rio de Janeiro, 1992) beloofde de wereldgemeenschap plechtig om nieuwe financiële instrumenten te ontwikkelen ter bescherming en herstel van de tropische bossen. In hoeverre is daar intussen werk van gemaakt?

Het Congolese bos: van onschatbare waarde Halt aan de ontbossing !

De uitzonderlijke rijkdom aan planten en dieren werd reeds in vorige uitgaven van Science Connection geïllustreerd. Naast een bron van voedsel, energie, bescherming, bouw materiaal, cultusplaatsen en spiritualiteit heeft het bos ook een niet te onderschatten milieuregelende rol.

Belgische onderzoeksteams verdiepen zich zowel in de geheimen en toepassingen van het Congolese hout als in de plaats van het bos in de klimaatproblematiek. Op lange termijn dragen ze ongetwijfeld bij tot een duurzaam beheer van dit waardevolle bos.

Om het belang van dat indrukwekkende bos in het licht te stellen (tweede grootste tropisch bos ter wereld na Brazilië) en zijn ontbossing tegen te gaan organiseerde het departement Buitenlandse Zaken in februari 2007 een wereldconferentie. Deze leidde tot een 'Verklaring' die moet aanzetten tot ernstige bijkomende inspanningen van België, en van andere landen en internationale organisaties en ngo's, alsook van de privé-sector en van Congo zelf om het bos zo goed mogelijk te beheren, ook in het belang van de komende generaties.

Op Europees niveau gebeurt ook heel wat om de omvang en toestand van het bos goed in kaart te brengen en te monitoren. Belgische experts (UCL) werken daaraan mee.

Het Portugese Voorzitterschap van de Europese Commissie organiseert van 7 tot 9 november de 'European Development Days' in Lissabon met als onderwerp 'Klimaat en Ontwikkelingslanden'. België is ook van de partij en neemt het opnieuw voor Congo op, via de organisatie van een evenement (tentoonstelling en seminarie/discussiepanel) rond het Congolese bos: Avoid deforestation.

Het Federaal Wetenschapsbeleid draagt ook zijn steentje bij. Het Belgisch UNESCO-project 'SYGIAP', over het beheer van de vijf unieke werelderfgoedparken – zie voorgaande editie van Science Connection – wordt er voorgesteld.

We hopen van harte dat dankzij de krachtenbundeling van al deze instellingen en de voortdurende sensibilisering het fascinerende Congolese bos zal blijven bestaan!

Allen naar de tentoonstelling in het KMMA ; Hou't vast ! Hout en woud in Afrika...

Meer informatie:
Brigitte Decadt
Federaal Wetenschapsbeleid -
Internationale coördinatie
deca@belspo.be

Vermijden van ontbossing

Ooit berekenden landbouwkundigen dat de volledige ontbossing van het Congobekken als een zegen moest beschouwd worden die alle monden in Afrika zou voeden. De vraag is of de huidige ecosysteemdiensten die het woud aan de wereldgemeenschap bewijst (klimaatregeling en biodiversiteitsbehoud) niet veel belangrijker zijn dan die potentiële voedselproductie. Het probleem is dat niemand betaalt voor die ecosysteemdiensten. Het principe van betaling via een wereldbossenfonds was voorzien in het ontwerp van Bossenconventie dat voorlag in Rio. De Bossenconventie is er echter nooit gekomen, mede omdat enkele grote landen met veel tropisch bos er een bedreiging van hun soevereiniteit in zagen. Drie andere wereldwijde milieuvolledigheden raakten wel ondertekend: het Biodiversiteitsverdrag, het verdrag tegen Desertificatie en het Klimaatverdrag. Enkel het laatste ontwikkelde via het Kyotoprotocol een krachtig financieel instrument. Maar onder de huidige regels van het Klimaatverdrag komt vermindering van broeikasgasemissie via bosbehoud in niet-geïndustrialiseerde landen niet in aanmerking. De onderhandelende Partijen hebben het belang van bosbehoud in 2006 eindelijk erkend en hopen om voor het vermijden van ontbossing een nieuw financieel instrument uit te werken tegen 2012.

Herbebossing

Financiering voor bosherstel in de vochtige tropen kan in principe uit verschillende hoeken komen, maar de ervaring leert dat ontwikkelingssamenwerking weinig interesse vertoont, natuurbehouds-ngo's voorkeur geven aan het bewaren of beheren van nog min of meer intact bos, en private investeringen met het oog op houtproductie onvoldoende rendabel zijn. Het enige operationele financieringsmechanisme dat momenteel dergelijk investeringsstekort kan overbruggen is de betaling voor de koolstofopslagfunctie via CDM-AR (bebossing/herbebossing binnen het *Clean Development Mechanism*, één van de flexibele mechanismen van het Kyotoprotocol). Het CDM-AR-schema formuleerde complexe spelregels om duurzame (her)bebossingsprojecten te ontwikkelen die koolstof vastleggen in biomassa en bodem en tegelijk opportuniteiten te creëren voor lokale gemeenschappen en het milieu. Die extra regels hebben bosprojecten binnen de CDM echter zo hoogdrempelig gemaakt dat bijna geen enkel bosproject van de grond komt, terwijl 90 % van alle CDM-geld naar industriële projecten in China, India en Brazilië gaat. De vereenvoudigde kleinschalige projecten hebben dan weer een maximumgrens van 7 kiloton CO₂ per jaar, hetgeen ze gezien de hoge overheadkosten voor validatie en monitoring, praktisch onhaalbaar maakt. Sommige industrielanden zoals België hebben bovendien bosprojecten uit hun CDM-tender geweerd vanuit bezorgdheid om hun duurzaamheid. Dat is een spijtige vergissing. Net zoals elk ander type ontwikkelingsproject kan de aanpak van een bebossingsproject groot- of kleinschalig zijn, participatief of top-down, duurzaam of destructief voor natuur en cultuur. Op de klimaatop in Nairobi in november 2006 heeft Wangaari Mathai, Nobelprijswinnares voor de vrede en milieu-activiste, felle kritiek geuit op het feit dat door het quasi onmogelijk maken van bosprojecten het Afrikaanse continent, dat misschien het meest zal lijden onder de klimaatveranderingen, alle CDM-gelden misloopt. Bovendien

kan het deelnemen van Afrikaanse landen zoals de DRC aan CDM-projecten een cruciale capaciteitsbouw op het vlak van klimaatgerelateerde thema's betekenen.

Beleidsimplicaties

Uit het voorgaande mag blijken dat de bescherming en het herstel van de tropische bossen in de DRC en elders geen *end-of-pipe*-oplossing is voor het klimaatprobleem van het noorden, maar als deel van de oorzaak een prominente rol moet spelen in een ernstige strategie van klimaatstabilisatie. Dit noodzaakt een financieel mechanisme waarmee de wereldgemeenschap betaalt voor de globale milieudiensten van de bestaande bossen en de bossen in heropbouw. Het realiseren van een beperkt deel van de opgelegde emissiereductieverplichtingen van industriële landen in tropische bossen moet daarom niet als een aflatende handel gezien worden, maar eerder als een kostenefficiënte opportuniteit om klimaatregulering, bosbescherming en duurzame ontwikkeling in de armste landen te koppelen. Haalbare kleinschalige CDM-AR-projecten met lokale gemeenschappen hebben daarom behoefte aan een verhoogde bovengrens van 30 kiloton CO₂ per jaar, evenals toegankelijkheid tot nationale CDM-tenders, bijvoorbeeld gekoppeld aan de verplichting van FSC-ecocertificatie (*Forest Stewardship Council*).

Bart Muys



Aerts, R., T. Wagendorp, E. November, M. Behailu, J. Deckers, Muys, B., 2004. Ecosystem thermal buffer capacity as an indicator of the restoration status of protected areas in the Northern Ethiopian highlands. *Restoration Ecology* 12: 586-596.
Gibbard, S., Caldeira, K., Bala, G., Phillips, T.J., Wickett, M., 2005. Climate effects of global land cover change. *Geophysical Research Letters* 32.
Madlener, R., Robledo, C., Muys, B., Blanco Freja, J.T., 2006. A Sustainability Framework for Enhancing the Long-Term Success of LULUCF Projects. *Climatic Change* 75: 241-271.
Wagendorp, T., H. Gulinck, P. Coppin, Muys, B., 2006. Land use impact evaluation in life cycle assessment based on ecosystem thermodynamics. *Energy* 31: 112-125.



Bart Muys is hoogleraar Bosecologie en Bosbeheer aan de Katholieke Universiteit Leuven en woordvoerder aldaar van het Klimaatpark Arenberg, een expertisecentrum rond klimaatverandering (www.biw.kuleuven.be/klimaatpark). Zijn onderzoek richt zich op het meten van duurzaamheid in landgebruiksystemen. Zo werkte hij mee aan het SAFE-project van het Federaal Wetenschapsbeleid dat een duurzaamheidsraamwerk voor de Belgische landbouw ontwierp. Hij is technisch coördinator van het ENCOFOR-project (www.joanneum.at/encofor) dat in opdracht van EuropeAID een beslissingsondersteunend systeem uitwerkte voor het ontwikkelen van duurzame CDM-AR-projecten (bebossing/herbebossing in het kader van het Kyotoprotocol).

België op opticaprenten

Een tentoonstelling in de Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis

"Spektakel, mooi spektakel! Gun jezelf een pleziertje en kom kijken naar de mooie beelden van Brussel, van Gent en haar kerken, van de fontein van Spa of van de mijnramp in Beaujonc...", riep de lantaarnist op het marktplein.

We zijn in de 18de eeuw. De mensen reisden toen nog niet veel en het nieuws verspreidde zich voornamelijk mondeling. Men hoorde verhalen over vreemde, tot de verbeelding sprekende steden en over grote politieke gebeurtenissen maar zonder er beelden bij te zien. Wanneer de lantaarnist op de markt langskwam, kon men zich wel een beeld vormen van wat er zich in de wereld afspeelde. De welgestelde burgers kochten de befaamde opticaprenten en de bijbehorende "kijkkasten" om ze thuis te bewonderen. Kijkkasten of optica's maakten trouwens deel uit van alle rariteitenkabinetten. Wanneer men prenten in deze magische kijkkasten plaatste, boden ze een venster op de

wereld en maakten het mogelijk om een denkbeeldige reis te maken, om weg te dromen terwijl men de kleurrijke beelden ontdekte van steden, monumenten, landschappen en bijzondere gebeurtenissen. In zekere zin vervulden zij de rol van onze huidige televisie.

Maar wat is nu eigenlijk een opticaprent? Het betreft een gravure die ofwel in zwart-wit is uitgevoerd ofwel met de hand is ingekleurd. In dit opzicht verschillen ze niet van de duizenden gravures die door de prentenhandelaars of *marchands d'estampes* werden uitgegeven. Het voornaamste kenmerk van de opticaprent ligt dan ook in haar gebruik: ze werd gemaakt om te worden bekeken in een kijkkast, een zogenaamde optica, die voorzien was van een lens die het onderwerp vergrootte en het perspectieffeffect benadrukte. Het eerste criterium voor identificatie vormt dus het ontwerp van de prent zelf: het beeld



VUE DE L'HÔTEL DE VILLE À GAND.



is geconcipieerd om diepte te suggereren, ofwel door lijnen die de compositie benadrukken, ofwel door de vlucht naar het oneindige in het centrum van het beeld. Het formaat speelt ook een rol en is bijna "standaard": tussen 27 en 28 cm hoog en tussen 40 en 42 cm breed. De prent wordt op een papier gedrukt dat ongeveer 5 cm uitsteekt buiten de gravure zelf. Daarop worden de bijschriften aangebracht die het absolute bewijs leveren dat men met een opticaprent heeft te maken. Bovenaan staat het onderwerp van de voorstelling vermeld, in normaal schrift of in spiegelschrift. De tekst onder de afbeelding is gedetailleerder. In het beste geval krijgt men een korte beschrijving, soms in meerdere talen, alsook de namen van de tekenaars, de graveurs en de drukkers.

Het laatste kenmerk van de opticaprenten is het "nachteffect". Een aantal prenten - een minderheid weliswaar in vergelijking met de enorme productie - vertoont perforaties verlevendigd met kleurtoetsen en/of uitgeknipte delen bedekt met doorschijnend gekleurd papier. Wanneer de gravure langs achter wordt belicht, krijgt men een nachtelijk tafereel te zien: lampions gaan branden, fonteinen beginnen te spuiten, er verschijnen mensen aan de ramen, de sterren en de maan komen tevoorschijn aan de hemel. Dankzij het subtiele lichtspel kon men van een beeld bij klaarlichte dag overschakelen op een beeld met nachteffect voorzien van een feeëriek verlichting!

De afbeeldingen op opticaprenten zijn zeer gevarieerd. Stadsgezichten van nabijgelegen of verafgelegen plaatsen met talrijke details van al dan niet bestaande monumenten vormen een geliefkoosd onderwerp. Andere thema's, zoals historische gebeurtenissen en mythologische verhalen zijn ook erg populair, evenals natuur- en andere rampen, zoals aardbevingen of branden.

Bij de duizenden prenten die door de drukkers Probst en Carmine in Augsburg, Zanna in Brussel en Basset in Parijs werden uitgegeven, zijn er ook die gewijd zijn aan het huidige België. De oudste dateren van ongeveer 1738 en de recentste van na 1849. Deze periode, iets meer dan een eeuw, valt samen met de bloeitijd van de opticaprenten.

De mooiste prenten werden gemaakt in de periode tussen 1780 en 1790. Ze weerspiegelen de architecturale vernieuwing van Brussel, die omstreeks het midden van de 18de eeuw, onder het bewind van Karel van Lotharingen, tot uiting kwam in een reeks renovaties en nieuwe projecten. Zo kan men kennismaken met nieuwe pleinen, zoals het Sint-Michielsplein (thans Martela-

renplein) en het Koningsplein, beide karakteristiek voor die periode. Het kasteel van Schonenberg, het huidige Paleis van Laken, wordt uitvoerig belicht, zelfs met de Chinese toren die in 1786 in het park is opgetrokken. Ook het nieuwe park van Brussel komt aan bod en men kan het Koninklijk Theater, het Koninklijk Paleis en het huidige Paleis der Academiën bewonderen in hun nieuwe uitvoeringen. Brussel was echter niet de enige stad die voor het voetlicht geplaatst werd. Elf andere steden, zoals Antwerpen, Luik, Namen, Doornik en Dendermonde, werden voorgesteld door monumenten of gezichten die nu eens waarheidsgetrouw, dan weer volledig gefantaseerd zijn. Er zit een eigenaardig gezicht op Oostende tussen, waarbij de stad bovenop een rotsachtige heuvel gelegen is! Over Gent bestaat er een reeks van twaalf gravures die een beeld geven van de markten, de pleinen, de scheepvaart op de Leie en de Coupure. Men ziet er plaatsen terug die vandaag verdwenen zijn, zoals de botanische tuin, toen een van de rijkste van Europa. In Luik doemt de Sint-Lambertuskathedraal op voor het prinsbisschoppelijk Paleis, het symbool van de macht van het prinsbisdom die door de Luikse "sansculotten" werd afgestraft. De prent van de Puhon-bron in Spa, van waaruit karretjes met flessen water vertrekken, biedt ongetwijfeld een vrediger aanblik...

Om en bij de 60 gravures scheppen niet alleen een beeld van de steden tussen 1730 en 1850, maar ook van het dagelijkse leven van de inwoners, van de transportmiddelen, van de kostuums. Men ziet bijvoorbeeld een vertoner van opticaprenten op de Korenmarkt in Gent of een porseleinv koper in Doornik!

De tentoonstelling is opgebouwd rond een keuze uit de 400 opticaprenten die door de verzamelaar Charles Lefebure in 1943 aan het museum werden geschonken. Ze groepeerde de gezichten per stad en toont telkens de bestaande pleinen en gebouwen. Men kan zich voorstellen dat de concurrentie tussen de drukkers meedogenloos was en soms tot plagiaat leidde. De tekenaar Rooland hernam bijvoorbeeld systematisch de tekeningen van Ridderbosch en veranderde slechts enkele details. Dat geldt eveneens voor de drukker Fietta. Deze prenten weerspiegelen de actualiteit wat niet beperkt bleef tot de weergave van gebouwen. Ook gebeurtenissen met nieuwsaarde worden in beeld gebracht. Het ongeluk dat zich in februari 1812 voerde in de Beaujonmijn in Ans, is daarvan een goed voorbeeld. Op twee prenten is achtereenvolgens het drama te zien: de wanhoop van de families bij het nieuws dat de mijn onder water is gelopen en dat 127 mijnwerkers vastzitten op 170 m diepte en de redding van 70 van hen die gedurende vijf dagen hadden vastgezet. De catastrofe kostte uiteindelijk het leven aan 20 mensen.

Men kan zich afvragen hoe betrouwbaar deze beelden zijn. Foto's van de huidige situatie, soms van details, tonen hoe waarheidsgetrouw sommige van de prenten zijn en hoe zij getuigen van het uitzicht van een gebouw op een gegeven ogenblik in zijn geschiedenis. Het voorbeeld van de twee prenten die het stadhuis van Gent tonen, is in dit opzicht veelbete-

kenend. Het gebouw wordt hier weergegeven met een afgesneden zijvlak en een halfcirkelvormige trap aan de kant van de Botermarkt. In feite krijgt men de toestand van het stadhuis te zien nadat het door de Fransen in 1812 was gewijzigd. Deze veranderingen werden in 1889 ongedaan gemaakt om zo het stadhuis zijn originele uitzicht terug te geven.

Wie heeft er prenten over onze streken uitgegeven? Augsburg en Parijs zijn de twee belangrijkste centra. Italië en de familie Remondini leken niet geïnteresseerd in onze streken. Augsburg bleek het belangrijkste productiecentrum te zijn. De *collection des Prospects* bundelt een reeks afbeeldingen die werden gedrukt door Bergmüller, Leizel, Nabholz en Carmine. Probst daarentegen lijkt zijn productie op een onafhankelijke manier verdeeld te hebben. Deze beelden dateren voornamelijk van 1738 tot 1790, zelfs tot 1810 wat die van Carmine betreft. Aan het einde van de 18de eeuw neemt Parijs het voortouw, eerst met Chereau, daarna met de talrijke prenten van Basset, vanaf ongeveer 1805 tot 1855. Het ligt voor de hand om hier een verband te zien met de geschiedenis van onze streken die onder Oostenrijks bewind stonden tot 1795 en die daarna een Franse periode kenden tot aan de inlijving van onze provincies door het Verenigd Koninkrijk der Nederlanden in 1814.

De 60 afbeeldingen die in de tentoonstelling worden gepresenteerd, zijn niet allemaal afkomstig uit de verzameling van de Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis. Een aantal ervan werden geleend van het prentenkabinet van de Koninklijke Bibliotheek, de Archieven van de Stad Brussel, het Filmmuseum in Brussel, het Stadsarchief van Gent, de collectie van het STAM Bijloke, de *Cinémathèque française* in Parijs en privéverzamelingen.

Ondanks deze gezamenlijke inspanning moeten er nog vele andere prenten bestaan die aan ons spoorwerk zijn ontsnapt. De uitgevers van de 18de eeuw hebben geen uitvoerige inventarissen van hun productie nagelaten. Men moet dus de verschillende gegevens van de verscheidene openbare collecties en de privéverzamelaars met elkaar vergelijken. Wij lanceren bijgevolg een oproep en vragen aan de bezoekers die weet hebben van andere prenten dan die welke zijn tentoongesteld, om ons daarvan op de hoogte te brengen. Er is op de tentoonstelling een speciale plaats voorzien om de nieuwe gegevens te registreren!

Het typische kenmerk van een opticaprent is de nadruk op de perspectief. Dat perspectieffeffect werd nog vergroot wanneer men ze in een speciale doos plaatste om ze te bekijken.

Zograscopen en opticadozen bestaan naast hun afgeleide, nl. het panoptische polyorama, een stuk speelgoed dat populair was in de tweede helft van de 19de eeuw.

De opkomst van de fotografie in 1839 brengt Carlo Ponti op het idee om de gravure te vervangen door een foto en de opti-

cadoos door een megalithoscoop. Deze laatste uitvinding betekent de zwanenzang van de opticadozen want de fotografie stelt een buitengewoon procédé op punt om reliëf en perspectief weer te geven: de stereoscopie. Geen tekening meer, maar de onmiddellijke "bevrozing" van de realiteit die gevangen zit tussen twee lichtjes verschoven beelden. De droom is werkelijkheid geworden!

Claudine Deltour-Lévie

De auteur

Claudine Deltour-Lévie is hoofd van het departement Europese Kunstnijverheden van de Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis.

Tentoonstelling

Tot 31 december 2007 in de Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis.
www.kmkg.be

Lectuur

Cl. Deltour-Lévie, *La Belgique en vues d'optique*, KMKG, 80 p., 7 euro.
P. Lévie, *Montreurs et vues d'optique*, 220 p., geïllustreerd, 39 euro.



Vanaf december in België Een nieuw netwerk voor wereldwijde wetenschap

Pas in 1993 kreeg België, als een van de laatste landen in Europa, zijn eigen onderzoeksnetwerk. Ondertussen heeft BELNET, de federale overheidsdienst die vijftien jaar geleden werd opgericht in het kader van het Impulsprogramma Informatietechnologieën, de vroegere achterstand helemaal ingehaald. Vanaf december geeft BELNET universiteiten, hogescholen en researchcentra zelfs toegang tot het krachtigste onderzoeksnetwerk ooit. Dan vervangt het zijn huidige netwerk dat van 2002 dateert.



BELNET en zijn gebruikers

BELNET is een staatsdienst met afzonderlijk beheer binnen het Federaal Wetenschapsbeleid. Ongeveer 600 000 mensen maken bijna dagelijks gebruik van zijn glasvezelnetwerk. Daartoe behoren niet alleen academici, onderzoekers en studenten, maar ook ambtenaren. De eerste versie van het BELNET-netwerk dateert van 1993. Het netwerk wordt gebruikt voor onderzoek, videoconferenties, multimedia, computertelefonie, internet, e-mail en geavanceerde toepassingen als gridcomputing, multicast en IPv6. Het is volledig redundant (tweevoudig) uitgevoerd, wat betekent dat dataverkeer bij storingen automatisch langs een alternatieve route loopt. De omschakeling naar deze alternatieve route gebeurt zo snel dat de gebruiker het zelfs niet merkt. Een Network Operations Center bewaakt elke dag, de klok rond, de goede werking van het netwerk.

Het netwerk van BELNET verbindt Belgische onderzoeks- en onderwijsinstellingen met elkaar en zorgt voor verbindingen met andere onderzoeksnetwerken wereldwijd. Algemeen directeur Pierre Bruyère benadrukt het strategische belang ervan: *"BELNET biedt de Belgische academische wereld de infrastructuur om internationaal mee te spelen. Door zijn enorme capaciteit maakt ons netwerk nieuwe toepassingen en experimenten mogelijk en helpt het wetenschappers om op kortere termijn resultaten af te leveren. Belgische topvorsers die uit het buitenland naar onze universiteiten willen terugkeren, krijgen hier nu een netwerk van wereldklasse."*

Lichtpaden

Het nieuwe BELNET-netwerk vervoert data via een netwerk dat volledig uit glasvezelverbindingen bestaat. De glasvezelkabels zijn bundels van haardunne vezels van optisch zeer helder glas. Door licht door de vezels te sturen, kunnen signalen over grote afstanden vervoerd worden. Op het glasvezelnetwerk is datacommunicatie via lichtpaden mogelijk. Lichtpaden bieden meer bandbreedte, zijn betrouwbaarder en veiliger dan het internet. Het zijn optische verbindingen tussen twee computers, zonder tussenkomst van de traditionele routers die op het internet het dataverkeer regelen. De datastroom in lichtpaden verloopt rechtstreeks van de ene naar de andere computer. De stroom wordt niet gehinderd door ander netwerkverkeer, wat de verbinding stabiel en sneller maakt. Omdat lichtpaden snelheden tot 10 gigabyte per seconde bieden, zijn ze zeer geschikt voor de uitwisseling van gigantische hoeveelheden data. *"Het internet werd in de jaren zeventig voor onderzoeksdoeleinden ontwikkeld maar beantwoordt vandaag niet meer aan alle behoeften van wetenschappers,"* zegt technisch directeur Jan Torreele. *"Een gewone internetverbinding volstaat om te surfen en te e-mailen, maar niet voor complexe toepassingen. Daarvoor is de*

bandbreedte dikwijls te beperkt. Bandbreedte is op het internet moeilijk te garanderen en de kwaliteit van de verbinding is bovendien niet optimaal. Met lichtpaden omzeilen we al die problemen."

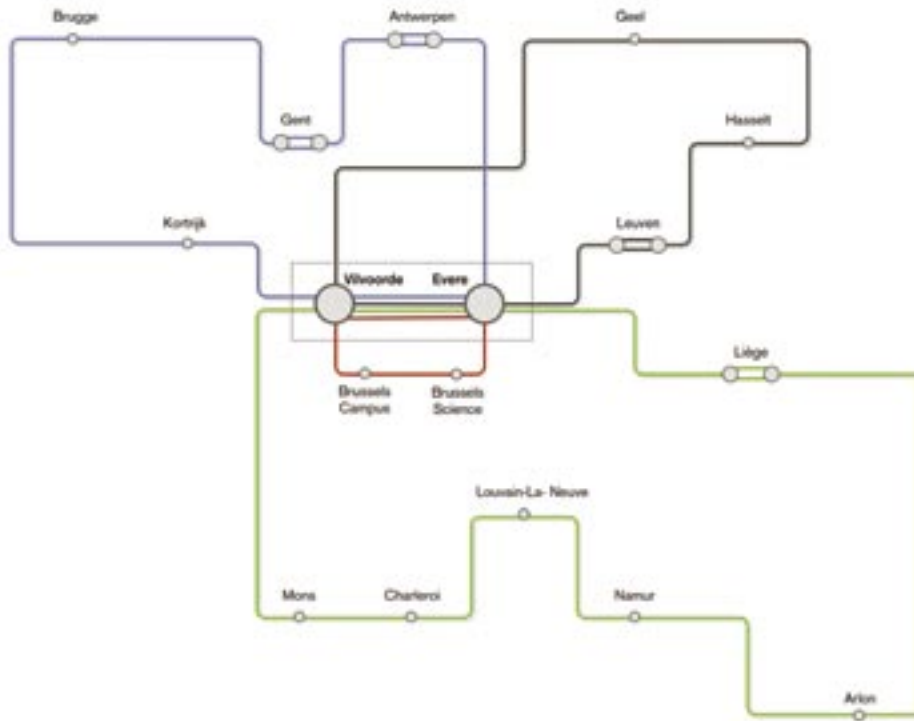
Nieuwe toepassingen

BELNET gaat vanaf december alle gebruikers van zijn huidige netwerk migreren naar het nieuwe onderzoeksnetwerk, een operatie die het tegen het eind van het eerste kwartaal van 2008 wil voltooien. Pierre Bruyère gelooft dat onderzoekers en academici daarna snel met nieuwe applicaties zullen komen. *"Het nieuwe netwerk opent de weg naar toepassingen als chirurgie op afstand en experimentele wetenschappelijke toepassingen over de grenzen heen. Door de grote capaciteit van de lichtpaden ontstaan nieuwe mogelijkheden in domeinen als het klimaatonderzoek en de nucleaire fysica. Wij moedigen onze gebruikers aan om na te denken over de mogelijkheden en bieden hen technische support. We stimuleren onderzoekers ook om te experimenteren met andere technologieën, zoals IPv6, de opvolger van het huidige Internet Protocol (IPv4), en gridcomputing. Gridcomputing brengt via het netwerk verschillende computers samen, zodat één virtuele "supercomputer" met een enorme rekenkracht ontstaat. Uiteindelijk werpen die toepassingen in het onderzoek ook elders vruchten af. Zo zien we dat gridcomputing stilaan de weg naar de private sector vindt."*

Internationaal niveau

Lichtpaden zijn een belangrijke ontwikkeling in het kader van de globalisering van het onderzoek en onderwijs. De technologie verbetert de internationale connectiviteit van de Belgische instellingen. Gebruikers van het nieuwe BELNET-netwerk zullen met collega's op het Europese onderzoeks-

De glasvezelinfrastructuur van het nieuwe BELNET-onderzoeksnetwerk



netwerk GÉANT2 informatie kunnen delen via lichtpaden tegen snelheden tot 10 gigabyte per seconde. GÉANT2 brengt de Belgische academische en onderzoeksgemeenschap in contact met 30 miljoen gebruikers in 34 verschillende Europese landen. Via GÉANT2 krijgen het hoger onderwijs en onderzoek bovendien toegang tot andere onderzoeksnetwerken, zoals het Amerikaanse Internet2. "Het nieuwe BELNET-netwerk garandeert dat we in de globalisering van het onderzoek en het onderwijs een voortrekkersrol kunnen spelen," zegt Pierre Bruyère. "Met de nieuwe technologie anticiperen we op de behoeften van de academici en researchers van morgen."

BELNET verbindt de Vlaamse, Waalse en Brusselse universiteiten, hogescholen en onderzoekscentra van het land. De nieuwe backbone van het glasvezelnetwerk maakt snelhe-

den tot 10 gigabyte per seconde mogelijk, en zelfs een veelvoud hiervan. Het is opgebouwd rond twee centrale (redundante) knooppunten in Brussel en 15 nationale knooppunten. Daarnaast geeft het netwerk toegang tot Europese, Noord-Amerikaanse en Aziatische onderzoeksnetwerken.

Veerle Custers

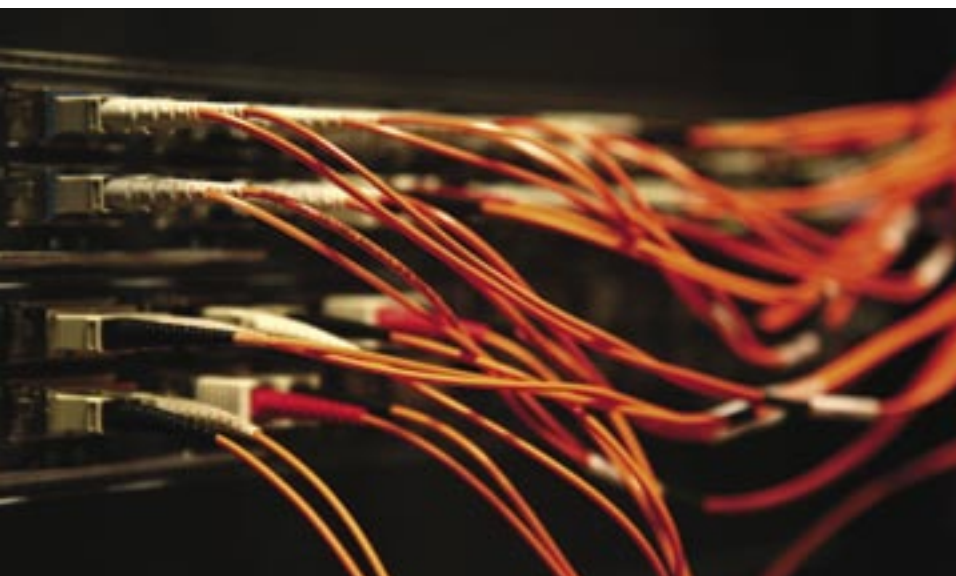


BELNET:

www.belnet.be

Op 11 december wisselen onderzoekers en academici ideeën en ervaringen uit op de jaarlijkse BELNET Networking Conference.

Meer info op <http://bnc.belnet.be>



Onderzoek en ICT

Onderzoek en ICT hebben een lange, gemeenschappelijke geschiedenis. Het internet is ontstaan uit ARPANET, het onderzoeksnetwerk van het Amerikaanse Advanced Research Projects Agency (ARPA). Dat nam in 1983 voor het eerst het Internet Protocol in gebruik. Het zou echter nog tot de jaren negentig duren vooraleer het grote publiek het internet zou ontdekken. Een belangrijke stap in de popularisering was de ontwikkeling van het world wide web.



Europese art nouveau: een te koesteren erfgoed

© Serge Brison

Het *Réseau Art Nouveau Network* is een Europese vereniging voor art nouveau die in 1999 werd opgericht op initiatief van het Brusselse Hoofdstedelijke Gewest. Het netwerk wil art nouveau in Europa promoten en beschermen via zijn 19 partnersteden en -regio's. Art nouveau is dé kunststroming van de belle époque en kreeg destijds de bijnaam "zweepslag" of "spaghetti", een verwijzing naar de typische golvende lijnen. Vandaag wordt hij erkend als één van de belangrijkste architectuur- en kunststromingen uit die tijd.

De art-nouveaubeweging zag in 1893 het licht, onder meer onder impuls van de Belgische architect Victor Horta. Het opvallendste kenmerk van art nouveau is het gebruik van industriële materialen in burgerwoningen, zoals ijzer en giet-ijzer. Deze soepele materialen lenen zich uitstekend voor golvende lijnen en plantenmotieven, één van de belangrijkste inspiratiebronnen van art nouveau. Daarbij is ook de invloed van de Japanse kunst merkbaar. Art nouveau wil een totaalkunst zijn, en zijn aanhangers dromen in hun utopische denkbeelden van een nieuw soort samenleving en willen het dagelijkse leven aantrekkelijker maken.



Nancy, Emile Gallé, "Ombelles"-lamp, Musée de l'École de Nancy, ca.1902.
© Serge Brison



Nancy, Victor Prouvé, beeldje "Fille fleur", Musée de l'École de Nancy, 1896-1902.
© Serge Brison



Glasgow
© Serge Brison

Deze nieuwe generatie kunstenaars krijgt al gauw zowat overal in Europa navolging, zoals Françoise Aubry opmerkt, conservator van het Horta-museum en lid van het Réseau Art Nouveau Network: *"Art nouveau verspreidt zich heel snel in Europa dankzij geïllustreerde kunstmagazines en internationale tentoonstellingen. Hij krijgt daarbij verschillende namen, afhankelijk van het land in kwestie: 'Modernisme' in Catalonië, 'Jugendstil' in Duitsland, 'Liberty' in Italië en 'Secession' in Wenen en Praag"*. Zo zijn de typische kenmerken van art nouveau terug te vinden in de klokkenmakerij van La-Chaux-de-Fonds (Zwitserland), de glasblazerij van Nancy (Frankrijk), de keramiek van Terrassa en Reus (Catalonië), de industrie van Lodz (Polen) en de kuuroorden in Bad-Nauheim (Duitsland). De verschillende partners van het Réseau Art Nouveau Network ervaren die diversiteit als bijzonder boeiend en verrijkend.

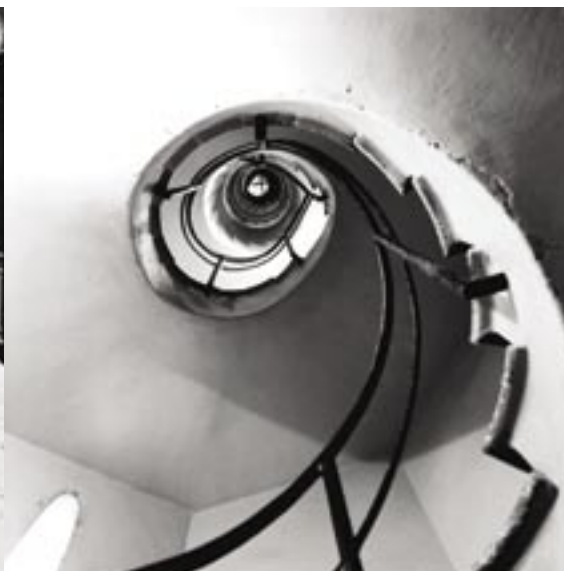
Het is geen toeval dat het idee voor dit netwerk uit Brussel kwam. Het Brusselse Gewest mag dan al één van de bakermatten zijn van de art nouveau, het draagt vandaag nog altijd de littekens van de chaotische bouwwoede in de jaren 60 en 70. Via dit verleden werd Brussel zich bewust van zijn waardevolle erfgoed en begon het zijn patrimonium te koesteren en te beschermen, een reflex die nog niet bij alle lokale autoriteiten aanwezig is. Vandaar het idee om ervaringen uit te wisselen met andere Europese art-nouveausteden zoals Glasgow, Wenen, Barcelona en Riga. Dit samenwerkingsverband werkt voor de helft met de Europese fondsen van het programma Cultuur 2000, en is ook mogelijk dankzij de financiële bijdrage van zijn partners, afhankelijk van hun middelen. Het is in die geest van uitwisseling en openheid dat het netwerk besliste om ook steden als lid te aanvaarden die strikt genomen niet tot Europa behoren, maar wel een gemeenschappelijke cultuur hebben en over een rijk art-nou-

veau-erfgoed beschikken, zoals Tbilisi (Georgië) en Havana (Cuba).

Om zijn acties bekend te maken en uit te bouwen, komt het Réseau Art Nouveau Network twee keer per jaar bijeen tijdens zogenaamde Historische Laboratoria (seminaries), heuse kennisuitwisselingsplatformen op Europees niveau. De conferenties en gevallenstudies bieden een combinatie van onderzoek, ervaringsuitwisseling en knowhow, zodat het programma zowel professionals als het grote publiek weet aan te spreken. Het vijfde Historische Laboratorium had half oktober plaats in Nancy en ging over een zo goed als onbekend en zelden behandeld onderwerp: "De opdrachtgevers en mecenasen van de art nouveau". Het colloquium is onderdeel van een driejarige cyclus met als titel "Art Nouveau en Maatschappij". Doel: de relaties belichten tussen art nouveau, de maatschappij anno 1900, met haar drang naar moderniteit, vernieuwing en nieuwe sociale en educatieve perspectieven (die tegelijk ook de geboorte van het socialisme inluit), en de huidige samenleving, die deze kunstvorm wil ontdekken en laten ontdekken. Dit maatschappelijke thema werd belicht vanuit zeer verschillende invalshoeken, via een hele reeks activiteiten en conferenties. Het colloquium in oktober 2005 in Brussel ging over de presentatie, promotie en verspreiding van de art-nouveau-ideeën in Europa en de rest van de wereld, via de werelddtentoonstellingen en internationale beurzen. De conferentie in mei 2007 in Como benadrukte dan weer de stedelijke dimensie van de art nouveau en de nauwe band tussen art nouveau en natuur. Heel wat Milanezen hadden in de jaren 1900 immers een buitenverblijf in Como. Het thema welzijn en gezondheid komt overigens aan bod tijdens het volgende colloquium "Een gezonde geest in een gezond lichaam", in mei 2008 in Bad Nauheim. Daarbij zullen typische art-nouveauegebouwen bestudeerd worden,



Glasgow, The Griffin
© Serge Brison



Terrassa, Trap in de toren van de Masia Freixa.
Lluís Muncunill, 1910.
© Serge Brison



Barcelona. Castell dels tres Dragons, Museum voor zoölogie. Domènech i Montaner, 1888.
© Serge Brison

zoals ziekenhuizen, gymnasia en kuurbaden. Ook kleding wordt in de kijker geplaatst, vooral dan de revolutionaire brede jurken uit die tijd.

Gewapend met die ervaring behandelde het netwerk tijdens het vijfde Historische Laboratorium het thema van de maatschappij in haar professionele en culturele aspecten. Een gevarieerd programma - met zowel verzamelaars als overheids- en privébestellingen, zakenvrouwen en kunstenaars-sponsors - belichtte de duistere wereld van de opdrachtgevers en mecenasen van de art nouveau. De gewilde diversiteit blijkt trouwens duidelijk uit de lijst van de sprekers. Ze kwamen allemaal uit de partnersteden van het netwerk, ook al heeft iedereen zijn eigen profiel en achtergrond (de museumwereld, de universitaire wereld, de zakenwereld, de restauratiesector, ...).

De activiteiten van het netwerk zijn gebaseerd op die aanpak en zijn zowel bestemd voor wetenschappers als voor amateurs, studenten, leerkrachten en kinderen. De website van het netwerk is beschikbaar in het Frans en het Engels, en wil via de verschillende rubrieken al die doelgroepen bereiken. Zo bevat ze een wetenschappelijk luik met een database van doctoraatsverhandelingen en een lijst van documentatiecentra en wetenschappelijke artikelen die vooral academici en onderzoekers zal interesseren. Het educatieve luik biedt kinderen toegang tot themawerken, zoals het *Livret de la Flore* (Bloemen- en Plantenboek) en het *Livret de la Nuit* (Boek van de Nacht), terwijl leerkrachten hier activiteitenfiches vinden om hun leerlingen warm te maken voor art nouveau, onder meer via interactieve bezoeken. Ook personen met beperkte zichtbaarheid kunnen de site raadplegen, dankzij een systeem om de teksttekens te vergroten.

Het hoofdgedeelte ten slotte richt zich tot het grote publiek en tot art-nouveauliefhebbers, met een tweemaandelijks nieuwsbrief, infopagina's over alle steden van het netwerk en hun erfgoed, een nieuwsrubriek en een overzicht van alle tentoonstellingen, bezoeken, publicaties, workshops en conferenties over art nouveau in heel de wereld. Dit deel illustreert treffend de open filosofie van het netwerk.

Anne-Sophie Riffaud



Het Réseau Art Nouveau Network:
www.artnouveau-net.eu



Werner Adriaenssens, Wit goud uit Congo.
Science Connection 9, p. 4 tot 7



Art Nouveau: Bad Nauheim en Europa
Le Réseau Art Nouveau Network photographié par Serge Brison
Van 6 november tot 14 december 2007
Goethe-instituut, 1040 Brussel

Hommage aan Henry Van de Velde
Tot 13 januari 2008
Hof Van Melijn, 3080 Tervuren



Een zomer met zuidpooltemperaturen

Toen in 1897 Adrien de Gerlache aan boord van de "Belgica" de haven van Antwerpen uitvoer, had niemand nog kunnen bepalen of onder de ijskap aan de Zuidpool nu een continent of een archipel schuilde.

Deze expeditie maakte geschiedenis door de overwintering van 15 maanden, zodat de bemanning een volledige cyclus van observaties en een groot aantal geologische en biologische specimens kon verzamelen (die nog steeds bewaard worden in het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen) en deze "terra incognita" in kaart kon brengen.

Naarmate de verkenning van de Zuidpool vorderde, won het internationale wetenschappelijk onderzoek steeds meer aan belang, in het bijzonder in de loop van het internationale geofysische jaar 1958. Toen namen een groot aantal landen, waaronder België, deel aan geofysisch onderzoek van het continent, en ze ondertekenden het Zuidpoolverdrag waarin de pool werd uitgeroepen tot continent voor vrede en wetenschap. Dat ons land dit verdrag mee heeft ondertekend is te danken aan de inspanning van Gaston de Gerlache, de zoon van de kapitein van de Belgica, die in 1957 een expeditie leidde naar de Zuidpool en de Koning Boudewijnbasis heeft opgezet aan de kust van Dronning Maud Land.



Van 1958 tot 1961 en van 1964 tot 1966 deed de Koning Boudewijnbasis, die deel uitmaakte van een internationaal netwerk, dienst als geofysisch en meteorologisch observatorium en als uitvalsbasis voor de geologische verkenning van de kust en de bergen in de buurt. Na de sluiting van de basis in 1967 werden er nog drie zomercampagnes uitgevoerd, maar in 1971 bleek het om budgettaire redenen niet meer mogelijk te zijn om nog meer expedities te organiseren.

In 1985 nam het Federaal Wetenschapsbeleid de draad van het wetenschappelijk onderzoek weer op. De regering wilde de Belgische deskundigheid in stand houden en ontwikkelen maar ook de positie van België versterken binnen het Zuidpoolverdrag.

In vierjarenfasen, waarvan de eerste (1985-1988) 1,7 miljoen euro toebedeeld kreeg en de huidige (2006-2010) 5 miljoen euro, bestuderen de wetenschappers van onze universiteiten de mariene en terrestrische (micro-)biologie, de biogeochemie, de glaciologie en de paleoklimatologie, de hydrodynamica en het zee-ijs of ook nog de mariene geofysica. Het onderzoek verloopt meestal in een internationaal kader door deelname aan campagnes die georganiseerd worden door andere landen.



Op 19 juli, aan de vooravond van de opening van het Koninklijk Paleis van Brussel voor het grote publiek, hebben koningin Paola en de hertogen van Brabant, de tentoonstelling "Wetenschap en Cultuur in het paleis" geopend, waar het Federaal Wetenschapsbeleid een maquette voorstelde van de poolbasis, die werd bezocht door zo'n 177 000 bezoekers.

Prinses Elisabeth (6 jaar) poseert trots naast de maquette van het gebouw dat haar naam draagt.



© Belga

Begin november vertrekken een honderdtal containers uit de haven van Antwerpen voor een reis van 15 000 kilometer naar Dronning Maud Land, waar de basis gebouwd zal worden tijdens de Antarctische zomers van 2007-2008 en 2008-2009.

De basis wordt gebouwd op een rotsrichel, op 173 kilometer van de kust. Vier tractoren zullen deze containers naar het Sør Rondane-gebergte slepen.

In een volgend nummer van Science Connection dat geheel gewijd zal zijn aan het poolonderzoek komen we op dit vertrek terug.



De Post heeft een nieuwe postzegel uitgebracht gewijd aan de Prinses Elisabethbasis. Deze werd op een half miljoen exemplaren gedrukt, heeft een waarde van 75 cent en werd ontworpen door François Schuiten.



Op 5 september hebben prins Filip en Alain Hubert de basis officieel ingehuldigd, voor een zeer talrijk opgekomen publiek (200 journalisten en 2000 genodigden).
© P. Demoiitié

Aan het einde van de zuidpoolzomer in 2009 zal België beschikken over zijn eigen onderzoeksstation, de "Prinses Elisabethbasis". Dit zal het eerste station zijn met "nul vervuilende uitstoot", dankzij de zonnepanelen en een reeks windmolens. De levensduur bedraagt op zijn minst 25 jaar.

Het wordt gebouwd op initiatief van de International Polar Foundation en wordt na de afwerking begin 2009 eigendom van de Belgische staat. Naast de doorlopende financiering van het onderzoek sinds 1985 zal deze er 3 miljoen euro (van de nodige 11,5) voor de bouw in geïnvesteerd hebben. Vanaf 2009 worden er doorlopend twee miljoen voor logistiek (via een poolsecretariaat) en onderzoek aan besteed.

Pierre Demoiitié

Op televisie

- Op 2 en 9 september heeft de VRT een documentaire uitgezonden die geproduceerd werd samen met het Federaal Wetenschapsbeleid: "De Belgen komen terug" en "Een basis voor de toekomst". Dit was de eerste documentaire gefilmd in HDTV (hogedefinitietelevisie) door de Vlaamse openbare omroep.
- In mei had de RTBF al een reportage uitgezonden met als titel *Paradis blanc* in het kader van het wetenschappelijke programma *Matière grise*. Op 5 september waren verschillende wetenschappers en politici aanwezig in Turn en Taxis voor de uitzending *Planète nature: La station Princesse Elisabeth*.
- www.overleven.be, www.matieregrise.tv en www.planetenature.be



Op het dak: thermische zonnepanelen (20 m²).

Op de wanden: fotovoltaïsche zonnepanelen (35kW in totaal over 300 m²).

Terras voor wetenschappelijke instrumenten, sondes, ...

Ramen bekleden slechts een klein oppervlak van de buitenkant van het station.

Het station staat op een rotsrichel. De voorkant steunt op palen met een hoogte van ongeveer 5 meter, de achterkant hangt ongeveer 2 meter boven de grond.

Aan de westkant komt de toegangskoker beneden uit in de garages, de opslagruimten en de laboratoria die in de sneeuw worden ingegraven.

De totale hoogte bedraagt 13 meter.

Acht windmolens met een vermogen van 6 kW produceren elektriciteit voor het station.

Rondom: de vertrekken voor de expeditieleden: een woonkamer, een kleine fitnesszaal, kantoren, vergaderzalen, de eetzaal, ...

De kern van het station blijft het hele jaar warm. In de winter wordt er een temperatuur van 5°C behouden. Daar bevinden zich de accu's, het afvalwaterzuiveringssysteem, en het controlesysteem.

Via een sluis komt men in de toren om naar de verdieping eronder te gaan.

Via een sluis komt men in de toren om naar de verdieping eronder te gaan.

De kern wordt gevormd door de technische ruimten: keuken, sanitair, kleine "warme" laboratoria.

Totale oppervlakte: 400 m²
Totale massa: 200 ton
Bemanning: 12 personen (maar de basis kan al gerund worden met een beperkt team van 4 personen).
Eerste wetenschappelijk seizoen: **Antarctische zomer 2008**.
De gemiddelde temperatuur varieert tussen 18 en 20°C als het station bewoond is.

De Nationale Plantentuin

Nu duurzame ontwikkeling - volkomen terecht - is uitgegroeid tot een belangrijk agendapunt, worden de natuurwetenschappen steeds meer bevestigd door alle maatschappelijke actoren, vooral dan de wetenschappen die de biodiversiteit en de werking van de ecosystemen bestuderen. Deze disciplines kennen trouwens een indrukwekkende groei. Dat is te danken aan twee factoren. Enerzijds het feit dat de gensequenties van levende wezens ondertussen beschikbaar zijn en er nieuwe methoden zijn ontwikkeld om ze te interpreteren, om op die manier de geschiedenis van het leven (fylogenie) te reconstrueren. Anderzijds het feit dat een hele reeks essentiële gegevens over leefmilieus toegankelijk zijn geworden. Onder meer via satellieten, waarmee de evolutie van die milieus als reactie op menselijke invloeden beter gesimuleerd kan worden (ecologie en biologie voor natuurbehoud).

In ons land zijn zowel het fundamentele als het toegepaste onderzoek in de natuurwetenschappen vooral geconcentreerd in

in de tropische gebieden, en zullen de komende decennia dan ook essentiële onderzoeksinstrumenten blijven voor het behoud van het natuurlijke erfgoed. Onlangs hebben de twee grote taalgemeenschappen van het land een aantal jonge onderzoekers aangeworven, waardoor er zeer waardevolle en veelbelovende onderzoeksprogramma's en -netwerken konden worden ontwikkeld. Aan die programma's werken verschillende universitaire diensten mee, waaronder de door ons geleide diensten. De NPB beheert ook bijzonder waardevolle collecties en documentatie inzake plantaardige biodiversiteit in België, en onze studenten en onderzoekers maken volop gebruik van zijn didactische hulpmiddelen.

Vandaar dat we ervoor willen pleiten om de NPB te bevestigen in zijn statuut van federale instelling en onder te brengen in de "Natuurpool" van het Federaal Wetenschapsbeleid, naast het KBIN en het KMMA. Op die manier kunnen alle natuurwetenschappelijke disciplines, collecties, bibliotheken en vooral onder-

moet voor iedereen toegankelijk blijven

de universiteiten en in de federale wetenschappelijke en culturele instellingen. Deze vallen onder het Federaal Wetenschapsbeleid en zijn gevestigd in Brussel of de onmiddellijke omgeving. Bij die federale instellingen vinden we onder meer het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen (KBIN) en het Koninklijk Museum voor Midden-Afrika (KMMA). Hun expertise en hun onderzoekswerk inzake natuurwetenschappen, vooral in Afrika ten zuiden van de Sahara, genieten wereldfaam, en we zijn allemaal trots op hun succes.

Ook de Nationale Plantentuin van België (NPB) in Meise ontwikkelt natuurwetenschappelijke onderzoeks- en kennisverspreidingsprogramma's van hoog niveau en heeft eveneens een belangrijk zwaartepunt in Afrika. Om historische redenen, die te maken hebben met de verschillende fasen van de staatsvorming, is de NPB verbonden gebleven aan het (federale) ministerie van Landbouw. Vandaag is de NPB zelfs het enige onderdeel van dat ministerie dat niet geregionaliseerd of volledig gereorganiseerd is. De tuin is ondertussen de inzet geworden van een institutioneel debat waaraan ook wij een nuttige bijdrage menen te kunnen leveren. De NPB beschikt immers over heel wat troeven en speelt dan ook een essentiële onderzoeks- en kennisverspreidende rol op het gebied van plantkunde, vooral in equatoriaal Afrika.

De NPB beschikt over unieke herbariumcollecties, zowel kwantitatief (miljoenen specimina) als kwalitatief (standaardcollecties). Iedereen is het er dan ook wereldwijd over eens dat de NPB het belangrijkste centrum is voor plantkundig onderzoek in equatoriaal Afrika. De tuin kan ook bogen op een ongeëvenaard documentatiecentrum in hetzelfde domein. Deze collecties vertegenwoordigen meer dan 90 % van de mondiale biodiversiteit

zoekers gegroepeerd en op elkaar afgestemd worden op federaal niveau. Die beleids optie sluit aan bij de steun die het Federaal Wetenschapsbeleid geeft aan een reeks onderzoeksprojecten over biodiversiteit. Dankzij die projecten kunnen de wetenschapsteams zich zowel in het noorden als het zuiden van het land organiseren in kennisnetwerken die kunnen concurreren met de rest van de wereld.

Laten we duidelijk zijn: geen enkele van de ondertekenaars van dit opiniestuk wil terug naar het unitaire België van weleer. Vragen om het federale statuut van de NPB te bevestigen en deze vermaarde instelling te integreren in het Federaal Wetenschapsbeleid, heeft dan ook niets te maken met nostalgie of immobilisme. Het is uitsluitend een kwestie van gezond verstand.

We kennen allemaal de vier lastige trappen die de financiering van ons onderzoek moet doorlopen (gewestelijk-communautair-federaal-Europees), zonder het nog te hebben over privékapitaal (dat helaas schaarser is in de natuurwetenschappen). En we weten vooral hoe weinig geld er besteed wordt om de biodiversiteit en de ecologie van de intertropische gebieden te beschermen, en aan de menselijke ontwikkeling die deze gebieden volkomen terecht claimen. Dat is ongetwijfeld de kern van het debat, dus moeten we er ook resoluut voor pleiten om dit debat te openen!

Anne-Laure Jacquemart, Jean-Louis Doucet, Grégory Mahy, Olivier Hardy, Pierre Meerts, Emmanuël Sérusiaux en Alain Vanderpoorten

Dit opinieartikel verscheen in *Le Soir* van vrijdag 24 augustus 2007.

Musea van heinde en ver : München

Begin oktober stond de Beierse hoofdstad volledig in het teken van de bierfeesten: het beroemde *Oktoberfest*. Er kwamen zo'n zes miljoen bezoekers op af (die samen bijna evenveel liter bier dronken...), wat er tegelijk het grootste volksfeest ter wereld van maakt.



Afgezien van dit folkloreaspect is München ook de derde grootste stad van Duitsland, na Berlijn en Hamburg. Het telt 1,3 miljoen inwoners en herbergt de hoofdzetel van 80 000 bedrijven, waaronder autoconstructeurs, fabrikanten van elektrische huishoudtoestellen, ...

De stad telt ook heel wat musea, waaronder het beroemde **Deutsches Museum** (opgericht in 1903), dat jaarlijks 1,3 miljoen bezoekers over de vloer krijgt. Het museum heeft een oppervlakte van 47 000 m² en belicht zo'n vijftig thema's, van werktuigmachines tot glastechnieken, chemie en telecommunicatie.

Het museum heeft ook twee bijhuizen. In het ene wordt de mobiliteit voorgesteld in samenhang met transport, infrastructuur, ruimtelijke ordening en de gebruikers. Het andere staat in het teken van de luchtvaart en stelt vliegtuigen, helikopters, motoren, simulators, ... tentoon. Het museum bezit in totaal 100 000 stukken, waaronder enkele unieke exemplaren (zoals het allereerste vliegtuig van de gebroeders Wright). Deze uitzonderlijke voorwerpen zijn gebundeld in een catalogus met als titel *Masterworks from the Deutsches Museum*. Het museum is ook een onderzoeksinstituut en werkt samen met de universiteiten van de stad.

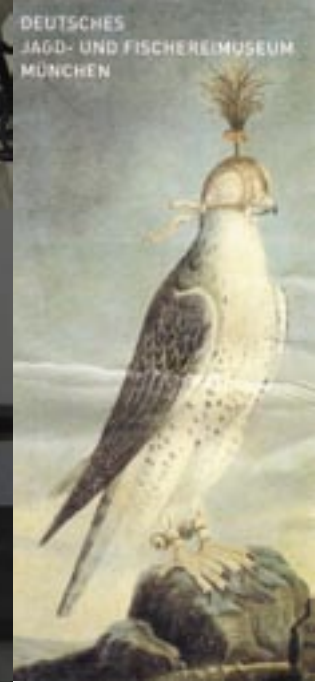
Het bevat ook een gespecialiseerd archief over de geschiedenis van wetenschap en techniek, met in totaal zowat 4,5 kilometer rekken.

Het Deutsches Museum ten slotte toont 100 knappe staaltjes van onderzoek en techniek in het Duitsland na 1945.

Een drieluik: de Pinakothek, met drie musea: de **Alte Pinakothek** (Europese schilderkunst van de 14de tot de 18de eeuw: 800 werken, waaronder een aantal van Rogier van der Weyden, Van Dyck, Rubens, Jordaens, Titiaan en Rembrandt), de **Neue Pinakothek** (18de-20ste eeuw) en de **Pinakothek der Moderne**.

Die laatste opende haar deuren in 2002, heeft een expositieruimte van ongeveer





12.000 m² en trok meteen heel wat bezoekers. De Pinakothek der Moderne behoort tot de belangrijkste musea van Duitsland en belicht verschillende disciplines: schilderkunst, beeldhouwkunst, architectuur, ...

De toegangsprijzen zijn vrij laag: van 5,5 tot 9,5 euro, afhankelijk van het museum.

Het Stedelijk Museum (**Münchner Stadtmuseum**) werd gebouwd in 1888. Het toont allerlei voorwerpen die verband houden met de geschiedenis van de stad, van de middeleeuwen tot vandaag. Het geheel is bijzonder eclectisch, om niet te zeggen ietwat chaotisch. Zo vind je er zowel een 2000-tal muziekinstrumenten als marionetten en kermisobjecten. Bij de permanente tentoonstellingen is er een verrassende collectie te zien die de ontwikkeling schetst van het nationaalsocialisme van 1918 tot 1945.

Nog verrassender is het **Deutsches Jagd- und Fischereimuseum** (Jacht- en Visserijmuseum). Het ligt in het hart van de stad, is ondergebracht in een voormalige Augustijnenkerk en wordt bewaakt door een gigantisch bronzen everzwijn. Naast jachttrofeeën zijn hier ook een indrukwekkende wapencollectie en tal van opgezette dieren (in een beschilderd decor) te bewonderen. Het museum is in minder dan een uur te bezoeken.



Pierre Demoitie

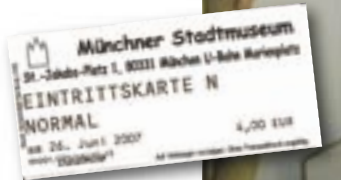


Het Deutsches Museum:
www.deutsches-museum.de

De Pinakotheken:
www.pinakothek.de

Het Münchner Stadtmuseum:
www.stadtmuseum-online.de

Het Deutsches Jagd- und Fischereimuseum:
www.jagd-fischerei-museum.de



Focus op sites

In dit nummer zetten we drie Federale wetenschappelijke instellingen en hun nieuwe websites in de schijnwerpers.



Koninklijk Meteorologisch Instituut van België

De website van het Koninklijk Meteorologisch Instituut (KMI) viel steeds op door de voortdurend toenemende rijkdom van zijn inhoud. Ongelukkig genoeg begon dit na verloop van tijd het navigeren van de site te bemoeilijken en werd het voor bezoekers steeds moeilijker om de gezochte informatie te vinden. Nieuwig-

heden bleven onopgemerkt en het publiek was niet op de hoogte van nochtans nuttige diensten... Sinds afgelopen zomer biedt het KMI ons echter een volledig herwerkte website aan met een voorbeeldige ergonomie en leesbaarheid. De verschillende rubrieken zijn weloverwogen gestructureerd, het geheel maakt op het scherm een sobere en aangename indruk, en een versie met contrasterendere kleuren maakt het lezen nog gemakkelijker.

Het belangrijkste is natuurlijk de steeds rijkere inhoud, gaande van de weersvoorspelling van de dag tot klimatologische overzichten (voor het jaar, het seizoen, de maand), observaties (elk uur in heel het land) en publicaties (online te bestellen of, voor het grootste deel, gratis te downloaden). Een hele reeks verdere diensten en informatie, teveel om op te noemen, wachten de bezoeker. We wijzen nog snel even op het waarschuwingssysteem voor hevige regenbuien, sneeuw of ijzel, windstoten en stormen in België.

Talen: Nederlands, Frans, Duits en Engels



Het Algemeen Rijksarchief

Ook bij het Rijksarchief werd deze zomer grote kuis gehouden. Het resultaat is een volledig herwerkte en op alle vlakken verbeterde website: inhoud, overzichtelijkheid, doeltreffendheid. De inhoud die reeds aanwezig was, werd gereorganiseerd en een groot aantal nieuwe catalogi werden toegevoegd. Het is nu mogelijk in de catalogi van het volledige Rijksarchief te zoeken, via de algemene zowel als de provinciale catalogi.

Ook de catalogus van de bibliotheek staat online (hoewel hier een iets uitgebreidere handleiding welkom zou zijn) net als een instrument voor het opzoeken van personen, voor wie geïnteresseerd is in genealogie. Er zijn nog geen gegevens voor de totaliteit van België beschikbaar voor deze opzoekingen, maar het systeem is ogestart en bijkomende data zijn welkom.

Bovendien zijn er reeds een aantal gedigitaliseerde archieven online beschikbaar, zoals de verslagen van Ministerraden van 1914 tot 1949 en het Plisnierfonds. Verder is er nu ook een nieuwsbrief met onderwerpen zoals nieuwe aanwinsten, nieuws van het algemeen archief en de provinciale archieven, ... beschikbaar op de vernieuwde website of, na inschrijving, via e-mail. De vertaling van de site naar het Duits en het Engels is bezig, en nieuwe informatie en gegevens om de reeds aanwezige aan te vullen, worden verwacht.

Talen: Nederlands, Frans, Duits, Engels



Studie- en Documentatiecentrum Oorlog en Hedendaagse Maatschappij

We hebben het in deze rubriek nog nooit gehad over het Studie- en Documentatiecentrum Oorlog en Hedendaagse Maatschappij. Nochtans illustreert de recente publicatie *Gewillig België* (12 september 2007) hoe interessant het onderzoek van dit Centrum is, ook voor het grote publiek.



Voor onderzoekers die zich over de conflicten van de 20ste eeuw en hun repercussies in België buigen, herbergt de site een schat aan informatie. De website maakt gebruik van het Pallas-systeem, nu 10 jaar oud, om zoekopdrachten uit te voeren in de bibliotheek, de archieven en de fototheek van het SOMA. Het is vooral deze beeldbank met zijn 300 000 foto's, waarvan er 160 000 gedigitaliseerd zijn, die door internetgebruikers wordt opgezocht sinds de catalogus online kwam.

Verder vindt men er ook de nieuwsbrief *Bijdragen tot de Eigentijdse Geschiedenis*. De eerste 16 nummers zijn volledig beschikbaar, voor de laatste uitgaven staan enkel samenvattingen van de artikelen online.

Talen: Nederlands, Frans, Engels





International Heliophysical Year 2007

Door het Belgisch Instituut voor Ruimte-Aeronomie (BIRA)

Het Internationaal Heliosferisch Jaar heeft als doel onze kennis te verdiepen over de zon en de invloed die deze op onze planeet en de heliosfeer uitoefent. Ook wil men via deze weg de ruimtewetenschappen in het algemeen promoten. De coördinatie ligt in de handen van het Centrum voor Plasma-Astrofysica van de KULeuven. De drie instellingen van de Ruimtepool van het Federaal Wetenschapsbeleid (het Koninklijk Meteorologisch Instituut, de Koninklijke Sterrenwacht van België en het BIRA) werken mee.

Talen: Nederlands, Frans en Engels



Scriptorium

Door de Koninklijke Bibliotheek van België

Scriptorium is een internationaal tijdschrift gewijd aan de studie van middeleeuwse handschriften. Men vindt er artikelen over alle aspecten van manuscripten, gaande van de materiële (drager, paleografie, boekband, ...) tot de meest algemene (culturele context, bibliografie, ...). Het tweede luik van het Scriptorium, het *Bulletin codicologique*, publiceert kritische besprekingen van artikelen en boeken over de studie van handschriften.

Sinds 2002 is Scriptorium op internet beschikbaar met een website die voor codicologen bijzonder interessante bronnen biedt: een indrukwekkende catalogus van meer dan 240 000 referenties naar manuscripten waar in het tijdschrift naar wordt verwezen, een cartografische index van artikelen uit het *Bulletin codicologique* die tot 2000 teruggaat, en een samenvatting van alle artikelen die in het Bulletin werden besproken. Scriptorium, ondergebracht bij de Koninklijke Bibliotheek van België, wordt ook door de Franse Gemeenschap en het Brussels Gewest gesteund.

Talen: Nederlands, Frans, Duits, Engels



Denis Renard

En verder ...

Jobs in België voor Europese onderzoekers

Door de Europese Commissie

Werkaanbiedingen in België die op de Europese portaalsite voor mobiliteit van onderzoekers verschijnen, zijn ook terug te vinden op deze nationale websites.



www.era-careers-belgium.be

www.research.be (onder de rubriek «R&D activiteiten/jobs voor onderzoekers»)

Jeugd en Wetenschap van België viert 50ste verjaardag

We schrijven 1957...

Een groep leerlingen en leerkrachten van het Gemeentelijk Atheneum Fernand Blum in Brussel, stuk voor stuk wetenschapsfanaten, richt de *Jeunesses scientifiques de Belgique* (Jeugd en Wetenschap van België) op. Afstappen van het klassieke ex cathedra-onderwijs, laboratoriumwerk doen en wetenschappelijke excursies organiseren: dat zijn de hoofddoelstellingen van de kersverse vereniging. Die kan na die 50 jaar bogen op een rijke geschiedenis. Projecten in lagere scholen, begeleiding van probleemleerlingen, organisatie van een paar duizend stages, workshops, buitenschoolse wetenschapsclubs, wedstrijden (Philips, Shell, ...), lancering van regionale en nationale tentoonstellingen (Expo-Sciences), ...

De nodige middelen vrijmaken om wetenschappelijke informatie te verspreiden naar jongeren, hen opleidingen aanbieden, hen warm maken voor wetenschap en technologie en hen zonder enige vorm van elitarisme vormen tot geïnformeerde en verantwoordelijke burgers: dat zijn meer dan ooit de missies waar deze jongerenorganisatie onverminderd voor ijvert.

Van 4 oktober 2007 tot 6 januari 2008 staan de Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis in het teken van de wetenschappen en de belangrijkste technologische uitvindingen. Op die manier viert men met de nodige luister de vijftigste verjaardag van de vereniging vieren. XPO2: zo luidt de titel van een tentoonstelling voor jongeren en het grote publiek die drie maanden lang uitpakt met een hele reeks educatieve en ludieke activiteiten. De verschillende tentoonstellingszalen belichten de wetenschap vanuit originele en leuke invalshoeken, en loodsen jong en oud door een wereld vol sensaties en boeiende ontdekkingen. Van de nieuwste communicatiemiddelen tot wiskunde, astronomie, luchtvaart en moleculaire keukenrecepten: de bezoekers zullen hier ontdekken dat achter elk voorwerp - zelfs het banaalste - diverse wetenschappen schuilgaan.

Drie maanden lang staan allerlei opvallende evenementen op het programma, waaronder thema-avonden, panelgesprekken, wedstrijden, wetenschappelijke en sportieve activiteiten, ... Kortom, er zal geen plaats zijn voor verveling in het Jubelpark, wel integendeel!

De zeven ruimten van XPO2

Als start van het parcours kan de bezoeker een bizarre machine bewonderen: een prachtige oude koets die ingebouwd zit in de basisonderdelen van een moderne wagen. Geschiedenis en wetenschappelijk-technologische ontwikkeling gaan op XPO2 hand in hand.

■ Communicatieruimte

Achter een muur die is opgebouwd uit schermen wordt een opnamestudio van het tv-journaal nagebouwd. De bezoeker

kan er de plaats innemen van de nieuwslezer en zijn eigen journaal opnemen. Je vindt er ook andere communicatie-instrumenten: camera's, telefoons (van het oudste model tot de gsm), oude radio's en tv's, walkmen, ...

■ Wereld- en klimaatruimte

De bezoeker belandt in een wereld van buitenmaatse natuurelementen. Hij treft er voorwerpen aan zoals kompassen, sextanten, passers, gps-systemen, ... Hij maakt er kennis met de technologische nieuwigheden van het poolstation op Antarctica en moet er extreme weersomstandigheden trotseren.

■ Gastromol

Proef in een hightechsfeer van 100 % chemische en originele bereidingen, en smul van de moleculaire keuken. Deze ruimte is zowat volgestouwd met de scheikundige formules waaruit de gebruikte producten zijn samengesteld.

■ Ruimte van het zichtbare en het onzichtbare

Hoe maak je het onzichtbare zichtbaar? In een donkere kamer ontwaart de bezoeker kleurrijke röntgenfoto's op het plafond, scannerbeelden van de binnenkant van Egyptische mummies, microscopen, infraroodcamera's, ... Een deel van deze ruimte staat in het teken van de wiskunde, de «wetenschap van het onzichtbare», met haar oude en moderne hersenbrekers.

■ Kosmos en universum

Eerst stap je in een ruimteschip om ons universum te verkennen. Je kunt er astronautenpakken bewonderen, en foto's en films van raketlanceringen bekijken. Vervolgens is het al tijdsberekening wat de klok slaat, via een hele reeks horloges, oude klokken, zonnewijzers, ...

■ Experimenteeruimte

Hier staan oude voorwerpen uitgestald, plus hun eigentijds en geperfectioneerd equivalent: kleding, schoenen, sportaccessoires, schilderijen, spellen, chirurgische instrumenten, ... Tot slot zijn er enkele experimenteertafels waar de bezoekers zich onder begeleiding aan enkele fysische, chemische, biologische en wiskundige experimenten kunnen wagen.

■ Auditorium

Deze ruimte met een podium met scherm en lange overlopen die toegankelijk zijn voor de bezoekers, dient als decor voor voordrachten, vertoningen van wetenschappelijke films, ...

Gaëtane Van Caubergh

 Meer
www.xpo2pi.be



Postzegel

België speelde altijd een prominente rol bij het ontstaan van de moderne wetenschap. Pioniers als Vesalius, Mercator en Stevin legden de grondslagen van de wetenschappelijke methode en genoten terecht internationale faam. Aan het begin van de 21ste eeuw speelt de Belgische wetenschap opnieuw een rol van betekenis op de internationale scène. De ondersteuning van het wetenschappelijk onderzoek is een topprioriteit van de Belgische overheid en ligt aan de basis van onze economische en sociale toekomst.

Wetenschap mocht in de filateliereeks *This is Belgium* duidelijk niet ontbreken. Negen vooraanstaande Belgische wetenschappers werden geselecteerd op grond van hun nationale en internationale erkenning. De bij het grote publiek bekendste naam is Paul Janssen, stichter van het gelijknamige farmaceutisch bedrijf met wereldfaam. Ook Marc van Montagu, pionier van het biotechnologisch onderzoek kreeg een plaats bij de negen. Het medisch onderzoek is vertegenwoordigd door Peter Carmeliet, al jarenlang de internationale autoriteit op het gebied van de bloedvatvorming. Het klimatologisch onderzoek van André Berger ligt mede aan de basis van onze bezorgdheid over klimaatwijzigingen.

Op de lijst komen drie vrouwen voor. De juriste en antropologe Marie-Claire Foblets werd bekend om haar onder-

zoek over de juridische situatie van allochtone gemeenschappen. Lise Thiry zette zich als virologe en senator in voor de strijd tegen AIDS. Chris Van den Wyngaert werd om haar wetenschappelijke expertise aangesteld als permanent rechter bij het Internationale Joegoslaviëtribunaal in Den Haag.

De samenhang tussen wetenschap en maatschappelijke verantwoordelijkheid is een belangrijk thema in de hedendaagse wetenschap. Dat illustreert de filosoof Philippe Van Parijs, die met zijn originele standpunten over sociale rechtvaardigheid het maatschappelijk debat mee vorm gegeven heeft. Ten slotte wordt met Pierre René Deligne, een topwiskundige die al door meerdere prijzen internationaal werd gelauwerd, de nadruk gelegd op de grote rol van fundamenteel onderzoek.

De negen zegels werden ontworpen door Els Vandevyvere, die vroeger al tekende voor zegels rond het thema sport. Wetenschap was nieuw voor haar. Zij vertrok van de negen bollen van het Atomium, een monument in de vorm van een ijzeratoom. Bijzonder moeilijk was het om alle negen bollen volledig zichtbaar en even groot af te beelden. Door met het perspectief en met het kleurverloop van de staven te spelen, slaagde ze erin het juist optisch effect te creëren en toch de bollen een gelijke grootte te geven op alle zegels.

(bron: *De Post*)

Beenderen

Beenderen van een skelet van een wolharige mammoet werden in Roeselare ontdekt tijdens archeologische opzoekingen door het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen. Het dier zou 10 000 à 115 000 jaar geleden in de streek geleefd hebben. De ontdekking dateert al van enkele jaren geleden maar de oorsprong van de beenderen moest verder onderzocht worden wat tijd in beslag nam. Een van de opgegraven beenderen is het schouderblad van een mammoet.

(bron: *Belga*)



Erratum

Er sloop een foutje in de bijdrage "Het ontluiken van leven op aarde: wanneer?" (*Science Connection* 15 van februari 2007). De legende bij de foto moet zijn: "De massaspectrometer van het merk Nu (ULB-KMMA) die werd gebruikt om de isotopische samenstellingen van Si te meten. Dit instrument kon verworven worden dankzij de financiële steun van het NFWO (NFWO-contractnummer 2.4.512.00F), de Franse Gemeenschap (ARC-ULB), de ULB, Lotto en het Federaal Wetenschapsbeleid. De auteur dankt al deze instellingen."

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

CONFERENTIES EN COLLOQUIA

- **16 november 2007**
De Europese cartografie (in het kader van de tentoonstelling *Formatting Europe – Mapping a Continent*)
Koninklijke Bibliotheek van België in samenwerking met de Brussels International Map Collectors' Circle (BIMCC) (Meer: www.kbr.be en www.bimcc.org)
- **29 november 2007**
L'économie publique et l'économie sociale et coopérative 50 ans après: quelles perspectives d'avenir ?
Luik (Palais des congrès)
(Meer: www.ulg.ac.be/ciriec)
- **29 november 2007**
Is it wrong to teach what is right and right? Is it (still) part of a university's job to teach its students moral standards and social responsibility?
Universitaire Stichting
(Meer: www.universitairestichting.be)
- **10 december 2007**
Post war Europe's shifting colonial policies and non indigenous penetration in overseas territories.
Studie- en Documentatiecentrum Oorlog en Hedendaagse Maatschappij
(Meer: www.cegesoma.be)
- **11 december 2007**
Belnet Networking Conference 2007
Brussel (Hotel Husa President Park)
(Meer: www.bnc.belnet.be)
- **van 15 tot 17 december 2007**
[Planet] Attitude
Brussel (Tour & Taxis)
(Meer: www.planetattitude.eu)

Koninklijk Museum voor Midden-Afrika

- **tot 31 augustus 2008**
Hou 't vast! Hout en woud in Afrika.

Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis

- **tot 2 december 2007**
Een prinselijke hobby. De ateliers van Karel van Lotharingen
- **tot 30 december 2007**
België op opticaprenten in de 18de en 19de eeuw
- **tot 6 januari 2008**
Xpo 2
(Meer: www.xpo2pi.be)
- **van 12 oktober 2007 tot 6 januari 2008**
Taniguchi: wanneer de manga droomt van het Westen
- **van 14 december 2007 tot 27 april 2008**
Schoonheid - enkelvoud - meervoud
- **van 6 december 2007 tot 27 april 2008**
Van Gilgamesj tot Zenobia
- **tot 20 april 2008**
Onder dak in China. Oude architectuurmodellen uit het Henan Museum
- **tot 31 oktober 2008**
In de voetsporen van de indianen
Museum voor blinden

Koninklijke Musea voor Schone Kunsten van België

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

TENTOONSTELLINGEN

Koninklijke Bibliotheek van België

- **van 17 november 2007 tot 8 februari 2008** € 0
Formatting Europe – Mapping a Continent
- **tot 30 november 2007** € 0
SANCTVS/HAGIOS. Bollandisten, Heiligen en Legendes. Vier eeuwen onderzoek

€ 0 : Gratis toegang

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

- **tot maart 2009**
Antarctica
(Meer: www.pass.be)

Planetarium

- **tot mei 2008**
De zon € 0
(Meer: www.planetarium.be)

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 0 4
	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 Planetarium van de Koninklijke Sterrenwacht van België www.planetarium.be + (32) (0)2 474 70 50
	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 Academie voor Overzeese Wetenschappen users.skynet.be/kaowarsom + (32) (0)2 538 02 11
	Het Von Karman Instituut www.vki.ac.be + (32) (0)2 359 96 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)2 551 19 00
	De Academia Belgica www.academiabelgica.it + (39) (06) 320 18 89
	De Stichting Biermans-Lapôte + (33) (01) 40 78 72 00
	De Koninklijke Academiën voor Wetenschappen en Kunsten van België www.kvab.be + (32) (0)2 550 23 23

Science Connection is het gratis magazine van het Federaal Wetenschapsbeleid

Verantwoordelijke uitgever:

Dr. Philippe METTENS, Wetenschapsstraat 8, 1000 Brussel

Coördinatie:

Pierre DEMOITIE (F) en Patrick RIBOUVILLE (N)
+ (32) (0)2 238 34 11
scienceconnection@belspo.be
www.scienceconnection.be

Werken mee aan dit nummer:

Hans BEECKMAN (Koninklijk Museum voor Midden-Afrika), Ilse BOEREN (Koninklijk Museum voor Midden-Afrika), Madeleine BRILOT (Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis), Camille COURALET (Koninklijk Museum voor Midden-Afrika), Veerle CUSTERS (Belnet), Claudine DELTOUR-LEVIE (Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis), Pierre DEMOITIE (Federaal Wetenschapsbeleid), Maaike DE RIDDER (Koninklijk Museum voor Midden-Afrika), Jean- Louis DOUCET (*Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux*), Aline DUVIVIER (Koninklijke Bibliotheek van België), Anne-Laure JACQUEMART (*Université catholique de Louvain*), Olivier HARDY (*Université libre de Bruxelles*), Grégory MAHY (*Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux*), Pierre MEERTS (*Université libre de Bruxelles/Nationale Plantentuin van België*), Bart MUYLS (Katholieke Universiteit Leuven), Denis RENARD (Dienst voor wetenschappelijke en technische informatie), Patrick RIBOUVILLE (Federaal Wetenschapsbeleid), Anne-Sophie RIFFAUD (Réseau Art Nouveau Network), Nele SCHMITZ (Koninklijk Museum voor Midden-Afrika), Emmanuel SÉRUSIAUX (*Université de Liège*), Wim TAVERNIER (Koninklijk Museum voor Midden-Afrika), Benjamin TOIRAMBE (Koninklijk Museum voor Midden-Afrika), Gaëtane VAN CAUBERGH (Jeugd en Wetenschap van België), Alain VANDERPOORTEN (*Université de Liège*), Anouk VERHEYDEN (Koninklijk Museum voor Midden-Afrika).

Abonnement:

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

Science Connection staat in pdf-formaat op www.belspo.be en wordt gedrukt met plantaardige inkt en op milieuvriendelijk papier.

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

Lay out en druk:

www.gevaertgraphics.be

Het volgende nummer verschijnt in december 2007.

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

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

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

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

© Federaal Wetenschapsbeleid 2007.
Reproductie is toegelaten mits bronvermelding.

Mag niet worden verkocht.



Musées royaux
des Beaux-Arts
de Belgique

Koninklijke Musea
voor Schone Kunsten
van België

3, rue de la Régence | Regentschapsstraat 3
1000 Bruxelles | Brussel — T +32(0)2 508 33 33
www.expo-rubens.be

Rubens

14 09 07
27 01 08

L'ATELIER DU GÉNIE
EEN GENIE AAN HET WERK



61 *Space* connection



Heliofysisch onderzoek in België

De zon en haar invloed op de aarde



Het Internationaal Heliofysisch Jaar 2007

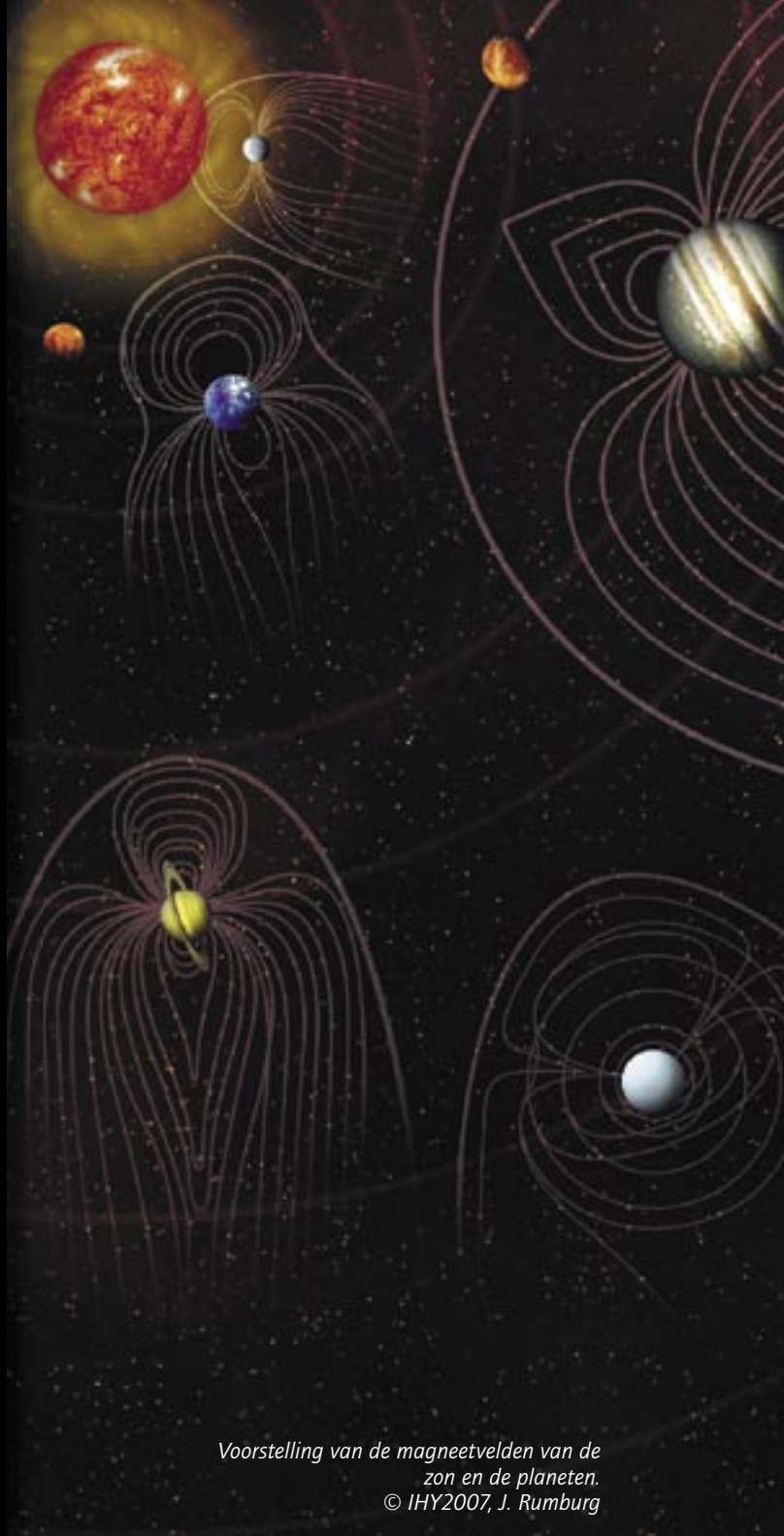
In 1957 werd, geïnspireerd door de Internationale Pooljaren van 1882 en 1932, een groots programma van wetenschappelijk onderzoek opgezet om de aarde en haar nabije omgeving te onderzoeken. Het jaar 1957 kreeg de naam "Internationaal Geofysisch Jaar". Nu, 50 jaar later, heeft de wetenschappelijke gemeenschap, met steun van de Verenigde Naties, het jaar 2007 uitgeroepen tot Internationaal Heliofysisch Jaar. Geofysica wordt nu uitgebreid tot heliofysica, waarbij niet alleen de studie van de zon (Helios) aan bod komt, maar ook alle interactie van de zon met de aarde en haar ruime omgeving. De activiteiten in het kader van dit Internationaal Heliofysisch Jaar gaan van internationale symposia tot lokale pr-activiteiten. De bedoeling van dit initiatief is niet alleen het stimuleren van het wetenschappelijk onderzoek in deze branche maar ook het tonen van de schoonheid, de relevantie en de betekenis van de ruimte- en aardwetenschappen aan de wereld.

In dit nummer van *Space Connection* staat de zon, haar omgeving en de onderlinge interactie centraal. Het onderzoek en de dienstverlening in dit kader in een aantal Belgische instituten wordt beschreven. Met deze instituten kon men nader kennismaken op de opendagen van de Ruimtepool in Ukkel op 6 en 7 oktober 2007. De topics van het Internationaal Heliofysisch Jaar stonden er speciaal in de kijker. De zon is ook het onderwerp van een tentoonstelling in het Planetarium van de Koninklijke Sterrenwacht.



Foto voorpagina:
De zon blaast een
reusachtige CME de
ruimte in.

Een gecombineerd beeld
van de instrumenten
LASCO en EIT aan boord
van de satelliet SOHO.
© NASA/ESA



Voorstelling van de magnetevelden van de
zon en de planeten.
© IHY2007, J. Rumburg

Plasma

Een plasma is een sterk geïoniseerd gas dat bestaat uit elektrisch geladen deeltjes: ionen (met een positieve lading) en elektronen (met een negatieve lading) en ook neutrale deeltjes. Plasma is de vierde aggregatietoestand van materie, naast vaste stoffen, vloeistoffen en normale gassen. In ons dagelijks leven vinden we plasma's bijvoorbeeld in televisies of tl-lampen. Plasma's in de ruimte zijn wel een tikkeltje speciaal: ze zijn zeer ijl en ze worden doordrongen door een magnetisch veld. Het woord 'plasma' komt van het Grieks en betekent 'vervormbare materie'.

Het *Solar Influences Data analysis Center* van de Koninklijke Sterrenwacht van België

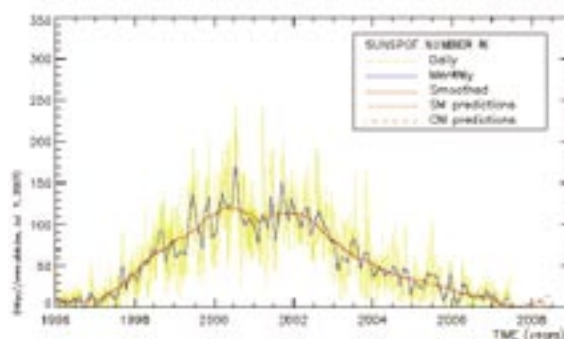
De zon, *Helios*, *sol*,... er bestaan vele namen voor dat ene hemel-object dat letterlijk dagelijks aanwezig is en de warmte- en lichtbron bij uitstek is voor de aarde. Voor het SIDC, het *Solar Influences Data analysis Center*, gevestigd op de Koninklijke Sterrenwacht van België, is de zon het zwaartepunt van haar wetenschappelijke activiteiten, zelfs als ze verscholen is achter een dik wolkendek.

Het zonnevlekkengetal

Het SIDC is sinds 1981 het *World Data Center for the Sunspot Index*. Het zonnevlekkengetal is de oudste en meest bekende maatstaf voor de zonneactiviteit die zich weerspiegelt in de 11-jarige cyclus van de zon. Het mooie aan deze index is dat deze eenvoudig waar te nemen is vanop aarde en daarom toegankelijk is voor iedereen. Het SIDC verzamelt de zonnevlekkengetallen van waarnemers uit de hele wereld en berekent het Internationale Zonnevlekkengetal R_z . Het lijkt simpel en toch is het R_z wetenschappelijk erg waardevol, onder meer dankzij het feit dat deze index zeer ver teruggaat in het verleden. Sinds het begin van de 17de eeuw werden er al waarnemingen gedaan.

Ruimteweer

Naast het zonnevlekkengetal, zijn er nog andere indicatoren van de variabiliteit van de zon en in het bijzonder van haar buitenste atmosfeer, de corona. Als we de zon bekijken in



andere golflengten dan het zichtbare licht dan zien we een plasma dat gedirigeerd wordt door magnetische structuren zoals lussen. Dit krachtveld dat voortdurend in beweging is, zorgt voor fascinerende en vooral adembenemende fenomenen zoals de energetische coronale massa-uitstoten (*coronal mass ejections*, *CME's*, zie kader op pagina's 10 en 11).

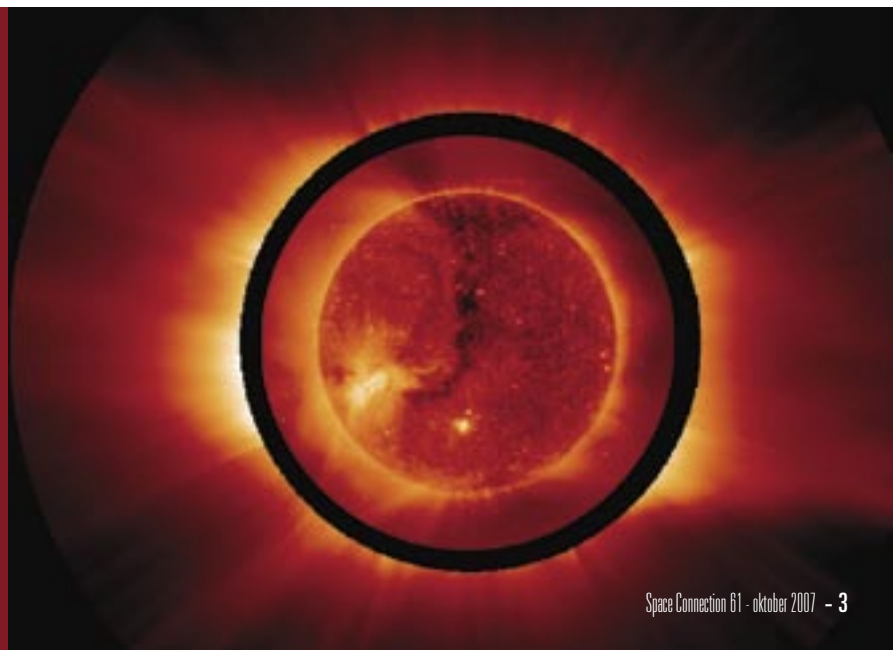
De aarde bevindt zich voortdurend in de invloedssfeer van de zon. Het is de zon die de hoofdrolspeler is in het ruimteweer dat onze aarde en haar technologische systemen beïnvloedt. Ruimteweer is een nieuwe en bloeiende interdisciplinaire wetenschap. In 2000 ging het SIDC een nieuwe uitdaging aan en werd het een *Regional Warning Center* (RWC) for Western Europe: een mijlpaal in de geschiedenis van het SIDC. Een RWC is een centrum van de *International Space Environment Service* (ISES) waar het ruimteweer

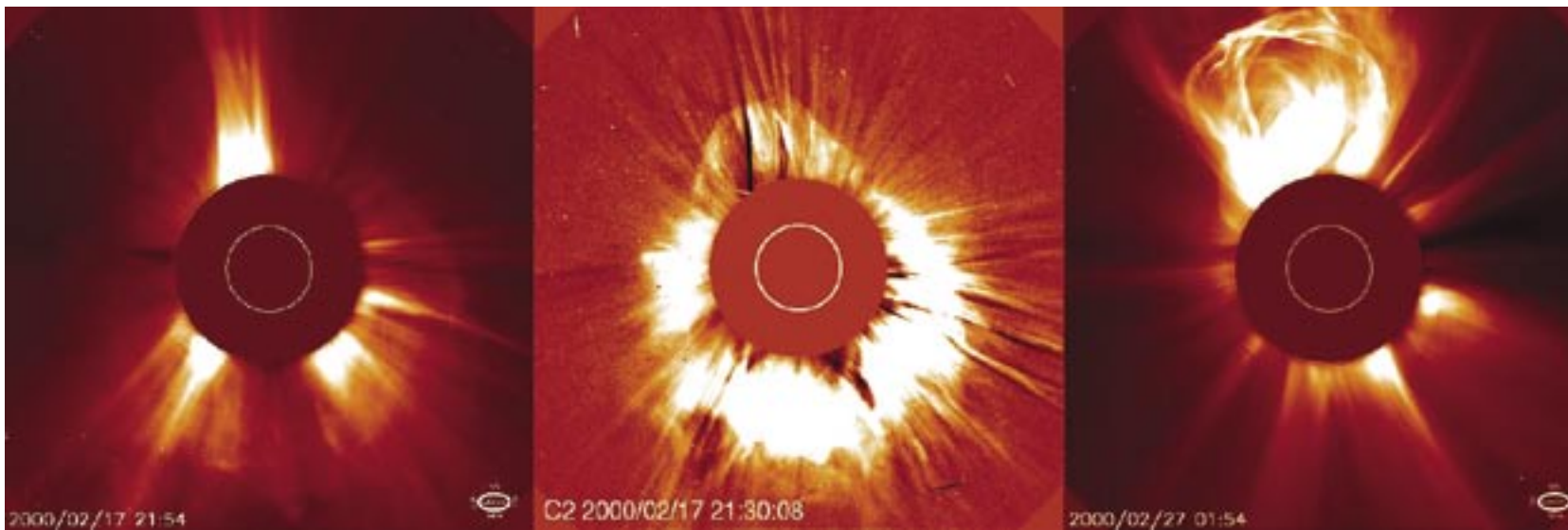
De zonnevlekken worden, als het weer het natuurlijk toelaat, dagelijks geobserveerd vanuit de zonnetelescoop die zich op het domein van de Koninklijke Sterrenwacht van België bevindt. Met behulp van deze en andere gegevens van over heel de wereld, berekent men aan de KSB het Internationale Zonnevlekkengetal. Deze gegevens zijn toegankelijk voor iedereen en vrij voor gebruik. Het zonnevlekkenarchief is zeer waardevol voor onderzoek naar het gedrag van de zon in het verleden en de link met de aarde. De figuur geeft een dagelijks/maandelijkse overzicht van de huidige cyclus en de voorspelling voor het komende minimum.

De zonnewind

De zonnewind is een continue stroom van geladen deeltjes, een plasma dus, dat uit de buitenste lagen van de zonneatmosfeer, de corona, wordt uitgestoten. De deeltjes kunnen ontsnappen dankzij hun hoge snelheden, die te maken hebben met de hoge temperatuur van de corona. In de corona loopt de temperatuur immers op tot een miljoen graden. Maar de juiste mechanismen die zorgen voor die hoge temperatuur en de uitstoot van de zonnewind zijn zeker nog niet volledig begrepen.

Combinatie van SOHO-beelden om de zonnewind te bestuderen.
© SOHO, NASA/ESA





Drie beelden die de corona tonen, waargenomen in zichtbaar licht door de LASCO-coronagraaf aan boord van SOHO. De donkere schijf in het midden is een afdekschijf die het rechtstreekse licht van de zonneschijf afschermt. De zon zelf wordt voorgesteld door de witte cirkel.

Op deze manier is het mogelijk om de moeilijk waarneembare corona te fotograferen. De rode kleur is opnieuw kunstmatig. Een coronale massa-uitstoot (CME) die op de aarde afstormt, verschijnt als een zwakke halo rond de afdekschijf (links), zodat een speciale techniek moet worden gebruikt om het contrast (midden) te verhogen. Ter vergelijking, rechts, een CME die niet in de richting van de aarde komt, deze is zelfs zonder speciale behandeling van het beeld duidelijk zichtbaar. Met de recent gelanceerde satelliet STEREO kunnen wetenschappers ook CME's die naar de aarde komen met een gelijkaardige kwaliteit, vanuit twee gezichtspunten, gelijktijdig zien, en zelfs hun ware snelheid in 3D meten.

© SOHO/LASCO, ESA/NASA

opgevolgd en voorspeld wordt. We hebben ondertussen een grondige expertise en kennis van de zonneactiviteit en het ruimteweer opgebouwd. Er werd een volledig dienstverleningscentrum uitgebouwd waarin we 24 uur op 24, 7 dagen op 7 de ruimte en de zon in de gaten houden, het ruimteweer voorspellen en waarschuwingen uitsturen in geval van extreem ruimteweer. De internationale wetenschappelijke gemeenschap die zich focust op ruimteweer, probeert zo een antwoord te geven op eventuele dreigingen vanuit de ruimte.

Zonnevlammen, coronale massa-uitstoten en zonnewind

De expertise van het SIDC als RWC is gestoeld op wetenschappelijk onderzoek naar de zon en de dynamische zonnephenomenen zoals zonnevlammen, CME's en zonnewind. We zijn zeer nauw betrokken bij een aantal internationale ruimtemissies waar de zon telkens op verschillende manieren bestudeerd wordt. EIT en LASCO zijn telescopen aan boord van de satelliet SOHO die in 1995 werd gelanceerd. EIT, die beelden van de zon maakt in extreem ultraviolet licht en de coronagraaf LASCO zijn nu nog steeds cruciaal voor het opvolgen van de zon. Het is dan ook essentieel, maar niet zo eenvoudig, om die zonnebeelden zo vlug mogelijk (*near real time*) te analyseren.

In oktober 2006 werd STEREO (*Solar Terrestrial Relations Observatory*), succesvol gelanceerd vanop Cape Canaveral in Florida bovenop een Delta II-raket. De STEREO-missie zal een grote bijdrage leveren om de fysica van de CME's te begrijpen en het voorspellingscentrum bijstaan in het opvolgen van CME's als voornaamste bron van verstoord ruimteweer. De weggeblazen plasmawolken kunnen nu op hun trip door de ruimte gevolgd worden. Van bijzonder belang zijn die CME's die in de richting van de aarde komen. Het magnetische veld dat door de wolk gedragen wordt, kan dan koppelen met het magneetveld van de aarde. Dit proces noemen we reconnectie en leidt tot geomagnetische verstoringen en stormen. Een geomagnetische storm kan problemen voor satellieten veroorzaken, verstoringen van het elektriciteitsnet, verstoorde

radioverbindingen en van het *Global Positioning System* (GPS), tot zelfs verhoogde corrosie van pijpleidingen. Een ander spectaculair en mooi gevolg is het zogenaamde poollicht of aurora wat prachtige beelden kan opleveren. CME's zijn ook nog betrokken in een ander proces dat belangrijk is voor het ruimteweer. De plasmawolken zijn in staat om geladen deeltjes te versnellen. Deze deeltjes kunnen dan leiden tot een protonenstorm die uiterst gevaarlijk is voor astronauten en satellieten. Onze atmosfeer en het aardmagnetische veld vormen een schild omheen de aarde en beschermen ons grotendeels.

De satelliet SOHO.
© SOHO, NASA/ESA



PROBA2, SWAP, LYRA

Een nieuw hoogtepunt zal de lancering van PROBA2 zijn (zie ook *Space Connection* 58, februari 2007). Deze microsatteliet van ESA met een meerderheidsfinanciering door België en ontwikkeld door een Europees consortium onder leiding van de Belgische firma Verhaert, zal twee SIDC-instrumenten bevatten, SWAP en LYRA, die in België werden ontworpen en ontwikkeld en die het opvolgen van het ruimteweer aanzienlijk zullen verbeteren. SWAP is een telescoop die beelden maakt van de zon in EUV zoals EIT aan boord van SOHO, maar nu met een hogere tijdsresolutie: elke minuut kan er een beeld genomen worden. De gegevens worden aan boord bewerkt en gecomprimeerd vooraleer ze naar de aarde worden gestuurd en zo wordt er bespaard op de communicatie. LYRA is een UV-radiometer die de straling van de zon meet in 4 UV-banden van het spectrum die relevant zijn voor zonnefysica, ruimteweer en aeronomie. Het innoverende aan LYRA is het feit dat men gebruik maakt van nieuwe detectoren.

Hoe actief wordt de zon?

Er is een voortdurende wisselwerking tussen de activiteiten van het SIDC als "wereld data centrum" (WDC), als ruimteweervoorspellingscentrum en data-analysecentrum. We zitten momenteel in een periode waarin de zon zich minder vaak en minder intens van haar gewelddadige kant toont. Eens dit zogenaamde zonneminimum gepasseerd is, zal de zonneactiviteit terug stijgen. De voorspellingskoorts en speculaties zijn inmiddels al gestegen en zijn uitgemond in het oprichten van een wetenschappelijk internationaal panel waar de hamvraag de hoogte van de volgende zonnecyclus betreft. Sattelietbedrijven hebben nood aan een voorspelling van de komende zonneactiviteit. Deze heeft immers invloed op de dikte van de atmosfeer en is belangrijk voor het plannen van de vlieghoogte van toekomstige satellieten. De invloed van ruimteweer en zonneactiviteit op navigatiesystemen zoals GPS laat ons duidelijk zien dat ruimteweer helemaal geen ver-van-mijn-bedshow is, maar dagelijkse realiteit voor o.a. satellietbedrijven. Het SIDC heeft een grondig uitgebouwde kennis in het thema zonneactiviteit en het zonnevlekkengetal dat nog steeds geldt als de index voor zonneactiviteit. Onze expertise heeft ons een vooraanstaande plaats opgeleverd in dit panel met wereldfaam.

Het is duidelijk dat het SIDC zijn plaats heeft veroverd in de internationale wetenschappelijke gemeenschap op het gebied van het ruimteweer. Als WDC, als RWC, als partner in verscheidene ruimtemissies, heeft het SIDC België op de (ruimte)wereldkaart geplaatst.

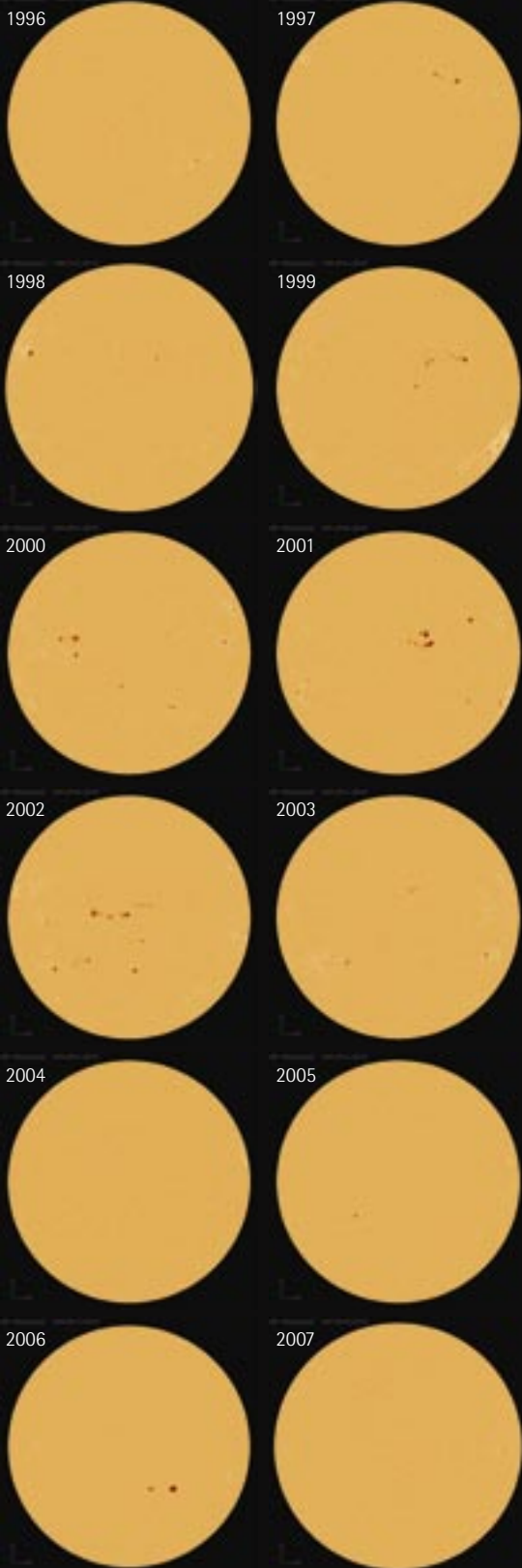
Petra Vanlommel (KSB)



De zonnetelescoop van de KSB.



De zon in zichtbaar licht op 12 december 2006 (SIDC, KSB). De zonnevlek was verantwoordelijk voor een paar dagen extreem ruimteweer hetgeen atypisch is voor de fase van de zonnecyclus. De zon was echter niet op hol geslagen en nog steeds op weg naar een minimum.



De cyclus van de zon (1)

De zon heeft een eigen cyclus van gemiddeld 11 jaar, of, als je met de polariteit van het magnetisch veld rekening houdt, een cyclus van 22 jaar.

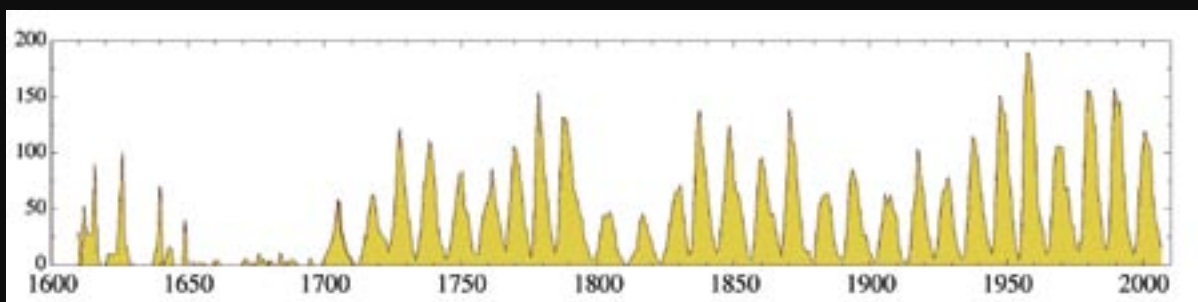
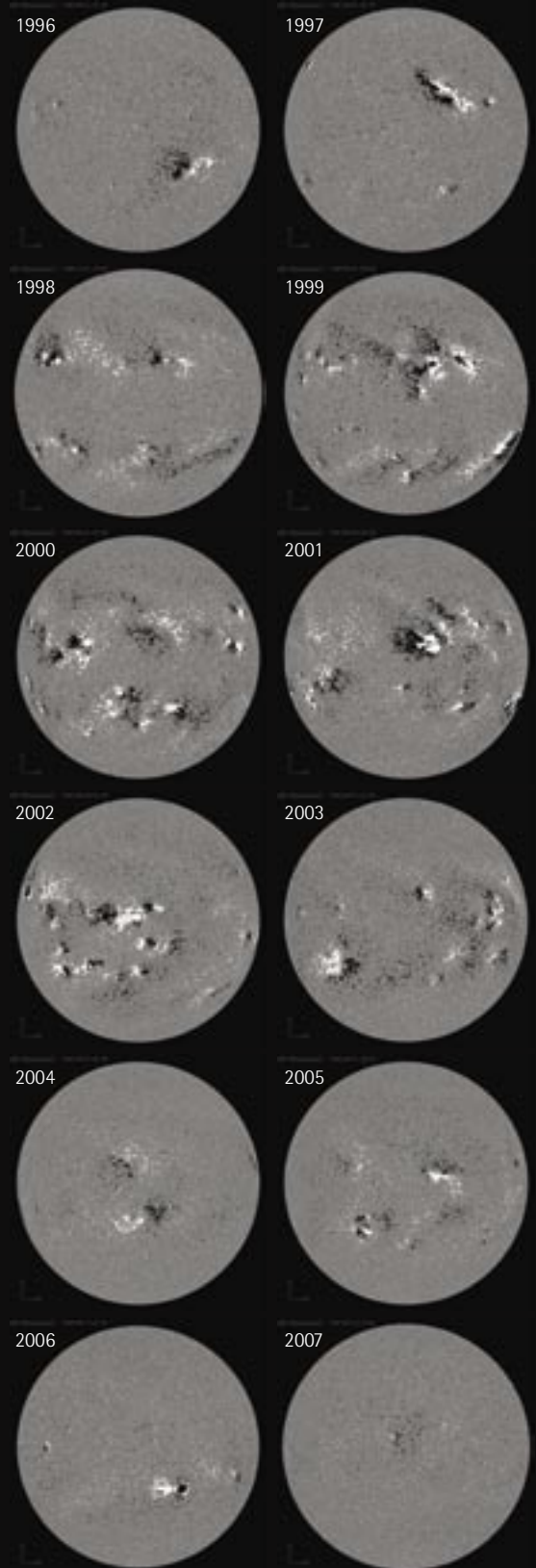
Tijdens een minimum, zoals in 1996, is de zon kalm en minder actief. Er zijn dan minder structuren in de corona en zonnevlekken op het zonnepoppervlak te bespeuren. Tijdens een maximum, zoals in 2002, is het oppervlak van de zon bezaaid met actieve gebieden die voortdurend kleine en grote uitbarstingen veroorzaken. Dit cyclische gedrag van de zon is zichtbaar in de verschillende lagen van de zon.

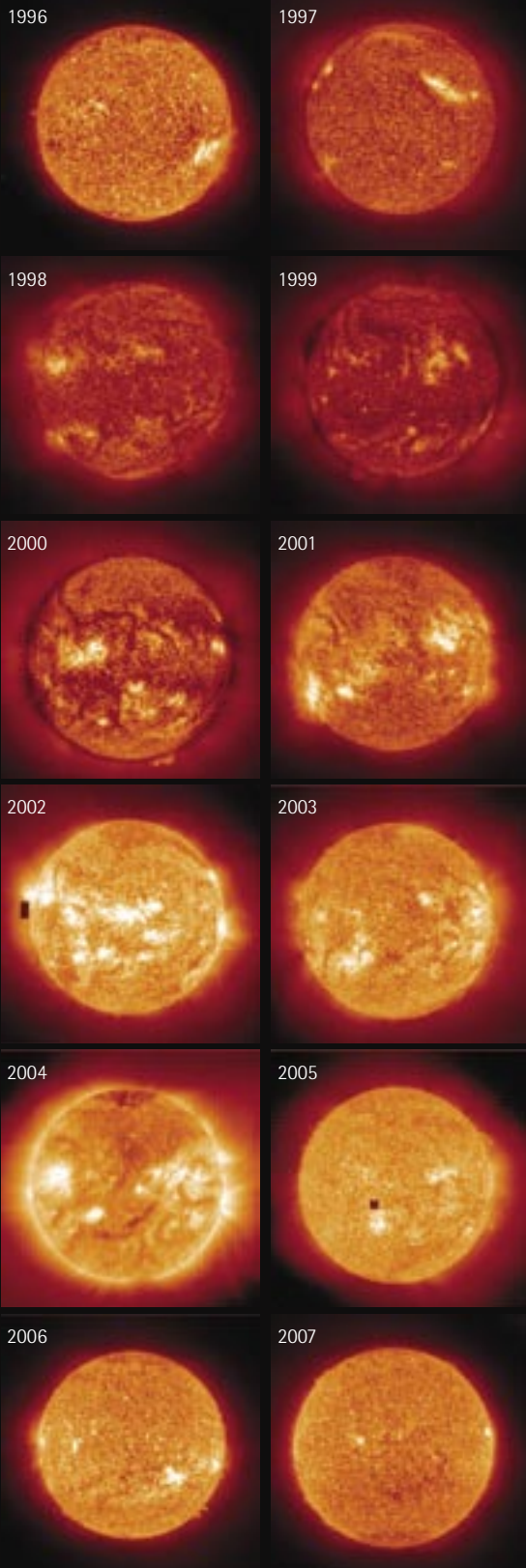
Het magnetisch veld van de zon varieert spectaculair: tijdens een minimum is de zon een grote magnetische dipool met de typische structuur. Tijdens een maximum is er echter een wirwar van magnetische lussen en concentraties van magnetische gebieden over de ganse zonnenschijf. Dan ook switchen de polen van polariteit: de magnetische zuidpool wordt de magnetische noordpool en omgekeerd. Dit gebeurt eens om de 11 jaar, maar als we ons laten leiden door deze magnetische polariteit, spreken we over de 22-jarige activiteitscyclus van de zon.

De reeks beelden rechts illustreren de magnetische activiteit in de periode 1996-2007. Het zijn magnetogrammen gemaakt met behulp van het MDI-instrument (*Michelson Doppler Imager*) aan boord van de satelliet SOHO.

De fotosfeer van de zon straalt vooral in zichtbaar licht, vandaar dat deze laag waarneembaar is vanop de aarde. Hier zie je ook de zonnevlekken. Dat zijn donkere gebieden op de zon. De temperatuur is er 1000 tot 1500 graden lager dan de omgeving en daarom vallen ze zo op. Er is ook een duidelijke associatie met de magnetische veldlijnen.

Het zonnevlekkengetal is een maat voor hoe erg de zonnenschijf bevekt is en is tevens een index voor de zonneactiviteit. De reeks beelden links tonen het typische verloop van de zonnevlekken gedurende een zonnecyclus (MDI, SOHO). Het mooie aan deze index is dat we deze kunnen bepalen door eenvoudige waarnemingen vanop de aarde zonder al te speciale apparatuur. Dit is de reden waarom deze index zo ver teruggaat in de tijd. Systematische waarnemingen van het zonnevlekkengetal (grafiek hieronder) zijn beschikbaar vanaf het begin van de 18de eeuw. Van de jaren ervoor zijn slechts sporadisch gegevens beschikbaar.





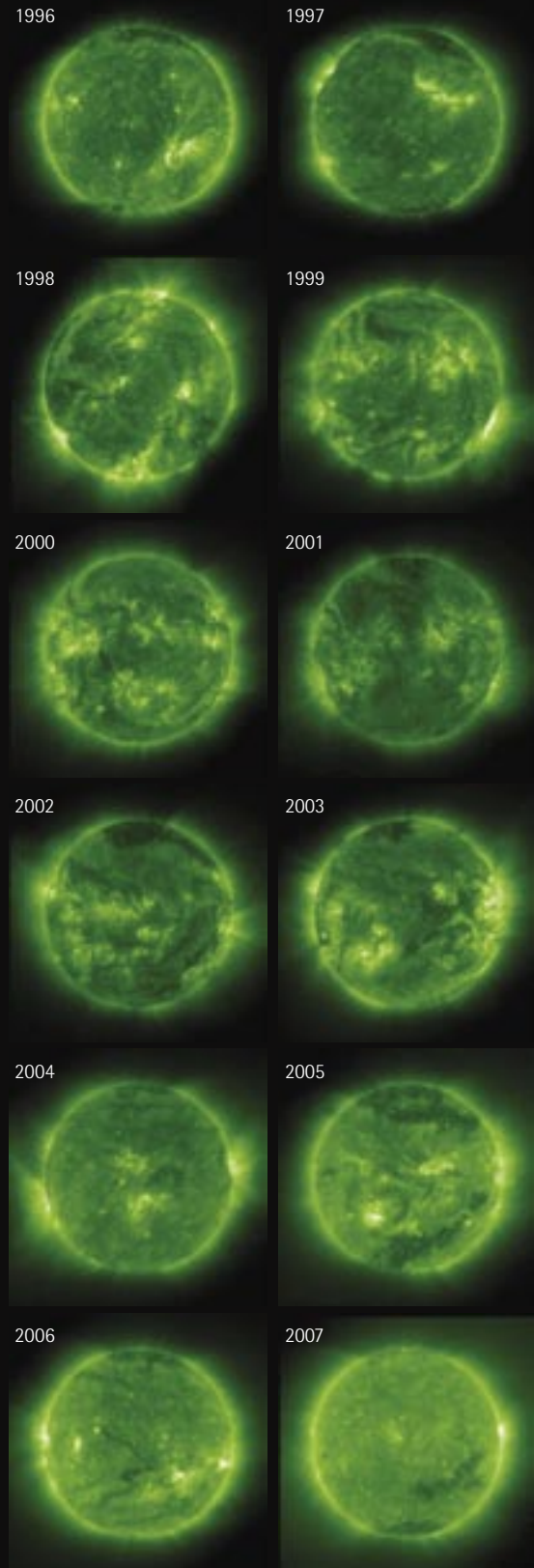
De cyclus van de zon (2)

Als we de straling van de zon over alle golflengten op een bepaald ogenblik optellen, krijgen we de zogenaamde zonneconstante of zonneirradiantie. Door de zonneconstante te meten vanuit de ruimte, heeft men vastgesteld dat deze zonneconstante helemaal niet constant is maar integendeel varieert in een cyclus van 11 jaar. Als we dit koppelen aan het magnetische veld van de zon, spreken we hier eveneens van een 22-jarige cyclus. Deze veranderlijkheid komt vooral tot uiting in het deel van het spectrum met korte golflengten (Extreem UV- en X-stralen), wat overeenkomt met de straling van de hete corona.

De reeks afgebeelde oranje/rode zonnen (opnamen bij een golflengte van 30.4 nm) laten zien hoe de transitie laag, die zich net onder de corona bevindt, verandert in de loop van een zonnecyclus. De groene zonnen (19.5 nm) laten variaties van de corona in al haar pracht en glorie zien. De aardatmosfeer werkt als een zonnewering voor o.a. deze EUV-straling, daarom kan je ze slechts goed waarnemen vanuit de ruimte.

Let op! De zon heeft een verborgen agenda en kan misschien wel eens besluiten om geen rekening te houden met de 11-jarige cyclus. Dat is in het verleden zeker al gebeurd.

Zo werden tijdens het Maunder Minimum (1645-1715) zo goed als geen zonnevlekken waargenomen. Verwar deze periode niet met de andere kleine ijstijden, zoals deze ten tijde van Pieter Bruegel de Oude (1525-1569). Maar ook voor de andere kleine ijstijden zijn er, weliswaar indirecte, aanwijzingen dat er een langere tijd geen grote zonneactiviteit was.



De bevroren Theems in de winter van 1683-1684, schilderij van Abraham Hondius (1625-1691).



Wat heeft de
heliosfeer te maken
met de aarde?

Magnetosferisch onderzoek

op het Belgisch Instituut voor Ruimte-Aeronomie (BIRA)

De aarde vertoeft binnen de heliosfeer, de ruimte die wordt gedomineerd door de zon en de zonnewind (zie ook pagina 3). De wisselwerking tussen zonnewind en aardmagnetosfeer heeft een impact op mens en technologie. Het onderzoek van het Belgisch Instituut voor Ruimte-Aeronomie probeert de geheimen van deze wisselwerking te ontrafelen om zo beter de effecten ervan op de menselijke activiteit te kunnen inschatten.

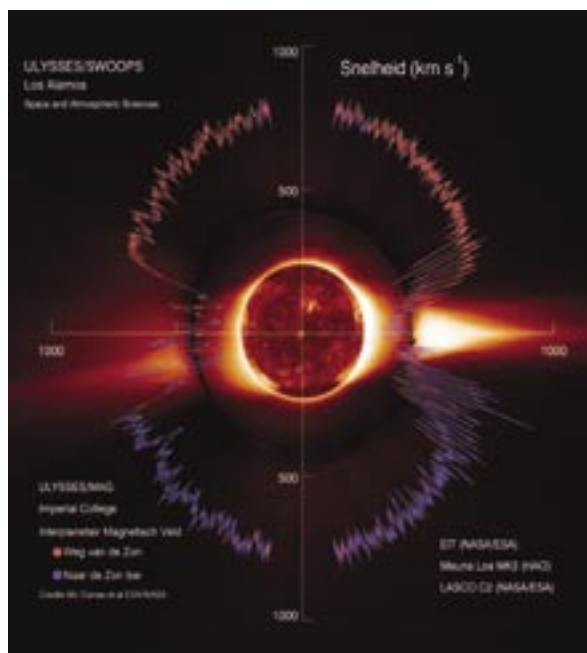
De zonnewind

Het BIRA was betrokken bij de interpretatie van de waarnemingen van Ulysses, een ESA/NASA-satelliet gelanceerd in 1990, die nog steeds een gestadige stroom meetresultaten doorstuurt na meer dan 17 jaar... Ulysses heeft ontdekt dat de zonnewind afkomstig van de noord- en zuidpool van de zon een snelheid heeft van een slordige 800 km/s, terwijl de snelheid nabij de evenaar "slechts" 400 km/s bedraagt. De zonnewind sleurt het magneetveld van de zon met zich mee. Dat magneetveld heeft tegengestelde polariteit in de noordelijke en zuidelijke hemisfeer, met daartussenin de zogenaamde "heliosferische stroomlaag". Toen de zon, de aarde en Ulysses op een bepaald moment op één lijn stonden hebben de wetenschappers van het BIRA kunnen aantonen hoe de zonnewind en de heliosferische stroomlaag evolueren en vervormen met toenemende afstand tot de

zon. Zij bestuderen de zonnewind ook met behulp van theoretische modellen gebaseerd op de microfysica van een plasma. Zo heeft het BIRA de laatste jaren een bijdrage geleverd aan het vraagstuk van de verhitte van de corona en van de hoge snelheid van de zonnewind.

Ulysses meet grotere snelheden van de zonnewind aan de polen dan aan de evenaar van de zon.

© NASA/ESA



De magnetosfeer

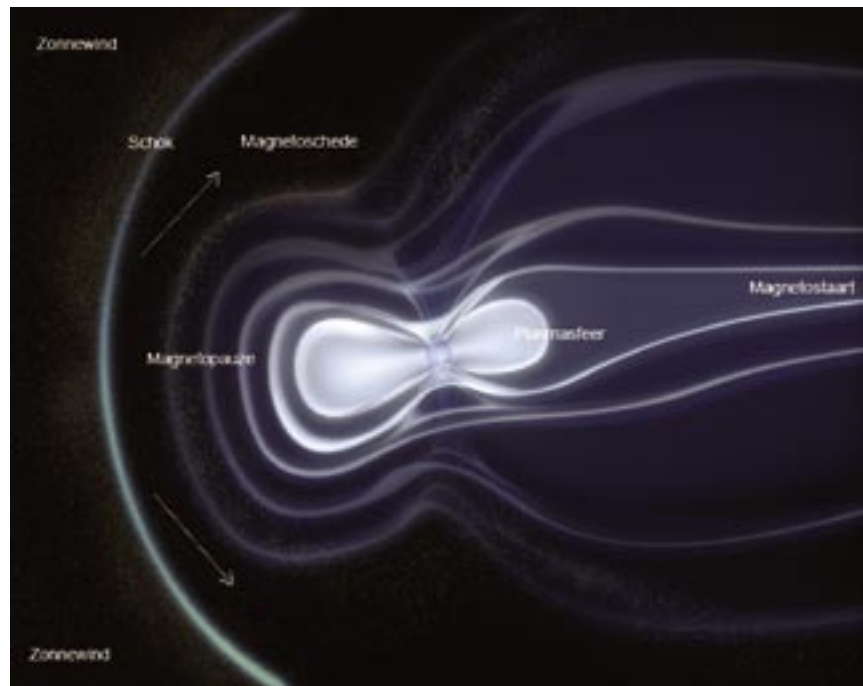
De aarde bezit een magnetisch veld dat binnenin de planeet wordt opgewekt. Dit magneetveld vormt als het ware een schild dat de zonnewind belet om binnen te dringen in de hoge atmosfeer. Dit magneetveld vormt de *magnetosfeer*. Stroomopwaarts van de aarde vinden we de *magnetopauze*, die de zonnewind scheidt van het plasma dat afkomstig is van de aardatmosfeer. De zonnewind wordt opzij gedruwd en stroomt langs de aarde heen in de *magnetoschede*. De magnetosfeer is samengedrukt langs de dagzijde; langs de nachtzijde wordt ze uitgerekt in een *magnetostaart* van wel miljoenen kilometers lengte.

In 2000 lanceerde ESA de CLUSTER-missie, vier satellieten die om de aarde bewegen langs eenzelfde baan. De afstand tussen de vier varieert van enkele honderden tot een paar duizend kilometer. Het is de bedoeling om meer inzicht te krijgen in de driedimensionale structuur van de magnetosfeer. Het BIRA helpt mee bij de interpretatie van de meetgegevens.

De magnetopauze is de sleutel tot het begrijpen van de interactie tussen de heliosfeer en de aarde: daar immers wordt een deel van de energie van de zonnewind doorgegeven aan de magnetosfeer. De magnetopauze gedraagt zich dikwijls als een ondoordringbare laag. Dat gegeven is ook verwerkt in het model van zijn inwendige structuur dat op het BIRA werd gemaakt. Regelmatig laat de magnetopauze echter wel zonnewind binnendringen in de magnetosfeer, door diffusie, impulsieve binnendringing, of door rechtstreekse instroom wanneer de magnetopauze van karakter verandert, mechanismen die ook in het BIRA bestudeerd zijn. Aan de binnenzijde van de magnetopauze vormt er zich dan een laag met een mengsel van plasma afkomstig van de zon en van de aarde: de *magnetosferische grenslaag*.

De magnetopauze situeert zich waar de dynamische druk van de aanstromende zonnewind precies gelijk is aan de druk in de magnetosfeer. Met CLUSTER kon de "reconstructietechniek" ontwikkeld op het BIRA verder vervolmaakt worden. Door de metingen van alle satellieten gedurende de passage doorheen de magnetosferische grenslaag met elkaar te combineren, zijn we in staat om de beweging en de interne ruimtelijke structuur ervan te bepalen. Zo kan je de ruimtelijke veranderingen en de veranderingen in de tijd van elkaar onderscheiden. Daarbij vinden we inderdaad dat de magnetopauze dicht bij de aarde komt wanneer de druk van de zonnewind toeneemt, en dat ze zich verder af bevindt wanneer de druk afneemt.

De druk van de zonnewind is beduidend hoger in een plasmawolk afkomstig van een explosie in de zonneatmosfeer, een zogenaamde *coronale massa-uitstoot (CME)*, zie kader op pagina's 10 en 11). Wanneer zo'n wolk de aarde bereikt, wordt de magnetosfeer samengedrukt en ontstaat er een



magnetosferische storm. Tijdens een storm kunnen geostationaire satellieten plots aan de zonnewind worden blootgesteld, terwijl ze daarvoor nog in de beschermende magnetosfeer zaten. Dit kan fatale defecten veroorzaken. De schokgolven rond de plasmawolk en de snelle samendrukking van de magnetosfeer werken als deeltjesversnellers: de versnelde deeltjes bombarderen satellieten en kunnen hun elektronica danig in de war sturen...

De binnenste regionen van de magnetosfeer en de ionosfeer

De koppeling tussen de zonnewind en de magnetosfeer veroorzaakt een typisch stromingspatroon in het magnetosferische plasma. Dat stromingspatroon is in staat energie op te slaan in een reservoir in de magnetostaart. Tijdens een magnetosferische *substorm* (een *light*-versie van magnetosferische storm) ontlaat die opgeslagen energie zich plots, met mogelijk fel poollicht tot gevolg.

De aardmagnetische veldlijnen verbinden de magnetosfeer en de ionosfeer. Ze gedragen zich als goede elektrische geleiders. Daarom weerspiegelt elke structuur in de magnetosfeer zich in de ionosfeer: elektrische stromen gaan vloeien en zetten de energie opgeslagen in de magnetosfeer om in een opwarming van de ionosfeer. Het BIRA bestudeert het poollicht als een typisch voorbeeld van deze energieoverdracht. Poollichtgordijnen ontstaan wanneer versnelde elektronen afkomstig uit de magnetosfeer de atmosfeer bombarderen. Daarbij gebruikt men een model van grenslagen in plasma's om de elektrische structuur in de

De belangrijkste elementen van de aardse magnetosfeer.

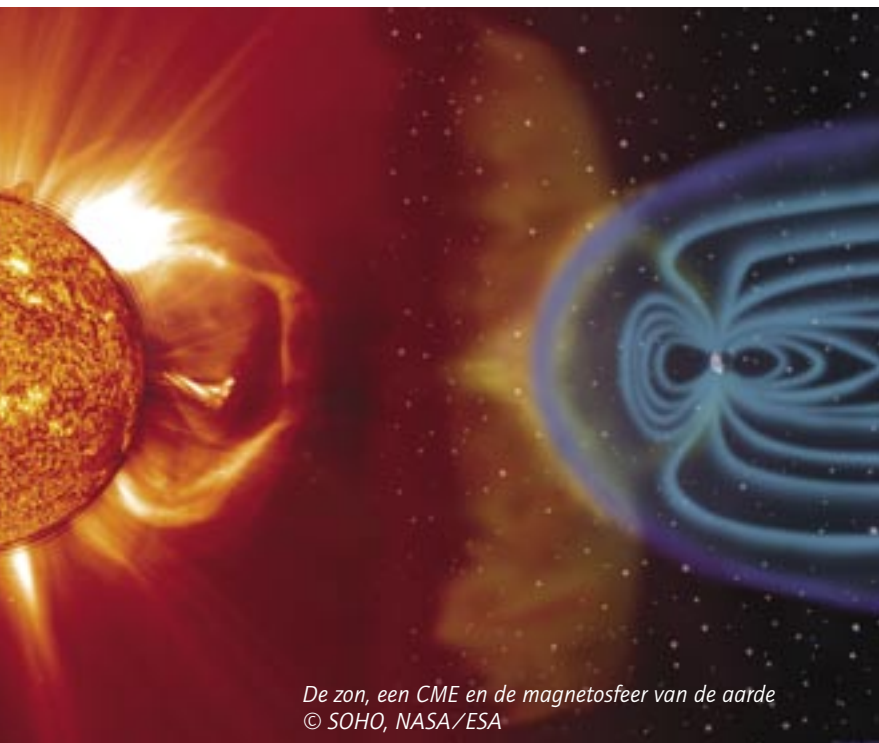
© BIRA

Poollicht (aurora) in alle kleurenpracht. © BIRA



magnetosfeer te bepalen. Rekening houdend met het koppingsmechanisme met de ionosfeer is dan de versnelling van de elektronen te berekenen en weet men hoeveel versnelde elektronen er in de ionosfeer terechtkomen en hoe groot de intensiteit van het poollicht is. Dit model verklaart onder andere waarom poollichtgordijnen slechts enkele kilometers breed zijn. In het BIRA bekijkt men poollicht vanuit de ruimte (CLUSTER vliegt doorheen de zone waarin de elektronen versneld worden) en vanop de grond, zoals met het Zweedse ALIS-netwerk van optische camera's dat tomografie van het poollicht toelaat.

Dichter bij de evenaar bevindt zich boven de ionosfeer de *plasmasfeer*, een gebied met plasma dat gevangen wordt door het aardmagnetisch veld. De buitengebieden van de plasmasfeer zijn erg dynamisch. Dit is het "slagveld" tussen de binnenste en de buitenste magnetosfeer, waar de met de aarde mee roterende plasmasfeer oog in oog staat met het stromingspatroon dat wordt opgelegd door de wisselwerking tussen magnetosfeer en zonnewind. Gedurende een substorm of een storm is dit stromingspatroon erg verstoord, met als gevolg dat de plasmasfeer zijn buitenlagen verliest. Nadien herstelt de plasmasfeer zich langzaam door mate-



De zon, een CME en de magnetosfeer van de aarde
© SOHO, NASA/ESA

CME, Coronal mass ejection of coronale massa-uitstoot

Het magneetveld van de zon zorgt voor een thermische isolatie en kan een plasma opsluiten, bijv. in een enorme magnetische fluxbuis of een coronale lus die tot 700.000 km lang kan zijn. Hierdoor kan zeer heet plasma vlak naast kouder plasma voorkomen in de atmosfeer van de zon. De magnetische structuren in de corona van de zon geleiden golven en energiestromen en kunnen enorme hoeveelheden energie opslaan. Ze kunnen echter plots instabiel worden en aanleiding geven tot zonnevlammen en coronale massa-uitstoten (CME's of *coronal mass ejections*).

Bij een CME wordt materiaal uit de buitenlagen van de zon geslingerd. Het gaat ook om plasma, maar de snelheid kan veel hoger zijn dan bij de gewone zonnewind. Zogenaamde "snelle CME's" hebben een typische snelheid van 1000 km/s en die snelheden kunnen oplopen tot meer dan 2000 km/s, meer dan 7,2 miljoen km/u dus! Er wordt typisch 10^{12} - 10^{13} kg plasma uitgestoten bij een CME, wat ongeveer overeenstemt met de massa van de Mount Everest.

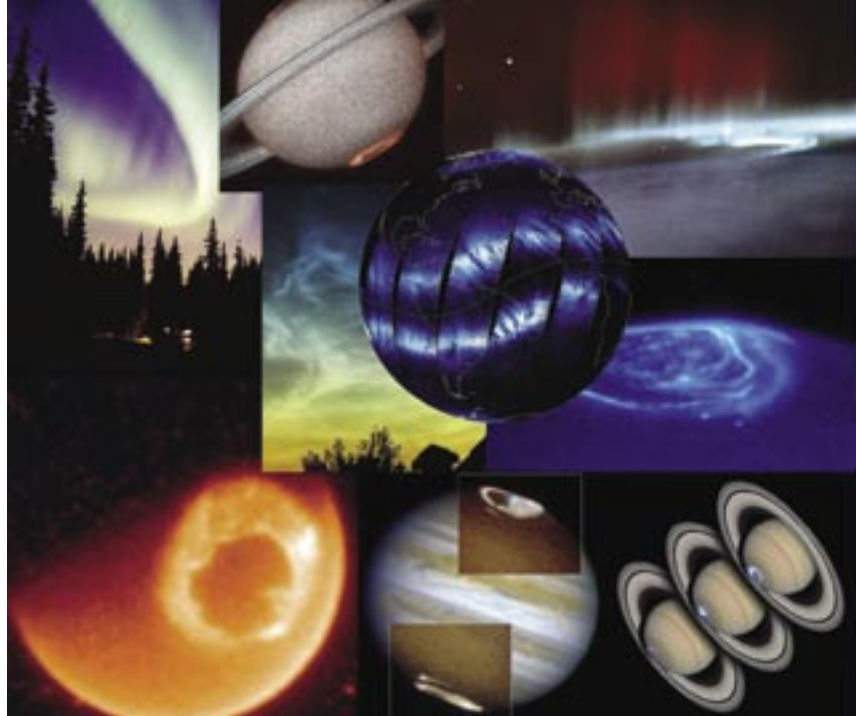
riaal "bij te tanken" vanuit de ionosfeer. Het BIRA heeft een model ontwikkeld dat de toestand van de plasmasfeer beschrijft in functie van de aardmagnetische activiteit. CLUSTER laat ons toe in detail de "plasmasferische slierten" te bestuderen: plasmasferisch plasma dat door een storm of substorm uit de plasmasfeer werd geslingerd.

De CLUSTER-metingen van de dichtheid in de plasmasfeer (met het WHISPER-experiment) gebruikt men om de dichtheidsgradiënt te bepalen. Het basisprincipe van CLUSTER is immers dat je de ruimtelijke variaties in drie dimensies pas kan bepalen als je beschikt over gelijktijdige metingen op vier posities die niet in eenzelfde vlak liggen. Intussen is ook een alternatieve berekeningstechniek ontwikkeld die gebruikt kan worden wanneer één satelliet niet operationeel is of te ver verwijderd is van de drie andere.

Het ruimteweer en het BIRA

De interacties begrijpen tussen de heliosfeer en de magnetosfeer is onmisbaar voor het bepalen van het *ruimteweer*, de voorspelling van de impact van de toestand van de heliosfeer en de magnetosfeer op menselijke activiteiten.

Zo is het bij het bouwen van een satelliet belangrijk te weten welke dosis ioniserende straling de satelliet zal accumuleren gedurende zijn levensduur. Dit vereist modellen van de verdeling van de ioniserende straling rond de aarde, rekening houdend met de veranderlijkheid ervan met de zonnecyclus. Het BIRA heeft het SPENVIS-systeem ontwikkeld, dat daar bij uitstek voor geschikt is.



De impact van de heliosfeer op het menselijk lichaam is belangrijk bij ruimtereizen. Het BIRA heeft onlangs verschillende scenario's onderzocht voor een exploratie van Mars. Bij een dergelijke missie verblijven de astronauten gedurende lange tijd in de ruimte, maar ook op het oppervlak van de planeet worden ze blootgesteld aan de ioniserende straling uit de heliosfeer, omdat Mars geen beschermend intern magnetveld heeft ...

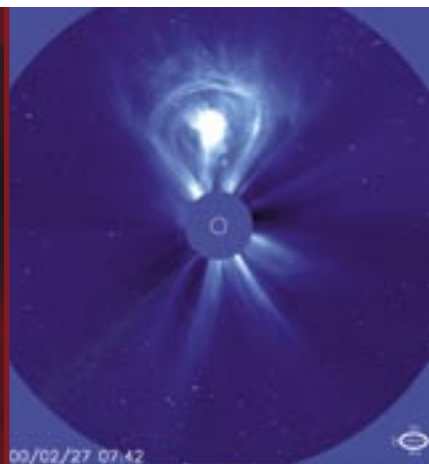
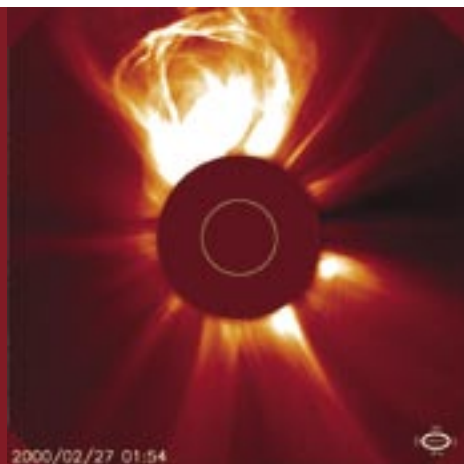
Poollicht (aurora) op aarde en op andere planeten. © IHY2007, J. Rumburg

Het BIRA onderzoekt de zon-aarde relaties door de interplanetaire ruimte en de onmiddellijke omgeving van de aarde te bestuderen. Gebruik makend van metingen door ruimte-sondes proberen de onderzoekers het gedrag van ruimteplasma's te begrijpen. Dat heeft zijn weerslag op de studie van het ruimteweer, zodat we beter de invloed van de heliosfeer op mens en technologie kunnen inschatten.

Johan De Keyser en Viviane Pierrard (BIRA)

Het gehele proces is zeer eruptief en hevig. Na enkele uren kan de wolk zich losgemaakt hebben van de zon en in de planeetaire ruimte haar weg verderzetten. Na enkele dagen kan zij de aarde bereiken. De wolk draagt een magnetveld met zich mee en interageert met de interplanetaire ruimte, de planeten en hun omgeving.

Hoewel de corona van de zon al vele duizenden jaren wordt waargenomen (tijdens totale eclipsen), werd het bestaan van CME's pas ontdekt in de *space age*. Het eerste bewijs van deze dynamische gebeurtenissen werd geleverd door waarnemingen met een coronograaf aan boord van het zevende *Orbiting Solar Observatory* (OSO 7) van 1971 tot 1973. Een coronograaf produceert een kunstmatige zonne-eclips door het beeld van de zon af te dekken met een verduisterende schijf. Vanaf de aarde kan met zo een coronograaf enkel het binnenste gedeelte van de corona gezien worden tegen de heldere hemel. Vanuit de ruimte is het zichtbaar deel van de corona echter veel groter en het kan zonder onderbreking waargenomen worden.



De CME van 27 februari 2000 geobserveerd door de instrumenten van de satelliet SOHO. © SOHO, NASA/ESA



De zonnecorona bij een totale zonsverduistering. © KSB

De zon, een ster van de Melkweg

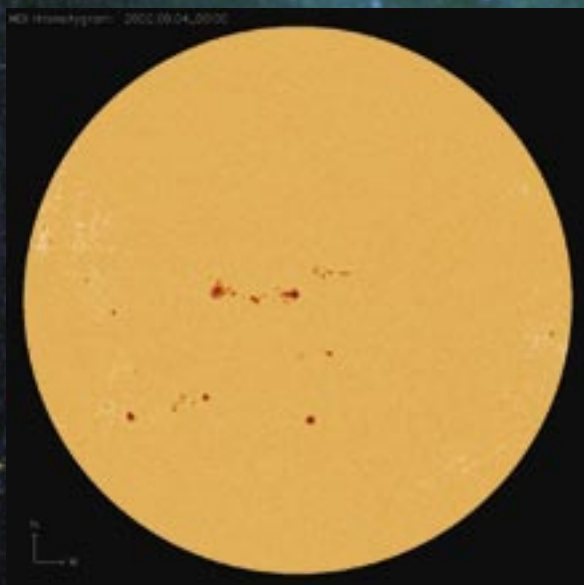
De zon is één van de sterren van onze Melkweg. De Melkweg is een platte, schijfvormige structuur met een verdikking in het midden. Het is een sterrenstelsel met ongeveer 200 miljard sterren en van deze stelsels zijn er een 100 miljard in het heelal.

De zon is op alle gebied een gemiddelde, eerder gewone ster. Grote sterren (de reuzen) kunnen wel een 1000 keer grotere diameter hebben. Sommige sterren hebben bijna 100 keer meer massa en andere zijn tot een miljoen keer helderder dan de zon. De kleinste sterren (de dwergen) zijn, naargelang de soort, van enkele duizenden kilometer tot zelfs maar een tiental kilometer groot. De zwakste sterren zijn 1000 keer minder helder dan de zon en bevatten maar enkele tienden van haar massa.

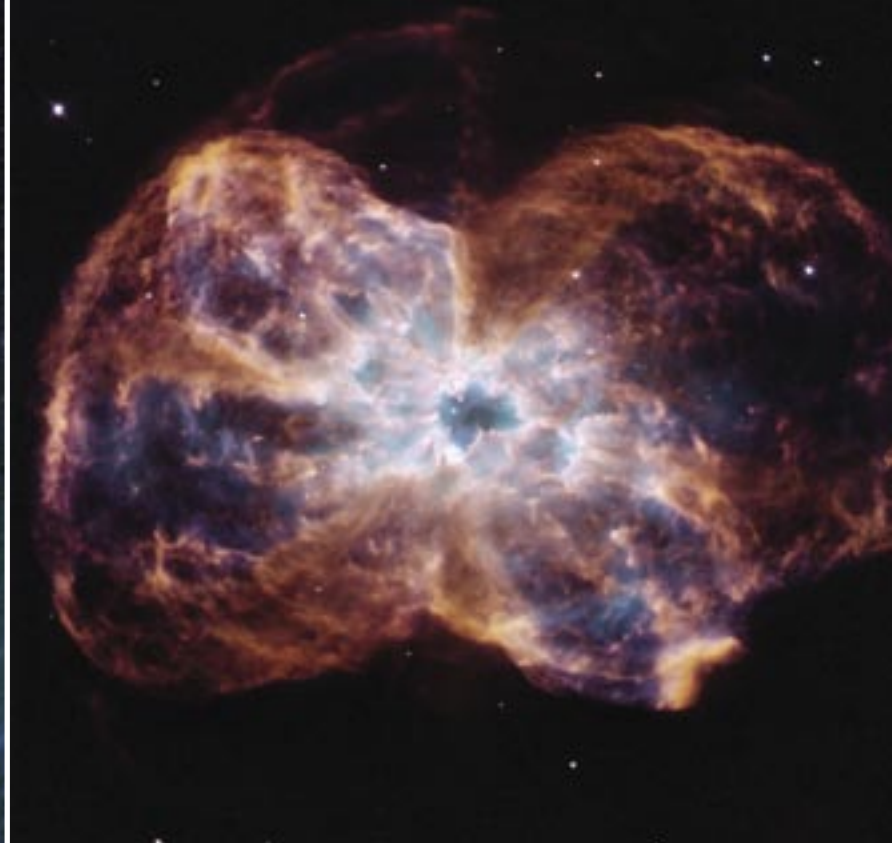
Aan het oppervlak (de fotosfeer) heeft de zon een temperatuur van 6000°C. In de kern loopt de temperatuur op tot 15 miljoen graden. De zon is een gele ster. De heetste sterren zijn blauw-wit, de koelste rood.

De zon is ontstaan toen in het centrum van een door de zwaartekracht inkrappende gaswolk kernreacties zijn gestart. Toen begon de omzetting van waterstof in helium door kernfusie waardoor er energie vrij kwam en de verdere inkrumping werd tegengehouden. Dat is meer dan 4,5 miljard jaar geleden. Ondertussen is de zon al meer dan 30% in helderheid toegenomen en de volgende 6,5 miljard zal de omzetting van waterstof in helium nog verder gaan. Daarna wordt de zon snel een rode reus die wel 2000 keer helderder kan zijn dan de zon nu is, en meer dan 160 keer groter. De planeten zijn dan een stukje naar buiten verhuisd zodat de aarde aan opslokking ontsnapt. De temperatuur op aarde stijgt dan boven de 100°C en de aardatmosfeer zal volledig verdwenen zijn. Dan ondergaat de zon nog enkele onstabiele fasen, zij stoot haar buitenlagen af, misschien vormt zij wel een mooie nevel. Wat rest van het centrale deel wordt een witte dwergster van koolstof en zuurstof, met een diameter kleiner dan 10 000 km.

De zon met zonnevlekken.



Een sterrenstelsel dat lijkt op onze Melkweg.
© ESO



Misschien ontstaat ooit een nevel, zoals deze, omheen onze zon. © Hubble Space Telescope, NASA/ESA

Enkele gegevens over de zon:

Diameter:

1 391 000 km of 110 maal de diameter van de aarde

Lichtkracht: $4 \cdot 10^{26}$ Watt.

Temperatuur in de kern: 15 miljoen°C

Temperatuur aan het oppervlak: 6000°C

Rotatie: gemiddeld 28 aardse dagen

Gemiddelde dichtheid: 1,4 ton/m³

Volume: $1,4 \cdot 10^{27}$ m³

Massa: $2 \cdot 10^{30}$ kg

Gemiddelde afstand aarde-zon: 149.597.600 km

Sterren in alle kleuren en maten.

© Hubble Space Telescope, NASA/ESA



Wiskundige modellering

van ruimteweer in het Centrum voor Plasma-Astrofysica van de K.U.Leuven



Jets bij een pas gevormde ster.
© Hubble Space Telescope, NASA/ESA

3D-voorstelling van de corona van de zon en de zonnewind. De volle lijnen geven magnetische veldlijnen aan.
© Carla Jacobs, CPA, K.U.Leuven

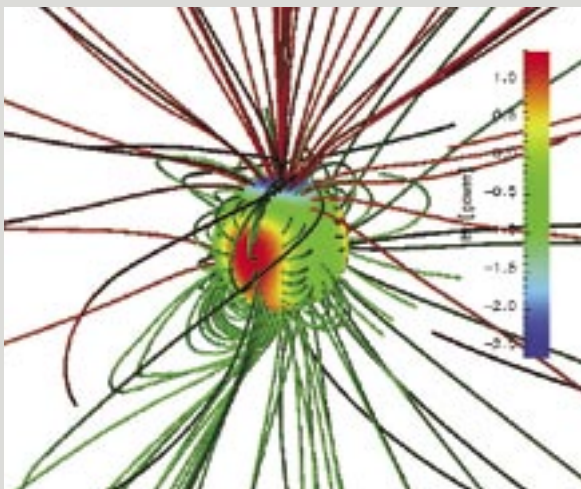
Plasma-astrofysica

De onderzoeksactiviteiten van het Centrum voor Plasma-Astrofysica van de K.U.Leuven (CPA) situeren zich in het vakgebied van de plasma-astrofysica, een overlapping van de domeinen plasmafysica en astrofysica. De dynamische interactie tussen plasma's (zie kader op pagina 2) en magneetvelden geeft aanleiding tot een brede waaier van fascinerende en spectaculaire fenomenen. Het magneetveld van de zon veroorzaakt onder meer zonnevlekken, zonnevlammen, coronale massa-uitstoten (CME's, zie kader op pagina's 10 en 11) en hete coronale lussen. Maar ook in het laboratorium zijn plasma's te vinden, meestal in het kader van beheerste thermonucleaire fusie.

De zon en de heliosfeer zijn de favoriete onderzoeksobjecten in het CPA en worden gezien als de 'steen van Rosetta' voor het gedrag van plasma's in andere, minder goed waarneembare, astrofysische objecten.

MagnetoHydroDynamica (MHD)

Het gedrag van een plasma kan op verschillende niveaus gemodelleerd worden. In het deeltjesmodel wordt de beweging van *individuele deeltjes* beschreven. Voor grote, dichte plasma's, zoals in de corona van de zon, is dit vrijwel ondoenbaar. In het kinetische model wordt het *gemiddelde gedrag* (positie, snelheden, ...) van de deeltjes beschreven. In magnetoHydroDynamica (MHD) gaat men nog een stap

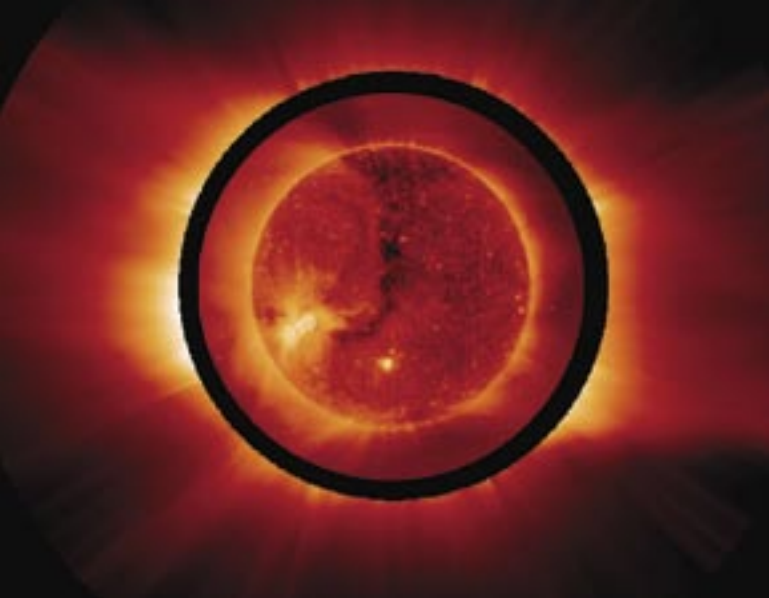


verder en wordt het plasma beschouwd als een *continue vloeistof*. Deze benadering is goed zolang de lengte- en tijdschalen van het plasma veel kleiner zijn dan deze van het verschijnsel dat bestudeerd wordt. MHD geeft bijgevolg een *macroscopische beschrijving* van het plasma. In heel wat onderzoeksactiviteiten aan het CPA wordt dit MHD-model toegepast, verder onderzocht en ontwikkeld. Dit leidt vaak tot 'doorbraken' in het fysische inzicht en de wiskundige modellering van de plasmadynamica en resulteerde in een 'kruisbestuiving' tussen fusierelevante laboratoriumplasmafysica en 'solaire astrofysica'. Deze laatste noemt men zo, omdat de fysica van sterren en andere ruimteplasma's beter kan begrepen worden door de studie van de zon, de ster die het dichtst bij de aarde staat.

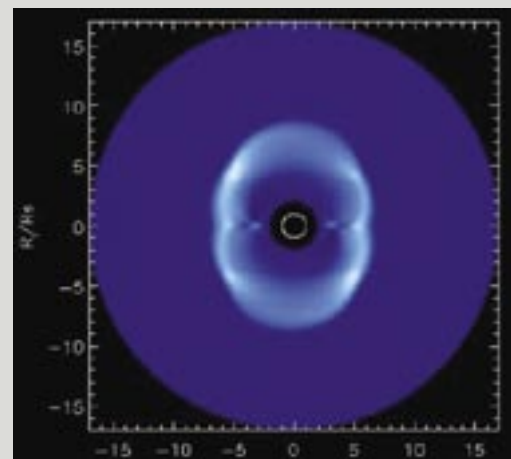
MagnetoHydroDynamische processen spelen ook een belangrijke rol in vele andere astrofysische toepassingen. Bij de geboorte van jonge sterren ontstaan supersone straalstromingen (jets) vanaf de omringende schijven. Dit kan je duidelijk zien in beelden opgenomen met de ruimtetelescoop Hubble. Ook op de schaal van hele sterrenstelsels, zoals de Melkweg, vinden magnetoHydroDynamische processen plaats. Als materie vanuit het hele sterrenstelsel wordt verzwoegen door superzware zwarte gaten in de actieve kern, worden gemagnetiseerde straalstromen waargenomen.

Onderzoek in het CPA

Het CPA is op verschillende onderzoeksdomeinen actief. Zo worden in de coronale seismologie de oscillaties van coronale structuren, zoals coronale lussen, onderzocht. Dit levert tevens inzichten op aangaande de verhitte en versnelling van de zonnewind, een ander belangrijk onderzoeksdomein in het CPA waarin zowel MHD als de kinetische theorie aan bod komen. Schijven en jets bij de geboorte van jonge sterren worden ook met MHD bestudeerd. In wat men relativistische plasmadynamica noemt, kijkt men of schokgolven hun toepassing kunnen vinden in grote energie-explosies in het heelal. Het onderzoek van het ruimteweer, de storingen in de magnetosfeer van de aarde die worden aangedreven door de variabiliteit van de activiteit van de zon, neemt aan belang toe. De K.U.Leuven heeft sinds dit jaar zelfs een professor in de *Wiskundige modellering van ruimteweer* benoemd (Giovanni Lapenta, CPA).



Combinatie van SOHO-beelden om de zonnewind te bestuderen.
© SOHO, NASA/ESA



Hoe ontstaan de CME's?

Het ruimteweer vindt zijn oorsprong vooral in de zon. Alles wat de zon de ruimte in stuurt, wordt meegevoerd door de zonnewind en interageert er mee. Coronale massa-uitstoten (CME's) zijn daar de meest prominente voorbeelden van, maar ook zonnevlammen en *Solar Energetic Particle* (SEP) events dragen hun steentje bij. Hoe ontstaan deze CME's? Door het onderling verschuiven van de magneetvelden, of als gevolg van de extra magnetische flux die aan het oppervlak komt opborrelen of juist weer verdwijnt in het oppervlak, of is er nog een andere oorzaak? Door middel van 3D-modellen worden de verschillende mogelijkheden gesimuleerd. Hiervoor zijn grootschalige computerberekeningen nodig: 480 processoren rekenen tegelijkertijd enkele dagen aan hetzelfde probleem. De resultaten van deze simulaties worden vergeleken en getoetst aan de waarnemingen.

Evolutie van CME's

Snelle CME's (typisch meer dan 1000 km/s - of 3,6 miljoen km/u! - in de beginfase) veroorzaken MHD-schokgolven die een belangrijke component vormen van het ruimteweer. De verdere evolutie van dergelijke CME's en hun interactie met de zonnwind en met de boegschok en de magnetosfeer van de aarde en van de buitenplaneten (Jupiter, Uranus) worden ook bestudeerd aan het CPA. Verschillende zonnwindmodellen worden hiervoor gecombineerd met diverse CME-modellen. Zo zie je de invloed van de zonnwind en van het initiatiemecha-

nisme van de CME's op de schokgolven, de snelheid, de vervorming, de spreidingshoek, enz. van de uiteindelijke CME's.

Snellere MHD-schokgolven halen eerdere (en tragere) schokgolven in en de interactie of 'botsing' van dergelijke schokgolven leidt tot boeiende fenomenen in MHD. Ongeveer 66% van alle interplanetaire 'magnetische wolken' zijn het resultaat van dergelijke interacties. Ze worden dan ook grondig bestudeerd en gemodelleerd tot ver buiten de baan van de aarde. Ook hier treden *SEP events* op: elektrische geladen deeltjes van hoge energie worden versneld. Deze kunnen schadelijk zijn voor mensen tijdens ruimtevluchten en worden daarom intens bestudeerd.

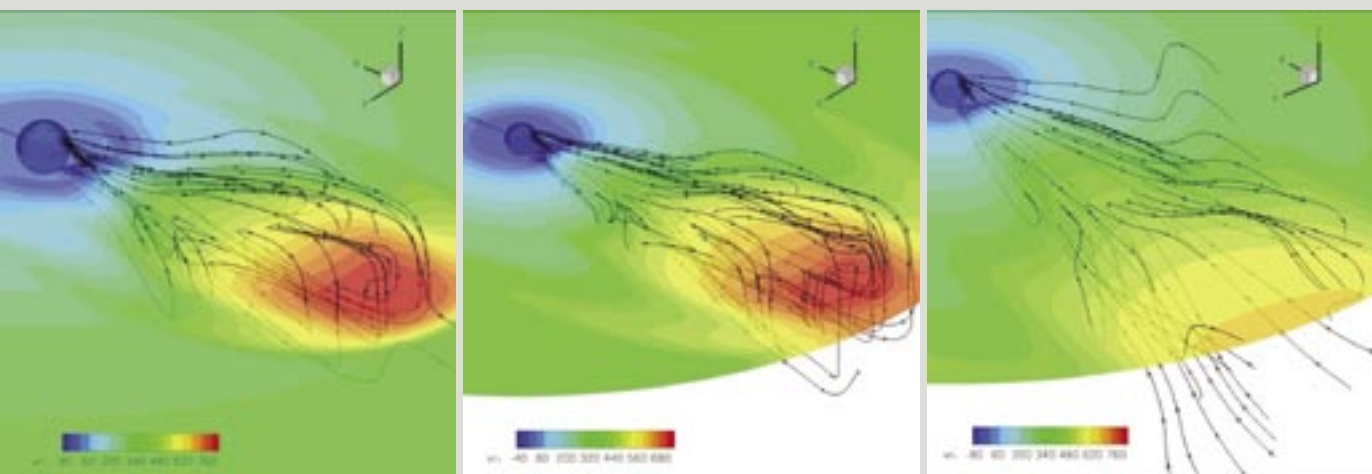
'Geo-effectiviteit' van CME's

De interplanetaire CME's zijn de belangrijkste oorzaak van de magnetische stormen die in de aardse magnetosfeer voorkomen. Zeker 10% van alle CME's heeft een effect op de aarde. De impact van een CME op de boegschok en de magnetosfeer van de aarde wordt in het CPA numeriek gesimuleerd. Zo wordt de 'geo-effectiviteit' in kaart gebracht. Er worden eveneens 'event'-studies uitgevoerd door gebruik te maken van satellietgegevens in de simulaties. Recent werden deze modellen uitgebreid en aangepast voor de magnetosferen van de grote buitenplaneten Jupiter en Uranus. Daar worden immers ook effecten van ruimteweer, zoals aurora's, waargenomen.

Stefaan Poedts, Anik De Groof en Jesse Andries (CPA)

Visualisatie van een gesimuleerde CME om te vergelijken met observationele gegevens, bijv. van de LASCO-coronagraaf aan boord van SOHO.

© Carla Jacobs, CPA, K.U.Leuven



Drie momentopnamen van een 3D-computersimulatie van de evolutie van een snelle CME tot ongeveer 21 miljoen km van de zon. De kleur is een maat voor de snelheid. Zwarte lijnen geven magnetische veldlijnen aan,

© Carla Jacobs, CPA, K.U.Leuven

Zon en aerosolen

bestudeerd door het KMI

De interesse van het Koninklijk Meteorologisch Instituut (KMI) van België in de zon ligt in de mogelijke invloed van de zon op klimaatveranderingen op aarde.

Het klimaat op aarde wordt bepaald door het evenwicht (zie figuur 1) tussen

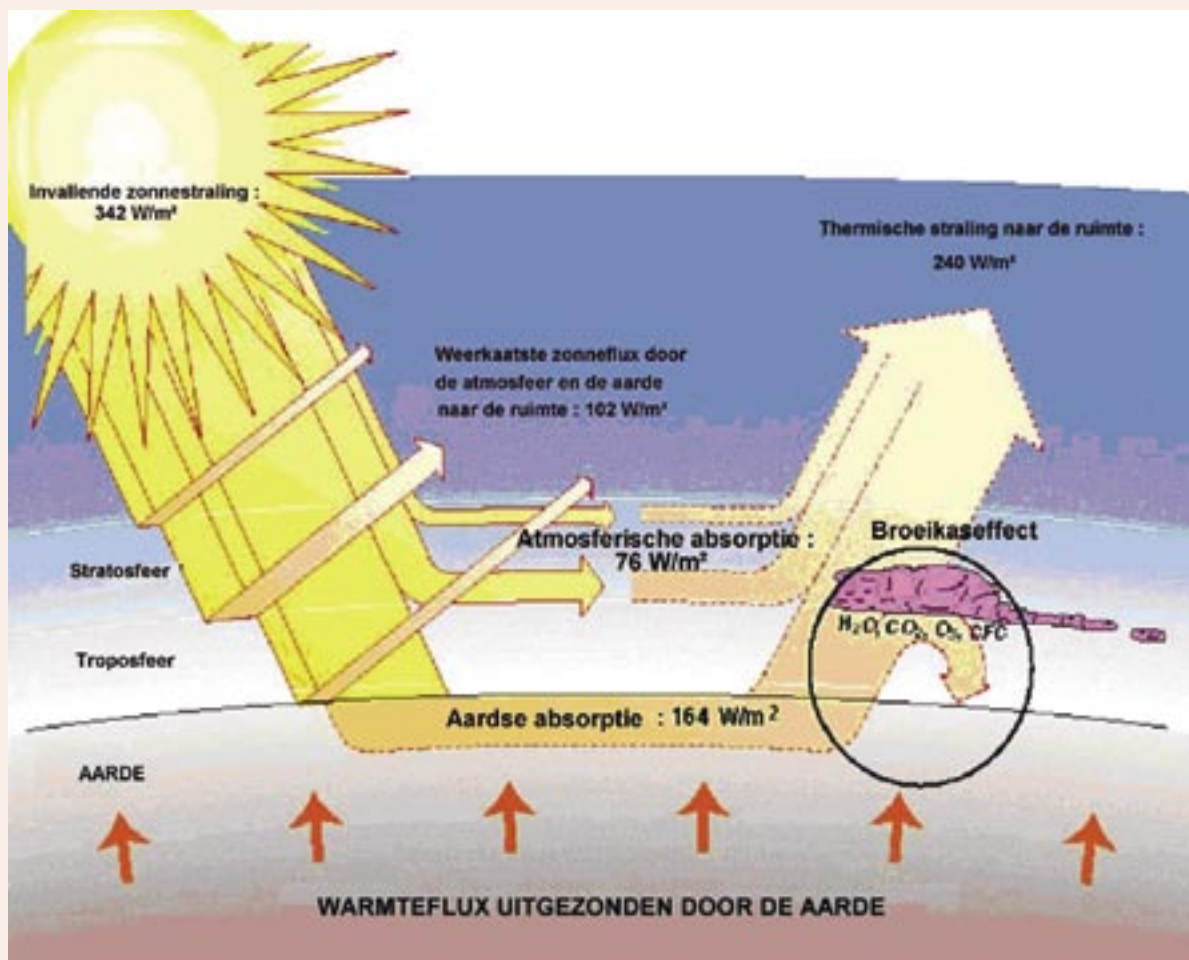
- de invallende zonnestraling, die zorgt voor een opwarming van de aarde.
- de weerkaatste zonnestraling, die ervoor zorgt dat minder zonnestraling geabsorbeerd wordt, en dus een relatief afkoelend effect heeft.
- de thermische straling uitgezonden naar de ruimte onder de vorm van infrarode straling, die een afkoelend effect heeft op de aarde.

Elke verstoring van dit evenwicht – door menselijke of door natuurlijke oorzaken – is een bron van klimaatveranderingen. Mogelijke dergelijke klimaatveranderingen zijn:

- door een toename van de hoeveelheid broeikasgassen in de atmosfeer, is de aarde beter geïsoleerd voor thermische straling. Dus ontsnapt er minder thermische straling naar de ruimte en is er een netto opwarmend effect.
- door de vervuiling van de atmosfeer of door vulkaanuitbarstingen, varieert het aantal aerosolen (zwevend stof) in de atmosfeer. Aerosolen reflecteren zonlicht en zorgen dus voor een netto afkoeling van de aarde.
- de variatie van de hoeveelheid straling uitgezonden door de zon is een natuurlijke bron van klimaatveranderingen. Als de hoeveelheid zonnestraling toeneemt, heeft dit een opwarmend effect op de aarde.

De meting van de variatie van de hoeveelheid straling die de zon uitzendt, de zonne-irradiantie, moet gebeuren vanuit de ruimte, om aan de storende invloed van de aardse atmosfeer te ontsnappen. Het KMI was een pionier voor de meting van de zonne-irradiantie vanuit de ruimte, met een eerste ruimtevlucht op Spacelab in 1983, en is nog steeds internationaal toonaangevend op dit gebied met de metingen van het actieve DIARAD/VIRGO instrument over de volledige elfjaarlijkse zonnecyclus die nu op zijn einde loopt. De elfjaarlijkse cyclus is bekend uit de waarneming van de zonnevlekken, en beïnvloedt alle zonneparameters (zie kader op pagina's 6 en 7).





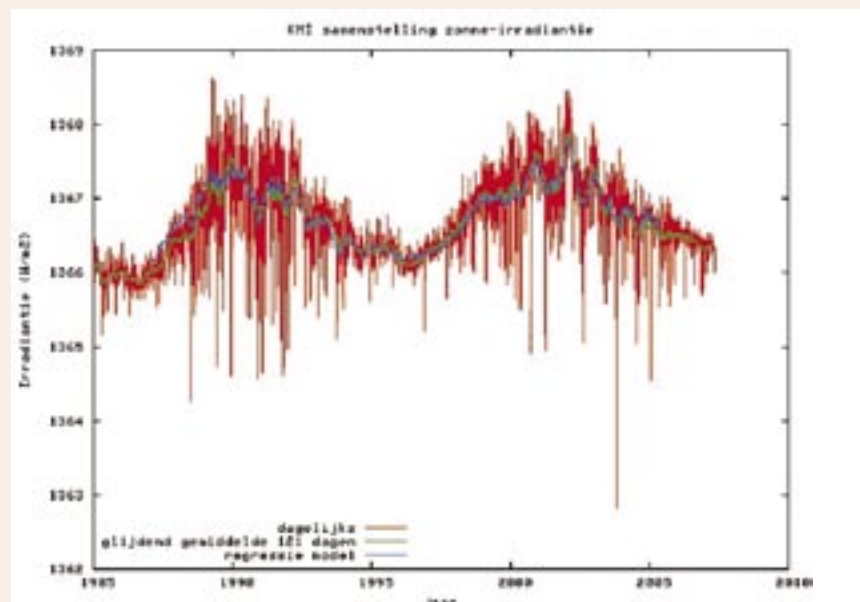
Figuur 2 toont de variatie van de zonne-irradiantie gemeten over de laatste twee zonnecycli. In de dagelijkse waarden (de rode curve) zijn er neerwaartse pieken te zien die te wijten zijn aan het verschijnen van donkere zonnevlekken. De diepste piek, lager dan 1366 W/m², kwam voor tijdens de zonnestorm van oktober 2003. Het glijdend gemiddelde over 121 dagen (de groene curve) toont een variatie van de zonne-irradiantie van de orde van 1 W/m² in fase met de elfjaarlijkse zonnecyclus. In Ukkel veroorzaken deze variaties van de zonne-irradiantie elfjaarlijkse temperatuursvariaties van de orde van 0,2 °C.

Voor de laatste 50 jaar zijn broeikasgassen en aerosolen dominante bronnen van klimaatveranderingen tegenover de zon. Over de voorgaande 1000 jaar zijn er echter aanwijzingen dat de zon de dominante bron van klimaatveranderingen kan geweest zijn. Rond de jaren 1100 was er een periode van hoge temperaturen – de middeleeuwse warme periode, zie figuur 3 – en hoge zonneactiviteit. Rond de jaren 1600 was er een periode van lage temperaturen – de kleine ijstijd, zie figuur 4 – en lage zonneactiviteit.

Onze metingen van de zonne-irradiantie gaan niet terug tot de kleine ijstijd zodat we niet rechtstreeks kunnen nagaan of de zon toen minder fel scheen. Misschien is een indirecte en relatief nauwkeurige reconstructie van het zonne-irradiantieniveau mogelijk via metingen van de zonnediameter. De Franse astronoom Jean Picard gebruikte tijdens de kleine ijstijd metingen van de variatie van de schijnbare diameter van de zon om de excentriciteit van de baan van de aarde rond de zon te bepalen. Nauwkeurige historische metingen van de zonnediameter kunnen ook afgeleid worden uit de

Figuur 1: De energiebalans van de aarde. De absorptie van zonne-energie (links) wordt gecompenseerd door het verlies van thermische straling (rechts) naar de ruimte.

Figuur 2. De variatie van de zonne-irradiantie over de laatste twee elfjarige activiteitscycli.



Figuur 4.

Winterlandschappen geschilderd door Pieter Bruegel de Oude in 1565 en 1566 tijdens de kleine ijstijd.



meting van de duur van zonne-eclipsen. Het KMI neemt deel aan het moderne Picard- satellietproject, met voorziene lancering in maart 2009. De bedoeling is om gedurende de volgende zonnecyclus de gezamenlijke variaties van de zonne-irradiantie en van de zonnediameter te bepalen. Een combinatie van de moderne relatie tussen zonne-irradiantie en zonnediameter variaties met historische metingen van de zonnediameter zal toelaten om het zonne-irradiatieniveau tijdens de kleine ijstijd te schatten.

Naast de metingen vanuit de ruimte van de hoeveelheid zonnestraling die invalt op de atmosfeer van de aarde, beschikt het KMI ook over lange meetreeksen in Ukkel van de hoeveelheid zonnestraling die doorheen de atmosfeer het aardoppervlak bereikt.

De globale zonnestraling aan de grond is de hoeveelheid zonne-energie die invalt op een horizontaal vlak. Deze parameter hangt in de eerste plaats af van de hoeveelheid bewolking (een hoge zonnestraling komt overeen met een lage bewolking), en in de tweede plaats van de transmissie van de onbewolkte atmosfeer, die op zijn beurt afhangt van parameters zoals de hoeveelheid waterdamp, de hoeveelheid ozon en de aanwezigheid van aerosolen in de atmo-

sfeer. Aerosolen zijn kleine deeltjes die rondzweven in de atmosfeer (bijv. zeezout of stofdeeltjes), ze bevinden zich hoofdzakelijk tussen het aardoppervlak en een hoogte van 3 km. De verhoging van de aerosolen in de atmosfeer vermindert de zonnestraling aan de grond door de zogenaamde directe en indirecte aerosoleffecten. Het directe aerosoleffect is een afname van de transmissie van de onbewolkte atmosfeer door de toename van de vervuilende deeltjes. Afhankelijk van hun samenstelling absorberen of reflecteren de aerosolen in min of meerdere mate het invallende zonlicht. Het indirecte aerosoleffect zorgt ervoor dat waterdruppels in wolken gemakkelijker gevormd worden, waardoor de wolken meer zonlicht reflecteren en er dus ook minder zonlicht het aardoppervlak bereikt.

De langste meetreeks van de globale zonnestraling in België is die in Ukkel, met aanvang in 1951. De rode curve in figuur 5 toont de jaarlijkse gemiddelden van deze globale zonnestraling.

De bekende zonnige en warme jaren 1959, 1976 en 2003 komen naar voren als jaren met een uitzonderlijk hoge zonnestraling. De directe opwarming van het aardoppervlak door de hoge zonnestraling kan op zijn minst gedeeltelijk de hoge temperaturen verklaren, naast een mogelijke advection van warme lucht vanuit de overheersende windrichtingen. Een verdere analyse van de gegevens toont aan dat de uitzonderlijk zonnige jaren 1959, 1976 en 2003 te wijten waren aan een uitzonderlijk lage bewolking in deze jaren.

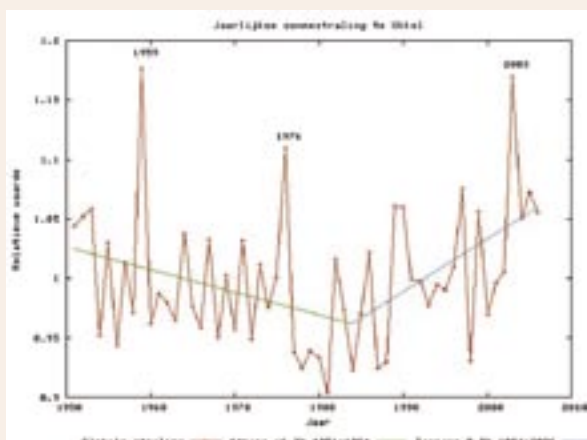
Over de periode van 1951 tot 1984 is er een afname van de zonnestraling met 6,3 % (groene lijn in de figuur 5). Dit komt overeen met de *global dimming*¹ die internationaal

Figuur 3.

De hoge temperaturen tijdens de middeleeuwse warme periode lieten de Vikings toe IJsland en Groenland te koloniseren, en de Oostkust van Canada te bereiken.



¹ *Global dimming*: op verschillende plaatsen ter wereld vastgestelde vermindering van de hoeveelheid zonnestraling die het aardoppervlak bereikt.



Figuur 5.
 Variatie van de jaarlijkse globale zonnestraling in Ukkel sinds 1951.

vastgesteld werd. Over de periode van 1984 tot 2006 is er een toename van de zonnestraling met 9,8 % (blauwe lijn in figuur 5). Dit komt overeen met de recente globale stijging die internationaal door het BSRN (*Baseline Surface Radiation Network*) vastgesteld werd.

Figuur 6 toont de globale verdeling van de temperatuursvariëaties gedurende de periodes van afname (links) en toename (rechts) van de zonnestraling. Voor de periode van afname van de zonnestraling stijgt de temperatuur globaal niet zo sterk en lokaal vooral in het zuidelijk halfrond. Voor de periode van toename van de zonnestraling stijgt de temperatuur veel sterker, en vooral in het noordelijk halfrond.

De invloed van de veranderende zonnestraling is dus niet verwaarloosbaar ten opzichte van andere invloeden, zoals die van de toenemende broeikasgassen en de natuurlijke variabiliteit.

In de periode van 1951 tot 1983 werkte de afkoeling door de afnemende zonnestraling de opwarming door de toenemende broeikasgassen tegen.

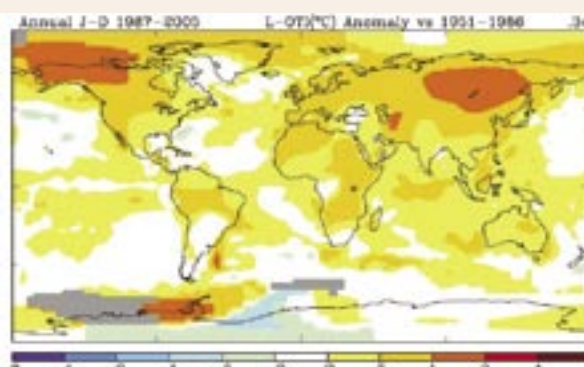
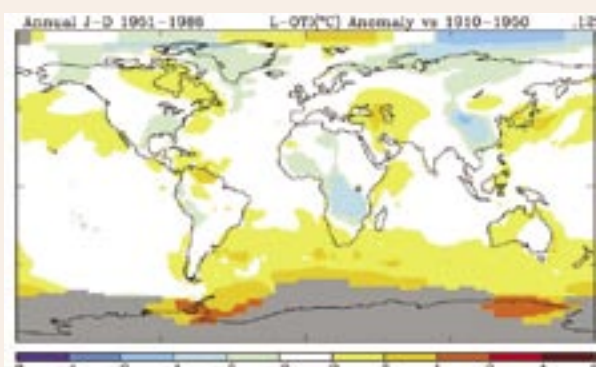
In de periode van 1984 tot nu versterkt de opwarming door de toenemende zonnestraling de opwarming door de toenemende broeikasgassen, hetgeen de recente versnelling van de opwarming kan verklaren.

Een belangrijke parameter die de lange termijnveranderingen van de hoeveelheid zonnestraling in Ukkel beïnvloedt, is de hoeveelheid aerosolen die ontstaan omwille van de vervuiling van de atmosfeer. De menselijke activiteit heeft dus niet alleen een opwarmend effect door de toename van de broeikasgassen, maar ook een afkoelend effect door de aerosolen afkomstig van de vervuiling van de atmosfeer.

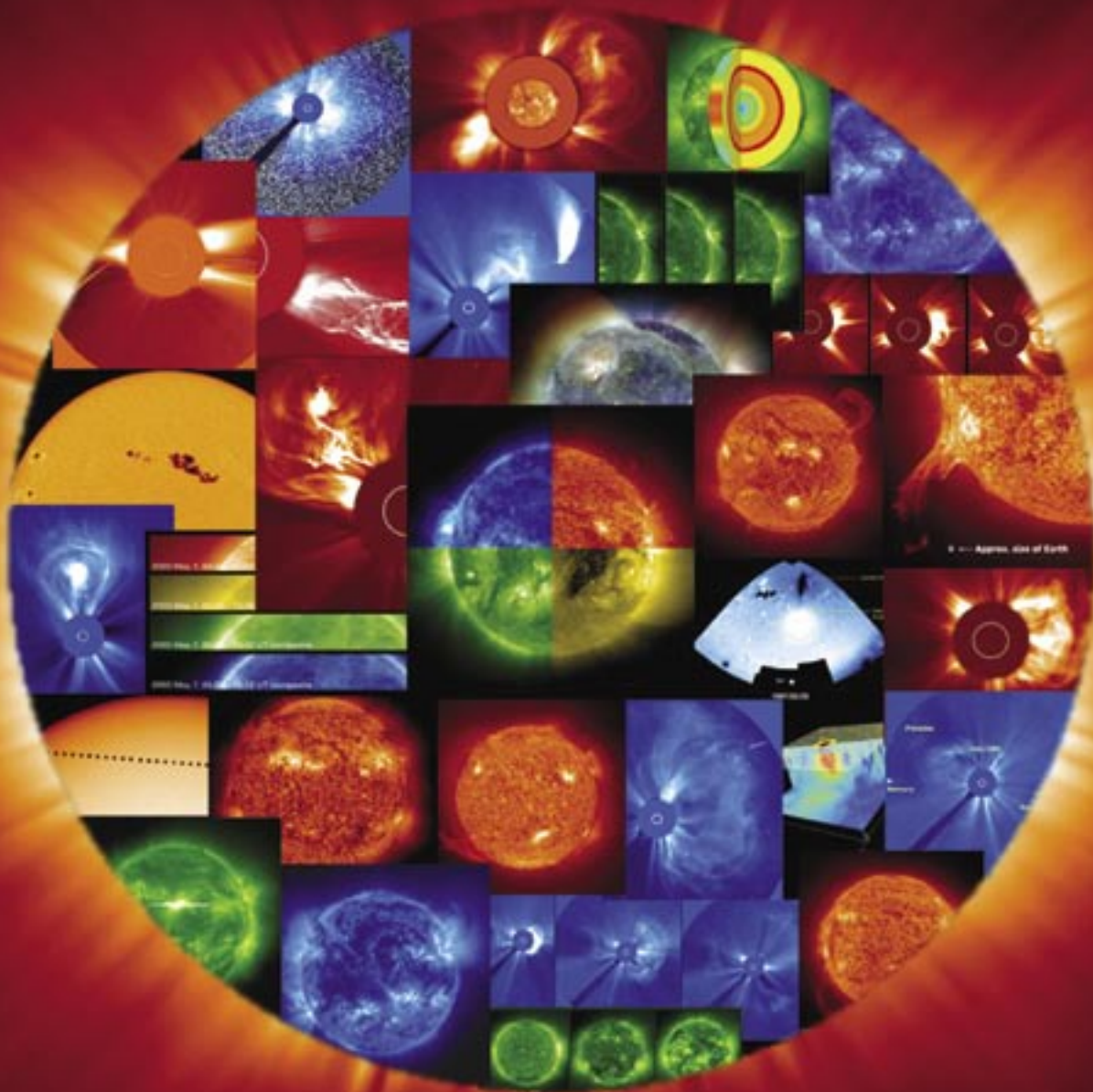
Steven Dewitte (KMI)



Planetarium, Boechoutlaan 10, 1020 Brussel, 02/474.70.50
www.planetarium.be
 Koninklijke Sterrenwacht van België
www.sterrenwacht.be
 Solar Influences Data Analysis Center (SIDC)
sidc.oma.be
 Belgisch Instituut voor Ruimte-Aeronomie
www.aeronomie.be
 Koninklijk Meteorologisch Instituut
www.meteo.be
 Centrum voor Plasma-Astrofysica (K.U.Leuven)
wis.kuleuven.be/cpa
 Internationaal Heliofysisch Jaar
gauss.oma.be/jhy2007



Figuur 6.
 Links: temperatuursvariatie van de periode 1951-1986 ten opzichte van 1910-1950.
 Rechts: temperatuursvariatie van de periode 1987-2005 ten opzichte van 1951-1986.



De satelliet SOHO
observeert de zon.
© SOHO, NASA/ESA

Bijdragen van:

Jan Cuypers (*KSB, redactie*), Johan De Keyser (*BIRA*), Steven Dewitte (*KMI*), Viviane Pierrard (*BIRA*), Stefaan Poedts (*CPA*), Petra Vanlommel (*KSB*)

Met medewerking van:

Jesse Andries (*CPA*), David Berghmans (*KSB*), Anik De Groof (*CPA*), Pierre Demoitié (*Federaal Wetenschapsbeleid*), Stéphanie Fratta (*BIRA*), Carla Jacobs (*CPA*), Alexandre Joukoff (*KMI*), Harald Lebon (*BIRA*), Patrick Ribouville (*Federaal Wetenschapsbeleid*), Tim Somers (*BIRA*), Christophe Van Biesen (*ROB*)

ERRATUM

In het artikel «LEODIUM... ad astra !» (*Space Connection* 60, pagina 17), is er sprake van de activiteiten voor studenten van de *Université de Liège* op het gebied van microsattelieten. Men vraagt ons te preciseren dat het *Centre Spatial de Liège*, dankzij zijn vele contacten en Pierre Rochus, adjunct-directeur en voorzitter van de vereniging *Liège Espace*, een belangrijke rol speelde bij het opstarten van deze activiteiten zoals de ondertekening van een samenwerkingsakkoord met ESTEC, het gebruik van de hogedefinitiecamera voor de maansonde ESMO, de samenwerking met de universiteit van Toronto.

**Space Connection is de ruimtevaartbijlage van Science Connection,
het magazine van het Federaal Wetenschapsbeleid.
www.scienceconnection.be | www.belspo.be**