

34

Maart 2001

SPACE CONNECTION

DOSSIER Satellieten
voor humanitaire doeleinden



Inhoud



Dossier: Satellieten voor humanitaire doeleinden

- 03 Een aarde met natuurrampen, een planeet met menselijke drama's
- 05 Eén noodnummer bij natuurrampen en technologische catastrofes
- 06 Mensenlevens bedreigd door rampen, ongelukken en conflicten
- 08 Ruimterobots ten dienste van mens en natuur
- 10 Een Belgische micro-satelliet voor humanitaire opdrachten
- 12 Europa mobiliseert: van Meteosat en Envisat tot het GMES-programma
- 13 Een dag in de ruimte
- 15 De belangrijkste troeven van remote sensing
- 19 Belgisch-Argentijnse samenwerking bij radarsatellieten
- 20 Satellietconstellaties ten dienste van de mens en zijn leefomgeving
- 25 Kofi Annan: een meer solidaire mensheid dankzij satellietssystemen
- 25 Het programma Unispace III voor humanitaire missies
- 26 Triana observeert de aarde vanuit de interplanetaire ruimte
- 27 Vulkanen onder bewaking
- 28 Aardbevingen voorspellen met Izmiran, Demeter en Poperedzjenia
- 29 Remsat: Europese satellieten in de strijd tegen bosbranden
- 30 Meer informatie op het web
- 32 Het weer onderzocht – Een portret van het Koninklijk Meteorologisch Instituut

- 37 **Belgische actualiteit**
- 38 **Internationale actualiteit**

Inleiding



Federale diensten voor wetenschappelijke, technische en culturele aangelegenheden (D.W.T.C.)

Space Connection is een nieuwsbrief uitgegeven door de Federale diensten voor wetenschappelijke, technische en culturele aangelegenheden (D.W.T.C.). Deze nieuwsbrief informeert over recente verwezenlijkingen in de ruimtevaart en richt zich in het bijzonder tot de jeugd.

Space Connection gratis ontvangen?
Stuur uw naam en adres naar:

**Cel Public Relations
Secretariaat-generaal
D.W.T.C.**

Wetenschapsstraat 8
1000 Brussel
of stuur een e-mail naar
dhae@belspo.be

<http://www.belspo.be>

Verantwoordelijke uitgever:
Ir. Eric Beka
Secretaris-generaal van de D.W.T.C.

Redactie:
Cel Public Relations
Secretariaat-generaal
D.W.T.C.
Wetenschapsstraat 8
1000 Brussel

Externe medewerking:
Benny Audenaert, Paul Devuyt,
Christian Du Brulle, Théo Pirard
(dossier), Steven Stroeykens

Coördinatie:
Patrick Ribouville

Abonnementenbeheer:
Ria D'Haemers
e-mail: dhae@belspo.be

Foto voorpagina:
De satelliet Envisat
(document NASA).

Nummer 34 - Maart 2001

Een aarde met **natuur-** **rampen**, een planeet met **menselijke drama's**



(UN - Eskinder Debebe)

Humanitaire opdrachten. Bij deze woorden denken we aan catastrofes die het gevolg zijn van natuurrampen en menselijke tragedies. Vanuit de ruimte gezien blijven ze niet onopgemerkt.

Satellieten kunnen verschijnselen waarnemen, rampen evalueren, noodsituaties bepalen, reddingsoperaties organiseren, nieuw onheil voorkomen... Daarnaast moet men op de grond nog beschikken over apparatuur die toegang verleent tot de gegevens vanuit de ruimte, apparatuur om deze gegevens in een korte tijdspanne te verwerken, netwerken om informatie te verspreiden en een op wereldschaal gecoördineerde infrastructuur. Tijdens de wereldconferentie Unispace III in Wenen in juli 1999, beschouwden de Verenigde Naties (UNO) het efficiënt inzetten van satellietssystemen als een strategische prioriteit: om het milieu op aarde beter te begrijpen, risicosituaties waar te nemen, levensomstandigheden minder gevaarlijk te maken, het hoofd te bieden aan noodsituaties en noodlijdende bevolking ter hulp te komen. Met eenzelfde bezorgdheid heeft Europa beslist twee initiatieven te lanceren: GMES (Global Monitoring for Environment and Security), dat voorziet in de uitbouw van een wereldwijd systeem voor de waarneming van het milieu en voor veiligheid; Galileo, een civiel navigatiesysteem via satelliet waarmee beter de zones met een natuurlijk risico kunnen worden vastgelegd en de nasleep van menselijke conflicten in kaart gebracht. De Europese ruimtevaartorganisatie ESA blijft evenmin achterwege en zal in coördinatie met GMES het programma Living Planet lanceren. Dit zal bestaan uit de satellietmissies Earth Watch en Earth Explorer.

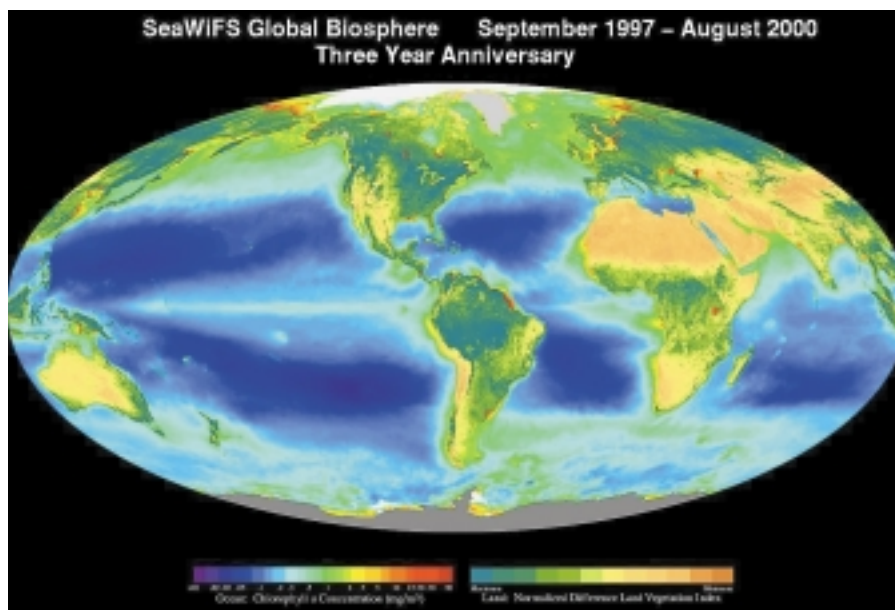
[vervolg op pagina 04]

Het belang van humanitaire opdrachten is tijdens het laatste decennium van de 20ste eeuw sterk toegenomen. Onder druk van een publieke opinie die steeds beter geïnformeerd is over natuurrampen en menselijke conflicten, ontwikkelen beleidsvoerders interventieplannen. De niet-gouvernementele organisaties (Rode Kruis, Rode Halvemaan, Artsen Zonder Grenzen, Greenpeace...) doen beroep op de internationale solidariteit om medewerkers snel naar rampgebieden over te brengen en de nood te lenigen.

Humanitaire aangelegenheden krijgen voortaan ook voorrang bij de Verenigde Naties, die in 1992 het departement OCHA (Office for the Coordination of Humanitarian Affairs) oprichtten. Bovenop de gevolgen voor de mens van de grillen van de natuur (droogte, overstromingen, cyclonen, aardbevingen, vulkanen, vloedgolven, bosbranden, ...) houdt het zich bezig met de vluchtelingen in de wereld, kinderen in gewapende conflicten, de problematiek van de mijnen en industriële rampen. OCHA heeft zijn actieterrein vooral in Afrika en Azië liggen en blijft geïnformeerd over de gevolgen van

alle natuurrampen. OCHA verzorgt de site ReliefWeb (www.reliefweb.int) over de diverse noodgebieden in de wereld. Op het terrein verzekert het departement de coördinatie van de hulpverlening, het herstel van de communicatiemiddelen, de monitoring van milieurisico's en de inzet van materieel voor "dubbel gebruik" (civiele bescherming en militaire opdrachten). Het is niet rechtstreeks bevoegd voor de globale klimaatveranderingen; de gevolgen daarvan voor de mensheid op lange termijn hangen af van de correcte toepassing van de Conventies van Rio (1992) en Kyoto (1997).

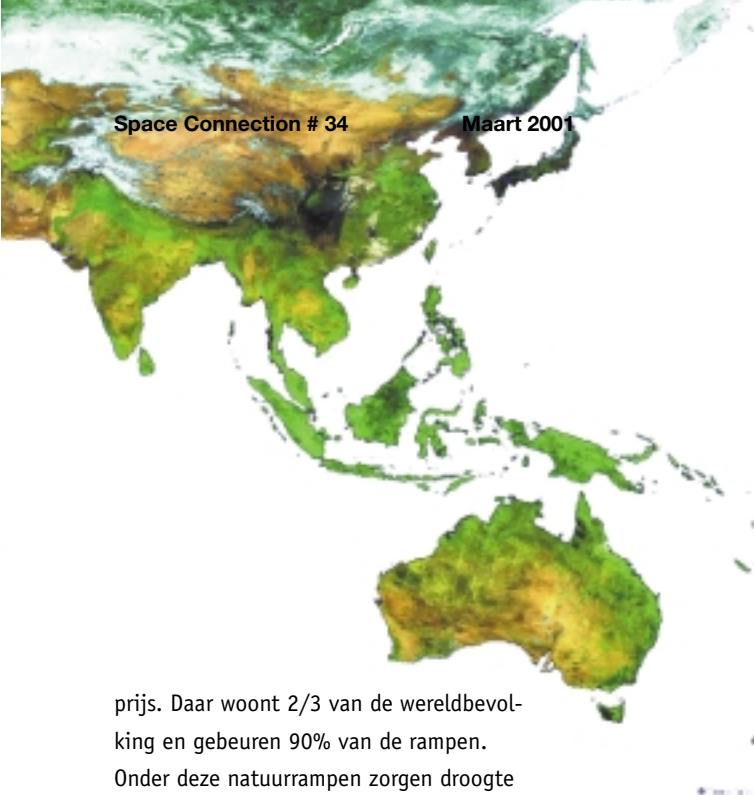
↓ ↗ Aan de hand van satellietgegevens konden deze beelden van de biosfeer en van de vegetatie gemaakt worden. Met de gegevens van het Europese instrument Végétation kan de toestand van de wereldvegetatie om de twee dagen gevisualiseerd worden. (SeaWiFS, NASA/Goddard Space Flight Center, ORBIMAGE)



De sociaal-economische gevolgen van rampen

“Hoewel natuurrampen zich niet meer en heviger voordoen dan in het verleden nemen hun gevolgen op menselijk en economisch vlak op duizelingwekkende wijze toe, zowel in de ontwikkelde landen als in de ontwikkelingslanden”, stelt José Achache vast. Hij is wetenschappelijk adjunct-directeur-generaal van de Franse ruimtevaartorganisatie CNES (Centre National d’Etudes Spatiales) en één van de promotoren van het Europese GMES-initiatief. “Deze opwaartse tendens zal alsmaar duidelijker worden met de groeiende concentratie van de bevolking, de toename van de kosten voor infrastructuur en het tot stand komen van agglomeraties van meerdere tientallen miljoenen inwoners aan de oevers van grote rivieren en in kustgebieden. Men schat dat vandaag aldus meer dan drie miljard mensen leven in grote verstedelijkte gebieden die geconcentreerd zijn op slechts een paar procent van de oppervlakte van de continenten en het vaakst in risicogebieden.”

Het document dat op de conferentie Unispace III werd voorgesteld maakt een dramatisch bilan op van de natuurrampen in de periode 1974-1994: meer dan 3 miljoen doden, 1 miljard gewonden en meerdere miljarden euro aan schade. Het vat de huidige situatie samen: *“De grillen van de natuur in de wereld zorgen er jaarlijks voor dat gemiddeld 4 miljoen mensen al hun bezittingen verliezen, 900.000 mensen gewond raken en 128.000 anderen omkomen.”* De ontwikkelingslanden betalen de hoogste



prijs. Daar woont 2/3 van de wereldbevolking en gebeuren 90% van de rampen. Onder deze natuurrampen zorgen droogte (in Afrika) en overstromingen (in Azië en Latijns-Amerika) voor de meeste slachtoffers. Er moet niet alleen rekening worden gehouden met de onmiddellijke gevolgen van catastrofes, maar ook met menselijke drama's op lange termijn zoals economische crisissen, de verwoesting van een hele omgeving, spanningen tussen bevolkingsgroepen, de nefaste gevolgen van beurs-speculatie, prijsstijgingen van zeldzaam geworden producten...

Wat de risico's in verband met de veranderingen van het klimaat betreft vrezen sommigen dat tot nu toe gespaard gebleven gebieden verwoest zullen worden als gevolg van lange perioden van droogte, uiterst krachtige tornado's of overstromingen op grote schaal. De menselijke samenleving en de wereldeconomie lopen het gevaar op wereldschaal getroffen te worden. De mensheid moet een antwoord vinden op de noden van een versnelde productie en een toegenomen consumptie en krijgt daardoor af te rekenen met een ontwikkeling die misbruik maakt van de natuurlijke rijkdommen: de landbouw wordt intensiever, de industrie vestigt zich op steeds meer plaatsen en transportmiddelen bevinden zich op alle wegen en zeeën en in heel het luchtruim. Meer dan ooit zijn aardobservatiesatellieten, uitgerust met steeds krachtiger sensoren, onmisbare hulpmiddelen om van nabij te volgen wat er zich op onze blauwe planeet afspeelt.

Eén *noodnummer* bij natuurrampen en technologische catastrofes

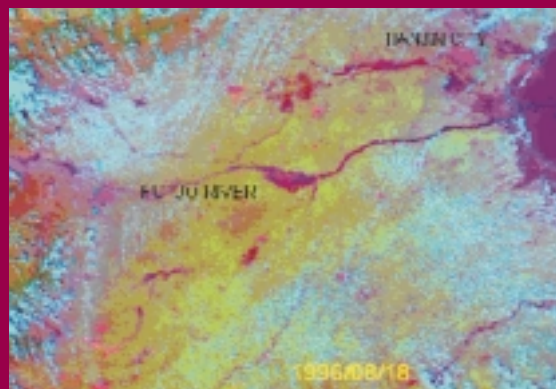
Tijdens de conferentie Unispace III in juli 1999 ondertekenden ESA en CNES een charter om bij grote natuurrampen of technologische catastrofes samen satellieten te gebruiken. Dit charter is een humanitair initiatief met een wereldwijde draagwijdte en levert een kader dat de toegang tot gegevens van veel aardobservatiesatellieten vergemakkelijkt. In eerste instantie zullen de gegevens van de Europese satellieten ERS 2 en – vanaf 2001 – Envisat en de Franse kunstmanen SPOT 1, SPOT 2 en SPOT 4 (waaraan ook België en Zweden meewerken) en daarna – in 2002 – SPOT 5 ter beschikking van de autoriteiten worden gesteld. Betrouwbare informatie vanuit de ruimte zal de gegevens aanvullen die werden verzameld op aarde en met teledetectieapparatuur vanuit vliegtuigen. Dit charter staat ook open voor uitbaters van satellietssystemen over de hele wereld. Het Canadian Space Agency (CSA) heeft het reeds geratificeerd en zal de waarnemingen met haar satellieten Radarsat 1 en – in 2003 – Radarsat 2 ter beschikking stellen. Alle partners engageren zich op vrijwillige basis tot samenwerking.

Een eerste gevolg van dit charter is dat sinds 1 november 2000 de landen waar zich een technologische – of natuurramp heeft voorgedaan via één telefoonnummer zo snel mogelijk de satellieten van ESA, CNES en CSA kunnen inschakelen. De overheden van deze landen kunnen een operator bellen in de ESA-vestiging ESRIN in Frascati (bij Rome); deze contacteert dan de ingenieurs bij de drie agentschappen, die de satellieten ter beschikking stelt van het land. De procedure werd gevolgd bij de recente aardbeving in El Salvador. Nu reeds is voorzien dat de technologische communicatiesatellieten Artemis van ESA en Stentor van CNES na hun geplande lancering in 2001 informatie kunnen doorsturen naar het land dat door een ramp is getroffen. Bij elke crisissituatie zullen de drie agentschappen een projectverantwoordelijke aanduiden die in verbinding staat met de autoriteiten van het getroffen land. De bijstand zal zich niet beperken tot het leveren van gegevens vanuit de ruimte, maar ook hun verwerking en interpretatie inhouden.

Dossier Satellieten voor humanitaire doeleinden

Mensenlevens *bedreigd door* rampen, ongelukken en conflicten

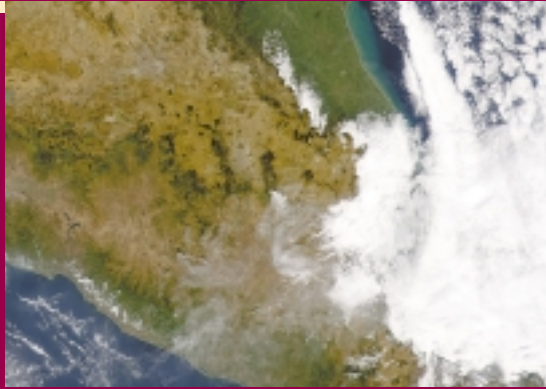
↑ Radarbeeld van een boorplatform ten westen van Bombay. De donkere zones wijzen op olievlkken rond de platforms die herkenbaar zijn als witte stippen. (NASA/JPL)



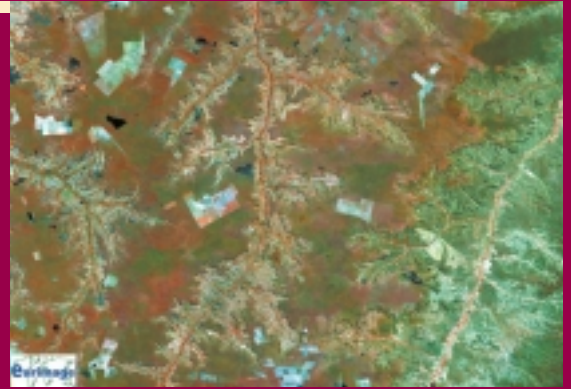
↑ In augustus 1996 werd het noorden van China getroffen door uitzonderlijke overstromingen in de provincie Hebei. Dankzij de actieve monitoring van weersatellieten, kon de overheid de situatie op de voet volgen. (NOAA)

Hoe de natuur op de aarde zich gedraagt hangt af van het aardoppervlak (platentektoniek, aardverschuivingen, vulkaanuitbarstingen, erosie...), van de energie en de straling van de zon, van de temperatuur en de bestanddelen van de atmosfeer, van de stromingen in oceanen en zeeën. Enkele van de belangrijkste risico's zijn:

- **aardbevingen en vloedgolven** in geologisch actieve zones die men terugvindt langs grote breuklijnen en aan de voet van jonge gebergten; het is nog niet mogelijk voldoende nauwkeurig te voorspellen wanneer en waar een aardbeving zal plaatsvinden en met welke kracht;
- **vulkanische activiteit** is vooral merkbaar in de buurt van seismisch kwetsbare gebieden; van de ongeveer 1500 potentieel actieve vulkanen zijn er momenteel slechts 70 in uitbarsting. De voorbije 50 jaar kwamen bij vulkaanuitbarstingen 30.000 mensen om; de uitstoot van stofdeeltjes in de atmosfeer is een belangrijke bron van vervuiling;
- **aardverschuivingen en lawines** in geologisch jonge gebieden of gebieden die recentelijk ontbost werden als gevolg van een snelle verstedelijking en van bosbranden;
- **cyclonen en orkanen** zijn de belangrijkste bron van verwoestingen aan de oostkust van de Verenigde Staten, in Centraal-Amerika, op de Antillen en in de Indische en Stille Oceaan; ze gaan gepaard met overstromingen en aardverschuivingen;



↑ In december 2000 begon de vulkaan Popocatepetl opnieuw stenen, as en rook te spuwen boven de vallei van Mexico City. De overheid vreesde voor een uitbarsting en hield de bevolking onderbroken op de hoogte. (SeaWiFS Project, NASA/Goddard Space Flight Center, ORBIMAGE)



↑ De aftakeling van het Amazonewoud is het rechtstreekse gevolg van menselijke ingrepen. Satellietbeelden volgen deze ontwikkeling op de voet. (Eurimage/Landsat7)

- **overstromingen** vernielen gewassen, de fauna en de infrastructuur; ze zijn in het bijzonder dodelijk in laaggelegen gebieden waar gewassen verbouwd worden en in slecht geïrrigeerde streken;

- **lange perioden van droogte** tonen de kwetsbaarheid aan van streken in Afrika, Azië en Brazilië; hier komt het erop aan voorzorgsmaatregelen te nemen door een constante analyse van meteorologische en hydrologische gegevens, verzameld vanuit de ruimte;

- **insectenplagen** zijn een ramp in droge gebieden; door permanente observatie kunnen de oorzaken beter begrepen en de gevolgen beperken;

- **bosbranden** worden veroorzaakt door blikseminslagen, pyromanen of worden aangestoken om economische redenen; ze zorgen voor het verdwijnen van een kostbaar ecologisch patrimonium; als ze op tijd vanuit de ruimte opgemerkt worden kan de schade beperkt worden, voor zover de wind geen parten speelt...

De aanwezigheid van de mens heeft een invloed op het milieu. Zo zijn er naast de bedreigingen van de natuur nog:

- **de vervuiling van lucht en zee** door industriële ongelukken of schipbreuk van olietankers... Het dioxine-drama in Seveso (1976), de kernramp van Tsjernobyl (1986), de vervuilde stranden van Bretagne hebben de publieke opinie wakker geschud; voorzorgsmaatregelen houden in dat de risico's nu

permanent met satellieten worden opgevolgd;

- **de globale veranderingen** zijn onder meer waar te nemen bij de aanhoudende afname van de ijskappen, de verontrustende gezondheidstoestand van de koraalriffen en de trage veranderingen in de vegetatie; door ze met foto's met hoge resolutie te bestuderen kan hun evolutie worden gevolgd;

- **de internationale handel in ongeoorloofde producten** zoals verdovende middelen kan worden uitgeroeid door wereldwijd gebieden te detecteren waar drugs worden aangemaakt; aardobservatiesatellieten kunnen de bronnen van bevoorrading identificeren en een bijdrage leveren tot een permanent toezicht;

- bij **virusepidemieën** moeten aangetaste gebieden worden geobserveerd; vanuit de ruimte kunnen zelfs in afgelegen streken gegevens worden verzameld zodat de virusverspreiding kan afgeremd en zelfs verhinderd worden;

- **conflicten en oorlogen** hebben desastreuze gevolgen voor het menselijk leven en zijn dramatisch voor het leefmilieu. De laatste jaren hadden vele militaire interventies, onder bescherming van de Verenigde Naties, ook een humanitair karakter. Belgische strijdkrachten namen er aan deel in Somalië, Rwanda en Kosovo. Hulp aan ontheemde bevolkingsgroepen, gevaarlijke ontmijningsopdrachten en de lokalisatie van massagraven hebben het "duale karakter" aangetoond - burgerlijk en militair - van de systemen voor telecommunicatie en aardobservatie vanuit de ruimte.

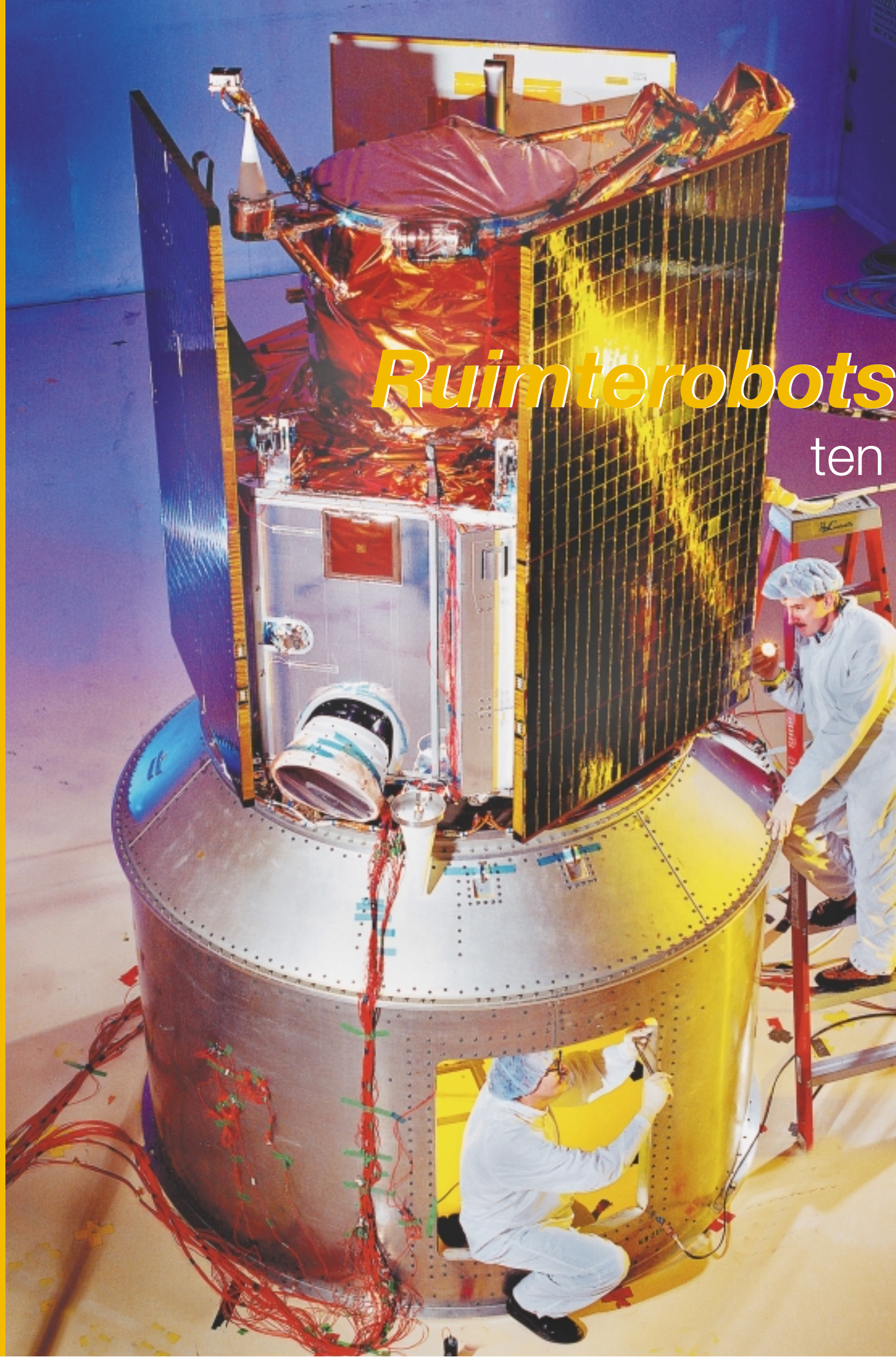


↑↑ De Tsjetsjeense stad Grozny voor en na de bombardementen op 16 maart 2000 op opnamen van de satelliet Ikonos. (spaceimaging.com)

↓ De stad Fort Worth in Texas na een tornado op 29 maart 2000. Dankzij beelden zoals deze opname met een resolutie van 1 meter gemaakt door de satelliet Ikonos, kan de schade worden opgemeten aan huizen, infrastructuur, wegen, enz. (spaceimaging.com)



Ruimterobots ten



Dossier Satellieten voor humanitaire doeleinden

Eigenlijk staan we niet meer stil bij de rol die satellieten spelen en de mens een grote verscheidenheid aan diensten bieden. Pas wanneer de grondinfrastructuur niet meer werkt - zoals bij catastrofes - wordt men zich bewust van de efficiënte rol van kunstmannen.

dienste van mens en natuur

Vanaf een platform in de ruimte is het mogelijk gegevens te verzamelen over het milieu, noodoproepen te lokaliseren, risicogebieden waar te nemen, de bewegingen van het aardoppervlak en de hoogte van de golven te meten, vervuiling vast te stellen en er de grootte van te bepalen. Aardobservatiesatellieten zijn uitgerust met steeds krachtigere passieve (optische en infrarode systemen) en actieve sensoren (radar en laser) voor het beheer van de natuurlijke rijkdommen, ruimtelijke ordening, de bescherming van het zee-milieu en het welzijn van de bevolking... Het zijn onmisbare instrumenten in het globale kader van een gecoördineerd en samenhangend beleid waarmee het aardse leefmilieu wordt gevolgd, een natuurlijk evenwicht wordt bewaard, geografische informatiesystemen worden ontwikkeld en veranderingen in milieu en klimaat worden verhinderd.

De efficiëntie van satellieten berust op het feit dat ze herhaald opnamen kunnen maken en gegevens verzamelen. Ze spelen een sleutelrol bij elk van de drie etappes waarbij rampsituaties worden aangepakt:

1. **Preventie** steunt op het verzamelen en de uitwisseling van meetgegevens en het maken van opnamen van risicogebieden. Daarbij komt het erop aan nauwkeurig gebieden in kaart te brengen die hetzelfde risico inhouden, op regelmatige basis geografische informatiesystemen op punt te stellen, vergelijkende modellen op te stellen vertrekkende van identieke situaties en de meetgege-

vens te bestuderen die de draagwijdte van catastrofes moeten beperken en ze minder erg moeten maken. Satellieten voeren vanuit een baan om de aarde hun waarnemingen met een grote regelmaat uit en bekomen in situ-informatie met een steeds hogere resolutie.

2. **Voorspellingen** binnen een tijdsbestek van enkele dagen vormen een prioriteit die mensenlevens kan redden. Satellieten nemen herhaald opnamen en sturen hun gegevens door. Zo kan men de voortekenen van onheil opmerken, het ontstaan van een verschijnsel lokaliseren, permanent opvolgen hoe het evolueert en op tijd de autoriteiten waarschuwen om de nodige hulpmaatregelen te treffen. De weerkundige diensten tonen het betrouwbare karakter van geostationaire en polaire satellieten (zie ook het portret van het Koninklijk Meteorologisch Instituut van België op het einde van dit dossier). Wat aardbevingen betreft bevinden de mogelijkheden van voorspellingen zich nog in een experimenteel stadium; men verwacht veel van de satellieten die in een baan om de aarde de elektromagnetische storingen analyseren die zich voordoen vóór een aardbeving of een vulkaanuitbarsting. Wanneer bij een milieuramp een gebied vervuild dreigt te geraken leveren satellieten waarnemingen waarmee de evolutie van die vervuiling kan voorspeld worden.

3. Dankzij **evaluatie** kunnen hulpacties worden opgezet, worden de juiste interventies gepland,

← Ikonos 1, hier in voorbereiding bij Lockheed Martin, is de eerste commerciële observatiesatelliet met hoge resolutie. (Lockheed Martin)

Een *Belgische micro-satelliet* voor humanitaire opdrachten

De eerste micro-satelliet van ESA zal Belgisch zijn: PROBA-1 (Project for On-Board Autonomy, 100 kg) is in voorbereiding bij het bedrijf Verhaert in Kruibeke in de omgeving van Antwerpen.

Het gaat om een intelligente "bus" met een nuttige lading van 25 kg die met behulp van een Indiase PSLV-raket in de zomer van 2001 moet gelanceerd worden. Nadat hij in een baan om de aarde tussen 560 en 750 km is gekomen zal de kunstmaan ter beschikking staan van het ESA-programma voor technologische innovatie. Hij zal vanaf het ESA-grondstation in Redu in de provincie Luxemburg worden gevolgd. PROBA kan commando's krijgen en gegevens ontvangen vanaf een eenvoudige op het internet aangesloten PC.

Het belangrijkste instrument van de technologische apparatuur aan boord van PROBA 1 is CHRIS (Compact High resolution Imaging Spectrometer), die het aardoppervlak in 3D zal fotograferen met een resolutie van 25 m in zichtbaar licht en het nabije infrarood. Bovendien zijn er twee miniatuurcamera's aan boord (één groothoekcamera en een andere met hoge resolutie van 10 m) om zwartwitfoto's te maken. Ze worden geleverd door het Belgisch bedrijf OIP en hebben hun dienst in de ruimte reeds bewezen (aan boord van Ariane 502 en de satelliet Rumba). Door zijn waarnemingscapaciteit op verschillende niveau's en de rechtstreekse verbindingen dankzij het web leent de Belgische micro-satelliet zich zeer goed tot humanitaire opdrachten.

Voor Piet Holbroeck, directeur-generaal van Verhaert, *"heeft het PROBA-platform, waarin wij gedurende anderhalf jaar heel veel tijd voor onderzoek en ontwikkeling hebben gestoken in het kader van een contract van 9 miljoen Euro, voorsprong op zijn concurrenten dankzij de autonomie tijdens de missie, de stabilisatie op drie assen en de toegankelijkheid via internet."* Een verbeterde PROBA 2 werd reeds aan ESA voorgesteld: de helft van de massa van deze micro-satelliet wordt ingenomen door de nuttige lading (www.verhaert.com).



↑ PROBA-1 krijgt vorm bij Verhaert (te Kruibeke in de omgeving van Antwerpen). Hij zal ondermeer gebruikt worden voor observatie van het aardoppervlak. (Th.P./SIC)



↑ SPOT-5 zal gelanceerd worden in 2002 en sterkere sensoren, waaronder Végétation 2, aan boord hebben. Onderdelen van het platform werden verwezenlijkt door de Belgische onderneming SONACA. (CNES/David Ducros)

wordt de omvang van het menselijke leed bepaald en kunnen lessen getrokken worden wanneer zich andere rampen voordoen. Hoe hoger de resolutie van de satellietbeelden, hoe juister de omvang van de ramp is gekend. Hoe compacter de communicatie-apparatuur per satelliet (mobilofoons, draagbare terminals), hoe vlugger het gehavende gebied terug in verbinding met de rest van de wereld kan worden gebracht. Voor een noodlijdende bevolking is dit ook psychologisch van groot belang.

Opdat satellietssystemen efficiënt zouden zijn door hun regelmaat, beschikbaarheid en snelheid van hun diensten, is het van belang dat wereldwijd aan drie criteria voldaan is:

- de coördinatie van de satellieten gebeurt via een globale geïntegreerde strategie voor aardobservatie, IGOS (Integrated Global Observing Strategy) genaamd. Tot deze samenwerking tussen een twaalfal internationale organisaties werd in 1998 besloten. Ze legt het kader vast waarbinnen satellietssystemen evenals de uitrusting voor het "in situ" verzamelen en verwerken van informatie over het milieu op de aarde, in de atmosfeer en op zee, worden gepland en gecoördineerd. IGOS gebruikt in het bijzonder het Committee on Earth Observation Satellites (CEOS) dat in 1984 werd opgericht en waarbij 37 operatoren en gebruikers van aardobservatiesatellieten in de hele wereld zijn betrokken; alle ruimtevaartagentschappen zijn er vertegenwoordigd naast de gespecialiseerde organismen van

VOORBEELDEN VAN HET GEBRUIK VAN SATELLIETEN VOOR AARDOBSERVATIE BIJ RAMPENBESTRIJDING

(de letters verwijzen naar de technologische stand van zaken)

AARD VAN DE RAMP	FASE		
	EVALUATIE/ PREVENTIE VAN RISICO'S	VOORSPELLING / WAARSCHUWING	INTERVENTIE / HULPVERLENING
AARDBEVINGEN	Cartografie van geologische elementen en bodemgebruik (A)	Geodynamische metingen van de opbouw van spanningen in de aardkorst (B)	Lokalisatie van het oppervlak en cartografie van het rampgebied (C)
VULKAAN-UITBARSTINGEN	Topografische kaarten en cartografie van het bodemgebruik (A)	Waarnemingen en metingen van de uitstoot van gassen (B, D)	Cartografie van lavastromen, aslagen, schade (C)
AARD-VERSCHUIVINGEN	Topografische kaarten en cartografie van het bodemgebruik (A)	Studie van de natuur en de bodemstabiliteit (B, D)	Cartografie en evaluatie van het rampgebied (C)
PLOTSE OVERSTROMINGEN	Cartografie van bodemgebruik, inschatting van de risico's (A)	Metingen van de plaatselijke neerslag (B, D)	Cartografie en evaluatie van het overstroomde gebied (C)
BUITENGEWONE OVERSTROMINGEN	Cartografie van risicogebieden en van het bodemgebruik (A)	Metingen van de neerslag in een gebied en de mate van verdamping (B)	Cartografie en evaluatie van het getroffen gebied (C)
RUKWINDEN	Cartografie van bodemgebruik en -bedekking (A)	Toestand van het zeeoppervlak en de windsnelheid boven de oceanen (B)	Cartografie en evaluatie van het getroffen gebied (C)
ORKANEN, CYCLONEN	Lokalisatie van de verschijnselen, evaluatie van de hevigheid (A)	Voorspelling van weerkundige verschijnselen, plaatselijke waarnemingen (B)	Cartografie en evaluatie van het getroffen gebied (C)
BOSBRANDEN	Cartografie van bosrijke gebieden met een risico (A)	Regelmatige waarnemingen met hoge resolutie, weersvoorspellingen (B)	Cartografie van het getroffen gebied, evaluatie van de schade (C)
PERIODEN VAN DROOGTE	Vochtigheidsgraad van de bodem, inventaris van de vegetatie (A)	Modellen van het klimaat op lange termijn (B, D)	Waarneming van de biomassa, netwerk voor het verzamelen van gegevens (A)
MIJNEN-VELDEN	Cartografie van de conflictgebieden (A)	Nauwkeurige opsporing aan de hand van plaatsbepalingssystemen (A)	Gebruik van navigatiesystemen (B, D)
VERVUILING OP ZEE	Waarneming van de permanente toestand van het zeeoppervlak (C)	Waarneming en nauwkeurige lokalisatie van de vervuiling (B, D)	Cartografie van de zeestromingen en de kustgebieden (C)
NUCLEAIRE VERVUILING	Waarneming van de risicogebieden en hun omgeving (A)	Nauwkeurige voorspelling van de stromingen in de atmosfeer en de zeeën (B)	Onmiddellijk verzamelen van gegevens, opvolgen van de vervuiling (B, D)
EPIDEMIEËN, INSECTENPLAGEN	Verzamelen "in situ" en archivering van gegevens (A)	Vlugge opsporing en permanente waarneming (D)	Cartografie van de uitbreiding van het verschijnsel (B)

Naar een document, voorbereid voor de Unispace III-conferentie van juli 1999 : (A) Zo goed als operationeel, (B) Nog werk nodig op het vlak van onderzoek en ontwikkeling (O&O), (C) Verbetering van de ruimtelijke resolutie en van de frequentie van de aardobservatie, (D) Verbetering van de mogelijkheden van de waarnemingstechnieken en bij het verzamelen van gegevens

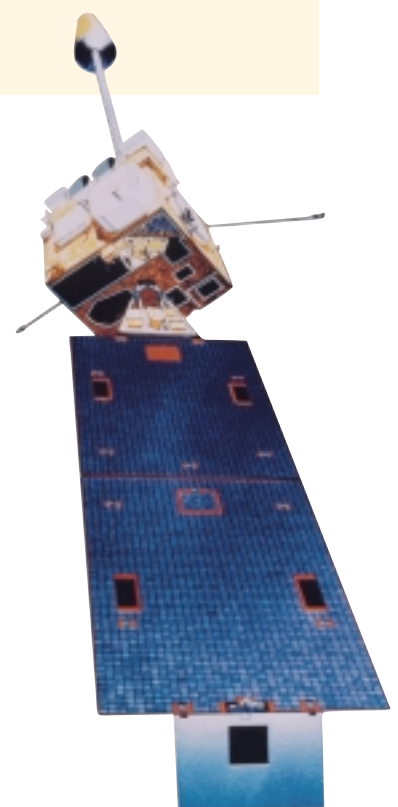
de Verenigde Naties (www.ceos.org).

- de nauwkeurigheid van de metingen vanuit de ruimte veronderstelt de uitwisseling van informatie bij de ontwikkeling van meer gevoelige apparatuur en bij het gebruik van methoden voor de verwerking van gegevens die aangepast zijn aan de behoeften. In het kader van CEOS houden werkgroepen zich bezig met innovaties inzake resolutie van opnamen en de inhoud van spectrale gegevens. Positiemetingen door de navigatiesatellieten van de Amerikaanse GPS-constellatie (Global Positioning System) verhogen de bedrijfszekerheid van de waarnemingen die op de aarde worden uitgevoerd.
- het verzamelen in kort tijdsbestek van informatie voor het goede verloop van humanitaire opdrachten vereist krachtige computerapparatuur bij de

snelle verwerking van de stortvloed aan gegevens, evenals communicatiemiddelen met hoge capaciteit over de hele wereld. De geografische informatiesystemen (GIS of Geographical Information Systems) moeten regelmatig bijgewerkt en verbeterd worden met behulp van krachtigere software.

De publieke opinie moet zich rekenschap geven van de kwaliteit en de inhoud van de opnamen die satellieten maken om natuurrampen op te volgen. Hiertoe publiceerde ESA de bloemlezing "Earth Watching". Deze documenten zijn terug te vinden op de sites www.earthnet.esrin.esa.it en www.eurimage.it.

➤ Dit recent GOES-exemplaar is een van de NOAA-satellieten in een geostationaire baan rond de aarde. (NOAA)



Dossier Satellieten voor humanitaire doeleinden

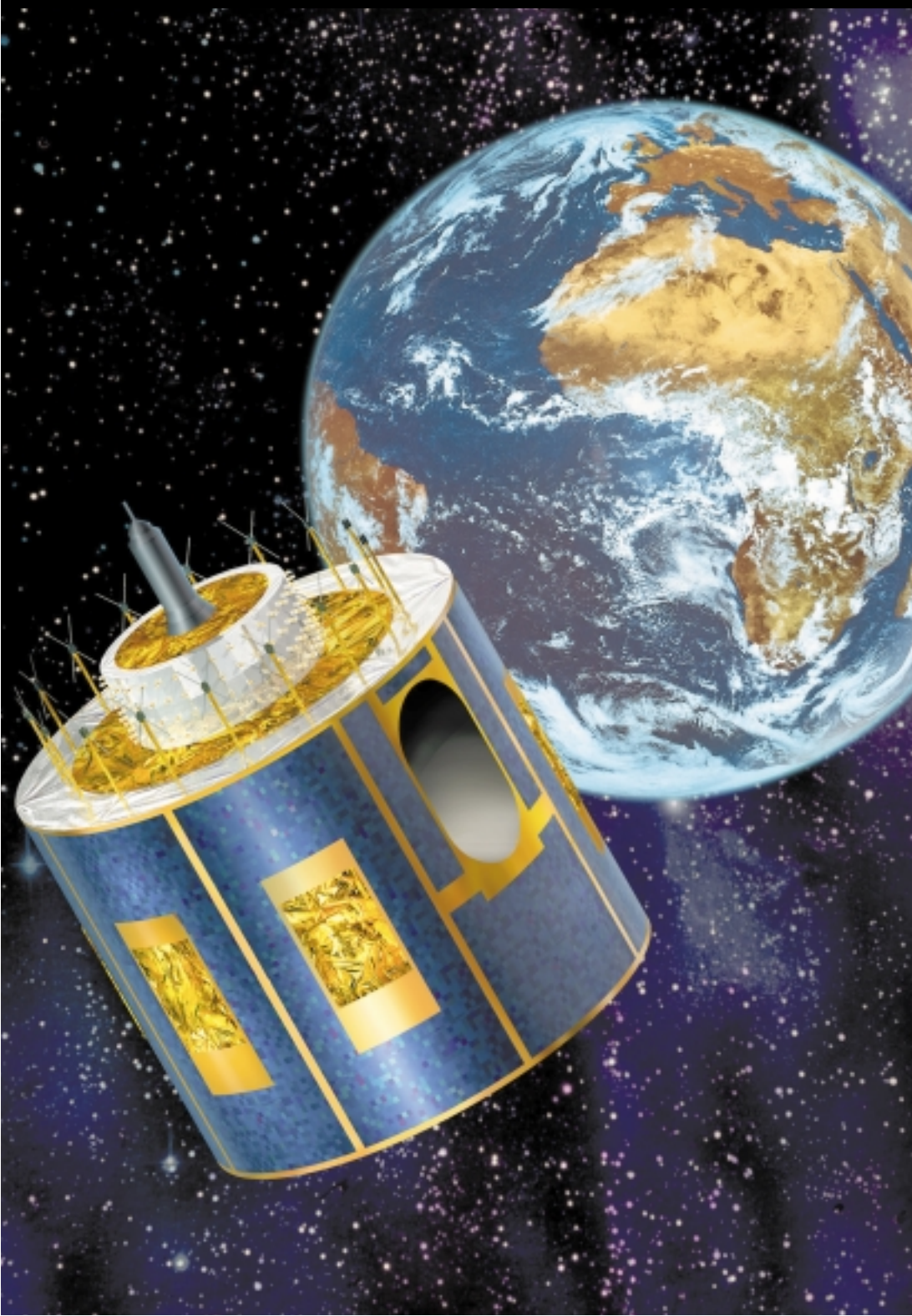
Europa mobiliseert: van **Meteosat** en **Envisat** tot het **GMES**-programma

Sinds 1977 beschikt Europa over de Meteosat-satellieten die om het half uur een volledig halfrond van de aarde kunnen waarnemen. De nieuwe generatie Meteosats zullen vanaf 2002 om het kwartier beelden kunnen maken die 20 keer meer informatie bevatten.

Met haar eerste radarsatelliet **MERS 1** maakte ESA een nieuwe sprong voorwaarts bij de studie van het milieu van onze planeet. ERS 1 bleef tot maart 2000 operationeel. Zo'n 4000 wetenschappers hebben gebruik kunnen maken van meer dan 1,5 miljoen radarbeelden van het aardoppervlak. In 1995 kreeg de satelliet het gezelschap van ERS 2 en de twee satellieten werden tegelijk gebruikt. De ERS-satellieten kunnen reeds een uitzonderlijk bilan voorleggen: nauwkeurige waarnemingen van het aardoppervlak en de temperatuur van de oceanen, het opvolgen van vervuiling zoals het opsporen van vervuilers op zee, de bestudering van de gevolgen van getijden en overstromingen, de opvolging van het hydrografisch bekken rond de kerncentrale van Tsjernobyl, het leveren van bewijzen van illegale drugsteelt (ESA tekende een overeenkomst met de Verenigde Naties om een bijdrage te leveren aan het programma voor de strijd tegen de drughandel).

Midden 2001 krijgt ERS met *Envisat* een opvolger. De krachtige

← Meteosat (*Eumetsat*)



→ Envisat wordt een ruimtemastodont met niet minder dan tien instrumenten voor de bestudering van de aardse atmosfeer. (ESA)

teledetectiesatelliet in de hyperfrequenties (micro-golven) zal ter beschikking staan van de waarnemers van de globale veranderingen op onze planeet, de maritieme diensten, de burgerbescherming, internationale organisaties die zich met humanitaire opdrachten bezighouden... Het wereldconsortium Sarcom verenigt acht belangrijke medespelers op de markt voor aardobservatie (waaronder SPOT Image en Radarsat International) en tekende onlangs een overeenkomst met ESA voor de verspreiding van radargegevens van de satellieten ERS en Envisat.

De lancering van Envisat moet samenvallen met het startsein van het initiatief GMES (Global Monitoring for Environment and Security), een samenwerking tussen ESA, de Europese Commissie en de Franse, Italiaanse, Duitse en Britse ruimtevaartagentschappen. Het GMES-programma en het Galileo-systeem van burgerlijke navigatiesatellieten zijn de twee belangrijkste activiteiten waarbij ESA en de Europese Unie hun krachten op het vlak van onderzoek en ontwikkeling willen bundelen. In oktober 2000 vond in Lille een colloquium plaats, georganiseerd door het Franse voorzitterschap van de Europese Unie en met als thema "De ruimtevaart ten dienste van het milieu". Daarbij waren verschillende voor



onderzoek verantwoordelijke ministers en Europese ruimtevaartagentschappen en -bedrijven aanwezig.

De GMES-strategie heeft de ambitie gecombineerde diensten te ontwikkelen van de systemen voor teledetectie, navigatie en telecommunicatie via satelliet

om de milieuproblemen op de hele planeet aan te pakken. Het operationeel maken van GMES houdt een volledige inventaris in van de systemen in de ruimte (en op de grond) die Europa tijdens het eerste decennium van de 21e eeuw kan inzetten. Er zijn projecten genoeg, zowel op het niveau van ESA als bij de

nationale ruimtevaartagentschappen. Het doel is de verschillende aardobservatiesatellieten te combineren en te coördineren zodat een Europese constellatie ontstaat met talloze waarnemingsmogelijkheden op wereldschaal:

- ESA bereidt in het kader van het programma "Living Planet"

Een dag in de ruimte

De DWTC en Space Connection organiseren in samenwerking met de Pool Ruimtevaart (Koninklijk Meteorologisch Instituut, Koninklijke Sterrenwacht van België en het Belgisch Instituut voor Ruimte-aëronomie), een wedstrijd waaraan kan deelgenomen worden bij het bezoek van de tentoonstelling "Expo Sciences" van de Franstalige vereniging "Les Jeunesses Scientifiques de Belgique". Deze tentoonstelling vindt plaats op 17, 18 en 19 mei 2001 in het Paleis voor Congressen van Brussel.

Aan de bezoekende en deelnemende klassen, vergezeld van een leraar, wordt een wed-

strijdformulier overhandigd bij het bezoek aan de stands. Er is een A-formulier voor klassen van het basisonderwijs en een B-formulier voor de klassen uit het secundair onderwijs. De winnende klassen uit de A- en de B-groep worden schriftelijk en via de pers bekend gemaakt en krijgen als prijs "Een dag in de ruimte" aangeboden.

Wedstrijd "EXPO-SCIENCES"
Ontdek Space Connection
en de Pool Ruimtevaart
17, 18 en 19 mei 2001
in het Paleis voor Congressen
Coudenberg 3 - 1000 Brussel



↑ Galileo. (ESA / J. Huart)

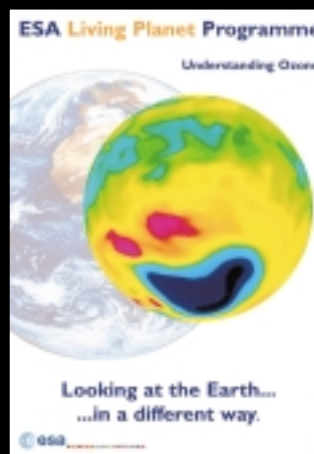
de ontwikkeling voor van de mini-satellieten "Earth Explorer" voor wetenschappelijke doeleinden en "Earth Watch" voor operationele toepassingen. Voor de "Earth Explorer"-missies werden vier voorstellen weerhouden. Ze betreffen de relatie tussen verschijnselen op het vlak van de geodesie en de oceanologie, de bestudering van de windsnelheden in de atmosfeer, het onderzoek van de poolkappen en het volgen van ijsbergen en de observatie van de bodemvochtigheid en het zoutgehalte van de oceanen.

- Frankrijk zal na de lancering van de belangrijke satelliet SPOT 5 in 2002 voorrang geven aan Pléïades, een constellatie van mini-satellieten voor aardobservatie.
- Italië stelt de constellatie van de mini-satellieten Cosmo-Skymed voor.

- Duitsland en het Verenigd Koninkrijk tonen interesse voor constellaties van optische kunstmanen (RapidEye) en radarsatellieten (InfoTerra/TerraSAR).

Het GMES-programma zal overigens ook telecommunicatiesatellieten omvatten. Zo kunnen gegevens snel en ononderbroken worden uitgewisseld en voorspellingen onmiddellijk doorgegeven. Er kan snel alarm worden geslagen en noodhulp georganiseerd. ESA realiseert samen met het Belgische bedrijf Newtec voor UNEP (United Nations Environment Programme) het netwerk Mercure/UNEPnet voor internetverbindingen via de satelliet. De grondstations die met de Verenigde Naties in contact staan bevinden zich in Kenya, Costa Rica, Thailand, Bolivië, Vietnam, Kazachstan, Mozambique, Cuba...

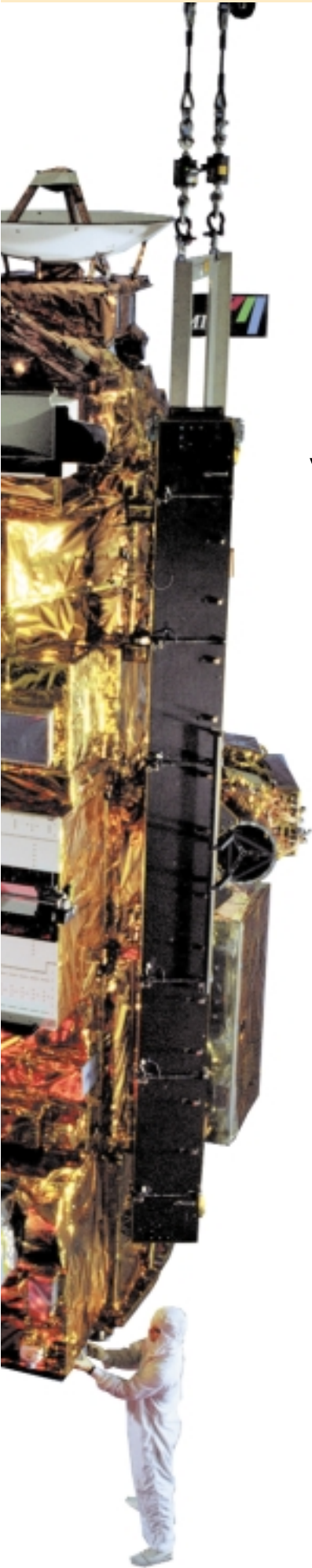
Met de technologie van de kleine VSAT-terminals VSAT (Very Small Aperture Terminal) werden al demonstraties gegeven van telegeneeskunde (TelBios) en vonden proeven plaats met multimedia-toepassingen die kunnen aangevend worden in ontwikkelingslanden of in rampgebieden.



(ESA)



↑ De aardobservatiesatelliet Terra van het programma EOS bezorgt ons nieuwe informatie over het leefmilieu op aarde. (LMMS)



Dossier Satellieten voor humanitaire doeleinden

De waarnemingsapparatuur van aardobservatiesatellieten maakt ruim gebruik van de vooruitgang op het vlak van de technologie die werd ontwikkeld voor de verkenning van het zonnestelsel.

De belangrijkste troeven van **remote sensing**

Vandaag worden zware observatieplatforms gelanceerd - mastodonten van 3 tot 8 ton - met aan boord een grote verscheidenheid aan apparatuur voor een gedetailleerde analyse van het milieu op onze planeet (zie tabel). Een actuele trend is de realisatie van vrij goedkope mini-satellieten van 0,5 tot 1 ton, die specifieke waarnemingen moeten verrichten of van constellaties van micro-satellieten van 100 kg die permanent de hele aardbol in de gaten houden.

De waarnemingsapparatuur levert vooral gegevens met hoge resolutie over een vrij klein gebied. Men gebruikt de volgende waarnemingsmethoden:

- **Passieve spectrometrie** maakt gebruik van optische en infrarode sensoren (camera's, scanners) en bestudeert het aardoppervlak via de weerkaatsing van het zonlicht in diverse golflengten. Deze apparatuur werkt zoals een numeriek foto toestel waarop men filters aanbrengt naargelang de details die men wil zien. De meest courante opnamen worden gemaakt in het blauw, groen, geel, rood, het nabije infrarood en de middelste infrarode golflengten. De hyperspectrale camera is een nieuw instrument dat heel fijn honderden banden van het spectrum kan aftasten; het gebruik ervan is een technologische uitdaging op het vlak van de verwerking en de interpretatie van waarnemingen vanuit de ruimte.

HOE WORDT ONZE PLANEET MET BEHULP VAN SATELLIETEN WAARGENOMEN?

Zwaar platform met verschillende sensoren	Constellatie van satellieten met specifieke opdrachten
Complexe en dure satelliet waarbij een zwaar platform wordt gebruikt	Vershillende kleine en middelgrote satellieten die als "netwerk" functioneren
Een enkele lancering met een zware lanceerraket	Lancering van verschillende satellieten met een middelgrote raket of verschillende lanceringen met kleine lanceerraketten
Gecentraliseerde informatie, waarbij een belangrijke infrastructuur nodig is van ontvangststations en centra voor de verwerking van gegevens	Gedecentraliseerde informatie, waarbij vrij goedkope ontvangsterminals worden gebruikt en systemen voor de verwerking van gegevens voor het "grote publiek"
Grote verscheidenheid aan verzamelde gegevens met behulp van een veelheid aan sensoren voor optische waarnemingen, microgolven en radar boven eenzelfde gebied	Herhaalde waarnemingen boven eenzelfde gebied in verschillende spectra en met variërende resoluties

Voorbeelden: SPOT (CNES), Envisat (ESA), Landsat, Terra/Aqua/Aura (NASA), ADEOS en ALOS (NASDA), METOP (Eumetsat)

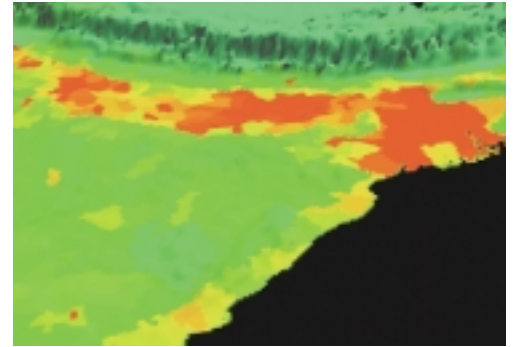
Voorbeelden: IRS (ISRO), OrbView (OrbImage), EROS (ImageSat) enz. (zie het artikel over de satellietconstellaties)



↑ Digitale kaarten gemaakt op basis van satellietbeelden (zoals hier bij de aardbeving in El Salvador in januari 2001) helpen de reddingsteams ter plaatse. (NASA)

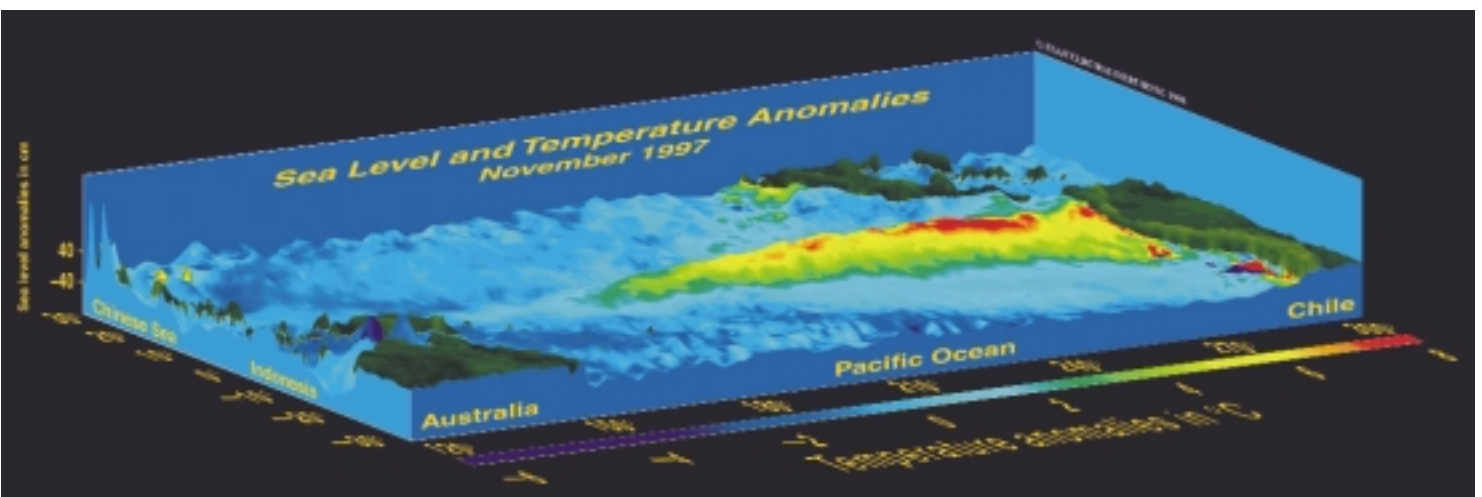
↓ Remote sensing-technieken tonen verschijnselen op het zee-oppervlak en temperatuurwisselingen veroorzaakt door El Nino in november 1997. (NASA)

- **Actieve spectrometrie** maakt gebruik van radar-systemen die het aardoppervlak onderzoeken. Ze zenden radiopulsen uit doorheen het wolkendek, zowel overdag als 's nachts en nemen de echo's waar die worden teruggestuurd. Elke puls "verlicht" een deel van het oppervlak die overeenkomt met een afdruk van de bundel en die de elementen bevat die in staat zijn voor een echo te zorgen. Om deze metingen te verwerken - om een radarbeeld te bekomen en er informatie uit af te leiden - is ingewikkelde software nodig. De frequentie of de golflengte waarin de radarbundel operationeel is, is een van de parameters die de "radarafdruk" van een object bepalen; ze is in de orde van 1 tot 10 GHz (waarmee een golflengte van 30 tot 3 cm overeenkomt), m.a.w. in de hyperfrequenties of micro-golven. De radargolf dringt dieper door naarmate de golflengte groter is en de vochtigheid van de grond gering. In het geval van bijvoorbeeld een bos: waar een radar in de C-band (5,3 GHz) de boomtoppen ziet, dringt een radar in de L-band (1,3 GHz) tot op de bodem door...
- De **altimetrie** meet de radar-emissie zoals die weerkaatst wordt door de oceanen en de bodem



↑ Bevolkingsdichtheid ten zuiden van de Himalaya. De dichtstbevolkte gebieden zijn in het rood aangeduid, de middelmatig bevolkte regio's in het geel en de dunstbevolkte gebieden in het groen. (National Center for Geographic Information and Analysis)

waardoor de hoogte op een centimeter nauwkeurig kan worden bepaald! Zo worden nooit geziene gegevens verzameld over de hoogte van de golven (waaruit de windsnelheid wordt afgeleid), de invloed van de zeestromingen (zoals de grillen van El Niño in de Stille Oceaan), de gedragingen van de zeemassa's en kan de grootte van getijden en onweer worden voorspeld. Altimetrie is voor de oceanografen in de hele wereld een noodzaak geworden.



TELEDETECTIEMETINGEN GEBRUIKT PER CATEGORIE VAN RAMPEN

Fase	Resolutie	Interval	Zichtbaar	Infra-rood	SAR (*)	Laser (**)	
OVER-STROMING	Preventie	1 m-20 m	3 tot 20 jaar	X	X	X	
	Voorspelling	100 m-1 km	1 u tot 1 week	X	X	X	X
	Evaluatie	1 m-20 m	1 d tot 1 week	X			
AARDVER-SCHUIVING	Preventie	1 m-20 m	3 tot 20 jaar	X	X	X	
	Voorspelling	1 m-1 km	1 u tot 1 week	X	X		
	Evaluatie	20 m	1 dag	X			
CYCLOON	Preventie	20 m	3 jaar	X	X	X	X
	Voorspelling	1 km	3 u tot 1 d	X	X	X	X
	Evaluatie	1 m	1 d	X	X	X	
AARDBEVING	Preventie	1 cm-20 m	1 w tot 3 jaar	X			
	Voorspelling	—	—	—	—	—	—
	Evaluatie	10 cm-1 m	1 d tot 1 week	X	X	X	
VULKANISME	Preventie	20 m	3 maa-20 jaar	X	X	X	
	Voorspelling	10 m-100 m	1 d tot 1 week	X	X	X	
	Evaluatie	20 m	1 week-3 maa	X	X	X	
BOSBRAND	Preventie	—	—	—	—	—	—
	Voorspelling	100 m	3 u tot 1 week	X	X	X	
	Evaluatie	20 m	3 u	X	X		
DROOGTE	Preventie	1 km	3 maanden	X	X		
	Voorspelling	1 km	3 u	X	X	X	
	Evaluatie	—	—	—	—	—	—
MARITIEME VERVUILING	Preventie	—	—	—	—	—	—
	Voorspelling	10-100 m	1 d - 1 week	X	X		
	Evaluatie	10-20 m	1 week - 1 m	X	X	X	X

Naar een document van de Rutherford Appleton Laboratories, Verenigd Koninkrijk
 (*) SAR : Synthetic Aperture Radar (**) Radar (microgolven) of laser.

• Bij **interferometrie** worden twee radarsignalen van eenzelfde gebied op twee verschillende ogenblikken gecombineerd. Deze techniek wordt bij de Europese ERS-satellieten gebruikt. Als de signalen identiek zijn zal de vorm van de golf van het signaal hetzelfde blijven. Als er veranderingen op het aardoppervlak hebben plaatsgevonden hebben de golven daarentegen verschillende vormen of interferentieranden. Bij de bestudering van deze interferenties kan men de minste verandering in de topografie identificeren. Dat levert kostbare aan-

wijzingen over het gedrag van de bodem bij aardbevingen. De Franse ruimtevaartorganisatie CNES heeft het programma Diapason ontwikkeld waarmee op basis van metingen van een radarsatelliet (voor de INSAR-toepassingen met ERS 2) automatisch bewegingen van enkele millimeters van het aardoppervlak in gebieden van 1 km² kunnen worden waargenomen. Deze methode van differentiële interferometrie laat toe de kleinste veranderingen te bepalen in het reliëf, de vochtigheid aan het aardoppervlak en de vegetatie.

De rol van België

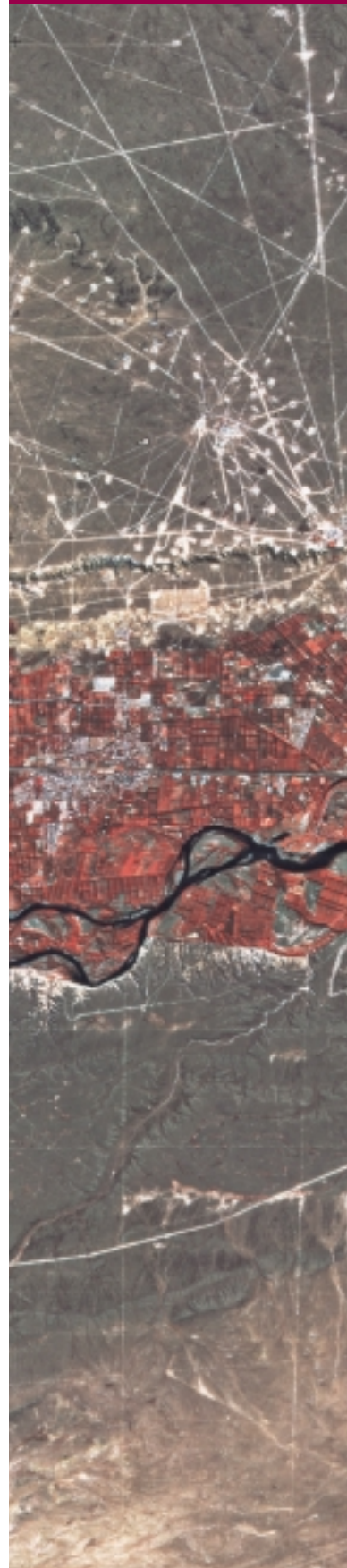
Onderzoeksteams die systemen ontwikkelen voor de interpretatie van gegevens afkomstig van ruimte-waarnemingen zijn werkzaam in verschillende Belgische instellingen zoals: de Universit  de Liège (het Centre Spatial de Liège en het Laboratorium voor Geomorfologie en Teledetectie), de Koninklijke Militaire School, de Katholieke Universiteit Leuven, de Facultés Agronomiques de Gembloux, de Vrije Universiteit Brussel, de Rijksuniversiteit Gent en het Koninklijk Museum voor Midden-Afrika. Deze teams werken in het kader van de *Telsat*-program-

ma's van de Federale diensten voor wetenschappelijke, technische en culturele aangelegenheden (DWTC) en van het *Prodex*-programma van de ESA. De Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO) met haar centrum voor de verwerking van Végétation-opnamen maakt sinds de zomer van 1998 gebruik van een instrument op de SPOT 4-satelliet. Dit produceert elke dag een beeld in vier verschillende golflengtes van gebieden waar gewassen worden verbouwd, bosrijke gebieden en woestijngebieden in heel de wereld; op deze beelden kan een gebied met een lengte van 2200 km met een resolutie van 1,15 km worden bestudeerd.

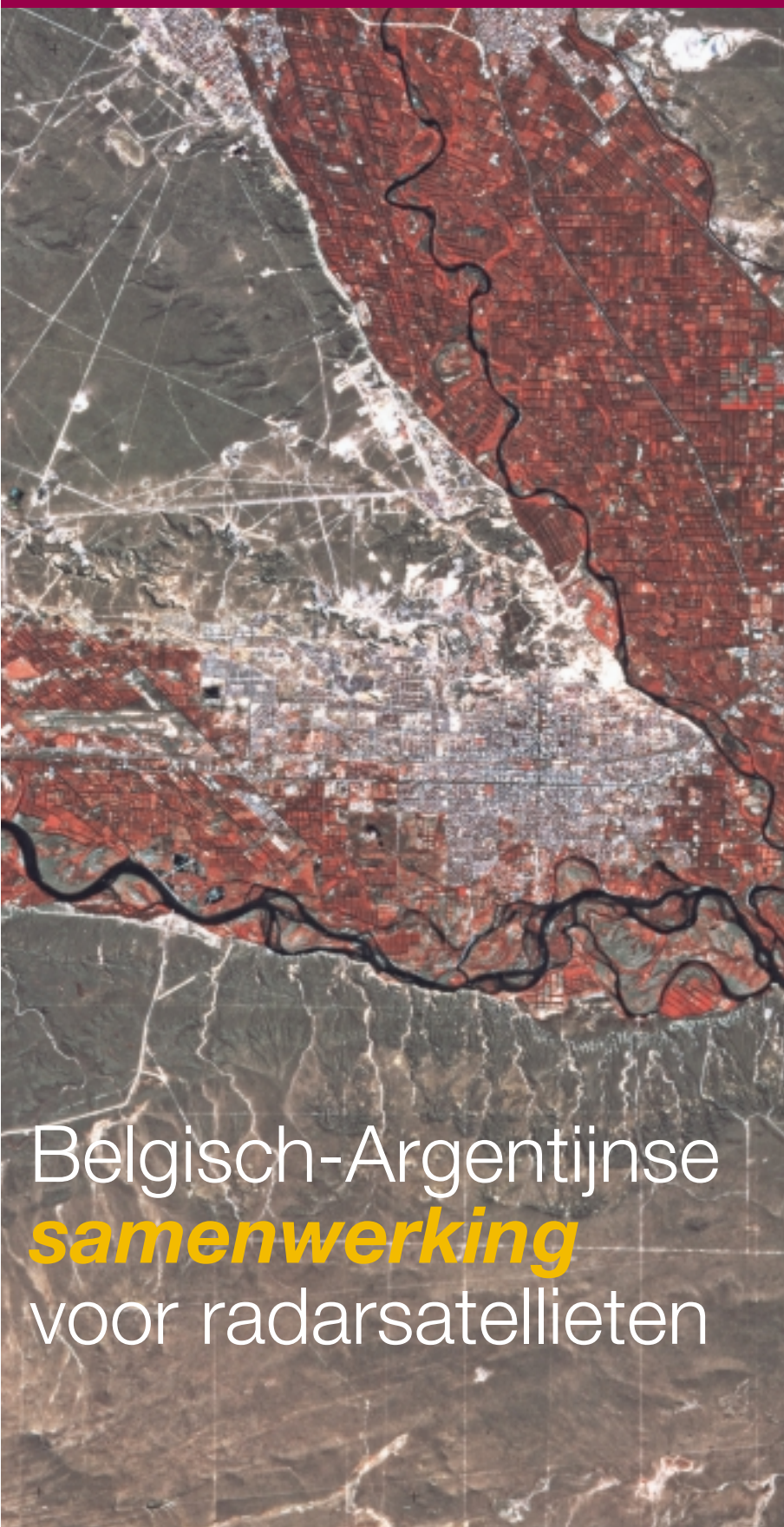
ONDERZOEK EN ONTWIKKELING TER VERBETERING VAN REMOTE SENSING-TECHNIEKEN VOOR GEBRUIK BIJ RAMPEN

Onderzoek & Ontwikkeling	Technologie	Toepassingen bij rampen
Bodemvochtigheidskaarten	Passieve of actieve sensoren in het gebied van de microgolven, infrarode cartografie	Voorkoming van overstromingen, schatting van de graad van droogte
Regelmatige metingen van de graad van neerslag	Passieve of actieve sensoren in het gebied van de microgolven, infrarode waarnemingen van het wolkendek	Voorkoming van overstromingen, schatting van de graad van droogte
Monitoring van onweer	Sensoren met hoge resolutie op geostationaire satellieten, lidar-systeem voor de studie van winden in de atmosfeer, meting van windsnelheden op het aardoppervlak	Betere kennis van de invloed van het reliëf bij voorspellingen in de ruimte (lokalisatie), de tijd (evolutie) en de intensiteit
Cartografie met hoge resolutie	Camera's die nauwkeurig kunnen gericht worden, verbeterde waarnemingssystemen, satellieten in lage baan om de aarde	Gedetailleerde kaarten van landgebruik en -bezetting, evaluatie van risicozones, topografische cartografie, waarneming van de risico's in verstedelijkte en industriële zones
Topografische cartografie	Interferometrie met radar, waarnemingen met hoge resolutie	In kaart brengen van overstromingszones, bepaling van zones met aardverschuivingen en van de risico's op vulkaanuitbarstingen
Radarinterferometrie	Regelmatige waarnemingen met SAR-radars (Synthetic Aperture Radar)	Studie van de vervormingen van het aardoppervlak om de risico's op aardbevingen in te schatten en voor preventie bij vulkaanuitbarstingen

Naar een document samengesteld voor de Unispace III-conferentie van juli 1999.



Dossier Satellieten voor humanitaire doeleinden



Belgisch-Argentijnse *samenwerking* voor radarsatellieten

Door het Saocom-programma van radarsatellieten goed te keuren die het aardoppervlak doorheen het wolkendek kunnen aftasten wil Argentinië een krachtig instrument verwerven om natuurrampen te bestrijden, in het bijzonder de overstromingen en de bosbranden die het land elk jaar teisteren". Aan het woord is Dr. Alberto E. Giraldez, verantwoordelijk voor het Saocom-project. Twee Saocom A-satellieten van elk 900 kg, worden momenteel ontwikkeld om naar verwachting eind 2003 en in 2004 gelanceerd te worden. Hun nuttige lading bestaat uit een Synthetic Aperture Radar (SAR) in de L-band (1.2/1.3 GHz), die op de grond een resolutie van 10 m kan bereiken.

"De L-band laat dankzij dubbele polarimetrie toe de vochtigheid van de grond tot een diepte van 4 m en met een foutmarge van 10% te meten. In deze frequentie is een radar in staat om doorheen een bos te "zien". Wanneer we Antarctica waarnemen wordt de radar niet gestoord door windvlagen", verduidelijkt Dr. Giraldez. De ontwikkeling van Saocom is een technologische uitdaging voor de Argentijnse industrie en universiteiten. CONAE (Comisión Nacional de Actividades Espaciales) voert het project uit en tekende een samenwerkingsakkoord met het Belgische federale departement van wetenschapsbeleid voor de ontwikkeling van software voor de verwerking van de gegevens van de SAR-radar. Daarbij worden tevens de capaciteiten van het Centre Spatial de Liège (CSL) inzake verwerking van radarbeelden per satelliet op internationaal niveau gevaloriseerd. In ruil krijgt België toegang tot de gegevens van de Saocom A-satellieten. Zo kan ons land Afrikaanse landen helpen bij het in kaart brengen van hun grondgebied.

De Ministerraad van 20 juli 2000 zette het licht op groen voor een eerste budget van 2 miljoen euro voor Saocom. Dit budget dient voor onderzoek en ontwikkeling van de eenheid "ruimtemilieu en aardobservatie" binnen het CSL dat hiervoor samenwerkt met het informaticabedrijf Spacebel in Hoeilaart.

← SPOT-beeld van de streek van Confluencia in Argentinië die het hydrografisch netwerk en de stedelijke concentratie toont. (SPOTView)

Dossier Satellieten voor humanitaire doeleinden

Satellietconstellaties

ten dienste van de mens en zijn leefomgeving

Constellaties van satellieten zijn "in". Commerciële bedrijven zijn erin geïnteresseerd voor de lancering van wereldwijde systemen voor satelliettelecommunicatie. Het Iridium-systeem voor mobilofonie over de hele wereld bijvoorbeeld werd een technologisch succes maar liep evenwel uit op een financieel fiasco. Toch heeft dit systeem zijn efficiëntie bewezen na de aardbeving in Turkije en bij de humanitaire interventie in Kosovo. Vandaag worstelt concurrent Globalstar met financiële problemen om zijn constellatie van 48 satellieten rendabel te maken (www.globalstar.com). Een militaire constellatie van 24 satellieten is sinds 1994 volledig operationeel: het Amerikaanse GPS (Global Positioning System) van navigatiesatellieten heeft een veelheid aan toepassingen doen ontstaan in allerlei domeinen (www.gpsworld.com). Op zijn beurt heeft Europa beslist in de tweede helft van het decennium zijn eigen Galileo-

constellatie te ontwikkelen voor burgerlijk gebruik (www.galileo-pgm.org).

Om de natuurverschijnselen en de menselijke activiteiten zo goed als permanent waar te nemen, worden de constellaties van satellieten gelanceerd in het kader van internationale samenwerking. Sommige hebben specifieke opdrachten die een globale dimensie gekregen hebben bij gegevensverzameling en weersvoorspelling. Andere hebben meer ambitieuze doelstellingen. Ze worden momenteel bestudeerd en voorbereid. Ze zijn vooral van belang door het repetitieve karakter van hun opnamen en gegevens.

Operationeel

• CLS-Argos

Argos werd in 1986 operationeel en wordt uitgebaat door het bedrijf CLS (Collecte



← De Galileo-constellatie (ESA / J.Huart)

Localisation Satellites). Dit systeem bestaat uit 7000 radiobakens over de hele wereld waarmee regelmatig verbinding wordt gelegd door een groep van zenders/ontvangers aan boord van vier Amerikaanse NOAA-weersatellieten (National Oceanic and Atmospheric Administration). Elke dag worden 400.000 boodschappen verwerkt en 100.000 posities doorgeseind voor een veelheid aan toepassingen: oceanografie, meteorologie, hydrologie, het volgen van bepaalde diersoorten, waarneming van schepen, vulkanen, gevaarlijke transporten... De bakens zijn compact en licht (minder dan 15 gram wanneer ze op vogels geplaatst worden). Het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen maakt van deze bakens gebruik om de migratie van wulpen over een afstand van 6000 km te bestuderen. Dit is de meest bedreigde vogelsoort in Europa. Vanaf 2001 gebruikt CLS

zenders/ontvangers op de Japanse satelliet Adeos 2. De METOP-satellieten van Eumetsat, die vanaf 2005 de ruimte ingaan, zullen er eveneens mee uitgerust zijn. CLS heeft een veelheid aan activiteiten waarbij ook andere apparatuur voor lokalisatie en topografie van de oceanen wordt gebruikt met een nauwkeurigheid van 10 cm (www.cls.fr).

• KOSPAS-SARSAT

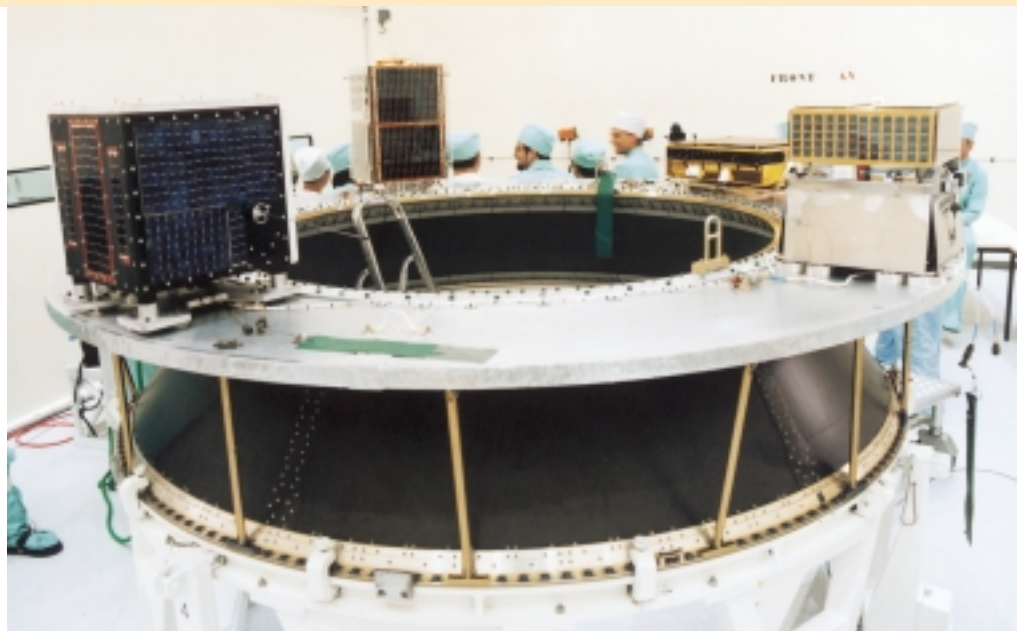
Frankrijk stelde in 1979 een wereldwijd satellietstelsel voor voor opsporings- en reddingsoperaties. De Sovjetunie, de Verenigde Staten en Canada beslisten mee te werken bij dit humanitaire initiatief KOSPAS-SARSAT. Een eerste Russische satelliet (KOSPAS 1) werd in 1982 gelanceerd en een Frans-Amerikaans SARSAT-instrument werd in 1983 aan boord van de weersatelliet NOAA 8 in een baan om de aarde gebracht. Al heel snel bewees dit systeem zijn efficiëntie bij

de redding van slachtoffers van ongelukken in verlaten gebieden of op volle zee. Momenteel zorgen drie Russische KOSPAS-satellieten en SARSAT-instrumenten op vier polaire NOAA-satellieten en op vijf geostationaire kunstmanen (GOES, Insat) voor het opvangen en lokaliseren van noodsignalen, afkomstig van bijna een miljoen bakens.

↓ Dankzij het lokaliseren van noodoproepen kon het SARSAT-COSPAS-systeem reeds meer dan duizend mensenlevens redden. (CNES)



→ Nano- en micro-satellieten worden op deze ringstructuur geplaatst en door een Ariane 4 of 5 gelanceerd.



Sinds 1982 konden ongeveer 12.000 mensen, vooral schipbreukelingen, worden gered. De hoofdzetel van KOSPAS-SARSAT bevindt zich bij de organisatie Inmarsat (Londen). Inmarsat stelt op zijn geostationaire satellieten de GMDSS-dienstverlening voor (Global Maritime Distress and Safety System) om de veiligheid van transporten in heel de wereld te verzekeren (www.cospas-sarsat.org, www.sarsat.noaa.gov, www.inmarsat.com).

• Orbcomm

Het bedrijf Orbcomm realiseerde samen met Teleglobe Canada het Orbcomm-systeem van 35 micro-satellieten voor het doorsturen van boodschappen naar terminals in zakformaat en voor het bepalen van de positie van hun gebruikers. Orbcomm heeft succes bij transportbedrijven (bewaking van containers), maar heeft concurrentie te duchten van de systemen OmniTracs (Qualcomm) en EutelTracs (Alcatel-Qualcomm) die gebruik maken van relaisapparatuur op geostationaire satellieten (www.orbcomm.com).

• Weersatellieten

Sinds 1972 staat de Coordination Group for Meteorological Satellites (CGMS) van de World Meteorological Organization (WMO) in voor de goede werking en de ontvangst van gegevens tussen geostationaire of geosynchrone satellieten en tussen polaire of heliosynchrone satellieten. Zo vormen de

weersatellieten van verschillende landen een wereldwijde constellatie van waarnemingsstations van het klimaat (www.eumetsat.de en www.wmo.ch). De Europese organisatie Eumetsat en zijn Amerikaanse tegenhanger NOAA hebben in dit verband besloten hun volgende projecten voor weersatellieten in een polaire baan te coördineren (www.noaa.gov).

• Indiase satellieten

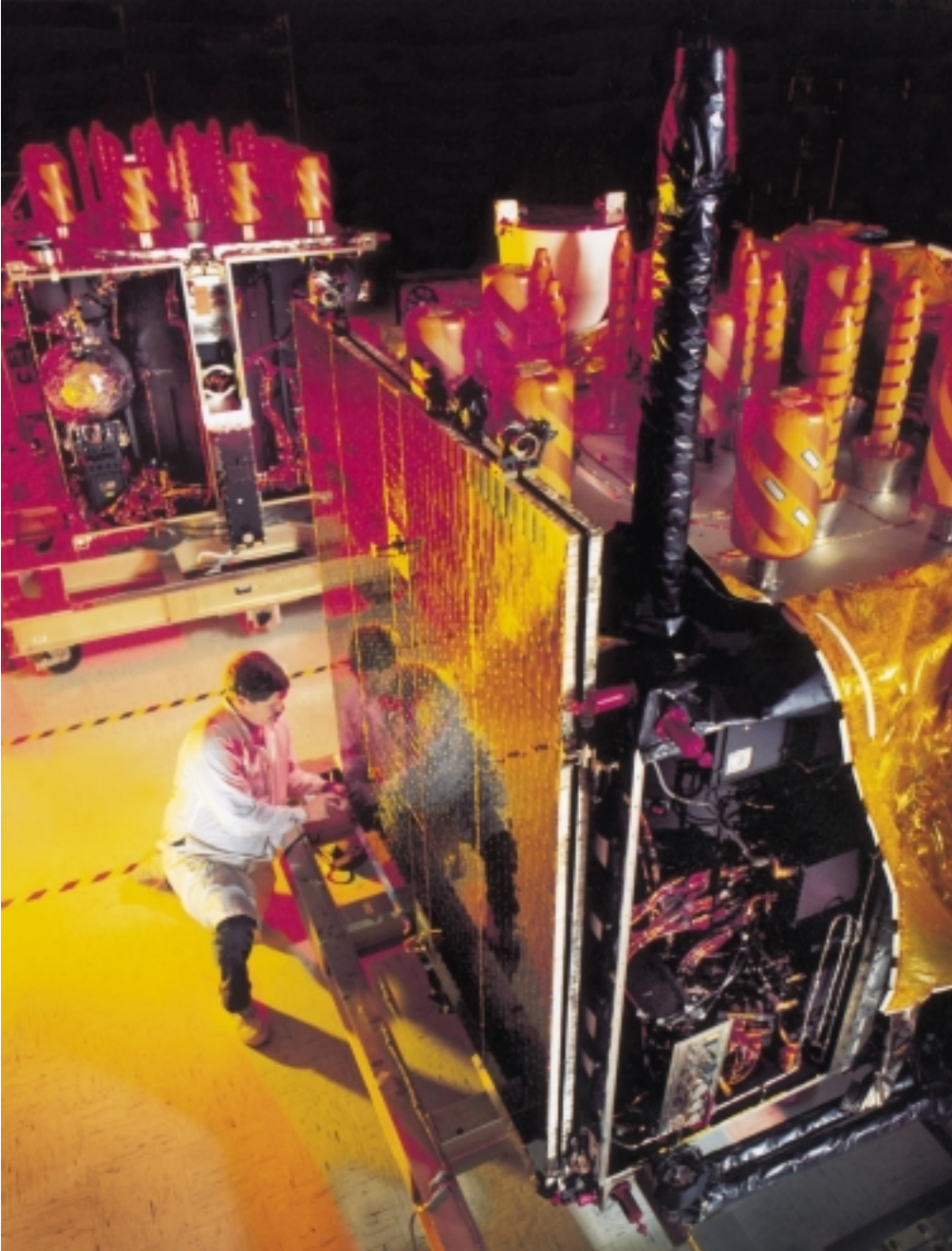
Voor eigen behoeften en toepassingen toont India zich bijzonder actief op het vlak van aardobservatie. ISRO (Indian Space Research Organisation) beheert de IRS-kunstmanen (Indian Remote Sensing Satellites) die talloze toepassingen hebben (waarneming van de toestand van de oceanen, cartografie enz.). De IRS-gegevens worden gecommercialiseerd door Antrix Corporation, dat een samenwerkingsakkoord heeft met het Amerikaanse Space Imaging (www.isro.org).

• Constellatie A.M.

Op 18 november 2000 werden twee minisatellieten voor de bestudering van het milieu gelanceerd: EO 1 (Earth Observing 1), de eerste satelliet van het New Millennium-programma van de NASA en SAC C (Satelites de Aplicacion Cientifica) van het Argentijnse ruimtevaartagentschap CONAE. Het duo is afgestemd op de Amerikaanse aardobservatiesatellieten Landsat 7 en Terra. De vier

↓ Het boodschappensysteem van OrbComm gebruikt een constellatie van een 35-tal microsattelieten zoals deze die in voorbereiding zijn bij Orbital Sciences Corporation. (OSC)





← De GPS IIR-satellieten die bij Lockheed Martin in serie worden geproduceerd, zullen een constellatie vormen voor navigatiediensten voor militaire en burgerlijke toepassingen. (LMSS)

kader van een internationaal consortium moeten daarbij in 2002 vijf UoSat-microsatellieten van 70 kg voor de monitoring van catastrofes worden gelanceerd. *“We willen vijf micro-satellieten tegelijk ontwikkelen via een financiering van het British National Space Centre dankzij het Mosaic-programma van kleine satellieten,”* verduidelijkt professor Sweeting. *“Het Verenigd Koninkrijk, Algerije, Thailand en Nigeria gaven reeds hun akkoord. De universiteit van Tsinghua, die in de running is voor de Chinese satellietconstellatie voor milieu-observatie, volgt het voorbeeld van deze landen. De vijf DMC-waarnemingsatellieten worden gelijktijdig met een Russische of Chinese raket gelanceerd, maar elk land afzonderlijk is de eigenaar en uitbater van de satelliet die ten dienste van de constellatie wordt gesteld.”*

De DMC-satellieten zullen in staat zijn details van 36 m op het aardoppervlak te zien in gebieden met overstromingen, aardbevingen, vulkanen, bosbranden... maar alleen bij een wolkenvrije hemel! Nu reeds wil SSTL de samenwerking tot andere landen uitbreiden en de constellatie verbeteren met nog krachtigere kleine satellieten (www.sstl.co.uk).

• 2003-2005 :

Cosmo-Skymed + Saocom + Pleiades

Italië wil de constellatie Cosmo-Skymed met 7 polaire mini-satellieten voor aardobservatie realiseren. De globale kosten worden geschat op 1 miljard euro. Vier satellieten, elk met een radar in X-band die details van 10 m kan waarnemen door het wolkendek heen, zullen worden gelanceerd tussen 2003 en 2005. Ze zullen samen met de twee Argentijnse Saocom-satellieten worden gebruikt, die uitgerust zijn met een radar in L-band. De drie andere satellieten hebben optische sensoren en zouden in samenwerking met Frankrijk moeten worden gerealiseerd. De Franse ruimtevaartorganisatie

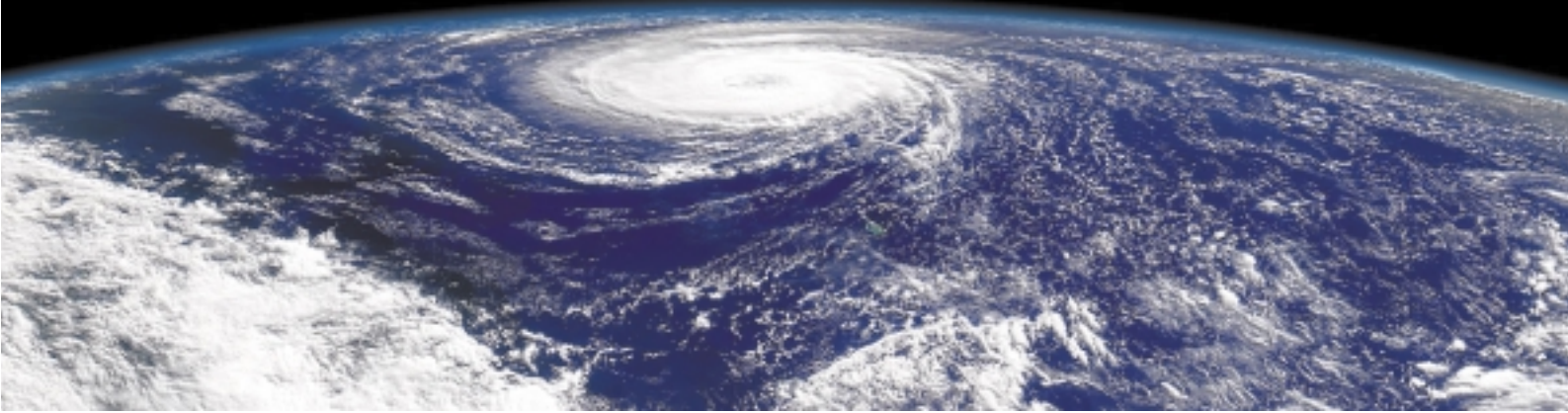
satellieten zullen samen waarnemingen van het aardoppervlak uitvoeren, 's ochtends tussen 10 uur en 10.30 uur GMT. De drie volgende jaren krijgen Landsat 7 en Terra het gezelschap van Aqua en Aura, twee andere satellieten uit de EOS-reeks (Earth Observing System). (www.eo1.gsfc.nasa.gov, www.earthobservatory.nasa.gov, www.conae.gov.ar).

In voorbereiding

• **2002 : Disaster Monitoring Constellation**
Surrey Space Technology Limited (SSTL) werd opgericht door professor Sweeting van de universiteit van Surrey in Groot-Brittannië en is gespecialiseerd in de ontwikkeling van kleine satellieten voor aardobservatie en gegevensverzameling (de UoSat-kunstmannen). In Surrey kan men een micro-satelliet bouwen

en lanceren voor 2 miljoen euro in minder dan een jaar. Op 19 jaar tijd heeft SSTL al 19 nano-, micro- en mini-satellieten gelanceerd die aangewend worden voor de opleiding van ruimtevaartingenieurs in Zuid-Korea, Pakistan, Portugal, Chili, Zuid-Afrika, Thailand, Maleisië, China en Singapore. SSTL werkt aan mini-satellieten voor Turkije, Algerije, Nigeria en voor de U.S. Air Force. In 1998 stichtte het de Surrey Space Club voor de internationale coördinatie van de satellieten en grondsystemen van de landen die met de universiteit van Surrey hebben samengewerkt.

Tijdens Unispace III stelde SSTL zijn producten en diensten voor voor reddingsoperaties en milieu-observatie. Het legde daarbij de nadruk op één van de toepassingen van de Surrey Space Club: de bouw van een Disaster Monitoring Constellation (DMC). Binnen het



↑ De orkaan Alberto (augustus 2000). (NASA)

CNES heeft beslist tegen 2004-2005 twee Pleiades-mini-satellieten te ontwikkelen, waarvan de optische systemen details van 1 m op het aardoppervlak kunnen bestuderen (www.asi.it, www.cnes.fr).

• Vanaf 2004: Russische waarnemingsatellieten

Op het 51^{ste} congres van de Internationale Astronautische Federatie in Rio in oktober 02 werden de plannen van het Russische agentschap voor lucht- en ruimtevaart Rosaviakosmos voor aardobservatiesatellieten voorgesteld. Nu de financiële middelen beperkt zijn is er in Rusland een trend om satellieten met kleine afmetingen te ontwikkelen en ze in constellaties in de ruimte te brengen met relatief goedkope lanceerraketten, afgeleid van strategische raketten. Rosaviakosmos heeft een oproep gedaan voor de ontwikkeling van micro-satellieten van 100 kg (voor meteorologische en ecologische diensten), van mini-satellieten van 300 kg (voor waarneming van het milieu en beheer van natuurlijke rijkdommen) en voor standaard-satellieten van 1 ton (voor het maken van multispectrale opnamen met hoge resolutie).

Tussen de Russische ruimtevaartbedrijven is een ware concurrentieslag ontstaan. Het Instituut voor Elektromechanisch Onderzoek heeft de Russische weersatellieten ontwikkeld en stelt vijf soorten aardobservatiesatellieten voor. Het Babakin-centrum is

gespecialiseerd in interplanetaire sondes en bestudeert het systeem Karat-Kondor van micro-satellieten. Het Chroenitsjev-centrum, dat de lanceerraketten Proton, Rokot en Angara bouwt, ontwikkelt het gestandaardiseerd platform Yacht voor diverse hooggekwalificeerde aardobservatiemissies met de Monitor-kunstmanen. Het bedrijf wil ze tussen 2002 en 2005 lanceren (www.rka.ru, www.khrunichev.com).

• 2004-2005 : InfoTerra/TerraSAR

Gelet op het belang dat radarsatellieten zullen spelen bij de opzet van geografische informatiesystemen lanceert het bedrijf Astrium met steun van het DLR (Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt) en het BNSC (British National Space Center) het commerciële initiatief InfoTerra (kostprijs: een half miljard euro). Het betreft het gebruik van twee TerraSAR-satellieten waarvan de SAR-radar details in de orde van een meter kan "meten" in de banden L en X. Dit duo kan elke week dezelfde gebieden overvliegen, maar in geval van hoogdringendheid kunnen elke 48 uur waarnemingen worden uitgevoerd van een rampgebied (www.astrium-space.com).

Ter studie

• 2002-2004: Gander

De universiteit van Surrey weet dat de micro-satellieten zeer competitief zijn "met kosten die 50 tot 100 keer lager liggen"

voor het ontwikkelen van toepassingen op het vlak van aardobservatie voor commerciële doeleinden. Het project Gander ligt ter studie, een constellatie van 16 Constella-micro-satellieten uitgerust met een radarhoogtemeter die met grote nauwkeurigheid de hoogte van de oceaangolven en de windsnelheden kan meten. Volgens de universiteit van Surrey is het een belangrijke stap bij de radarobservatie van het aardoppervlak (www.satobsys.co.uk).

• Vanaf 2003: RapidEye

Het Duitse bedrijf RapidEye wil met een investering van 120 miljoen euro een internet-dienst met hoog debiet lanceren: een geografisch informatiesysteem (GIS), dat permanent wordt bijgewerkt door een constellatie van vier mini-satellieten voor optische waarnemingen met hoge resolutie, gerealiseerd door SSTL dat zijn platform UoSat 12 voorstelt (www.rapideye.de).

• Vanaf 2004: een Chinese constellatie

Met 1,2 miljard inwoners blijft China niet gespaard van aardbevingen en overstromingen. De Chinese Academy of Space Technology (CAST) wil een satellietstelsel realiseren voor de voorspelling en de aanpak van natuurrampen. Het stelt in internationale samenwerking een constellatie voor van vier mini-satellieten voor aardobservatie in heliosynchrone banen (zie site Go Taikonauts! www.geocities.com/CapeCanaveral/Launchpad/1921/).

Dossier Satellieten voor humanitaire doeleinden



Kofi Annan

een meer solidaire mensheid
dankzij satellietssystemen

← Kofi Annan, Secretaris-generaal van de Verenigde Naties, ondersteunt alle inspanningen die over de hele wereld worden gedaan om satellieten ook duidelijke humanitaire opdrachten te geven. (UN/DPI/Milton Grant)

De Unispace III-conferentie in juli 1999 in Wenen had als thema "De voordelen van ruimtevaarttechnologie voor de mensheid in de 21ste eeuw". Bij de opening stelde Secretaris-generaal Kofi Annan van de Verenigde Naties het als volgt: "Wij naderen het einde van een eeuw met een nooit geziene vooruitgang in wetenschap en technologie. In veel opzichten was de geboorte van de ruimtevaarttechnologie de apotheose van de wetenschappelijke en technische verwezenlijkingen waarmee we de droom ons ver van onze eigen planeet te verwijderen konden realiseren."

Kofi Annan benadrukte de globale impact van satellietssystemen en wees op de problemen die ze op onze planeet moeten helpen oplossen: een miljard analfabeten en ontheemden, de aftakeling van het milieu, natuurrampen, honger in de wereld, het opsporen van mij-

nenvelden en de teelt van drugs... Hij voegde eraan toe dat "de voordelen van globalisatie helemaal nog niet op gelijke wijze toegankelijk zijn voor alle mensen. De telecommunicatie-industrie vertegenwoordigt naar schatting een jaarlijks zakencijfer van 1000 miljard dollar, maar een derde van de wereldbevolking heeft nog nooit een telefoongesprek gevoerd en nauwelijks 5% beschikt over computers. Naarmate de technologie vordert wordt de kloof groter tussen de technologische wereldburger en zij die er door gebrek aan communicatiemiddelen geen deel van uitmaken."

Kofi Annan drukte zijn vertrouwen uit in de solidariteit tussen mensen: "Wij moeten middelen vinden om de kosten van de ruimtevaarttechnologie te doen dalen en de ontwikkelingslanden de middelen te geven deze technologie te verwerven. Wij moeten ook de

politieke besluitvorming overhalen de voordelen van de ruimtevaarttechnologie bij ontwikkelingssamenwerking te erkennen en in praktijk te brengen. Om deze doelstellingen te bereiken is het essentieel dat overheden, de industrie en de privésector en niet-gouvernementele organisaties partners worden."

↓ VN-troepen kunnen tijdens humanitaire opdrachten gebruik maken van satellietverbindingen. (Th.P./SIC)



Het programma Unispace III voor humanitaire missies

In 1999 nam de Unispace III-conferentie de Verklaring van Wenen aan over de ruimte ten bate van de menselijke samenleving. Een van de resoluties beveelt het gebruik van toegepast ruimteonderzoek aan op het vlak van de veiligheid, de ontwikkeling en het welzijn van de mensheid. Zes actieterreinen tekenden zich af:

1. verbetering van de dienstverlening inzake volksgezondheid door de beschikbaarheid en de grotere coördinatie van satellietssystemen bij telegenescunde en het onder controle houden van epidemieën;
2. ontwikkeling van een globaal systeem voor preventie, voorspelling en hulpverlening bij natuurrampen, voor telecommunicatie en andere dienstverlening zodat de bestaande mogelijkheden maximaal benut worden en de hiaten bij de bestrijking van heel de wereld door satellieten worden opgevuld;

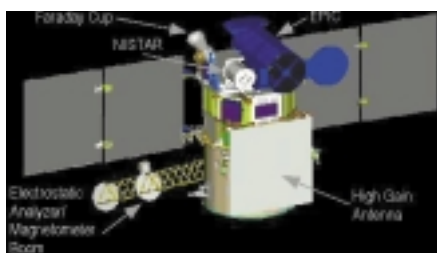
3. bevordering van alfabetisering en onderwijs in afgelegen gebieden door verbetering en coördinatie van educatieve programma's;
4. betere kennisverspreiding door iedereen toegang te verzekeren tot telecommunicatiediensten via satelliet en door de toepassingen efficiënter te maken;
5. verbetering van efficiëntie en veiligheid van transporten, zoeken reddingsoperaties, geodetische metingen en andere activiteiten dankzij de compatibiliteit van navigatie- en lokalisatiesystemen via satelliet;
6. hulp bij het in de praktijk omzetten van de verworvenheden van het ruimteonderzoek met als hoofdbekommernis de duurzame ontwikkeling van alle volkeren te ondersteunen, in het bijzonder in de ontwikkelingslanden.

Dossier Satellieten voor humanitaire doeleinden

Triana observeert de aarde vanuit de interplanetaire ruimte

En als men de aarde nu eens vanop 1,5 miljoen km zou bekijken?

(NASA)



Onze planeet wordt tot nu toe en ook nu nog steeds waargenomen met behulp van satellieten in lage banen om de aarde (tussen 200 en 500 km), in polaire banen (tussen 500 en 1000 km) en in geostationaire banen (op ongeveer 36.000 km). Het NASA-programma Triana wil de aardbol bekijken vanaf het punt L1 (Lagrange-punt 1) op 1,5 km afstand tussen de aarde en de zon: een satelliet die rond dit punt draait, dat zich verder bevindt van ons dan de maan, is in evenwicht tussen de aantrekkingskracht van de zon en de aarde.

Twee wetenschappelijke satellieten - SOHO (Solar and Heliospheric Observatory) van de ESA en ACE (Advanced Composition Explorer) van de NASA - bevinden zich daar reeds om de gedragingen van onze ster waar te nemen en alarm te slaan in geval van hevige zonneactiviteit. Wanneer Triana in de loop van

2002 op post is zal men beschikken over een verkenner die gericht is naar onze planeet en er het klimaat, de atmosfeer, de straling en de onmiddellijke omgeving in de ruimte bestudeert. Deze missie maakt deel uit van een "faster, better, cheaper"-programma: het wordt in twee jaar gerealiseerd voor 77 miljoen dollar en werd Triana gedoopt, naar de zeeman die tijdens de expeditie van Columbus als eerste het land van de Nieuwe Wereld signaleerde. Triana zal tijdens een wetenschappelijke en technologische vlucht van de spaceshuttle worden gelanceerd.

Het Italiaanse platform IRIS in het laadruim van het ruimteveer zal dienen om de 580 kg wegende satelliet in de ruimte te "schieten". Vervolgens zal een motor op vaste brandstof Triana naar zijn interplanetair traject sturen. Zijn Smex-"bus" (Small Explorer) is uitgerust met de volgende instrumenten die permanent waarnemingen zullen verrichten:

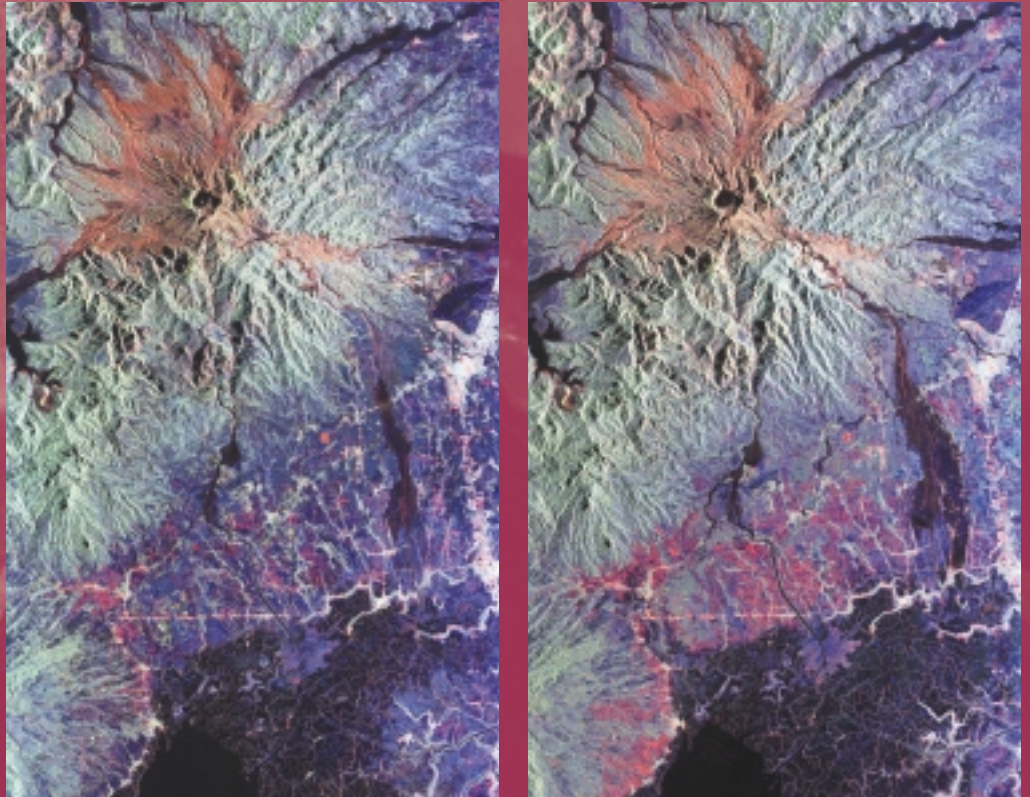
- de multispectrale radiometer EPIC (Earth Polychromatic Imaging Camera) om de aarde in tien golflengten waar te nemen (vanaf het zichtbaar licht tot het nabije infrarood) met een resolutie van 8 km. Het instrument zal elk kwartier de aarde waarnemen. De opnamen en metingen zullen toelaten elk

uur de ozonlaag, aerosols, wolken, waterdamp, zwaveldioxide en stof afkomstig van vulkaanuitbarstingen in kaart te brengen.

- een radiometer van het National Institute of Standards and Technology om de door de aarde uitgezonden straling te meten (in het bijzonder de variatie in het albedo of niveau van lichtsterkte) evenals de door onze planeet weerkaatste zonnestraling. De gegevens zullen dienen om een bilan op te maken van de ontvangen en uitgestraalde energie, een essentieel element voor het opstellen van klimaatmodellen.
- een magnetometer-spectrometer voor de studie van plasma's zal een uur vooraf waarschuwen voor magnetische storingen veroorzaakt door zonneuitbarstingen.

Een ander origineel aspect van het Triana-project is dat het ter beschikking staat van educatieve doeleinden. Dankzij internet zal het voor scholen mogelijk zijn toegang tot de waarnemingen te krijgen: leerlingen en leraars zullen de gelegenheid krijgen opnamen te vergelijken en te interpreteren. De recentste informatie over Triana is te vinden op de site van het Scripps Institute of Oceanography, University of California (San Diego). www.cloud.ucsd.edu/missions/triana

Dossier Satellieten voor humanitaire doeleinden



↗↑ Op basis van de gecombineerde gegevens van de SIR-C/X-SAR radars aan boord van de ruimtewagen Endeavour konden in 1994 deze detailbeelden van de Pinatubovulkaan op de Filippijnen gemaakt worden. (NASA/JPL)

Vulkanen onder bewaking

De "razernij" van vulkanen is tegelijk een spectaculair, gevaarlijk en vervuilend verschijnsel. Op de 1500 potentieel actieve vulkanen op onze planeet zijn er een honderdtal heel gevaarlijke. Ze bevinden zich rond de Stille Oceaan, in Zuidwest-Azië, Centraal-Amerika, op Kamchatka, in Alaska en – in Europa – in Italië en IJsland. De opnamen die de Amerikaanse NOAA-weersatellieten vanuit een polaire baan in het nabije infrarood maken

leveren bruikbare informatie over het gedrag van vulkanen. Door de inhoud te bestuderen kan men een stijging van de temperatuur boven de vulkaan aantonen tijdens de dagen die aan een hevige uitbarsting voorafgaan. Zo wordt het mogelijk de bevolking in de omgeving te waarschuwen en evacuatiemaatregelen te nemen.

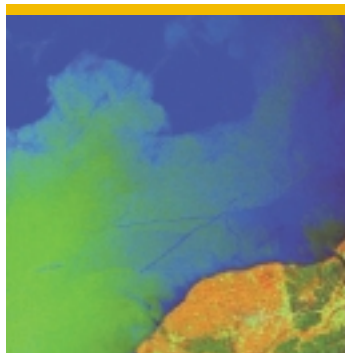
Het CLS-systeem (Collecte Localisation Satellites) Argos wordt in de Indonesische archipel

gebruikt om het SATTIN-netwerk (Space Applications Technology Transfer in Indonesia) te realiseren. Het bestaat uit een geheel van 31 stations die op kleine eilanden op vulkaanflanken zijn geïnstalleerd en die hun gegevens via Argos-bakens doorsturen.

En indien men nu eens een constellatie van zes micro-satellieten in een baan om de aarde zou brengen om vulkanen permanent waar te nemen? Dat is

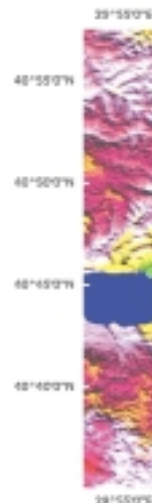
de bedoeling van het project SVO (Space Volcano Observatory) dat het Institut de Physique du Globe in Parijs met steun van de Franse ruimtevaartorganisatie CNES aan ESA heeft voorgesteld. De zes satellieten kunnen samen vier keer per dag de vulkanen waarnemen met een resolutie van 1,5 m en dat vanuit verschillende gezichtshoeken. Met deze "ruimte-ogen" kan het gedrag van lavastromen ingeschat worden. (www.ipgp.jussieu.fr).

Dossier Satellieten voor humanitaire doeleinden



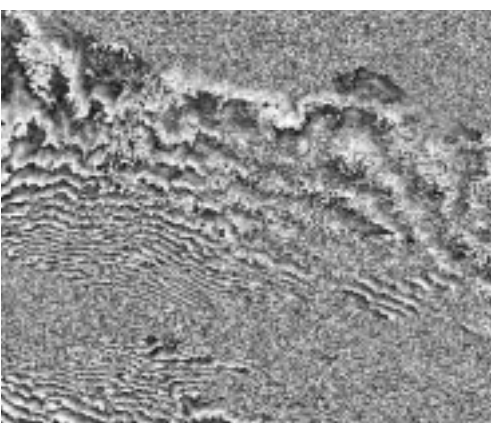
↑ Taiwan voor de aardbeving in september 1999. In het groen de wouden, in het rood de gewassen en in het geel de steden. (ESA)

Overstromingen en aardbevingen behoren tot de natuurrampen die de meeste slachtoffers maken. Overstromingen kunnen dankzij (steeds betere) meteorologische waarnemingen worden voorspeld, maar aardbevingen echter onvoldoende nauwkeurig. De volgende jaren zal het detecteren van elementen die aardbevingen aankondigen en de mechanismen die ze veroorzaken prioriteit krijgen.



Aardbevingen voorspellen met Izmiran, Demeter en

↓ Interferogram van twee SAR ERS-2-beelden die werden gemaakt voor (13 augustus 1999) en na (17 september 1999) de aardbeving in de streek van Izmit in Turkije. De banen van waaruit de beelden werden gemaakt liggen zo dicht bij elkaar (53 meter) dat de plooien de grondverschuivingen aangeven veroorzaakt door de aardbeving. Zij komen overeen met verschuivingen van 72mm, wat de "gevoeligheid" aangeeft van deze methode. De plooien zijn vooral zichtbaar in de breukzone rond de zee van Marmara en Izmit. De Zwarte Zee ligt bovenaan de afbeelding. (beeldverwerking door CSL onder DWTC-contract - programma Telsat 4)

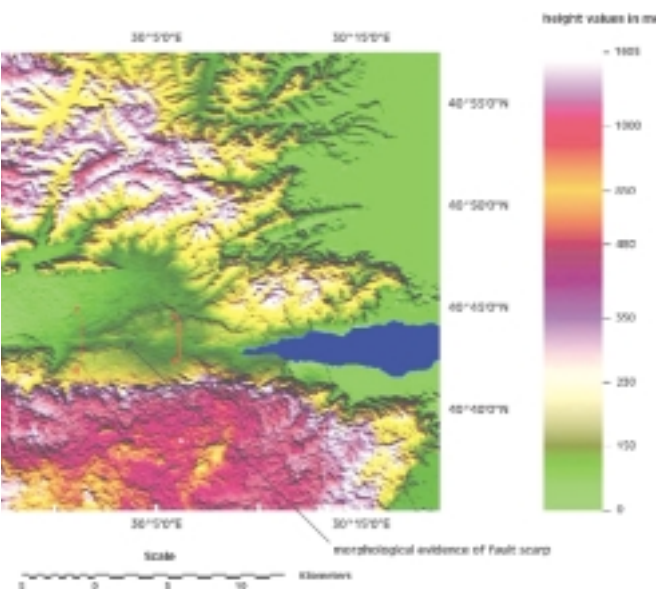


De ERS-radarsatellieten van ESA hebben trillingen aan het aardoppervlak kunnen vaststellen op het moment van seismische activiteit (aardbevingen, vulkaanuitbarstingen, tsunami's, vloedgolven) en de uren en dagen die erop volgden. De studie van de krachtlijnen van deze trillingen levert nuttige informatie om het gedrag van de aardkorst beter te begrijpen en de platentektoniek nauwkeurig te leren kennen. Volgens een bepaalde wetenschappelijke theorie, die nog niet helemaal betrouwbaar is en nog moet bewezen worden, zou een aardbeving net als een vulkaanuitbarsting aangekondigd worden... in de lucht. Op het niveau van de ionosfeer doen zich immers elektrische en magnetische storingen voor in de dagen en uren voor een aardbeving. In het verleden zag men lichtflitsen aan het hemelgewelf die door onze voorvaders als tekens van de goden werden gezien.

Het komt er nu op aan met behulp van satellieten het verband vast te stellen tussen de elektromagnetische veranderingen in de ionosfeer en de geologische verschijnselen die de aardkorst in rep en roer zetten. Onderzoekers van het Russische instituut Izmiran hebben een methode ontwikkeld waarbij ze seismische activiteit voorspellen op basis van frequentievariëaties in de hoge lagen van de atmosfeer. Ze stellen de ontwikkeling voor van de satelliet Predvestnik (Voorloper) die in 2002 kan worden gelanceerd om hun werkmethode uit te testen.

Voorzover deze demonstratiesatelliet resultaten levert waaruit de nodige besluiten kunnen worden getrokken is het een voorloper van een constellatie van polaire microsattelieten. Het Russische Ministerie van Industrie, Wetenschap en Technologie wil met de micro-satelliet Kompas de voorspelling van aardbevingen uittesten, op basis

↓ Dit radarbeeld van de streek van Izmit (Turkije) werd gemaakt op basis van gecombineerde waarnemingen van de ERS-1 en ERS-2-satellieten enkele dagen voor de aardbeving. (ESA)



Poperedzjenia

van ionosferische metingen. Van zijn kant heeft CNES de micro-satelliet Demeter op het programma staan (Detection of Electro-Magnetic Emissions Transmitted from Earth-quake Regions) voor een missie waarbij elektromagnetische golven worden waargenomen, afkomstig van aardbevingsgebieden op aarde. Demeter weegt ongeveer 100 kg en wordt in 2002 met een Indiase PSLV-raket gelanceerd vanop de basis Sriharikota (www.cnes.fr).

Samen met het staatsbedrijf Yuzhnoye stelt de Oekraïense industrie het experimentele Poperedzjenia-systeem voor (Russisch voor "waarschuwing"). Het bestaat uit drie satellieten die door een Tsyklon 3-raket zullen gelanceerd worden en storingen in de ionosfeer opsporen tengevolge van energieflexen die de aardkorst uitstraalt vóór een seismische storing. (www.yuzhnoye.dp.ua)

REMSAT: Europese satellieten in de strijd tegen ***bosbranden***

REMSAT (Real Time Emergency Management via Satellite) is een project van ESA en Canada. REMSAT kon vorige zomer voor het eerst zijn efficiëntie aantonen bij het geïntegreerde gebruik van satellieten voor telecommunicatie, aardobservatie en navigatie als hulpmiddel tegen bosbranden. "Het is een bijzonder complexe aanpak", verklaart Emmanuel Rammos die bij ESA voor REMSAT verantwoordelijk is. "Een groot aantal hulpdiensten worden daarbij gemobiliseerd. Zij moeten gecoördineerd optreden en over de juiste informatie beschikken. Met demonstratieprogramma's als REMSAT kan de afstand tussen technologie en gebruiker overbrugd worden."

REMSAT werd voor het eerst in mei 2000 uitgeprobeerd in samenwerking met de boswachters van British Columbia bij een reeks gebeurtenissen waarbij een brand werd gesimuleerd. Deze Canadese provincie beheert bossen die een oppervlakte van meer dan 1 miljoen km² innemen en heeft elk jaar met zo'n 2800 branden te maken, voor de helft veroorzaakt door blikseminslagen en voor de andere helft door de mens. In het kader van REMSAT dienden terminals voor telecommunicatie via satelliet om informatie door te sturen over de positie van de brandweerlui en van het materieel dat in het mobiel commandocentrum en in het controlecentrum van het hoofdkwartier werd ingezet. De brandweermannen zijn voorzien van draagbare telefoons waarmee ze via satelliet boodschappen met de terminals kunnen uitwisselen. Dit systeem voor het uitwisselen van boodschappen via de ruimte vergemakkelijkt de organisatie van de hulpverlening en levert informatie over de meteorologische omstandigheden en de juiste windrichting...

ESA hoopt uit de ervaringen met REMSAT voordeel te halen bij de ontwikkeling van een over de hele wereld bruikbaar systeem dat bij alle grote rampen kan worden ingezet: aardbevingen, overstromingen, branden, dumping van gevaarlijke stoffen enz... Verschillende landen hebben reeds belangstelling voor dit Europees initiatief. Het gaat in het bijzonder om landen rond de Middellandse Zee, China, Thailand en Argentinië.

Dossier Satellieten voor humanitaire doeleinden

Meer informatie op het **web**

In dit dossier was het onmogelijk alles te vertellen over de verschillende aspecten van humanitaire missies, die door satellietssystemen worden ondersteund. Onze planeet is nog nooit zo gefotografeerd en waargenomen door satellieten als nu. Hieronder zijn een aantal internet-sites te vinden die, naast nuttige informatie, heel wat interessante en spectaculaire beelden bevatten.

De NASA doet een mooie inspanning bij het promoten van opnamen van aardobservatiesatellieten. De komende maanden zullen de vanuit de ruimte gemaakte beelden met hoge resolutie (met details van 1 tot 2 m) aanleiding geven tot een echte concurrentieslag tussen Space Imaging (met de satelliet Ikonos), ImageSat International (EROS), EarthWatch (QuickBird), en OrbImage (OrbView).

www.digitalglobe.com: de site van EarthWatch die in november 2000 zijn satelliet QuickBird 1 voor hoogkwalitatieve multispectrale waarnemingen lanceerde; het gaat om een initiatief van Ball Aerospace & Technologies dat op het web een geografisch informatiesysteem vanuit de ruimte commercialiseert.

www.dlr.de/srtm/: naast de foto's van het Jet Propulsion Laboratory van de NASA, zijn hier verschillende opnamen terug te vinden die tijdens de SRTM-missie (Shuttle Radar Topography Mission) in februari 2000 werden gemaakt.

www.earthobservatory.nasa.gov: de NASA geeft hier voor het grote publiek en voor educatieve doelstellingen informatie over zijn aardobservatiesatellieten.

www.earth.esa.int: deze site "Earthnet online" geeft alle mogelijke uitleg over de Europese satellieten voor aardobservatie; er zijn voorbeelden te zien van de beste opnamen van de aarde met verklaarende uitleg; een speciale rubriek behandelt de rampenbestrijding.

www.esrin.esa.it: de belangrijkste site met informatie over ESA; kies in verband met milieubescherming "Protecting the Environment".

www.estec.esa.nl: kies "Earth Sciences Division" voor de waarnemingen van satellieten in verband met de atmosfeer, het aardoppervlak, de oceanen en de door ijs bedekte gebieden.

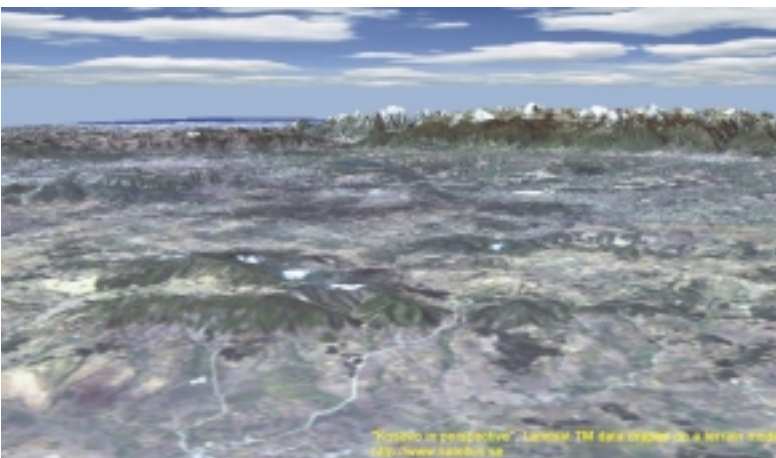
www.eumetsat.de: de Europese organisatie voor de uitbating van weersatellieten informeert hier over de ontwikkeling van haar satellieten en het geheel van haar diensten.

www.eurisy.asso.fr: Eurisy wil aardobservatie als pedagogisch hulpmiddel gebruiken. Op deze site zijn de belangrijkste voorstellingen terug te vinden die gedaan werden tijdens een conferentie over het gebruik van satellieten met humanitaire doelstellingen (op 19 en 20 september 2000 in het Italiaanse Varese). De site informeert over de mogelijkheden die de ruimtevaart biedt bij ontminning, de opbouw van vluchtelingenkampen, de duale (burgerlijke en militaire) toepassingen en telecommunicatie tijdens crisissituaties en in rampgebieden.

www.eospso.gsfc.nasa: deze site informeert over het programma EOS (Earth Observing System) van de NASA; hij bevat een lange lijst van sites waar leerkrachten opnamen van satellieten kunnen vinden.

www.geo.ulg.ac.be: hier kan men zijn eigen streek of stad zien, zoals deze werd waargenomen door SPOT of Amerikaanse, Europese, Russische en Japanse satellieten.

www.gsfc.nasa.gov: het Goddard Spaceflight Center geeft hier informatie over satellieten voor wetenschappelijk onderzoek en technologische toepassingen van de NASA.



↑ Kosovo driedimensionaal dankzij Landsat TM-gegevens. (Satellus)

www.imagesatintl.com: info over de producten en diensten van het systeem ImageSat, waarvan de eerste satelliet EROS A in november 2000 werd gelanceerd.

www.jpl.nasa.gov/pictures/: geeft toegang tot talloze opnamen, gearhiveerd door het Jet Propulsion Laboratory van de NASA.

www.laafb.af.mil: deze site van het Amerikaanse Departement of Defense geeft toegang tot beelden die dagelijks worden gemaakt door de DMSP-weersatellieten (Defense Meteorological Satellite Programme); met uitleg over de spectrale banden waarin de aarde wordt waargenomen.

www.noaa.gov: site over de waarnemingen van de Amerikaanse weersatellieten, de klimatologische omstandigheden in de Verenigde Staten, de toepassingen van beelden en gegevens vanuit de ruimte bij de bescherming van de natuur; men vindt er de "foto van de dag", gemaakt door een NOAA-satelliet, evenals een overzicht van klimatologische verschijnselen, gezien vanuit de ruimte.

www.orbimage.com: Orbimage baat de kleine OrbView-satellieten uit.

www.photojournal.jpl.nasa.gov: de grote verzameling opnamen van de NASA over alle "aardes" en "manen" in het zonnestelsel, die door satellieten of sondes bestudeerd werden; er zijn talloze beelden te zien van de aarde, genomen door multispectrale sensoren of door radarsystemen; ze hebben een hoge resolutie (men beschikt best over een numerieke modem en een verbinding met hoge snelheid).

www.space.gc.ca/csa: activiteiten van het Canadese ruimtevaartagentschap CSA.

www.spaceimaging.com: Space Imaging is het eerste bedrijf ter wereld dat opnamen met hoge resolutie commercialiseert. Het baat sinds oktober 1999 zijn eerste multispectrale aardobservatiesatelliet Ikonos 1 uit en geeft met behulp van verbazingwekkend nauwkeurige opnamen uitleg over een grote hoeveelheid toepassingen van de beelden die vanuit de ruimte worden gemaakt.

www.spotimage.fr: de producten en diensten van SPOT Image worden hier beschreven; de SPOT-beelden zijn echter slechts toegankelijk wanneer men als klant is geregistreerd en een paswoord heeft.

www.belspo.be: klik op Telsat voor de Belgische activiteiten op het vlak van de promotie en gebruik van teledetectie per satelliet. Om meer te weten te komen over de internationale projecten waaraan België deelneemt, klik op "On-line Publicaties", en dan op "Informatiedag Aardobservatie".

www.terraserver.com: naast de beelden van OrbView 2 zijn hier opnamen met zeer hoge resolutie van heel België te zien; ze zijn gemaakt door een Russische aardobservatiesatelliet. Dankzij een "zoom"-functie kan men details van enkele meters zien.

www.vgt.vito.be: geeft toegang tot de archieven van het instrument Végétation aan boord van SPOT 4, dat elke dag de hele aarde fotografeert en toelaat de evolutie van de gewassen op onze planeet te volgen.

www.visibleearth.nasa.gov: een andere NASA-site met verschillende opnamen van diverse satellieten volgens toepassingen op het vlak van de landbouw, de atmosfeer, de biosfeer, de cryosfeer, de hydrosfeer, het bodemgebruik, de oceanen...

Dossier Satellieten voor humanitaire doeleinden

Het **weer** onderzocht

Een portret van het Koninklijk

Zoals bij vele andere wetenschappelijke disciplines gebeurt het overgrote deel van het onderzoek op dit gebied nu in het kader van grote internationale programma's, maar nog maar enkele tientallen jaren geleden was dat anders. Vanuit dit gezichtspunt heeft de meteorologie in ons land een heel uitzonderlijke evolutie gekend.

Een kort historisch overzicht

Aan Aristoteles (340 v. Chr.) wordt het eerste wetenschappelijk werk over meteorologie toegeschreven en de Franse fysicus en astronoom Le Verrier wordt algemeen aanzien als de vader van de moderne meteorologie. Maar men vergeet daarbij dat reeds in 1780 de paltsgrafelijke keurvorst Charles-Théodore (die in Ukkel werd geboren en in Leuven studeerde) de "Paltsgrafelijke meteorologische vereniging" van Mannheim stichtte met als doel het nemen van *"maatregelen opdat dagelijkse en synchrone waarnemingen zouden worden uitgevoerd in bepaalde punten van vorstelijke staten in Europa en de hele wereld met behulp van instrumenten die op zijn kosten worden gebouwd."*

België verleende dadelijk zijn medewerking aan dit eerste internationaal netwerk via de Keizerlijke en Koninklijke Academie van Brussel. Adolphe Quetelet (1796-1874), stichter en eerste directeur van de Sterrenwacht van

Brussel (in 1830) en in die tijd beschouwd als één van de grootste geofysici is de vader van de eerste meteorologische waarnemingen die vanaf 1 januari 1833 in België werden verricht. Hij was zo befaamd dat de grote zeevarende naties in 1853 beslisten de eerste internationale meteorologische conferentie in Brussel te houden en hem het voorzitterschap toe te vertrouwen. Deze manifestatie ligt aan de bron van de huidige World Meteorological Organization (WMO).

Jean Houzeau de Lehay (1820-1888) volgde hem op en was er vooral om bezorgd de meteorologie en de astronomie van elkaar te scheiden en de nodige kredieten te bekomen voor de oprichting van nieuwe installaties in Ukkel. Hij ligt eveneens aan de oorsprong van de oprichting van een netwerk van klimatologische stations over het gehele nationale grondgebied (1833) en van het eerste Belgische meteorologische bulletin. Op de vooravond van de Eerste Wereldoorlog (1913) werd uit de "Meteorologische Dienst van de Sterrenwacht" onder Jean Vincent (1851-1932) het "Koninklijk Meteorologisch Instituut" (KMI) opgericht. In 1956 werd onder Edmond Lahaye in Dourbes het "Centre de Physique du Globe" opgericht, waar op een domein van 54 ha geofysische apparatuur werd geïnstalleerd, ver uit de buurt van de storende invloed van grote stedelijke en industriële gebieden. Twee jaar later lieten nieuwe gebouwen in

↑ Met de tweede generatie Meteosats zullen meteorologen elk kwartier kunnen beschikken over beelden van de toestand van de atmosfeer. (ESA)

Er zijn ongetwijfeld weinig domeinen die zoveel interesse hebben opgewekt als de meteorologie, de voorspelling van het weer en, meer recent, het onderzoek van de dynamiek van het klimaat.

Meteorologisch Instituut

Ukkel de installatie toe van apparatuur voor de waarneming van de bovenste lagen van de atmosfeer en de automatische ontvangst van opnamen van weersatellieten en van moderne informatica-apparatuur.

Quetelet was reeds een overtuigd voorstander van internationale samenwerking en zijn voorbeeld werd door al zijn opvolgers nagevolgd. Zo werd België al bij de oprichting in 1873 lid van de Internationale Meteorologische Organisatie en van de Wereld Meteorologische Organisatie die er in 1950 op volgde. Het KMI is eveneens lid van de Europese organisatie voor de uitbating van weersatellieten (Eumetsat) en van Ecomet, een organisatie die de officiële meteorologische diensten van de Europese Economische Ruimte bundelt op commercieel vlak. Het secretariaat van Ecomet bevindt zich in Brussel. Het Instituut nam ook deel aan talloze internationale wetenschappelijke campagnes zoals bijvoorbeeld het Internationaal Geofysisch Jaar, de Internationale Jaren van de Zon en het Internationaal Hydrologisch Decennium en werkt zeer actief samen bij de wereldwijde meteorologische waarnemingen van de WMO en de onderzoeksprogramma's van ESA en NASA. Verder neemt het KMI al meer dan 20 jaar deel aan de activiteiten van het Europees centrum voor weersvoorspellingen op middellange termijn (ECMWF) in Reading (Groot-Brittannië).

Onderzoek en dienstverlening

De opdracht van het KMI is constant geëvolueerd en volgde daarbij een wetenschap die alsmaar vooruitgaat. Op die manier moet het KMI nu zowel activiteiten ontplooiën op het vlak van wetenschappelijk onderzoek als een publieke dienstverlening verzekeren en dat in het uitgebreide domein van de atmosferische en geofysische wetenschappen, zowel in het kader van het federale wetenschapsbeleid (die er de voorgedij over heeft) als op internationaal niveau.

Het KMI tracht zijn opdracht tot een goed einde te brengen via een organisatie in vijf grote departementen: de operationele diensten en de diensten voor gebruikers, meteorologisch onderzoek en ontwikkeling, de diensten en het onderzoek op het vlak van de geofysica, de waarnemingen en, tenslotte, de verwerking van informatie. Het KMI wordt geleid door Henri Malcorps. Er werken momenteel 150 mensen, waaronder 35 wetenschappers.

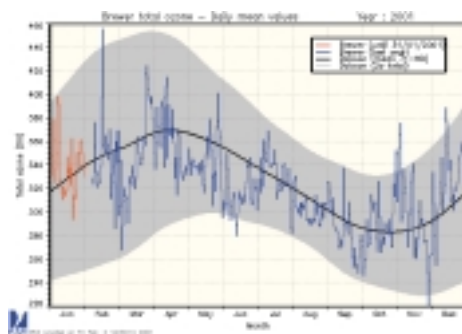
Onder de meest bekende werkzaamheden van het instituut : de verspreiding van praktische informatie - gratis of betalend - naar een groep zeer specifieke gebruikers en naar iedereen die de weersvoorspellingen via de media vernemen. Verschillende keer per dag worden zeelui, vissers en zeilers geïnformeerd over de weersomstandigheden op de

binnenwateren en langs de kust, zonder de informatie te vergeten voor sectoren als de spoorwegen, het stedelijk openbaar vervoer, de nutsbedrijven, de bouwindustrie, de landbouw enz... Tenslotte worden de Civiele Bescherming en het Crisiscentrum van het Ministerie van Binnenlandse Zaken systematisch gewaarschuwd bij felle wind, stormen of overstromingsgevaar. Sinds enkele jaren verspreidt het Instituut ook berichten over de verspreiding van CO₂, de ozonwaarden en de UV-index.

Vervolgens zijn er nog de antwoorden op de talrijke vragen (verschillende duizenden per jaar) van al wie van ver of dichtbij geïnteresseerd is in het weer. Dankzij een netwerk van 270 waarnemingsstations met pluviometers (waarvan meer dan 150 thermo-pluviometrische stations) en de samenwerking met de meteorologische diensten van de Luchtmacht, de Regie der Luchtwegen, de hydrologische diensten van de Vlaamse en Waalse Gewesten en verschillende openbare of private instituten, verzamelt het KMI alle thermo-pluviometrische waarnemingen die dagelijks worden uitgevoerd. De waarnemingen om het uur van talloze andere meteorologische en klimatologische variabelen door 15 synoptische stations worden eveneens door de klimatologische dienst geverifieerd en gearchieveerd.

De ervaringen van het KMI op het vlak van de voorspelling van het weer en het klimaat

→ Gemiddelde jaarlijkse variatie van de dikte van de ozonlaag (uitgedrukt in zogenaamde Dobson-eenheden) te Ukkel en variatie van de daggemiddelden over het afgelopen jaar. De zwarte lijn is de weergave van de gemiddelde jaarlijkse variatie zoals die volgt uit de tijdreeks van 1971 tot nu. De grijze band geeft de grenzen aan waarbinnen 95% van alle daggemiddelden vallen. De dikte van de ozonlaag (ook wel ozonkolom genoemd) is uitgedrukt in Dobson-eenheden (1 DU = 2.686.1020 ozonmolekulen per m²). (KMI)



worden vandaag als onmisbaar aanzien bij het nemen van beslissingen en het onderzoek, uitgevoerd door het personeel van het KMI werpt zeker zijn vruchten af.

Aladin en de anderen

De lijn van het wetenschappelijk onderzoek van het KMI wordt bepaald door een wetenschappelijk comité dat uit specialisten van verschillende universiteiten bestaat. Er wordt interdisciplinair gewerkt rond enkele grote thema's zoals de voorspelling van het weer op uiterst korte termijn, de hydrometeorologie, het onderzoek van ozon en straling en de voorspelbaarheid van het klimaat.

Eén van de grote onderzoeksprogramma's is *Aladin* (een acroniem voor Aire Limitée, Adaptation Dynamique, développement International), een eind 1990 door Météo France gelanceerd initiatief. Dit houdt in dat de activiteiten van de nationale meteorologische diensten op gecoördineerde wijze worden ontwikkeld met als doel een werkmiddel te realiseren dat zowel operationeel is als voor onderzoek kan worden gebruikt en in staat is een numerieke voorspelling van het weer te leveren van een gebied met een relatief beperkte oppervlakte. De specialisten van het KMI werken nauw samen met de wetenschappers van Météo France en hebben zeer snel alle activiteiten onder de knie gekregen die nodig zijn om het programma op punt te stellen. Momenteel zijn ze zelfs zo ver dat ze speciaal voor België een model kunnen ontwikkelen dat gekarakteriseerd

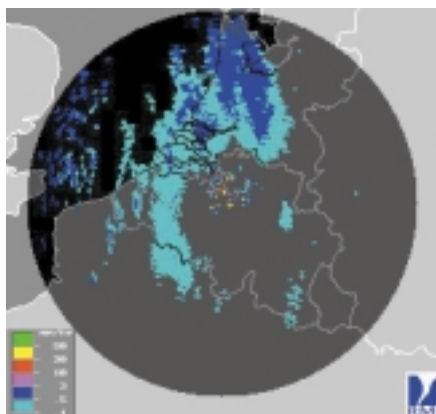
wordt door een nog fijnere resolutie (7 km) dan bij het oorspronkelijke Franse model.

Dit nieuwe werkmiddel wordt momenteel getest en houdt nog meer rekening met de invloed van de topografie. Door eveneens rekening te houden met de gegevens van een nieuwe Doppler-radar hopen de wetenschappers van het KMI op zeer korte termijn lokale voorspellingen te kunnen doen, namelijk in een tijdsspanne van enkele uren. "Door zijn deelname aan het programma *Aladin*", verklaart Dr Malcorps, "sluit het KMI weer aan bij de praktijk van de numerieke voorspelling, een domein waarin het enkele jaren geleden moest afhaken en waarin het een pioniersrol vervulde."

De schade door stormen die België regelmatig treffen hebben het KMI ertoe gebracht het systeem *Safir* (Système d'Alerte Foudre par Interférométrie Radioélectrique) te ontwikkelen. Daarmee kan elke blikseminslag over het hele grondgebied gelokaliseerd worden met een nauwkeurigheid van ongeveer 1 km. Het levert ook heel wat informatie over dit verschijnsel. Met *Safir* kunnen ook de ontladingen tussen wolken onderling en naar de aarde toe worden gevolgd dankzij antennes die over het land verspreid zijn en met een systeem voor de gegevensverwerking in Ukkel verbonden zijn. Aangezien er wel 50 blikseminslagen per seconde kunnen worden waargenomen kan de evolutie van de onweersactiviteit in *real time* worden gevolgd. Er is geen hoop dat men de nefaste gevolgen van onweersstormen kan voorzien, maar een groot deel van deze gevolgen kunnen nu wel vermeden worden. Daarnaast werken de deskundigen van het KMI al enkele jaren aan de ontwikkeling van software voor de internationale uitwisseling van radarbeelden.

Het KMI houdt zich ook bezig met metingen van de dikte van de ozonlaag. Zo worden dagelijkse waarnemingen uitgevoerd met behulp van twee spectrometers. Ze worden

↓ Neerslaghoeveelheden worden uitgedrukt in mm per uur, d.w.z. in liter per m² per uur. (KMI)



elke maand doorgestuurd naar het World Ozone Data Center in Toronto (Canada). In de loop van de wintermaanden (november tot maart) worden de met de Brewer-spectrometer verrichte waarnemingen dagelijks doorgestuurd naar de universiteit van Thessaloniki (Griekenland). Daar worden ze gebruikt bij de samenstelling van kaarten van de ozonverdeling boven het noordelijk halfrond. Overigens kunnen de dagelijkse gemiddelden automatisch op de website van het KMI gezien worden.

Naast zijn zeer actieve deelname aan Eumetsat, meer bepaald bij de ontwikkeling van apparatuur aan boord van de weersatellieten van de tweede generatie, beheert het KMI al verscheidene jaren de *Earth Observation Desk* (EO-Desk), een onderdeel van het Belgische wetenschappelijke programma TELSAT van het federale wetenschapsbeleid (DWTC). Hiermee wil het KMI de Belgische en buitenlandse gebruikers helpen bij hun vraag naar informatie door het identificeren van hun behoeften. Het is een informatie-interface voor de toegang tot de gegevens van aardobservatie en van instituten waar beelden worden verwerkt. Het belangrijkste instrument van de EO-Desk is ongetwijfeld de internet-site *The Telsat Guide for Satellite Imagery* (www.belspo.be/telsat/). Onlangs werd een comité van gebruikers opgericht dat de noden en de diensten naar het grote publiek moet identificeren. De andere taken van dit comité bestaan enerzijds uit de evaluatie van de werking en de kwaliteit van het platform "Aardobservatie" (m.a.w. het programma TELSAT) met de EO-Desk en anderzijds uit de uitwisseling van nuttige informatie voor de gebruikers van gegevens van aardobservatie.

Trillingen van de aarde

Het "Centre de Physique du Globe" van Dourbes (bij de Franse grens) is niet erg bekend. Het heeft nochtans een fundamentele opdracht. Op een oppervlakte van 54 ha, weg

van alle vervuiling en storende invloeden, heeft het als hoofdopdracht het magnetisch veld van de aarde te meten en te onderzoeken. Deze activiteit heeft zowel een economisch als een wetenschappelijk belang:

- het onderzoek van de straling van de zon is fundamenteel voor de geneeskunde, de biologie en de landbouw;
- de kennis van de ionosferische verschijnselen is noodzakelijk wanneer men afhankelijk is van efficiënte radioverbindingen;
- de gevolgen van de elektrische eigenschappen van de lucht zijn duidelijk merkbaar bij fysiologische reacties van levende wezens.

"In werkelijkheid is dit laboratorium uniek in de wereld", verduidelijkt Dr. Malcorps, *"omdat het verschillende geofysische disciplines samenbrengt. Het magnetisch veld (dat het kompas oriënteert) vindt zijn oorsprong in de vloeibare kern van de aarde en, wat de zwakke maar snelle fluctuaties betreft, in de elektrische stromen in de hoogste lagen van de atmosfeer".*

De uiterst geperfectioneerde meet- en opnameapparatuur is verdeeld over een dertigtal paviljoenen (waarvan sommige gedeeltelijk onder de grond en andere volledig in hout

om alle storingen te vermijden). Deze instrumenten werken permanent. Op deze manier kunnen bijvoorbeeld elk uur de gegevens van de magnetometers automatisch naar een Meteosat-kunstmaan worden gestuurd. Vervolgens komen ze in het wereldnetwerk *Intermagnet* terecht. Zo kunnen dankzij ionosferische metingen wetenschappers alle uren en dagen de afwijkingen van de radiogolven in functie van de zonnactiviteit bepalen.

Het was ook hier dat de eerste tekenen werden waargenomen van een abnormale verhoging van radioactiviteit in de atmosfeer als gevolg van het ongeval in de kerncentrale van Tsjernobyl. Er werd ook apparatuur ontwikkeld om het magnetisch veld in andere gebieden van de wereld te simuleren. Zo kan het magnetisch veld in ontoegankelijke gebieden (oceanen, woestijnen) bestudeerd worden. Voor de ontwikkelingslanden werden vrij goedkope magnetometers ontwikkeld, gebouwd en getest. Het Centre de Physique du Globe van Dourbes is tenslotte de enige plaats in de wereld dat over geofysische metingen van het magnetisch veld en van de ionosferische verschijnselen beschikt gedurende verschillende zonnecycli.

↓ Meting van de zonnestraling. (KMI)



Hoe worden we het weer de baas?

De actualiteit bewijst bijna dagelijks dat de meteorologie nog niet in staat is alle mysteries van de natuur te doorgronden. Reden genoeg om de waarnemingen nog intensiever uit te voeren en de technieken te verbeteren in een domein dat tegelijk particulier, bedrijven en openbare instellingen aanbelangt. De professionele onderzoekers lijken dus nog mooie dagen voor zich te hebben. Momenteel zijn ze met relatief weinig. De meeste weerkundigen en klimatologen zijn ambtenaar bij het Koninklijk Meteorologisch Instituut van België. Ze worden momenteel aangeworven op basis van een onderzoeksproject. Een kandidaat met een universitair licentiaatsdiploma in fysica of wiskunde of met de graad van burgerlijk ingenieur wordt eerst "contractueel" alvorens (soms) "statuair" te worden. Een andere mogelijke weg om met de meteorologie of klimatologie in contact te blijven is assistent of onderzoeker te worden en misschien ooit hoogleraar aan een universiteit waar deze takken van de wetenschap worden onderwezen.

Marc Vandiepenbeeck is fysicus van opleiding. Hij is de "Meneer Klimaat" van het

KMI. Onnodig hem te vragen welk weer het morgen wordt. Dat interesseert hem niet meer of minder dan wie ook. Maar hij raakt wel nooit uitgepraat als hij het over het weer heeft van jaren terug! Zich basierend op de meteorologische waarnemingen die sinds 1831 opgetekend en constant bijgewerkt worden, jongleert hij met gemiddelde en extreme temperaturen en normale of abnormale neerslag en tekent hij krommen en grafieken. Om uiteindelijk vast te stellen dat *"ons weer niet verandert en terwijl oudere generaties het weer van vandaag vergelijken met dat van hun jeugd ze eerder de neiging hebben het huidige overwicht te benadrukken van wat slecht weer mag worden genoemd."*

Het is duidelijk dat de gemiddelde temperatuur van de aarde gestegen is sinds het begin van de 20ste eeuw (tussen 0,4 en 0,8° C volgens deskundigen), geeft Marc Vandiepenbeeck toe. Maar de neerslag in België is daarentegen niet overvloediger geweest in augustus of januari 2000, dan tijdens dezelfde maanden in het begin van de eeuw. Wat wel juist is, is dat zomers minder vochtig zijn en winters natter. Als er daarentegen meer sprake is van overstro-

mingen als gevolg van "stortregens" is dat vooral te wijten aan problemen i.v.m. de ruimtelijke ordening: het betonneren van wegen en parkings, verkaveling, slecht onderhouden rioleringen, het omhakken van bomen enz... Anderzijds toont recent onderzoek aan dat verstedelijkte gebieden atollen van warmte zijn in een oceaan van zachtere temperaturen. Deze "warmtemantel" ligt aan de oorzaak van specifieke onweersbuien en dus ook van meer overvloedige regen.

Wat betreft de frequentie en kracht van het onweer van de laatste maanden is het duidelijk dat één of zelfs twee gebeurtenissen, hoe fel ze ook zijn, niet volstaan om een nieuwe klimatologische trend te bepalen. Volgens de historici zou een dergelijke catastrofe uiterst zeldzaam zijn en men heeft niets vergelijkbaars vastgesteld sinds meer dan... 300 jaar! Anderzijds, verduidelijkt onze klimatoloog, heeft men de notie van "orkaankracht" in het begin van deze eeuw herzien en men mag niet vergeten dat de weersatellieten vandaag ook orkanen waarnemen over de oceanen, terwijl deze een halve eeuw geleden eenvoudigweg niet gekend waren.



← Pluviometers. (KMI)

Koninklijk Meteorologisch Instituut

Ringlaan 3
1180 Brussel
tel. : 02.373.05.02
tel. externe relaties : 02.373.05.25
<http://www.meteo.oma.be/IRM-KMI/>
E-mail : rmi-webmaster@oma.be

*Het weerbericht via de telefoon:
0900 / 27 003 (via een "menu", toegang tot diverse rubrieken zoals de algemene of regionale bulletins, per sector zoals de land- en tuinbouw, de bouw of zelfs zeevaart en visserij).*

Belgische actualiteit

Ruimtevaartsamenwerking tussen België en Rusland

Tijdens het staatsbezoek van de Eerste Minister werd op 20 december 2000 in Moskou een overeenkomst op het vlak van samenwerking in de ruimte ondertekend tussen het Koninkrijk België en de Russische Federatie. Deze overeenkomst voorziet in verschillende domeinen van samenwerking, zoals aardobservatie, telecommunicatie, ruimtenavigatie, wetenschappelijk ruimteonderzoek en het ruimtetransport...

Eveneens is een uitbreiding op te merken van de bilaterale samenwerking op het vlak van de bescherming van het ruimtemilieu, meer bepaald het probleem van de rommel in de ruimte, waarover Rusland en Europa nogal verschillende gezichtspunten hebben.

De DWTC werden aangewezen als bevoegd organisme bij de uitvoering van dit akkoord. Er was reeds samenwerking tussen de industrie en de onderzoekscentra van de twee landen. Een dergelijk juridisch kader moet nu toelaten systematisch de wetenschappelijke en technologische samenwerking tussen beide landen op het vlak van ruimtevaartactiviteiten te ontwikkelen. In dit opzicht is een economische missie voorzien in de loop van het eerste trimester van 2001.

Nieuwe Ariane-jobs bij SABCA

SABCA heeft een contract getekend ter waarde van 5,5 miljard frank voor de levering van onderdelen voor de Europese Ariane 5-raket. Het gaat onder meer over vluchtservobesturingen voor 20 aan Arianespace te leveren draagraketten. Op dit domein is het Belgische bedrijf dé specialist in Europa. Het grootste deel van de inkomsten van het contract zullen in 2002 en 2003 worden geboekt. Om het uit te voeren zijn nieuwe ingenieurs, technici en tekenaars nodig. In 1996 had SABCA al een contract van vier miljard frank getekend voor de levering van Ariane 5-onderdelen in 1997, 1998 en 1999. Dat leverde voor 250 mensen gedurende drie jaar werkzekerheid. SABCA heeft afdelingen in Haren bij Brussel, Charleroi en Lummen. Ongeveer een derde van haar activiteiten heeft betrekking op de ruimtevaart.

Belgische *technologie* helpt astronauten naar de aarde terug te keren

Het in Zaventem gevestigde Space Applications Services (SAS) heeft een aantal contracten verworven in het kader van het International Space Station (ISS). Een greep uit de meest recente:

- Een contract van European Aeronautic, Defence and Space Company (EADS) ter waarde van 900.000 euro voor operaties van het Automated Transport Vehicle (ATV) bij de lancering, de koppeling met het ruimtestation, de periode dat de ATV aan het ISS vastzit en het vertrek. De Europese ATV is een onbemand ruimteschip dat het ISS zal bevoorraden. Hij doet ook dienst als tanker en moet af en toe het ISS in een hogere baan stuwen. SAS speelt een belangrijke rol bij de operaties die op de grond en tijdens de vlucht nodig zijn en bij de architectuur van het ATV-controlecentrum. SAS zal de ATV Operations Manual samenstellen en de taken van vluchtleiders en astronauten beschrijven.
- Een contract van het Deense Terma Electronic om het ATV-trainingsmateriaal te specificeren voor astronauten en simulatietechnieken waarmee vluchtleiders kunnen leren de ATV tijdens zijn vlucht te volgen.
- Een contract van ESA via het Duitse MAN Technologie AG voor het ontwerp van de man-machine interfaces (MMI) van de Crew Return Vehicle (CRV) en de ontwikkeling van het prototype van een cockpit. Dit project verloopt in nauwe samenwerking met Spacebel in Hoeilaart en in samenspraak met de Amerikaanse ruimtevaartorganisatie NASA. De CRV is een "reddingsloep" waarmee de zevenkoppige bemanning van het ISS in noodgevallen op enkele minuten tijd het station kan verlaten. Het is dus Belgische technologie die astronauten helpt naar de aarde terug te keren. Via de interfaces moeten de ruimtevaarders de CRV onder controle houden. Wat moet de bemanning precies doen? Welke informatie hebben ze nodig om tijdens de verschillende fasen van de vlucht

Testvlucht van de X-38 op 2 november 2000. (NASA)



de juiste beslissingen te nemen? Wat moet er op de beeldschermen te zien zijn? Wat doet de bemanning zelf en wat moet er automatisch gebeuren? Het zijn slechts enkele vragen die moeten opgelost worden. De resultaten zullen geëvalueerd worden in een model in het Johnson Space Center van de NASA in Houston door middel van simulaties en bij landingstests.

Belgische actualiteit

Eurosense: groter gamma producten van aardobservatiesatellieten

Het in Wemmel gevestigde bedrijf Eurosense zal het productengamma van aardobservatiesatellieten van het Zweedse Satallus verdelen. Het in Stockholm en Kiruna gevestigde Satallus maakt deel uit van de Swedish Space Corporation Group en is in Europa één van de belangrijkste leveranciers van milieu- en geografische gegevens. Die gegevens zijn afkomstig van aardobservatiesatellieten als Landsat, ERS, SPOT, Radarsat en Ikonos. Eurosense is één van de belangrijkste Europese commerciële bedrijven die zich met aardobservatie bezighouden, zowel vanuit satellieten als vanuit vliegtuigen. Het bedrijf is zeer actief in landen als Duitsland, Nederland, Frankrijk, Polen, Tsjechië, Slowakije, Hongarije en China, waar het ook vestigingen heeft. De informatie van Satallus vindt zijn toepassingen in uiteenlopende domeinen als stads- en landschapsplanning, cartografie, landbouw, bosbouw, telecommunicatie, toerisme...

België doet mee met nieuwe Europese **lanceerraket** VEGA

Ons land heeft samen met Italië, Nederland, Zweden en Zwitserland (en binnenkort wellicht ook Spanje) beslist te beginnen met de ontwikkeling van de kleine lanceerraket Vega. Dit kleine broertje van

de krachtige Ariane 5-raket moet kleine ladingen tot 1500 kg in een polaire baan op 700 km hoogte kunnen brengen. België, Frankrijk, Italië en Nederland zullen ook een programma financieren waarmee de op vaste brandstof werkende hulp-raketten van de Ariane 5 kunnen verbeterd worden. Die moeten tevens als eerste trap van de Vega-lanceerraket dienst doen. De eerste proefvlucht van Vega is voorzien eind 2005. Ondertussen is op het eiland Sardinië de motor getest die als tweede trap van Vega dienst moet doen. De ontwikkeling van Vega past in de Europese strategie die inhoudt dat een familie van Europese lanceerraketten tot stand moet komen en de nodige technologieën ontwikkeld moeten worden voor nieuwe lanceersystemen op langere termijn.



(ESA)

Internationale actualiteit



Het spiraalvormige sterrenstelsel NGC 1232, gefotografeerd door de VLT-telescoop van het European Southern Observatory. (ESO)

Meest massieve **spiraalvormig** sterrenstelsel

De VLT heeft opnieuw een staaltje getoond van zijn kunnen met de ontdekking van het meest massieve spiraalvormige sterrenstelsel in het heelal. Het kreeg de weinig poëtische naam ISOHDFS 27 en bevindt zich op een afstand van ongeveer 6 miljard lichtjaar (het licht van dit stelsel doet er dus met een snelheid van 300.000 km/s zes miljard jaar over om ons te bereiken!). Het stelsel heeft een massa van 1000 miljard keer de massa van de zon en is daarmee vier keer massiever dan ons eigen melkwegstelsel en twee keer zo massief als de vorige recordhouder. De massa van het sterrenstelsel kon worden bepaald op basis van infrarode metingen van de beweging van sterren en nevels rond het centrum van het stelsel. Hoe sneller deze bewegingen zijn, hoe massiever de massa is (op dezelfde manier kan bijvoorbeeld de massa van de aarde worden bepaald uit de afstand en snelheid van de maan in haar baan rond de aarde). De onderzoekers vonden nog een ander sterrenstelsel op een afstand van ongeveer 10 miljard lichtjaar dat ongeveer even massief is als ISOHDFS 27. Deze ontdekkingen worden als belangrijk aanzien omdat ze aantonen dat reeds in een vrij jong heelal zeer massieve structuren tot stand zijn gekomen.

Internationale actualiteit

Massa zou **uitzetting** heelal niet kunnen tegenhouden

Het *European Southern Observatory* (ESO) blijft voor verrassende waarnemingen zorgen met haar *Very Large Telescope* (VLT). Sterrenkundigen zijn erin geslaagd de onzichtbare donkere materie in het heelal in kaart te brengen, gezien vanuit vijftig verschillende richtingen vanaf de aarde. Ze denken dat het onwaarschijnlijk is dat deze massa alleen ervoor zou kunnen zorgen dat de huidige uitzetting van het heelal een halt wordt toegevoerd. Daarbij baseren ze zich op nauwkeurige metingen van een effect dat ontstaat door de afbuiging van het licht afkomstig van verre melkwegstelsels wanneer dit op weg naar ons grote massaconcentraties in het heelal ontmoet. De metingen werden verricht met de *Antu*-telescoop van de VLT op de Paranal-sterrenwacht in Chili. De waarnemingen leverden metingen op van meer dan 70.000 sterrenstelsels. Het blijkt dat de verre sterrenstelsels niet willekeurig verdeeld zijn maar enigszins "uitgelijnd" zijn over belangrijke gebieden van de hemel. Deze coherente oriëntatie, zoals dit verschijnsel door sterrenkundigen wordt genoemd, kan alleen verklaard worden door gravitatielencen, die het gevolg zijn van donkere materie in de ruimte.

Eerste permanente **bemanning** aan boord van **ISS**

Op 31 oktober 2000 werd vanaf de basis Bajkoner de eerste permanente bemanning gelanceerd naar het International Space Station (ISS), sinds kort ook officieel Alpha genoemd. De drie ruimtevaarders - de Amerikaan Bill Shepherd en de Russen Joeri Gidzenko en Sergej Krikaliov - koppelden hun Sojoez-ruimteschip aan het ruimtestation vast en verbleven er tot februari 2001. Aan boord verveelt men zich niet: de installatie van het Europese Data Management System (het "brein") en de verwelcoming van drie spaceshuttle-bemanningen die onder meer de eerste grote zonnepanelen, de Amerikaanse laboratoriummodule *Destiny* en de Italiaanse logistieke module *Leonardo* afleverden. Begin februari werd nog een onbemand Russisch *Progress*-bevoorradersruimteschip uitgeladen, na een eerste *Progress* die in november met het station koppelde. De Italiaan Umberto Guidoni wordt in april de eerste ESA-astro-naut aan boord van het ISS. In een volgende nummer van *Space Connection* zal uitgebreid op het ruimtestation en de Belgische inbreng daarbij worden ingegaan.



Joeri Gidzenko, William Shepherd en Sergej Krikaliov (v.l.n.r.) aan boord van de Russische module *Zvezda*, die deel uitmaakt van het ISS. (NASA)

Portugal wordt lid van ESA

Sinds 16 november 2000 heeft ESA een nieuwe lidstaat: Portugal. De Portugese delegatie was reeds verscheidene maanden waarnemer bij de ESA-raad en nam nu voor het eerst actief deel aan de bijeenkomsten van de verschillende organismen van het agentschap. Maar het was pas tijdens de gezamenlijke bijeenkomst van de ESA-raad en de Onderzoeksraad van de Europese Unie op 16 november dat Portugal voor het eerst de gelegenheid had als lidstaat van het Europese ruimtevaartagentschap te zetelen...

Eutelsat plant voor 1 miljard euro aan satellieten

Satellietoperator Eutelsat, dat momenteel 18 televisie- en communicatiesatellieten uitbaat, wil 1 miljard euro investeren in vijf nieuwe satellieten. Eutelsat is de grootste Europese satellietuitbater en de derde grootste in de wereld en verenigt Eutelsat 48 landen en nationale telecommunicatiebedrijven. De organisatie zal dit jaar geprivatiseerd worden en naar de beurs gaan. De privatisering moet niet alleen extra geld opbrengen maar ook de organisatie moderniseren.



Op 18 november ging een onbemand *Progress*-ruimteschip de Amerikaan William Shepherd en de Russen Joeri Gidzenko en Sergej Krikaliov in het ISS bevoorraden met twee ton voedsel, kleding, hardware en geschenken. (NASA)

