

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 kunstmanen.

diensten 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 twaalfstal 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 Observing 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

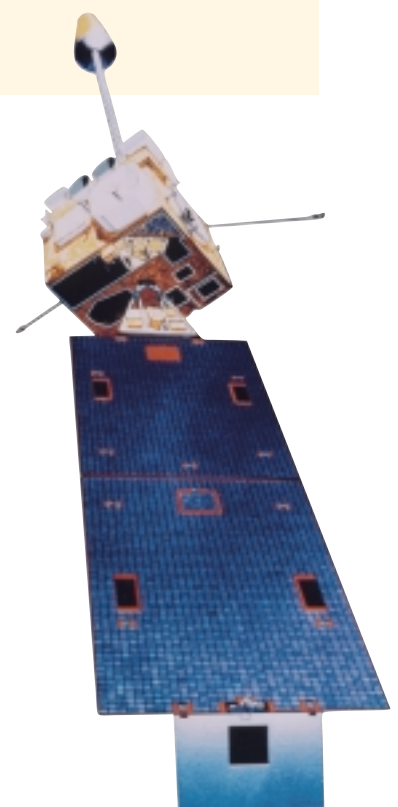
de Verenigde Naties (www.ceos.org).

- 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

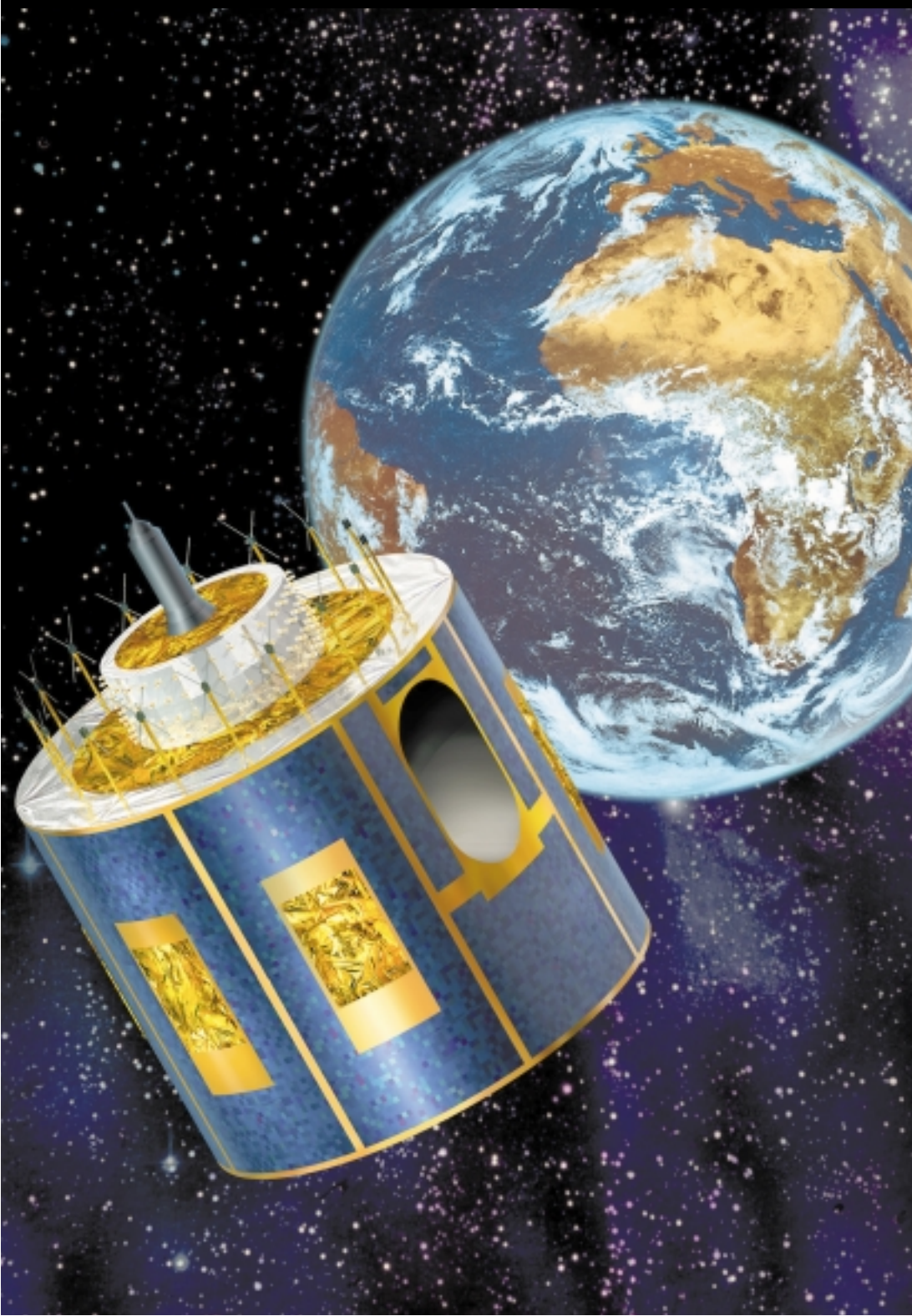
Europa mobiliseert: van **Meteosat** en **Envisat** tot het **GMES**-programma

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 **ERS 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

ationale 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)

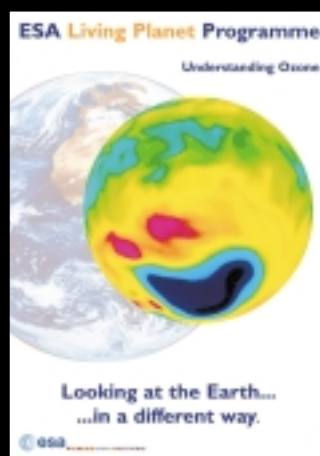
de ontwikkeling voor van de mini-satellieten "Earth Explorer" voor wetenschappelijke doeleinden en "Earth Watch" voor operationele toepassingen. Voor de "Earth Explorer"-missies werden vier voorstellen weerhouden. Ze betreffen de relatie tussen verschijnselen op het vlak van de geodesie en de oceanologie, 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, Bolivia, 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:

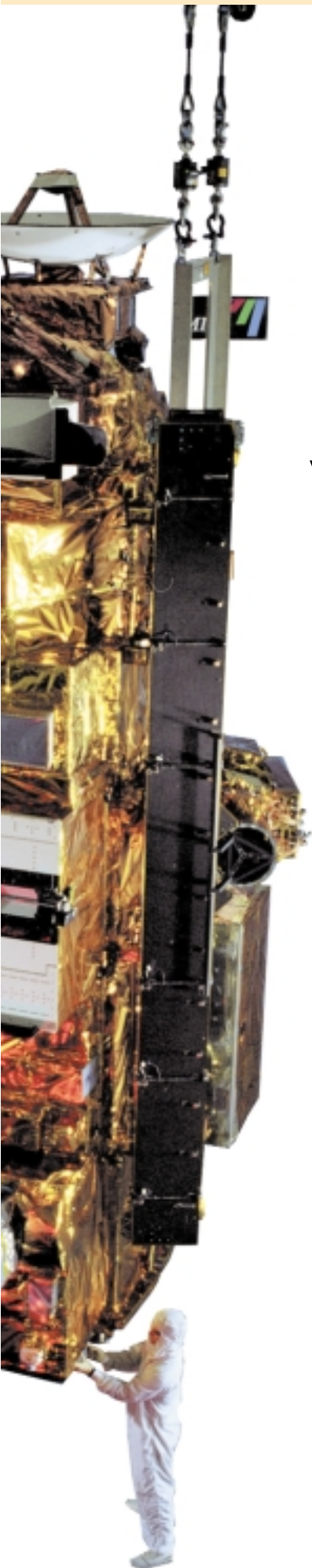
- **Passieve spectrometrie** maakt gebruik van optische en infrarode sensoren (camera's, scanners) en bestudeert het aardoppervlak via de weerkaatsing van het zonlicht in diverse golflengten. Deze apparatuur werkt zoals een numeriek fototoestel waarop men filters aanbrengt naargelang de details die men 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	Verscheidene 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)



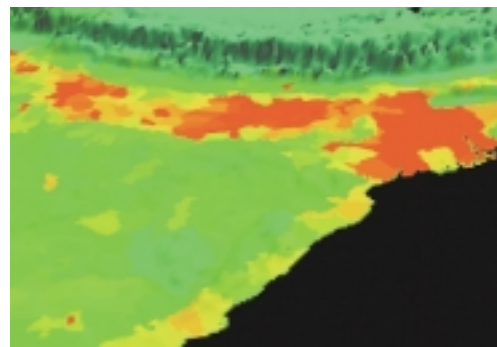


↑ Digitale kaarten gemaakt op basis van satellietbeelden (zoals hier bij de aardbeving in El Salvador in januari 2001) helpen de reddingsteams ter plaatse. (NASA)

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

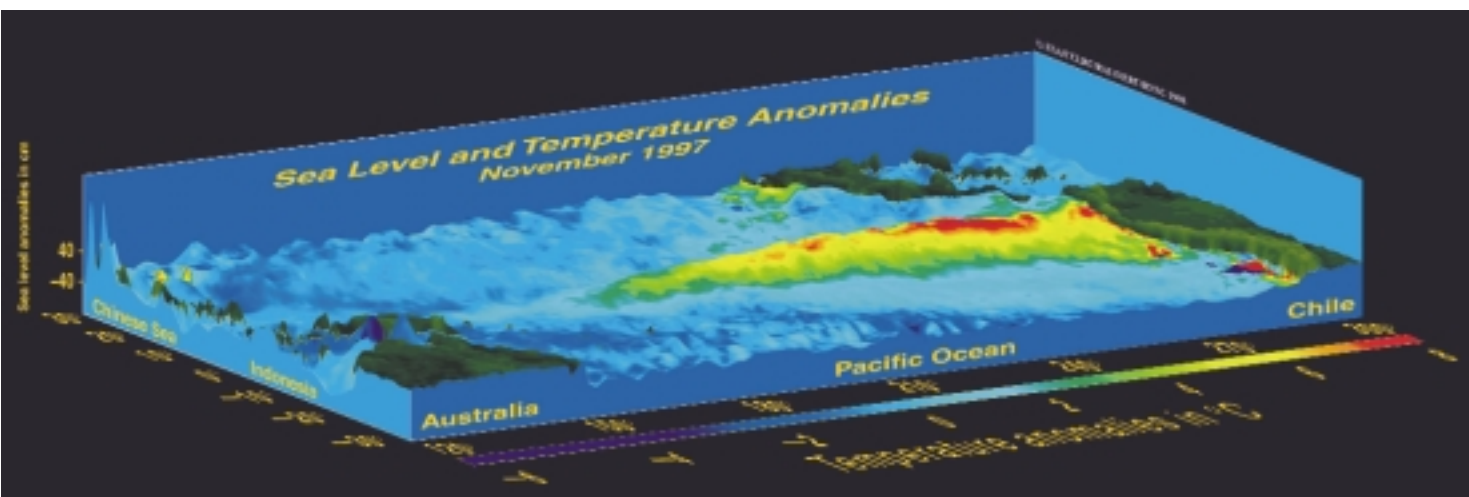
- **Actieve spectrometrie** maakt gebruik van radar-systemen die het aardoppervlak onderzoeken. Ze zenden radiopulsen uit doorheen het wolkendek, zowel overdag als 's nachts en nemen de echo's waar die worden teruggestuurd. Elke puls "verlicht" een deel van het oppervlak die overeenkomt met een afdruk van de bundel en die de elementen bevat die in staat zijn voor een echo te zorgen. Om deze metingen te verwerken - om een radar-beeld 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

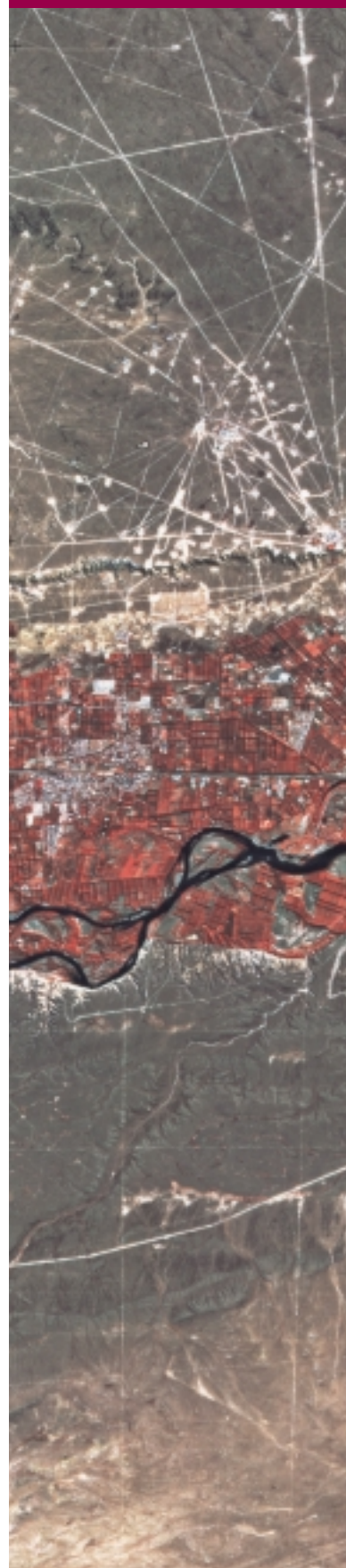
Onderzoeksteams die systemen ontwikkelen voor de interpretatie van gegevens afkomstig van ruimte-waarnemingen zijn werkzaam in verschillende Belgische instellingen zoals: de Université de Liège (het Centre Spatial de Liège en het Laboratorium voor Geomorfologie en Teledetectie), de Koninklijke Militaire 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.

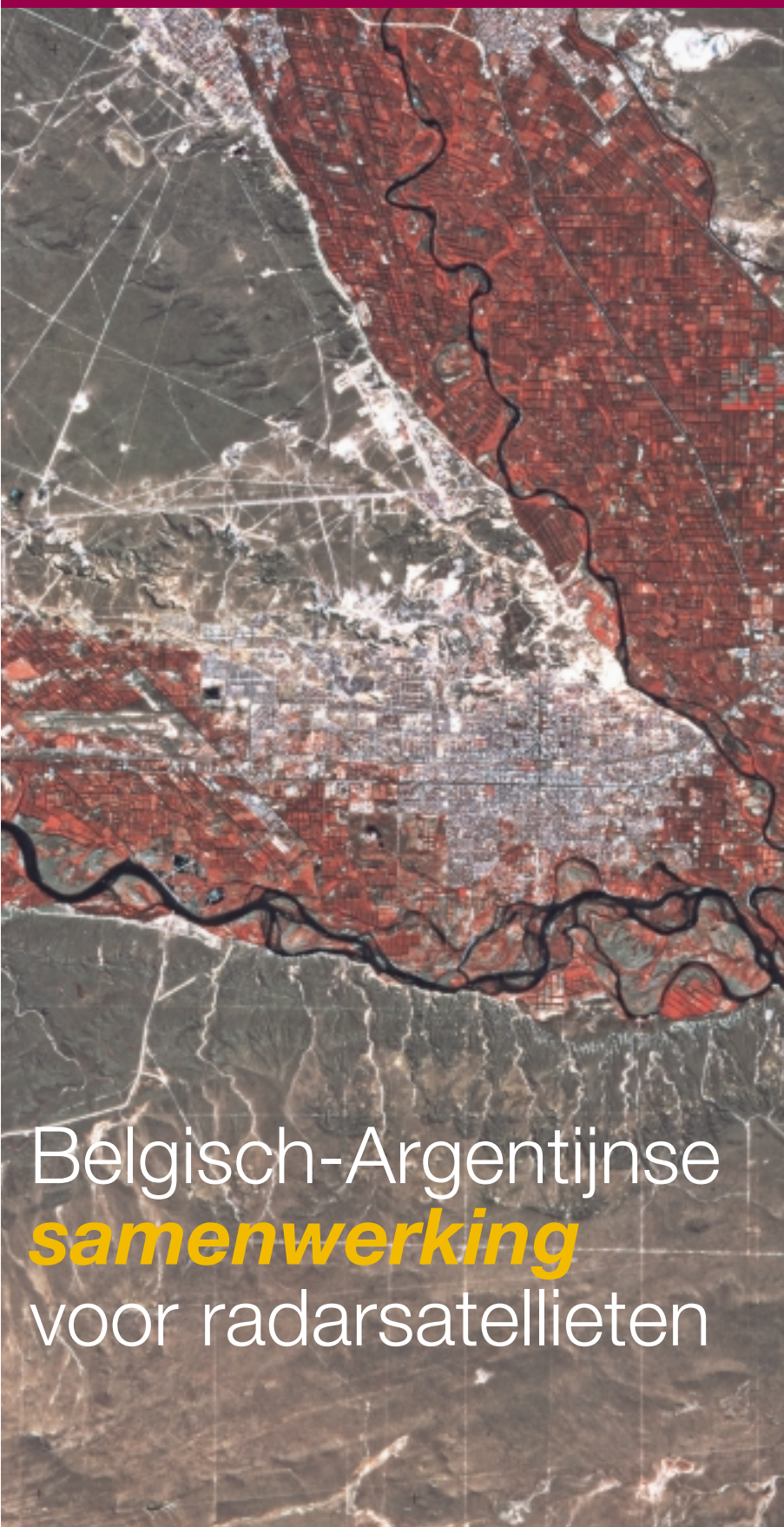
ONDERZOEK EN ONTWIKKELING TER VERBETERING VAN REMOTE SENSING-TECHNIEKEN VOOR GEBRUIK BIJ RAMPEN

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)